

Composición química y calidad proteica de fideos complementados con harina de *Porphyra columbina*

Chemical composition and protein quality of pasta complemented with *Porphyra columbina*

ING. VARELA CAROLINA N¹, DRA. FAJARDO MARÍA A¹, BIOQ. GARRIDO BETIANA R¹, BIOQ. ALASSIA FIORELA R¹, BIOQ. GARRIDO CLAUDIA V¹, LEÓN NAYLA M¹, DR. CIAN RAÚL E²

¹Departamento de Bioquímica, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

²Facultad de Ingeniería Química, Instituto de Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

Correspondencia: Garrido, Betiana Romina - betianagarrido@gmail.com

Recibido: 29/05/2018. **Envío de revisiones al autor:** 30/04/2019. **Aceptado en su versión corregida:** 14/06/2019

Resumen

La harina de trigo es un alimento no balanceado, debido al bajo valor biológico de su proteína, originado por la deficiencia de lisina. Para mejorar las propiedades nutricionales de la pasta de trigo, se utilizan distintas fuentes con alto contenido y calidad de proteína. Las algas son un recurso abundante, económico y atractivo para utilizar como ingrediente en alimentos. Entre las macroalgas rojas comestibles, *Porphyra columbina* es una de las más importantes de la Patagonia Argentina.

El objetivo de este trabajo fue comparar la composición química y la calidad proteica de fideos elaborados con harina de *Triticum durum* (FC) y fideos complementados al 30% en la fase sólida con harina de *Porphyra columbina* (F30).

La composición centesimal se determinó por métodos oficiales de la AOAC. La determinación cuantitativa de aminoácidos se llevó a cabo mediante el método propuesto por Alaiz et al. (23). La separación de los aminoácidos se realizó mediante HPLC.

Los resultados de composición química para FC y F30, expresados en g cada 100 g de pasta seca comestible, fueron respectivamente: humedad 7,9 ± 0,4 y 8,1 ± 0,2; cenizas 1,0 ± 0,1 y 1,7 ± 0,1; grasas 5,6 ± 0,2 y 4,7 ± 0,1; proteínas 15,8 ± 0,1 y 17,7 ± 0,1; fibra dietaria total 7,7 ± 0,3 y 19,8 ± 0,2 y carbohidratos 62,0 y 47,9.

Los cálculos del puntaje químico, teniendo en cuenta las necesidades del preescolar, revelaron un valor de 55% y 94% para FC y F30, respectivamente. En FC la lisina se evidenció como el aminoácido limitante, mientras que en F30 el limitante fue el triptofano.

Palabras clave: aminoácidos, *Pyropia*, algas patagónicas, fideos.

Abstract

The wheat pasta is an unbalanced food, due to the low biological value of its protein, caused by the deficiency of lysine. To improve the nutritional properties of wheat pasta, different sources with high protein content and quality are used. Seaweed is an abundant, economical and attractive resource to use as an ingredient in food. Among red edible macroalgae, *Porphyra columbina* is one of the most important ones in Argentine Patagonia.

The objective of this work was to compare the chemical composition and protein quality of pasta made with *Triticum durum* flour (FC) and pasta supplemented at 30% in the solid phase with *Porphyra columbina* flour (F30).

The centesimal composition was determined by AOAC official methods. The quantitative determination of amino acids was carried out by the method proposed by Alaiz, et al.(23). The separation of amino acids was carried out through HPLC.

The chemical composition results for FC and F30, expressed in g per 100 g of edible dry pasta, were: water 7,9 ± 0,4 and 8,1 ± 0,2; ash 1,0 ± 0,1 and 1,7 ± 0,1; fat 5,6 ± 0,2 and 4,7 ± 0,1; protein 15,8 ± 0,1 and 17,7 ± 0,1; total dietary fiber 7,7 ± 0,3 and 19,8 ± 0,2 and carbohydrates 62,0 and 47,9, respectively.

The chemical score, taking into account the needs of pre-schoolers, revealed a value of 55% and 94% for FC and F30, respectively. In FC, lysine was found to be the limiting amino acid, whereas in F30, the limiting factor was tryptophan.

Keywords: Amino Acids, *Pyropia*, Patagonian Algae, Pasta.

Diaeta [B.Aires] 2019; 37(167):8-17. ISSN 1852-7337

Declaración de conflicto de intereses. Se declara que los autores no tienen ningún conflicto de interés.

Fuente de financiamiento. Este trabajo fue parcialmente financiado por la fundación ARCOR, la Agencia Nacional de Promoción Científica y Técnica (ISE 03/11) y la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

Introducción

La sostenida necesidad de obtener nuevos alimentos que sean fuente abastecedora de proteínas, tanto en el ámbito internacional como nacional, se enfrenta actualmente a un serio problema de sustentabilidad, sumado a la creciente demanda de alimentos orgánicos producto de una nueva cultura medioambiental (1).

La pasta seca es un alimento habitual en muchos países debido a su gran aceptabilidad por los consumidores, fundamentada en su bajo costo, facilidad de preparación, atributos sensoriales y prolongada vida útil (2). Sin embargo, la pasta de trigo es un alimento no balanceado debido a su escaso contenido de grasa y fibra dietaria y al bajo valor biológico de su proteína, dado por la deficiencia de lisina (3). En respuesta a esto, la industria alimentaria ha optado por la inclusión de otros ingredientes, entre ellos espinaca, tomate y hierbas (4). Además, para mejorar las propiedades nutricionales de la pasta, en varios estudios publicados se ha documentado la utilización de alimentos de distintas fuentes con alto contenido de proteínas. Productos de pasta han sido complementados con materias primas de alto valor proteico, tales como las harinas de soja, aislados de soja, leche y productos lácteos, proteínas de suero, concentrados de proteína de la levadura, guandú germinado y harina de lupino (5 - 7).

