

# Oportunidades de innovación en productos pesqueros de la región Patagónica: pesca y procesamiento de *Undaria pinnatifida* para la elaboración de wakame en Puerto Madryn

Solana, Valeria<sup>(1)\*</sup>, Nievas El Makte, Marina<sup>(1,2)</sup>, Dellatorre, Fernando<sup>(2,3)</sup>

(1) *Facultad Regional Chubut, Universidad Tecnológica Nacional  
Av. Del Trabajo 1536, Puerto Madryn, Chubut. \*valeriasolana23@gmail.com*

(2) *Centro Nacional Patagónico – CONICET  
Bv. Brown 2915, Puerto Madryn, Chubut.*

(3) *Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Sede Puerto Madryn  
Bv. Brown 3051, Puerto Madryn, Chubut.*

## RESUMEN

*Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar (Phaeophyta, Laminariales) es un alga parda originaria del sudeste Asiático que fue registrada originariamente en Puerto Madryn en 1992. Desde allí se ha dispersado por más de 1000 km de costa Argentina formando densas praderas. Según la FAO es la tercera especie de alga más producida globalmente y su principal utilidad es la producción de alimento denominado wakame. La abundancia del recurso, sus características ecológicas de especie invasora, la demanda de los productos elaborados a partir de la misma y la crisis de la industria pesquera en Patagonia configuran un escenario atractivo para la producción comercial de wakame, hasta la actualidad inexplorada. Esto requiere estudiar la factibilidad de la producción comercial de wakame en Patagonia. En este trabajo se presentan antecedentes sobre su producción experimental en Puerto Madryn y se analizan aspectos productivos, de factibilidad técnica, legal, ambiental, socio-económica y comercial de la misma. Se presentan resultados de pruebas de producción a escala industrial y de mercado interno. Estos demuestran la adaptabilidad con modificaciones de baja complejidad de las plantas pesqueras tradicionales para la producción de wakame. El proceso productivo presenta una alta demanda de mano de obra, tanto para la extracción de la materia prima (pesca artesanal) como para el procesamiento; lo cual constituye un aspecto positivo de la potencial producción. El mercado interno y potencialmente el regional (Mercosur) brindan una plataforma posible para el desarrollo en un contexto de baja eficiencia. Las instituciones de Ciencia y Tecnología de la región (UTN-FRCh, CENPAT, UNPSJB) y las agencias de desarrollo locales (IMET, ADPPM) configuran un escenario ideal para el desarrollo de tecnología para la mecanización del proceso, y para la innovación tanto en el negocio del wakame como en el de sus extractos con mercado en la industria cosmética y farmacéutica.

**Palabras Claves:** Producción, alga, industria pesquera, wakame

## ABSTRACT

*Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar (Phaeophyta, Laminariales) is a brown seaweed native from Southeast Asia, that was originally registered in Puerto Madryn in 1992. Since, it has spread over 1000 km of Argentine coastline, forming dense subtidal seaweed beds. According to FAO, *Undaria* is globally the third most produced alga, being its main use the *wakame* food production. The abundance of the resource, its ecological feature of invasive species, the worldwide demand of its manufactured products and the crisis on Patagonia fishing industry constitute an attractive scenario for the commercial production of wakame, until now unexploited in the region. This requires studying the feasibility of commercial production of wakame in Patagonia. In this work, a background of *Undaria* experimental production in Puerto Madryn is presented. The productive, technical, legal and environmental feasibility is analyzed, together with commercial and socio-

economic aspects related with its production. Industrial scale test production batches and internal market trials are presented. These results demonstrate the adaptability with low complexity changes of available traditional fish processing plants for the production of wakame in Puerto Madryn. The production, including artisanal fishing and processing, demands intensive labour; which can be interpreted as a positive aspect of the potential production process. The internal and potentially regional markets (i.e. Mercosur) provide a feasible context for the process development in the actual low efficiency scenario. Research and development institution in the region (UTN-FRCH, CENPAT, UNPSJB) and local development agencies (IMET, ADPPM) constitute an ideal platform for the development of the technology for wakame production process mechanization, and for innovation in the wakame business, and also in the business of extracts with potential interest in the cosmetic and pharmaceutical industry.

