



Estudio Químico de la Alga Roja

DR. JUAN PAZ CASTILLO B.

DRA. EMMA VILLALOBOS S.

- I. Introducción
- II. Consideraciones Generales
- III. Materiales y Métodos
- IV. Resultados Obtenidos
- V. Discusión

I. INTRODUCCION

Tratándose de variedades de especies biológicas pertenecientes tanto al reino animal como vegetal, sabemos que el mar peruano es el más rico del mundo.

La cadena biológica que lleva los compuestos carbonados desde el reino vegetal autótrofo, hasta el reino animal heterótrofo, generalmente abarca en el área vegetal a las microalgas que constituyen el fitoplancton que es alimento fundamental para los peces pequeños, los cuales son devorados por lo general, por peces mayores.

Las algas de mayor tamaño

- *Rhodophyceas*,
- *Phaeophyceas*,
- *Chlorophyceas*,

muchas veces no están expuestas a la voracidad de los peces y otros animales marinos, sirviendo así a la oxigenación del agua.

Desde épocas muy antiguas el hombre comenzó a recolectar diferentes especies de algas marinas las que usaban con diferentes fines, incluyendo también la alimentación.

Actualmente, un problema serio y urgente por el que la humanidad está pasando y que tal vez se agrave en el futuro, es sin duda alguna el de la crisis mundial de alimentación, que afecta de una manera muy especial a los países pobres y subdesarrollados; es por eso que las algas van adquiriendo cada vez más un papel de trascendental importancia, en lo que a recursos alimentarios se refiere, razón por la cual se está realizando una investigación a nivel mundial sobre su composición química, y se están realizando también diferentes ensayos tecnológicos para poder contar con la mayor variedad de especies de algas posibles, para poder solucionar este problema de nutrición. Asimismo, vemos que en China, Japón, Estados Unidos, etc., se está viendo la posibilidad de cultivarlas en zonas escogidas y de mayor facilidad para su obtención.

Con el presente trabajo nuestro deseo de contribuir al conocimiento de la composición química de un alga de la clase Rhodophyceae, que abunda en el litoral peruano, la *Grateloupia doryphora* con la intención de difundir su empleo; ya que representa una buena fuente protéica que podría contribuir a solucionar en algo los problemas de deficiencia nutricional, especialmente en los sectores de nuestra población que se ven más afectados.



II. CONSIDERACIONES GENERALES

La población mundial crece día a día cada vez más; paralelo a esto, vemos que se agudiza el problema de recursos alimentarios especialmente de origen protéico, por esta razón nos vemos en la necesidad de encontrar nuevas fuentes de proteínas que sean de alto valor biológico y de fácil obtención, además de que puedan ser producidas a bajos costos para que sean accesibles a la mayoría de la población.

Si tomamos los datos emitidos por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) nos damos cuenta que el panorama de la alimentación es bastante desalentador; ya que sólo un 17% de la población mundial consume la cantidad necesaria de proteínas, procedentes de diferentes clases de animales y vegetales.

Si bien las proteínas animales tales como carne, leche, huevos, son de alto valor biológico, y contienen todos los aminoácidos indispensables y esenciales para la vida, su producción aún teniendo en cuenta las posibilidades de aumentar las áreas cultivables, selección de especies animales y vegetales para obtener mayor rendimiento y resistencia a enfermedades, plagas y otros factores físicos y mecánicos, como transporte de productos alimentarios y otros, es lenta y su costo sigue siendo elevado, siendo en gran parte sólo el alcance de determinados y reducidos secto-

res de la población.

Es por eso que, tratándose de encontrar otros recursos alimentarios, se está usando para la alimentación la soya, mani, algodón que son harinas de semillas oleaginosas, harinas de plantas forrajeras (alfalfa) granos de diversas leguminosas, harinas de pescado, así como también proteínas obtenidas a partir de diversos microorganismos como: hongos, levaduras, bacterias y algas (Lawhell et al, 1990, Aykroyd et doughty, 1984; Enebo 1989; Dabbah, 1990).

Países Consumidores de Algas

El uso de las algas se conoce desde que hubieron libros escritos al respecto, pero es muy probable que existieran desde épocas más remotas, hay una gran variedad de algas que se están usando para el consumo humano. Según Díaz Piferrer (1987) también en la literatura griega y romana se da a conocer el valor nutritivo y las propiedades curativas de algunas algas.