Las algas son un recurso abundante, económico y atractivo para utilizar como ingrediente en alimentos. Su composición depende no sólo del género y la especie, sino también de la porción de la planta, el estado de crecimiento y de factores geográficos, estacionales y climáticos (1). Son organismos que viven en un hábitat complejo y que se encuentran en condiciones extremas (cambios de salinidad, temperatura, variación en la irradiación, periodos de emersión por efecto de las mareas, oleajes y predadores), por lo que deben adaptarse rápidamente a las nuevas condiciones ambientales para sobrevivir, produciendo para ello una gran variedad de metabolitos secundarios biológicamente activos, con biomoléculas únicas no encontradas en otros organismos (8).

La utilización de macroalgas como alimento humano es una de las aplicaciones más antiguas y se remonta al año 2.700 a.C. Son parte de la dieta

básica en Oriente desde tiempos inmemoriales por su valor nutritivo (9). Se han encontrado restos de alimentos que contienen residuos de algas pardas pertenecientes al género *Sargassum* en sitios arqueológicos prehistóricos japoneses (10).

En todo el mundo se utilizan al menos 221 especies de algas marinas, de las cuales 145 especies (66%) se utilizan para la alimentación: 79 rojas, 28 verdes y 38 pardas (11). En Europa, desde hace unos años, se han convertido en una auténtica revolución en materia alimentaria debido a su contenido en nutrientes. Constituyen una excelente fuente de vitaminas, fibra, minerales y proteínas. La preparación de las algas marinas utilizadas como alimentos varía de forma importante de un país a otro en base a las materias primas disponibles y a la idiosincrasia del país (12). Sin embargo, las algas marinas no son un alimento buscado en las culturas occidentales por lo que su consumo no es habitual. Se las considera un alimento no tradicional, componente de dietas exóticas o complemento mineral en zonas alejadas del mar (13). En las últimas décadas se ha incrementado su empleo directo como alimento y como ingrediente debido a sus beneficios nutricionales y terapéuticos (12, 14). En Argentina las algas son consideradas alimento según el artículo 878 del Código Alimentario Argentino, y las define como tejidos celulares frescos o secos de plantas marinas, constituidos por células redondeadas o cilíndricas semejantes entre sí, que se reúnen para formar tejidos como los parenquimatosos. Además, establece que las algas comestibles son únicamente las macroscópicas y en particular las variedades de *Porphyra*, *Rhodophyta*, *Laminaria*, *Fucus*, *Macrocystis*, *Chondrus*, *Gracilaria* y *Closterium*.

Entre las algas rojas comestibles, *Porphyra columbina* es una de las más importantes de la Patagonia Argentina. Estudios actuales sobre el reconocimiento de las macroalgas marinas patagónicas mencionan el cambio de nombre de *Porphyra columbina* a *Pyropia columbina* (15). Es de sabor agradable, arropollada en su estadio juvenil, semejando más tarde a pañuelos de color pardo, violeta o dorado (13). En estudios previos de composición centesimal del alga seca correspondiente a su estadio de mayor concentración de nutrientes (fin del invierno, principio de la primavera) durante tres años consecutivos, se indicó 31,0 g% de proteína, 0,3 g% de grasa, 8,6 g% de ce-

nizas, 40,1 g% de fibra dietaria y 20,0 g% de hidratos de carbono. Además, considerando la variación estacional, se propuso que la ingesta de 30 g de *P. columbina* seca comestible, aportaría (según la época de recolección) 85 - 124 mg de ácido ascórbico (129% - 202% de la IDR para una mujer adulta), 6,2 - 9,0 g de proteína y 11,6 - 16,3 g de fibra dietaria (13).

Estos estudios fueron complementados con los realizados por Cian R.E. et al (16), en el que se establecieron que *P. columbina* tiene mejor puntaje químico que los cereales y una digestibilidad proteica similar a la de los alimentos de origen vegetal. Posee alto contenido de minerales con un valor medio de la accesibilidad potencial mineral a excepción del hierro (P, Ca, Zn y Fe: $18,7 \pm 0,01$; $17,6 \pm 0,16$; $16,7 \pm 0,44$ y $2,63 \pm 0,02$ respectivamente, expresada como % de dializabilidad), bajo contenido de ácido fítico ($0,39 \pm 0,04$ g/100 g) y una buena relación Na/K (0,29). *P. columbina* también aporta compuestos bioactivos que podrían actuar como antioxidantes.

En las Tablas I y II se puede observar el contenido proteico y el perfil de aminoácidos de las principa-

les algas utilizadas como alimentos (10, 17). Todas ellas, especialmente los productos Hiziki, tienen un elevado contenido de valina e isoleucina, mientras que leucina es más abundante en Wakame y Nori. El contenido de fenilalanina y treonina fue alto en Hiziki y Wakame como se observa en la Tabla II. Al comparar el patrón de aminoácidos esenciales descrito por FAO/OMS (18) para alimentación humana con el perfil de aminoácidos de las algas, puede observarse que los aminoácidos limitantes en las algas fueron cisteína, histidina, lisina, metionina y triptofano, además de treonina en el caso de Kombu. Respecto al contenido en aminoácidos no esenciales, Kombu e Hiziki presentaron alto contenido de glutámico, mientras que Nori presentó el mayor aporte de arginina.