Keywords: Production, algae, fishing industry, wakame

## INTRODUCCIÓN

*Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar (Phaeophyta, Laminariales) (de aquí en adelante denominada *Undaria*) es un alga parda originaria del este de China, Corea, Japón y sureste de Rusia [1]. Es una de las tres especies de algas más producidas en el mundo, anualmente unos 2 millones de toneladas de *Undaria* son cosechadas, provenientes de praderas naturales y de cultivo [2]. La especie alcanza gran tamaño (usualmente 1,5 m y hasta 3 m de altura) (Fig. 1) y tiene un ciclo de vida heteromórfico, con un gran esporofito macroscópico y gametofitos microscópicos de sexos separados [3]. *Undaria* fue registrada en Argentina por primera vez en 1992 [4] en la costa de Puerto Madryn. Desde allí se dispersó y actualmente se distribuye en forma continua desde Puerto Deseado, Provincia de Santa Cruz (47°45'S, 65°55'O) [5], hasta la margen oeste del Golfo San Matías, Provincia de Río Negro (41°42'S, 65°01'O) [6; 7]. Algunas poblaciones aisladas han sido reportadas recientemente en el puerto de Mar del Plata [8].

Algunos aspectos biológicos y ecológicos de la especie han sido estudiados en las costas patagónicas (revisados en [9]). Estos estudios revelan un ciclo vital marcadamente estacional, que incluye el desarrollo de los esporofitos (fase macroscópica del ciclo y recurso pesquero) durante el invierno, y su maduración durante la primavera [10; 11; 12]. Esto implica una marcada estacionalidad del recurso, que para la producción de wakame tiene una madurez apropiada durante los meses de Agosto a Octubre. Asimismo las praderas alcanzan elevadas densidades, tanto en términos de individuos (con densidades que superan los 50 ind m<sup>-2</sup>) como de biomasa (con densidades que superan los 5 kg m<sup>-2</sup>). Las altas densidades observadas sobre fondos duros de topografía altamente irregular, sumado a la distribución batimétrica, que sitúa las praderas principales entre los 3 y los 12 m de profundidad, convierten a la especie en un recurso altamente adaptable a las técnicas de pesca artesanal.

La especie tiene una gran importancia comercial a nivel global como sugieren las estadísticas de producción de la FAO. Se comercializan una amplia gama de productos derivados de la especie, desde compostajes y extractos con uso agrícola, hasta compuestos específicos para la industria farmacéutica. No obstante los mayores valores agregados se dan en los productos destinados al consumo humano directo. *Undaria* es consumida desde tiempos ancestrales en el sudoeste asiático [13] siendo conocida con el nombre de "wakame" en Japón, "miyeuk" en Corea del Sur y "qundai-cai" en China. Se conocen una variedad de productos para los cuales se utilizan en general plantas jóvenes; a continuación se describen brevemente sus características y procesamiento [14]:

- Suboshi wakame: El alga cosechada se lava con agua de mar, luego es secada al sol o mediante aire caliente. Debido al procesamiento el alga mantiene su color marrón al ser rehidratada.
- Haiboshi wakame: Las algas frescas se mezclan con ceniza de madera o paja, extendiéndolas sobre una superficie durante 2 o 3 días, luego son colocadas en una bolsa de plástico en la oscuridad. Este tratamiento es efectuado para prolongar el tiempo de almacenamiento debido a que la alcalinidad de las cenizas inactiva las enzimas. En su proceso final, las plantas se lavan con agua dulce para eliminar la sal y cenizas, luego las piezas se secan. Este proceso tiene la característica de cambiar el wakame a color verde que puede ser mantenido durante mucho tiempo.
- Ita wakame: El alga húmeda es tratada en forma similar al suboshi wakame, secadas al sol y acondicionadas en forma de finas tabletas.
- Wakame blanqueado y salado: Es considerado en la actualidad el producto con mejores cualidades para el almacenamiento y es de fácil elaboración a gran escala. Su proceso permite almacenarla largos periodos a bajas temperaturas. Su proceso consiste en un blanqueado a 80-90°C durante unos pocos segundos, deshidratado con sal durante 24

horas y luego puede ser conservado a  $-10^{\circ}\text{C}$ . Este procesamiento tiene la característica de generar un intenso color verde (característica apreciada) que puede conservarse durante largos periodos de tiempo.