En países como Japón, Hawaii, Australia, Filipinas, etc., todavía se usan las algas; en Japón éstas representan como un 25% de la dieta diaria y se usa como harinas, ya sean frescas o secas en tortas, sopas, aderezos, pan, etc. Japón es uno de los países que más consume las algas marinas. Algunas especies son ya cultivadas, como es el caso de la "Asakusa Mori" o "Mosbi Mori", que un 6% del total

que se produce anualmente es natural el resto se obtiene por cultivo (Rhyter et al. 1988). En Japón se consumen 20 especies de algas, las que más se usan es la Asakusa Mori que tiene sus talos y frondas secas prensados y tostados, con el aspecto de una hoja de papel "glace", de color verde oscuro. Estas hojas se cortan en trozos de diversos tamaños y se comen con salsa de soya o con fideos, arroz, vegetales, pescado crudo, sopas, etc. (Tamiya, 1980).

En Occidente, las algas no fueron aceptadas más que en lugares de bajo nivel de vida o en época de escasez. En Formosa una representante de las Cianofíceas marinas, *Brachytrichiaqroyi*, abunda sobre las rocas y mide de 6-8 cm. de tamaño y se usa en la preparación de dulces o para otros platos (Fan, 1983).

Actualmente en el Japón hay unos 17 productos comerciales elaborados con algas. En China, según Fan (1983) son unas 120 especies las que se usan en la alimentación humana.

En Australia, se usan pocas especies como la *Durvillea* antártica, *Sarcophycus potatarum*, ésto según Chapman (1980). En la India, según Zaneveld y Thivy (1980), la gente de la costa consume algas rojas, verdes y pardas.

En Nueva Zelandia, se preparan ensaladas y sopas con especies de "Karengo", *Gigartina*, *Gracilaria* y otras algas verdes.

En Europa y América del Norte se consumen pocas algas. Según Harvey (8/1849) dos especies: *Chorus crispus* y *Gigartina mamillosa* que son conocidas como "irishmoss" o "carrigeen" se cocinaban hasta que se volvían gelatina, que eran usadas para jaleas, postres, etc.

En Irlanda, Canadá y Estados Unidos se consume *rhodimenia palmata* ("dulce") y que es secada al sol y luego se preparan bocadillos.

En Inglaterra, en el sur de Gales, existe desde épocas remotas la industria del "pan de algas" que es preparado con especies del género *Prophyra*, este pan tiene yodo, hierro y regulariza la función intestinal (Seaweeds for food, 1989).

En Noruega, la harina para pan se enriquece con algas (Fortunato, 1988). En Bélgica, Alemania y Australia se usa un 2% de algas pardas en la harina de trigo o centeno, lo que hace que aumente su valor nutritivo (Accorinti, 1983).

Krauss et Galloway (1980) dicen que en las Islas del Caribe (Indias Occidentales) se preparan sopas con las algas del género *Gracilaria*.

En el Perú (hove, 1914; et al Cheverry 1958) se come como *Gigartina Chauvinii* J. Agardh, comúnmente conocida como "cochayuyo" y se usa en frituras, ensaladas y sopas; pero sólo en la población de escasos recursos. Se ha pensado que esto

viene de la época precolombina porque se han encontrado restos de plantas secas de *G. Chauvinii*, en los basurales precolombinos. Parece ser que esto viene del sudeste asiático, donde se usaban las algas como alimento.

En Chile se consume las especies de *Porphyra* y *Ulva* conocidas como "luche" o "luchi".

Usos Industriales y Medicinales de las Algas

En 1882, se descubrió su uso para bacteriología, actualmente se usa para obtener agar y corragenina. El agar actualmente sustituye a la gelatina como elemento antiresecante en la elaboración del queso, en el enlatado de carne y pescado; en fotografía, en producción de películas; en la industria textil, en el apresto de telas finas, sedas y tules.

En la industria eléctrica, en la fabricación de alambres de tungsteno, mezclado con grafito. En perfumería, en jabones y lociones. En moldes para impresión dental.

Como podemos darnos cuenta, este amplio uso del agar, que es un elemento ficocoloide, ha hecho que aumente la colección de algas agaroides en el mundo. También es importante el agar de las algas rojas, como estabilizante en la elaboración de la leche chocolatada; en heladería, en la preparación de cremas batidas y jarabes; como reemplazante del almidón.

Usos Medicinales

Su uso medicinal es tan antiguo como su uso alimentario. Se usa para desórdenes estomacales, en infusión el agar obtenido se usa como laxante o en dietas para adelgazar.