Una de las razones para el desarrollo de algas como alimento en países orientales parece estar relacionado con el sabor y textura (19). Los factores ambientales durante su cultivo, además de determinar la composición, definen en gran medida el sabor de los alimentos. Los aminoácidos libres

Tabla I: Composición nutricional de macroalgas (g/100 g de alimento en base seca)

Alga	Proteína	Grasa	Cenizas	Valor energético (Kcal)
Nori	33,6	1,6	8,5	149
Kombu	8,1	1,8	25,4	49
Wakame	14,1	2,7	32,8	81
Hiziki*	12,3	1,5	21,2	61
Ulva spp.	26,1	0,7	22,6	111

*Producto cocido; Fuente: Nisizawa K, Noda H, Kikuchi R, Watamaba (1987); Jimenez-Escrig A, Sanchez Muniz FJ (2000).

Tabla II: Composición de aminoácidos de macroalgas para alimentación humana, ovoalbúmina y patrón FAO/OMS (g de aminoácido/100 g de proteína)

	Nori	Kombu	Hiziki	Wakame	Ovoalbúmina	Patrón FAO/OMS
Aspártico (Asp)	8,8	12,0	9,9	5,9	6,2	nd
Alanina (Ala)	9,9	6,8	6,4	4,4	6,7	nd
Arginina (Arg)	5,9	3,6	4,9	3,0	1,7	nd
Cisteína (Cys)	-	1,6	1,2	0,9	1,4	-
Fenilalanina (Phe)	5,2	4,4	5,7	3,6	4,1	nd
Glutámico (Glu)	9,2	21,0	11,8	6,5	9,9	nd
Histidina (His)	6,8	4,0	5,7	3,6	3,4	1,6
Isoleucina (Ile)	4,0	3,6	6,2	2,8	4,8	1,3
Leucina (Leu)	7,6	5,9	0,5	8,4	6,2	1,9
Lisina (Lys)	2,5	1,0	2,8	3,6	7,7	1,6
Metionina (Met)	3,3*	1,7	3,2	2,0	3,1	1,7*
Prolina (Pro)	4,6	5,2	4,8	3,0	2,8	nd
Serina (Ser)	4,8	3,2	3,8	2,5	6,8	nd
Tirosina (Tyr)	2,4	3,6	3,0	1,6	3,9	nd
Treonina (Thr)	3,2	1,0	3,2	5,4	3,0	0,9
Triptofano (Trp)	1,1	1,7	0,7	1,1	1,0	0,5
Valina (Val)	9,2	7,7	10,0	6,8	5,4	1,3

*Met+Cys; nd: no determinado. Fuente: Nisizawa K, Noda H, Kikuchi R, Watamaba (1987); Jimenez-Escrig A, Sanchez Muniz FJ (2000).

Tabla III: Pruebas biológicas de la calidad proteica de *Porphyra columbina* (13).

Método	Promedio \pm DE
RPN	2,3 \pm 0,2
RNPR	55 \pm 4
UPN %	49 \pm 3
D %	74 \pm 3
VB (UPN /D) %	64 \pm 3
VB (CC) %	66 \pm 2

RPN: relación proteica neta; RPNR: relación proteica neta relativa; UPN: utilización proteica neta; D: digestibilidad; VB: valor biológico; CC: curvas de consumo.

presentes en las algas son los principales responsables de esa característica organoléptica. El alto contenido en glutámico, aspártico y alanina de los productos Kombu les confiere su fuerte sabor (10, 19). En la Tabla III se muestran los resultados de la evaluación de la calidad proteica de *Porphyra columbina* mediante pruebas biológicas (13).

Objetivo

El objetivo de este estudio fue comparar la composición química y la calidad proteica de fideos elaborados con harina de trigo candeal (FC) y fideos complementados al 30% en la fase sólida con harina de *Porphyra columbina* (F30).

Materiales y método

Diseño del estudio

Observacional, transversal y de comparación.

Materias primas

Los ingredientes utilizados para la elaboración de los fideos fueron todos de origen nacional: sémola de trigo candeal (*Triticum durum*), harina de *Porphyra columbina*, huevos y agua potable. La sémola de trigo candeal fue adquirida en una ce realera de la ciudad de Tres Arroyos, Buenos Aires, Argentina. *Porphyra columbina* fue recolectada en Punta Maqueda, ubicada a 30 km al sur de Comodoro Rivadavia (provincia de Chubut, Patagonia Argentina) zona que se caracteriza por estar alejada de la actividad antrópica. El alga se recolectó

manualmente del mesolitoral marino durante la primavera del año 2013, cuando la marea comenzó a descender. Las muestras se lavaron en el lugar de recolección con agua de mar. Se guardaron en bolsas de polietileno y se transportaron a 5°C al laboratorio, donde se mantuvieron en refrigeración hasta su procesamiento. Con el objeto de eliminar el marcado efecto interferente del agua de mar, remanente en los talos secos, las muestras se lavaron tres veces con agua destilada, en una relación de 5 L / kg de alga. A continuación, se extendieron sobre papeles absorbentes y se secaron a temperatura ambiente (20-25 °C) durante 24 horas al abrigo de la luz y se almacenaron en bolsas de polietileno hasta el momento de su utilización.