- Cut Wakame: es muy utilizada para diversos alimentos instantáneos, como fideos y sopas. Es uno de los productos secos más populares. Su proceso consiste en cortar moler el wakame previamente blanqueado y salado, luego secarlo con aire caliente y clasificarlo por su granulometría. Las características más importantes del producto son, su fácil conservación y transporte (seco y a temperatura ambiente), su larga vida y su intenso color verde cuando es rehidratado.
- Kuki-wakame: Las nervaduras, luego de ser blanqueadas y separadas de la lámina, pueden ser secadas o almacenadas en solución salina para luego ser utilizada en la preparación de ensaladas y caldos.
- Mekabu: El esporofilo maduro es blanqueado por unos segundos a  $80-90^{\circ}\text{C}$ . Las láminas del esporofilo (donde se encuentran los esporangios) son separadas de la nervadura y luego pueden ser secadas o congeladas.

*Undaria* posee concentraciones relativamente altas de compuestos potencialmente utilizables en distintos sectores industriales y de gran importancia comercial como los alginatos [15], los lípidos con alta proporción de ácidos grasos poliinsaturados omega 3 [16; 17], compuestos antioxidantes y vitaminas [18]. Sin embargo los compuestos más novedosos y con más potencial comercial son los fucoidanos y la fucoxantina. Los fucoidanos son una familia de polisacáridos sulfatados con diversas propiedades terapéuticas [19], que incluyen actividad antitumoral, antiviral e inmunoestimulante entre otras [20]. Estos polisacáridos son muy abundantes en los esporofilos maduros de *Undaria* [21; 22]. La fucoxantina es un pigmento carotenoide muy abundante, al cual se le atribuyen una diversidad de efectos beneficiosos para la salud, que incluyen propiedades contra el cáncer y la obesidad [23; 24]. Este pigmento también es abundante en los esporofilos maduros de *Undaria* [25].

El potencial comercial de la especie en Argentina ha sido escasamente explorado hasta ahora. De hecho las industrias nacionales asociadas a las algas tienen un desarrollo limitado a la producción de ficocoloides (particularmente agar agar). El estudio de la factibilidad de los desarrollos comerciales basados en *Undaria*, requiere del análisis de aspectos técnicos, legales, ambientales, económico-financieros y de mercado. En este trabajo se presentan antecedentes sobre producción experimental de wakame en Puerto Madryn, resultados de pruebas de producción a escala industrial y de mercado interno. En este contexto se analiza la factibilidad técnica, legal, ambiental, socio-económica y comercial de la producción de wakame en Puerto Madryn. **1. ESTUDIO TÉCNICO**

### 1.1. Proceso productivo

La materia prima, alga *Undaria*, es obtenida de praderas naturales ubicadas en la zona costera sobre sustratos duros y en profundidades entre 3 y 15 metros. La pesca o extracción de la misma es realizada por pescadores artesanales. La técnica generalmente se realiza con embarcaciones de pequeño porte (menores a 10 m de eslora) y con equipos de buceo semi-autónomo tipo "narguile", que permiten el trabajo subacuático de 2 o 3 buzos por embarcación. Las algas recolectadas por los buzos son izadas y estibadas en cubierta en bolsas de rafia por los marineros. El volumen de cosecha diario por embarcación es de aproximadamente 2000 kg, que luego son transportados hasta la planta de procesamiento en vehículos habilitados para tal fin.

El primer paso del proceso productivo consiste en la recepción de la materia prima, el cual se realiza de la siguiente manera:

- a. La materia prima se descarga del transporte, se ingresa a planta y se acondiciona sobre cajones plásticos en cámara de fresco para conservar la temperatura inferior a  $5^{\circ}\text{C}$ .
- b. Todas las bolsas son pesadas para determinar el volumen de producción diario (cada una puede almacenar 17-22 kg de alga fresca). La descarga y el acondicionamiento se realiza a razón de 1 tonelada cada 15 minutos aproximadamente. Tarea que es llevada a cabo por cuatro operarios.
- c. Al ingreso se realiza un control de la calidad organoléptica de la materia prima. Este control se basa principalmente en la presencia de sustancias mucilaginosas (evidencia de mala conservación), plantas parcialmente secas y olor desagradable.
- d. Se acuerda con los proveedores que los compradores se reservan el derecho de rechazar la MP en función de la conservación. La materia prima eventualmente rechazada no es ingresada a la planta.
- e. Una vez aceptada la materia prima se ingresa a cámara de fresco con temperatura de entre 0 a  $5^{\circ}\text{C}$  y se la rotula consignando: fecha de ingreso, barco (proveedor y marea) y tamaño del lote.