Robert Koch descubrió la importancia del agar en el cultivo de bacterias, desde esa época su empleo es esencial en laboratorios y hospitales. Algunas especies de algas fueron usadas para diarreas, desórdenes urinarios, en afecciones pectorales crónicas, también se vio que el alga roja *Alsidium helminthochorton*, tenía efectos vermífugos.

Composición Química de las Algas

Las algas marinas contienen: carbohidratos, proteínas, grasas, sales minerales, vitaminas, así como diversas sustancias que favorecen el crecimiento.

Esta composición depende de las características específicas de cada especie, y además de otros factores externos, como: época del año (variación estacional), hábitat (salinidad, temperatura, profundidad, exposición con respecto al oleaje), estado de crecimiento, parte de la planta (grampon, disco de fijación, estipe, frondes, etc.), latitud geográfica, etc.

Las algas al estado natural fresco contienen de un 75% a 85% de agua y el 15% a 25% restante corresponde

a compuestos orgánicos y sales minerales (materia seca). De la materia seca un 65% a 80% corresponde a sustancias orgánicas y un 20% a 25% a cenizas. En algunas algas pardas las cenizas pueden alcanzar hasta el 50% de la materia seca.

En estas algas pardas y rojas los carbohidratos se encuentran representados por unos polisacáridos más o menos complejos, denominados *ficocoloides* (Tseng, 1945); ya que tienen la propiedad de formar geles o sistemas coloidales cuando se dispersan en el agua, tales como el agar, iridificina, fucoidina y ácido alginico en las algas pardas, junto con el agar iridificina, también se encuentra la carragenina, funorina, agaroides en las algas rojas.

En la industria los ficocoloides son de gran importancia y se usan como espesantes y estabilizantes de productos alimentarios, en las industrias de bebidas alcohólicas y en farmacología, etc.

Las proteínas de las algas, son menos asimilables que las de origen animal. Los aminoácidos que contienen son considerados como esenciales.

Las algas que son usadas en la alimentación son pobres en grasa (lípidos), tienen desde vestigios hasta un 3,7% (Fortunato, 1988). En el Japón los estudios realizados en algas indígenas indican que son ácidos grasos no saturados esencialmente.



Teniendo en cuenta las sales minerales, las algas se caracterizan por tener un elevado contenido de éstas, variando las cenizas de la materia seca desde el 10 al 35. Las algas pueden representar un suplemento mineral excelente en una dieta balanceada; ya que contienen todos los elementos presentes en el agua de mar porque tienen todos los macro y oligoelementos.

Son ricas en yodo, tanto en la forma orgánica como mineral. De acuerdo a Black (1953), su contenido varía entre 0,03% y 1,5% de la materia seca. Liber (1984) considera que el 75% del yodo contenido en las algas, se encuentra en forma orgánica. Las algas también tienen gran importancia por sus vitaminas. El contenido de carotenoides en:

algas pardas, es de 29 - 130 mg/100 gr.
algas rojas, es de 12 - 158 mg/100 gr.
algas verdes, es de 93 - 406 mg/100 gr.

de materia seca.

La cantidad que poseen de tiamina (vitamina B1) es de 0,27 a 9,35 microgramos por gramo de materia seca. Riboflavina (vitamina B2) de 0,84 a 33,1 microgramos/gramo de materia seca. Acido nicotínico (niacina) de 3,51 a 68,3 microgramos/gramo de materia seca. Ese porcentaje se encuentra más elevado en las algas rojas (0,2 - 83,5). Complejo B6 desde 1,9 a 17,6 microgramos/gramo de materia seca. Biotina, alrededor de 0,10 microgramos/gramo de materia seca.

Acido fólico desde 1,05 a 1,70 microgramos/gramo de materia seca. Vitamina B12 de 0,5 a 1,0 microgramos/gramo de materia seca, comparables a la presente en el hígado de pescado, vitamina C de 4 a 888 mg/100 gramos de materia seca. Vitamina D (antiraquítica, derivados del ergosterol, colesterol y otros esteroides. Vitamina E, vitamina F, vitamina K (Ericson, 1983; Black, 1983, 1984, 1985; Black et Woodward, 1987; Cornelli, 1989; Thivy, 1980; Scheaver, 1990).

Por lo tanto las algas tienen una influencia beneficiosa en el metabolismo celular.

Valor Nutritivo de las Algas

Las algas son de un alto valor nutritivo, por lo cual son aceptadas en varios países especialmente en el Japón. En los ensayos que se han realizado en humanos, sometidos a una dieta de arroz pulido y determinado tipo de algas, para ver la digestibilidad, de éstas se han obtenido valores aceptables, para proteínas, carbohidratos y fibra cruda; pero esta digestibilidad, presenta un problema en animales y humanos ya que ocasiona algunos trastornos digestivos además de que en las heces se observó la presencia de algas sin digerir.