Elaboración de los fideos

Se siguieron las especificaciones del Capítulo IX Alimentos Farináceos - Cereales, Harinas y Derivados, Art. 714 del Código Alimentario Argentino (20) y la metodología propuesta por Elizalde Correa A. (21) que indica que la pasta es el resultado de la mezcla, homogenizado y amasado de dos componentes: 70% de una fase sólida constituida por sémola de trigo y 30 % de fase líquida. Los fideos fueron elaborados en una planta de pastas artesanales, habilitada por la Bromatología de la Municipalidad de la Ciudad de Comodoro Rivadavia. Se preparó un control de fideos secos de sémola de trigo candeal (FC) y una formulación de fideos sustituyendo el 30% de la fase sólida por harina de *Porphyra columbina* (F30). El amasado y homogenizado se efectuó manualmente y la masa obtenida se laminó y cortó con un rodillo automático. La pasta se secó a temperatura ambiente (25°C) durante 24-48 horas en placas de acero inoxidable, en un cuarto aislado, con características de área blanca. Posteriormente se almacenaron en bolsas cerradas hasta su análisis.

Variables analizadas

Composición centesimal: Se determinó de acuerdo a metodología oficial de AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (22).

Humedad: método indirecto por desecación en estufa a 100-105°C, hasta peso constante (AOAC 950.46 B)

Cenizas: método directo de incineración en mufla (900°C) hasta obtención de cenizas blancas de peso constante (AOAC 923.03)

Proteína: método de Kjeldahl, determinando nitrógeno y utilizando 6,25 como factor de conversión de nitrógeno en proteína (AOAC 928.08)

Lípidos: método gravimétrico de Soxhlet mediante extracción con éter de petróleo (AOAC 960.39)

Fibra dietaria total, soluble e insoluble: método enzimático - gravimétrico para determinación de fibra en alimentos (AOAC 991.43)

Carbohidratos: se calcularon por diferencia (CAA capítulo V).

Las determinaciones se realizaron por triplicado, descartando las diferencias que excedieron el coeficiente de variación establecido para cada método, repitiéndolas en esos casos.

Perfil de aminoácidos: La determinación cuantitativa de aminoácidos se llevó a cabo mediante el método propuesto por Alaiz M. et al (23). La separación de los aminoácidos se realizó mediante cromatografía líquida de alta performance (HPLC), empleando un cromatógrafo Perkin Elmer® Series 200® pump con detector Perkin Elmer 785A® UV/VIS y una columna de fase reversa Nova-Pack® C18 (60Å; 4µm; 3,9mm x 300mm). Los aminoácidos utilizados para preparar las curvas de calibración (Sigma-Aldrich®) se sometieron a las mismas condiciones que las muestras para evitar errores generados por la pérdida de algunos aminoácidos durante la hidrólisis ácida.

Puntaje químico: El puntaje químico (PQ) se calculó mediante el método propuesto por FAO/

OMS/UNU (24), utilizando la siguiente ecuación: $PQ = [(mg \text{ de AAE} / g \text{ proteína en estudio}) / (mg \text{ de AAE} / g \text{ proteína patrón})]$, donde AAE es cada aminoácido esencial y el patrón de proteína requerida de la FAO es el patrón de puntuación de aminoácidos para uso en niños en edad preescolar (2 años).

Rótulo nutricional: Según CAA capítulo V (20).

Análisis estadístico

Los resultados descriptivos se expresaron como media \pm DE. Se evaluaron las diferencias entre variables por el método de Wilcoxon – Man - Whitney. Los cálculos estadísticos se realizaron con el paquete informático INSTAT 2.02 y se consideró estadísticamente significativo un valor $p < 0,05$ y altamente significativo $p < 0,01$ (25).

Declaración de aspectos éticos

El presente trabajo, ya sea durante su ejecución o por la aplicación de los resultados obtenidos, no afectó los derechos humanos ni causó daño al ambiente ni a los animales y/o generaciones futuras. Por el contrario, el proyecto tiene como objetivos la protección de la salud humana y la protección de los recursos marinos tendiente a una mejor perspectiva económica para el sector.

Resultados

En la Tabla IV se presentan los resultados de la composición centesimal (g/100 g, base húmeda)

Tabla IV: Composición centesimal de los fideos secos FC y F30 expresados en base húmeda (bh) (n=3)

	FC	F30
	Promedio \pm DE (g/100g)	
Humedad	7,9a \pm 0,4	8,1a \pm 0,2
Cenizas	1,0a* \pm 0,1	1,7b* \pm 0,1
Lípidos	5,6a \pm 0,1	4,7b \pm 0,1
Proteínas	15,8a \pm 0,1	17,7b \pm 0,1
Fibra dietaria	7,7a* \pm 0,3	19,8b* \pm 0,2
Carbohidratos	62,0a*	47,9b*

FC: fideos elaborados con harina de Triticum durum. F30: fideos complementados al 30% en la fase sólida con harina de Porphyra columbina. Superíndices distintos en la misma fila, indican que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) y altamente significativa ($p < 0,01$)*.

para los fideos secos FC (100% trigo candeal) y F30 (30% sustitución con *Porphyra columbina*). Los fideos del presente estudio fueron elaborados con harina de trigo candeal que presentó 0,7% de cenizas; 11,4% de proteínas; 1,6% de lípidos; 70,7% de hidratos de carbono asimilables; 7,7% de fibra dietaria y 10,0% de gluten seco. La harina de *Porphyra columbina* utilizada presentó 5,8% de cenizas; 27,8% de proteínas; 0,4% de lípidos; 61,3% de carbohidratos y 43,9% de fibra dietaria (todos los resultados expresados en g/100 g de peso seco comestible). La sustitución de harina de trigo candeal por harina de alga *Porphyra columbina* mejoró el contenido de

proteína ($p < 0,05$) (Tabla IV). Asimismo, la incorporación de harina de *Porphyra columbina* incrementó significativamente el contenido de fibra y cenizas en la pasta ($p < 0,01$). El contenido de carbohidratos se redujo significativamente en los fideos F30 ($p < 0,01$), así como el de lípidos ($p < 0,05$).