En los ensayos que hizo Black (1985) en animales observó que, si bien las algas parecen quedar sin digerir los primeros días, después del

sexto día de digestibilidad está excelente.

Black (1985) indica también que en los países orientales, en donde la dieta diaria contiene hasta un 25% de algas, es posible que el acostumbramiento desde la infancia a ingerirlas continuamente, hubieran condicionado el desarrollo de una microflora, apropiada para el metabolismo de algunos de los constituyentes de las algas.

Por eso se recomienda que las dietas experimentales sean prolongadas, como para poder propiciar la implantación de una microflora adecuada, que por otra parte podría cambiar el valor de las algas como alimento.

Se han realizado muchos trabajos de investigación acerca del valor nutritivo de las algas. Según Thivy (1980), el contenido proteico de muchas algas (5% a 15%) del peso seco se puede comparar con otros alimentos como arroz, trigo y otras gramíneas y como se sabe que tienen todos los aminoácidos esenciales, se pueden usar como suplemento de dieta ya que se ha establecido en trabajos realizados últimamente, que son adecuadas las raciones en las que solamente un tercio o la mitad de la proteína es de origen animal. Bender et (1983) considera que *Rhodymenia palmata*, con una cantidad de proteínas (23,5 a 27,5), comparable a la contenida en porotos y arvejas, puede ser una buena fuente protéica pero tendría

que superarse los problemas que hay sobre su recolección. Si bien no se han hecho ensayos respecto a su digestibilidad, se considera que su valor nutritivo y su utilización proteica neta, es comparable al de maíz y arveja, pero inferior al de tortas oleaginosas.

Tamiya (1980) y Rhyter et al (1988), afirmaron que los ensayos de nutrición realizados en animales como *Porphyra*, mostraron que 30 a 50% la proteína algal de esta especie es digerible, siendo su valor nutritivo superior al de las proteínas del arroz y comparable al de las carnes de vacuno, resultados que confirman los de Contreras Reyes.

III. MATERIALES Y METODOS

• Material Estudiado

Grateloupida doryphora, alga roja procedente de las playas de Barranco, Lima - Perú.

1. Preparación de la Muestra para el Análisis

Las algas rojas se recolectan en el litoral, éstas se hallan adheridas a las rocas, luego de la extracción se procede a lavarlas con agua corriente, hasta privarlas de parásitos, insectos, larvas, microorganismos, etc.

Después del lavado se coloca la muestra sobre lámina de material plástico, extendida en capas finas y es

expuesta a secar al sol. Luego de recoger el material seco se procede a moler en un molino de cuchillas; hasta polvo fino, obteniéndose de esta manera, el material seco para el análisis, este polvo es de color pardo rojizo, olor característico a algas, es de consistencia suave al tacto.

2. Análisis Químico de *Grateloupia Doryphora*

• Métodos Empleados

- a. determinación de humedad
- b. determinación del extracto etéreo
- c. determinación de proteínas y nitrógeno total: método de Kjeldhal
- d. determinación de proteínas digeribles y no digeribles: método de Stutzer modificado por Sjohlena
- e. determinación de proteínas verdaderas y nitrógeno no proteico: método de Stutzer modificado por Baumstein
- f. determinación de carbohidratos totales
- g. determinación de fibra
- h. determinación de cenizas totales
- i. determinación de cloruro: método de Mohr
- j. determinación de fósforo: método espectrofotométrico
- k. determinación de hierro: método espectrofotométrico
- l. determinación de calcio: método volumétrico con $KMnO_4$
- m. determinación del índice de yodo: método de Manes
- n. determinación de vitamina B₁ o tiamina: método fluorométrico
- o. determinación de vitamina B₂ o piridoxina: método espectrofotométrico
- p. determinación de ácido nicotínico: método espectrofotométrico

IV. RESULTADOS OBTENIDOS

Análisis químico de Grateloupia Doryphora (Ver cuadro N°1).



V. DISCUSION

En algunos lugares del litoral medio peruano, se pueden establecer industrias basadas en el aprovechamiento de las algas de la zona marítima circundante para diversos fines de tipo alimenticio o industrial.

Se ha podido observar que la especie *Grateloupia doryphora*, es abundante en el litoral peruano; especialmente en las playas de Barranco. En donde se encuentra adherida a las rocas, en forma agrupada y es de fácil extracción.