Una propuesta del rotulado nutricional para los fideos FC y F30, según el Capítulo V del CAA (20), se presenta en la Tabla V.

El perfil de aminoácidos de los fideos secos F30 se muestra en la Tabla VI.

En la Tabla VII se indica puntaje químico y aminoácido limitante de la proteína de fideos secos

Tabla V: Rotulado nutricional de los fideos FC y F30.

	Información nutricional Porción 80 g (un plato)			
	Cantidad por porción FC	% VD (*) FC	Cantidad por porción F30	% VD (*) F30
Valor Energético	289 kcal	14	225 kcal	11
Carbohidratos	50 g	16	38 g	13
Proteínas	13 g	17	14 g	19
Grasas totales	4,5 g	8	3,8 g	7
Grasas saturadas	0,8 g	4	0,8 g	4
Grasas trans	0,0 g	-	0,0 g	-
Fibra alimentaria	6,1 g	24	16 g	63
Sodio	13,6 mg	0,6	109 mg	4,5

FC: fideos elaborados con harina de *Triticum durum*. F30: fideos complementados al 30% en la fase sólida con harina de *Porphyra columbina*. (*) % VD: Valores Diarios con base a una dieta de 2000 kcal u 8400 kJ.

Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas.

Tabla VI: Perfil de aminoácidos de fideos secos F30 y *Porphyra columbina*.

Aminoácidos	g de aminoácido/100 g de proteína Promedio \pm DE (n=3)	
	F30	<i>Porphyra columbina</i>
Asp + Glu	15,8 \pm 2,2	22,7 \pm 0,4
Ser	6,8 \pm 0,1	6,2 \pm 0,1
His	2,1 \pm 0,0	1,3 \pm 0,1
Gly	5,8 \pm 0,3	8,9 \pm 0,1
Thr	5,2 \pm 0,4	5,9 \pm 0,1
Arg	6,8 \pm 1,1	6,2 \pm 0,2
Ala	9,1 \pm 0,3	12,5 \pm 0,3
Pro	5,4 \pm 0,1	4,0 \pm 0,4
Tyr	4,4 \pm 0,0	2,5 \pm 0,0
Val	5,6 \pm 0,1	5,8 \pm 0,1
Met	2,2 \pm 0,0	1,7 \pm 0,1
Cys	3,1 \pm 0,5	1,9 \pm 0,0
Ile	4,4 \pm 0,2	2,7 \pm 0,0
Leu	9,0 \pm 0,2	7,4 \pm 0,1
Phe	6,8 \pm 0,0	3,7 \pm 0,1
Lys	6,4 \pm 0,2	6,0 \pm 0,1
Trp	1,0 \pm 0,0	0,6 \pm 0,0

F30: fideos complementados al 30% en la fase sólida con harina de *Porphyra columbina*.

Tabla VII: Perfil de aminoácidos esenciales, puntaje químico y aminoácido limitante de fideos control (FC), fideos sustituidos (F30) y *Porphyra columbina*.

	Composición promedio de aminoácidos esenciales (mg AAE/g proteína)										
	His	Ile	Leu	Lys	Met + Cys	Phe + Tyr	Thr	Trp	Val	PQ	AAL
FC	23	49	65	32	33	83	38	12	55	55	Lys
F30	21	44	90	64	53	112	44	10	56	94	Trp
<i>P. columbina</i>	13	27	74	60	36	63	59	6	59	57	Trp
Requerimiento preescolar*	19	28	66	58	25	63	34	11	35		

*FAO/OMS/UNU (24); PQ: puntaje químico; AAL: aminoácido limitante

(FC y F30) y de *Porphyra columbina*. Se utilizó como valor de referencia el patrón de aminoácidos para el preescolar (2 años) según FAO/OMS/UNU (24).

Discusión

La harina de *Porphyra columbina* utilizada presentó similares porcentajes de cenizas, proteínas, lípidos y fibra que otros reportados para *Porphyra* (13, 16).

La sustitución de harina de trigo candeal por harina de alga *Porphyra columbina* mejoró el contenido de proteína e incrementó significativamente el contenido de minerales en la pasta, permitiendo no sólo disminuir la cantidad de calorías que se ingerirían, sino también sumar los efectos beneficiosos para la salud de la fibra, tanto a nivel metabólico (disminución de niveles de colesterol y azúcar en sangre) como fisiológico (mejora del tránsito intestinal). De acuerdo con el Comité de Expertos FAO/OMS (26), la recomendación de ingesta diaria de fibra dietaria para adultos es de 25 g/día. Hay que tener en cuenta que la incorporación de fibra en la dieta cumple una función terapéutica preventiva. En los últimos años se ha demostrado la importancia de las fibras vegetales sobre la fisiología gastrointestinal y la absorción de nutrientes.

Estudios similares, en los que se elaboraron fideos utilizando el alga parda comestible, conocida como Wakame (*Undaria pinnatifida*), rica en fucoxantina, revelan propiedades antioxidantes *in-vitro* muy interesantes. La sustitución de sémola por Wakame mejoró el aporte de proteína, grasa, cenizas y fibra ($p < 0,05$) (27).

Entre las algas que se utilizan en la alimentación, *Porphyra* es la de mayor contenido de nitrógeno (N), representando una fuente importante de proteínas. Los resultados publicados acerca de su contenido de nitrógeno varían entre 4,1 y 7,5 g N/100 g de algas secas, y corresponden a varias especies extraídas de diversos lugares del mar Mediterráneo y del Océano Pacífico (10, 28 - 31).

En *Porphyra columbina* de la costa patagónica también se ha evidenciado un elevado contenido de N, cuyos valores oscilaron entre 4,5 - 4,7 g/100 g de algas comestibles secas (13). Si se analiza conjuntamente el tamaño del talo con el contenido de N, puede inferirse una correlación entre estos factores. Los mayores valores de N se evidenciaron en los meses donde se observó el estado de máximo crecimiento (agosto y septiembre). En esta etapa, *Porphyra columbina* se presentó con forma de láminas largas, grandes, con bordes rojos y áreas internas amarillas, de acuerdo con la tipificación de Boraso A. (32).

Un aspecto discutido en los estudios publicados es el factor utilizado para la conversión de N en proteína. Aitken K.E. et al (33) analizaron en *Porphyra columbina* los valores de proteína calculados mediante el factor de conversión universal (6,25), los obtenidos por el método de Biuret y por la suma de los aminoácidos individuales. Los valores obtenidos mediante la suma de los aminoácidos fueron superiores a los obtenidos utilizando el método de Biuret, pero 40% inferiores a los de proteína cruda ($N \times 6,25$). En función de estos resultados, se propone utilizar un factor de 5 para calcular el contenido de proteína a partir de la determinación de N. En publicaciones previas, la suma de los aminoácidos fue de 32,2 y 21,8 g/100 g de peso seco

para las muestras de *Porphyra columbina* de primavera y verano. Estos resultados divididos por el % de N (4,9 y 3,3 g N/100 g de peso seco) arrojaron factores de conversión de 6,50 y 6,55, respectivamente (13).

En la Tabla VI se observa que, en *P. columbina*, los aminoácidos que se encuentran en mayor proporción fueron ácido aspártico, ácido glutámico, alanina y glicina, cuya suma representó el 44% del total de los aminoácidos. Estos resultados concuerdan con valores de estudios previos del alga en los que la suma de estos aminoácidos fue 49% en una muestra obtenida en el mes de septiembre y 45% en una muestra obtenida en el mes de noviembre, con predominio de alanina, glicina, ácido aspártico y ácido glutámico (13). Aitken K.E. et al (33) reportaron resultados semejantes en algas de Nueva Zelanda; hallaron que la suma de estos fue cercana al 42%, con predominio de alanina. En la mayoría de las algas marinas, aspártico y glutámico constituyen gran parte de la fracción de aminoácidos (34). En el presente estudio, el contenido de ambos ascendió a 22,7 g/100 g de proteínas, constituyéndose así, en los aminoácidos más abundantes. Se obtuvieron resultados similares para otras algas rojas como *Porphyra accanthophora* (27,0 g/100 g de proteína), *Hypnea charoides* (20,8 g/100 g de proteína) y *Palmaria palmata* (24,8 g/100 g de proteína) (35). Por otro lado, Munda I. (36) informó que estos dos aminoácidos pueden representar 22 - 44 g/100 g de proteína. El predominio de aminoácidos ácidos sobre aminoácidos básicos es típico de las algas rojas (35); su alto nivel es responsable del sabor especial que presentan estas algas marinas (37).

Es importante señalar también el elevado contenido de algunos aminoácidos esenciales como leucina, lisina, valina y treonina en *P. columbina*. Se observó una relación interesante de aminoácidos esenciales (aae) respecto de los no esenciales (aane) (0,65 g de aae/g aane). Este resultado fue similar al reportado por Galland- Galland-Irmouli A. et al (35) para *Palmaria palmata* (0,66 g de aae/g aane) y superior al indicado por Fleurence J. (34) para *Porphyra tenera* (0,57 g de aae/g aane).

En los fideos F30, los aminoácidos que se encontraron en mayor proporción fueron ácido aspártico, ácido glutámico, alanina y leucina, cuya suma representó 34% de los aminoácidos totales.

También presentaron alto contenido de fenilalanina, lisina, valina y treonina. La relación de aminoácidos esenciales respecto a los no esenciales se incrementó, llegando a 0,81 g de aae/g aane en los fideos complementados.

En la Tabla VII se muestran los resultados obtenidos de puntaje químico teniendo en cuenta las necesidades del preescolar (24). El puntaje químico se incrementó de 55% en los fideos control (FC) a 94% en los fideos sustituidos con un 30% de harina de *P. columbina* (F30). El aumento del contenido de lisina se asoció con el aumento del puntaje químico. En FC el aminoácido limitante fue la lisina, mientras que en F30 el aminoácido esencial limitante fue el triptofano.