En la preparación de la muestra triturada semiseca, podemos notar en el caso *Grateloupia*, es absolutamente indispensable un lavado algo enérgico, con fricción de su superficie, para eliminar no sólo las sales del agua marina sino diversas materias extrañas adheridas al epitelio del alga, principalmente algunos parásitos.

El producto deshidratado en polvo y estabilizado al medio ambiente registró una humedad promedio de 12%, cifra bastante baja que garantiza, en cierto modo, su conservación en ambientes no muy húmedos.

Esta alga es muy pobre en grasa, ya que el extracto etéreo en base semiseca es de 1,21%; lo que no coincide con la cifra referente a *Rhodomenia palmata*, *Laminaria cloustoni* y otras que contienen menos de 0,5 gr%, que es un porcentaje más bajo que el encontrado en el alga estudiada; este

Análisis químico de *Grateloupia Doryphora*

DETERMINACIONES	BASE SECA	BASE SEMISECA	BASE HUMEDA
	%	%	%
Humedad			82,00
	gr.	gr.	gr.
Extracción etéreo	1,37	1,21	0,242
Proteína total	25,67	22,59	4,51
Proteínas digeribles	17,21	15,15	3,03
Proteínas no digeribles	8,45	7,44	1,48
Proteínas verdaderas	19,88	17,50	2,50
Nitrógeno no proteico	0,68	2,80	0,12
Nitrógeno amínico	0,044	0,04	0,08
Carbohidratos totales	23,89	21,03	4,80
Fibra	33,27	29,28	5,85
Cenizas Totales	15,75	13,83	2,76
Cenizas sol. en agua	10,82	9,53	1,90
Cenizas insol. en agua	4,54	4,00	0,80
Cenizas insol. en ácido	0,37	0,33	0,066
	mgr	mgr	mgr
Cloruro	331,00	292,00	58,40
Fósforo	471,00	415,00	83,00
Hierro	47,70	45,00	8,40
Calcio	131,60	1160,00	232,00
Potasio	784,09	690,00	138,00
Azufre	51,130	45,00	9,00
Timina	0,22	0,20	0,04
Riboflavina	0,73	0,65	0,13
Pinocoxina	7,13	6,28	1,25
Ácido nicotínico	3,29	2,90	0,58
Índice de yodo	162,60	143,13	

porcentaje es de base semiseca.

El contenido proteico es de 23%, ésta es una cifra bastante elevada si se

compara con algunas especies de *Ascophyllum* y *Laminaria* cuyos tenores proteicos oscilan entre 7 y 12%. La mayor o menor proporción de proteí-

nas digeribles depende del tratamiento que reciba la parte recolectable de esta especie, después de su captura; sobre todo después del tratamiento térmico y mecánico para obtener un producto semiseco en polvo.

En este caso se registró solamente un 7,4% de proteínas indigeribles.

Respecto al contenido de minerales es bastante alto, predominando el fósforo, calcio, potasio y sodio.

El tenor de fósforo en esta especie es bastante alto; ya que registra más de 400 mg%. Es interesante anotar que el contenido de fierro es bastante alto, aunque se encuentra entre los valores máximos permisibles.

Las vitaminas del Complejo B que se ha analizado se encuentran dentro de los límites máximos y mínimos registrados en las algas comestibles que figuran en diversos trabajos publicados sobre análisis de estos vegetales acuáticos.

Consideramos que es posible una variación de la composición química en general de estas algas en relación a la edad y a los ciclos biológicos, lo que motivaría estudios ampliatorios posteriores.

VI. CONCLUSIONES

Al haberse realizado el estudio químico del alga roja *Grateloupia doryphora*, se ha llegado a las si-

guientes conclusiones:

Esta alga, ubicada en las rompien-tes rocosas del litoral peruano, es de fácil captura manual y se puede transformar en polvo semiseco, estabilizado al medio ambiente con 12% de humedad.

El alga en polvo registra 16% en proteínas digeribles y relativamente bajo contenido de proteínas no digeribles, las cifras correspondientes a nitrógeno amínico y nitrógeno no proteico son inferiores al 1%.

El material indigerible que se determina como fibra en este producto alcanza 29% y los carbohidratos totales 22%.

Los porcentajes de macroelementos y de cenizas totales, guarda cierta similitud con el de otras algas marinas comestibles. El aporte de fósforo es bastante alto, 415 mgr%, lo mismo que el de fierro que se encuentra casi entre los límites máximos permisibles.

El contenido de vitaminas hidrosolubles es bastante aceptable destacando piridoxina con 64 mgr% y ácido nicotínico con 29 mgr%.