En estudios previos de este grupo de investigación, se determinaron los minerales de F30, obteniendo valores de Ca 83±6 (mg/100); Mg 145±11 (mg/100); Fe 6490±668 (µg/100); Zn 2410±346 (µg/100); Cu 309±79 (µg/100); Cr 28±8; Mo 29±5 (µg/100) y Mn 1470±52 (µg/100), expresados en 100 g de porción comestible, siendo estos aportes significativos respecto a fideos comunes (38). Además, es importante remarcar que se ha demostrado que no existe riesgo por el aporte de minerales no esenciales como Cd, Al, As, Ag, Sr, Ba y Co, al ser sus contenidos despreciables en este grado de sustitución (38, 39).

La aceptabilidad es el atributo primordial de un producto, en tal sentido, este grupo determinó por primera vez los descriptores de los atributos, el perfil de textura y la aceptabilidad para los fideos sustituidos. Los atributos establecidos por un panel de jueces entrenados fueron: aspecto pigmentado homogéneo; olor a sémola y mar; color verde; sabor dulce marino intenso. Asimismo, los resultados del perfil de textura fueron para firmeza entre "suficiente y buena", y para las variables pegajosidad y elasticidad entre "escasa y casi ausente". En tal sentido se puede considerar a F30 como producto de buena calidad según la definición de pasta. La aceptabilidad es el atributo primordial de un producto. En tal sentido, el 69% de los consumidores potenciales de pasta calificó la aceptabilidad de los fideos en los niveles más altos de la escala hedónica: "me gusta muchísimo" y "me gusta mucho". Además, el 97% expresó que compraría el producto si se ofreciera en el mercado (39).

Conclusiones

La sustitución de la sémola de trigo candeal con harina de *Porphyra columbina* permitió elaborar fideos F30 con 12% más de proteínas, 65% más de minerales, 158% más de fibra dietaria, 20% menos de carbohidratos y 16% menos de lípidos respecto de FC.

La harina de *Porphyra columbina* se puede utilizar como materia prima rica en proteína para mejorar la calidad nutricional de los fideos elaborados.

El puntaje químico de los fideos se mejoró de 55% en FC a 94% en F30, incrementando la concentración de lisina por complementariedad de aminoácidos.

La utilización del alga en un producto de consumo humano permitiría promover el aprovecha-

miento de este recurso potencial y contribuir a la diversificación de los alimentos.

La aceptación de nuevos alimentos funcionales con algas por parte de los consumidores dependerá ciertamente del equilibrio entre hábitos y tradiciones, su percepción acerca de los beneficios reales para la salud y cuestiones organolépticas.

Agradecimientos

A todo el grupo de investigación del Dpto. de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco: Dra. Adriana Pérez, Dra. Silvia Farías, Bioq. Jorge García, Bioq. María Villafañes, alumno-pasante Emanuel Maza del Colegio Biología Marina.

Referencias bibliográficas

- FAO. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 2012.
- Bergman C, Gualberto D, Weber C. Development of high-temperature dried soft wheat pasta supplemented with Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Cooking quality, color and sensory evaluation. *Cereal Chem.* 1994; 71(6):523-7.
- Antognelli C. Fabricación y uso de las pastas como alimento y como ingrediente. Springer. 1980; 121-45.
- Sirichokworakit S, Phetkhit J, Khommoon A. Effect of partial substitution of wheat flour with riceberry flour on quality of noodles. *Procedia Soc Behav Sci.* 2015; 197:1006-12.
- Granito M, Torres A, Guerra M. Desarrollo y evaluación de una pasta a base de trigo, maíz, yuca y frijol. *Rev Chil Nutr.* 2003; 28(7):372-9.
- Torres A, Frías J, Granito M. Germinated Cajanus cajan seeds as ingredients in pasta products: Chemical, biological and sensory evaluation. *Food Chem.* 2007; 101(1):202-11.
- Mahmoud Nassef AL, Basuny AMM. Production of high protein quality noodles using wheat flour fortified with different protein products from lupine. *Ann Agric Sci.* 2012; 57(2):105-12.
- Carlucci MJ, Scolaro LA, Damonte EB. Inhibitory action of natural carrageenans on Herpes simplex virus infection of mouse astrocytes. *Chemotherapy.* 1999; 45:429-36.
- Dawczynski C, Schubert R, Jahreis G. Amino acids, fatty acids and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chem.* 2007; 103:891-9.
- Nisizawa K, Noda H, Kikuchi R, Watamaba T. The main seaweeds food in Japan. *Hydrobiol.* 1987; 151/152:5-29.
- Zemke-White WL, Ohno M. World seaweed utilisation: An end-of-century summary. *J Appl Phycol.* 1999; 11(4):369-76.
- Fleurence J. Chapter 5: Seaweeds as food. In: Fleurence J, Levine I. *Seaweed in Health and Disease Prevention.* San Diego, United States. Elsevier, 2016. 149-67.
- Fajardo MA. Estudio de las algas patagónicas del género *Porphyra* para su aprovechamiento en la alimentación humana. [Tesis doctoral]. Chubut, Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco; 1998.
- Délérís P, Nazih H, Bard JM. Chapter 10: Seaweeds in human health. In: Fleurence J, Levine I. *Seaweed in Health and Disease Prevention.* San Diego, United States. Elsevier, 2016. 319-67.
- Sutherland JE, Lindstrom SC, Nelson WA, Brodie J, Lynch MD, Hwang MS, et al. A new look at an ancient order: generic revision of the Bangiales (Rhodophyta). *J Phycol.* 2011; 47(5):1131-51.
- Cian RE, Fajardo MA, Alaiz M, Vioque J, González RJ, Drago SR. Chemical composition, nutritional and antioxidant properties of the red edible seaweed *Porphyra columbina*. *Int J Food Sci Nutr.* 2014; 65(3):299-305.
- Jimenez-Escrig A, Sanchez Muniz FJ. Dietary fibre from edible seaweeds: chemical structure, physicochemical properties and effects on cholesterol metabolism. *Nutr Res.* 2000; 20:585-98.
- Young VR. Adult amino acid requirements: The case for a major revision in current recommendations. *J Nutr.* 1994; 124:15175-15235.
- Harada K, Osumi Y, Fukuda N, Amano H, Noda H. Changes of amino acid composition of *Nori*, *Porphyra* spp. during storage. *Nippon Suisan Gakk.* 1990; 56(4):606-12.
- Código Alimentario Argentino. [Acceso febrero 2018]. Disponible en: www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa.pdf
- Elizalde Correa A de D. Manual de Prácticas: Tecnología de granos y semillas. Colombia. Universidad del Cauca, 2004. 76-82.
- Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*, 12th Edition. Washington DC, 1990. 152-69.

23. Alaiz M, Navarro JL, Girón J, Vioque E. Amino acid análisis by highperformance chromatography after derivatization with diethyl ethoxymethylenemalonate. *J Chromatogr.* 1992; 591:181-86.
24. Necesidades de energía y proteínas. Informe de una Reunión Consultiva Conjunta FAO/OMS/UNU de Expertos. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, 1985.
25. Pagano M, Gauvreau K. Fundamentos de Bioestadística. 2da Edición. Madrid. International Thomson Editores, 2001.
26. FAO/WHO. Diet, nutrition and prevention of chronic diseases. WHO Technical Report Series 916. Genova, 2003.
27. Prabhaskar P, Ganesan P, Bhaskar N, Hirose A, Stephen N, Gowda LR, et al. Edible Japanese seaweed, wakame (*Undaria pinnatifida*) as an ingredient in pasta: Chemical, functional and structural evaluation. *Food Chem.* 2009; 115:501-8.
28. Dawczynski C, Schubert R, Jahreis G. Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chem.* 2007; 103(3):891-9.
29. Marsham S, Scott GW, Tobin ML. Comparison of nutritive chemistry of a range of temperate seaweeds. *Food Chem.* 2007; 100(4):1331-6.
30. Patarra RF, Paiva L, Neto AI, Lima E, Baptista J. Nutritional value of selected macroalgae. *J Appl Phycol.* 2011; 23:205-8.
31. Fleurence J. Seaweed proteins. In: Yada RY. *Proteins in food processing.* CRC Press. USA, 2004. 197-211.
32. Boraso de Zaico A. *Porphyra columbina* (Rhodophyta) II: Estadios de desarrollo en Punta Maqueda (Provincia de Santa Cruz, Argentina). *Physis.* 1997; 55:128-129.
33. Aitken KA, Melton LD and Brown MT. Seasonal protein variation in the New Zealand seaweeds *Porphyra columbina* Mont. and *Porphyra subtextum* J. Ag. (Rhodophyta). *Jpn J Phycol.* 1991; 39:307-17.
34. Fleurence J. Seaweed proteins: biochemical, nutritional and potential uses. *Trends Food Sci Technol.* 1999; 10:25-8.
35. Galland-Irmouli A, Fleurence J, Lamghari R, Luçon M, Rouxel C, Barbaroux O, et al. Nutritional value of proteins from edible seaweed *Palmaria palmata* (Dulse). *J Nutr Biochem.* 1999; 10(6):353-9.
36. Munda I. Differences in amino acid composition of estuarine and marine fucoids. *Aquat Bot.* 1977; 3:273-80.
37. Mabeau S, Cavaloc E, Fleurence J, Lahaye M. New seaweed based ingredients for the food industry. *Int Food Ingre.* 1992; 3:38-45.
38. Varela C. Evaluación e incorporación a la alimentación de algas - Golfo San Jorge. [Tesis doctoral]. Córdoba, Argentina: Universidad Católica de Córdoba; 2017.
39. Pérez A, Fariás S, Strobl A, Pérez L, López C, Piñeiro A, Roses O, Fajardo M. Levels of essential and toxic elements in *Porphyra columbina* and genus *Ulva* from San Jorge Gulf, Patagonia Argentina. *Sci Total Environ.* 2007; 376:51-59.



"ESPACIO AMIGO LACTANCIA"



En nuestro II Congreso AADYND, se decidió inaugurar un "Espacio Amigo de la Lactancia". Será un sector privado e higiénico, con las comodidades mínimas y necesarias para que las madres puedan alimentar a su bebé y/o extraerse leche. Sostenemos que la lactancia materna ayuda a fortalecer el vínculo madre-hijo y es fundamental para el desarrollo del bebé.

Es el deseo de AADYND, que las colegas MAMAS, ya no tengan impedimento para asistir a un evento científico, y tengan un lugar adecuado a su período de lactancia. También esperamos que esta iniciativa sea replicada en otros eventos científicos.

La Ley Nacional N° 26.873 de Promoción y Concientización Pública sobre la Lactancia Materna, insta a promover la existencia de "Espacios Amigos de la Lactancia", de uso exclusivo para las mujeres en período de amamantamiento. Este es el mejor principio para una vida saludable.

En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, también existe la Ley N° 2.958, de implementación de Lactarios en el Sector Público, cuyo objetivo es que las instituciones cuenten con un espacio privado, cómodo y exclusivo para madres en período de lactancia. En esta misma Ley, se invita a las instituciones del sector privado, a contar con estos espacios.