Una vez en la planta, la materia prima ingresa en una de dos líneas posibles de procesamiento, línea de producto cocidos o de productos secos (Fig 2), siguiendo las técnicas descritas por Watanabe y Nisizawa [26], y por Yamanaka y Akiyama [27] que dan origen a diferentes productos

La primera **línea de productos cocidos** genera:

- a. wakame blanqueado y salado
- b. kuki wakame.

La segunda línea, de **productos sin cocción**, genera:

- c. ita wakame (wakame seco sin cocción)

La línea de productos cocidos se inicia con la recepción de la materia prima seguida de un proceso de selección y acondicionamiento. Luego la materia prima es blanqueada en agua de mar (o salmuera con  $35 \text{ g L}^{-1}$  de NaCl) a temperatura entre  $80$  y  $90^\circ\text{C}$  durante aproximadamente 40 segundos, enfriada rápidamente en agua con hielo, y posteriormente es mezclada con sal gruesa (40% p/p) y mantenida en recipientes durante 24 h a temperatura de refrigeración (Fig. 3) y en prensa durante otras 24 h a temperatura de refrigeración. Este producto puede ser almacenado a temperaturas menores a  $-10^\circ\text{C}$  durante más de un año, sin perder su calidad comercial. La segunda etapa del procesamiento incluye el desnervado de la planta y da origen a los dos productos finales: “wakame blanqueado y salado”, y “kuki wakame” (Fig. 4).

La línea de procesamiento para obtener producto seco (ita wakame) se inicia con la recepción y acondicionamiento de la materia prima. Luego incluye un lavado con agua dulce y el posterior secado de la planta entera, que es colgada en un secadero con ambiente controlado, utilizando aire templado y filtrado. Este producto se almacena en bolsas plásticas dentro de cajas de cartón y en ambiente con humedad controlada (nunca superior al 60%) hasta su empaque final (Fig. 5).

## 1.2. Pruebas de escala industrial

Durante los meses de Setiembre y Octubre de 2012 se realizaron pruebas de procesamiento a escala industrial en las instalaciones de la planta pesquera perteneciente a la empresa SMyS (Establecimiento Oficial N° 4877). Se utilizaron los protocolos descritos en el apartado anterior para obtener productos de la línea cocida salada y de la línea seca.

La recolección del alga se realizó mediante buceo con equipos semi-autónomos tipo “narghile”, el mismo sistema que se utiliza en la recolección de bivalvos en la región [28]. La materia prima fue transportada desde la playa en camión refrigerado y mantenida en cámara de fresco. Se ingresaron a la planta de SMyS un total de 1793 kg de materia prima, con una productividad en la descarga y acondicionamiento en cámara de  $600 \text{ Kg operario}^{-1} \text{ hora}^{-1}$ . Durante las operaciones en planta trabajaron: dos responsables del proyecto (FD, VS), el jefe de planta, un responsable de control de calidad y 10 operarios.

Las tareas de selección, clasificación y acondicionamiento de la materia prima (cortes de las partes no procesables) se llevo a cabo en mesadas de clasificación de acero inoxidable con una dotación de 7 operarios: 5 realizando las tareas de corte, 1 pesando y registrando en planillas y 1 moviendo la materia prima. La materia prima fue clasificada de acuerdo a su tamaño en 3 calibres. Las tareas descritas tuvieron una productividad de  $60 \text{ Kg operario}^{-1} \text{ hora}^{-1}$ . La proporción de descarte fue de aproximadamente 24,7 %.

### Línea de producción para el wakame salado

La materia prima seleccionada y pesada fue almacenada para la cocción en cajones plásticos calados. La tarea de cocción se realizó en una pileta de acero inoxidable de 800 litros de capacidad y fue llevada a cabo por 2 operarios. Inmediatamente después de la cocción, las algas fueron enfriadas en agua con hielo y mezcladas con sal gruesa por otros 2 operarios. La productividad de esta etapa del proceso fue de  $49 \text{ Kg operario}^{-1} \text{ hora}^{-1}$ .

Una vez cocidas y frías, las algas mezcladas con sal fueron mantenidas en la cámara de fresco en recipientes plásticos (bins) durante 24 h. Luego fueron escurridas y mantenidas en prensas durante otras 24 horas a temperatura de refrigeración. Finalizado el proceso de deshidratación, las algas fueron lavadas con agua dulce para retirar el exceso de sal. Posteriormente fueron escurridas, empacadas en bolsas de polietileno transparente de 10 kg, almacenadas en cajas de cartón rotuladas (Fig. 6) y mantenidas a  $-30^\circ\text{C}$ . La relación entre la cantidad de alga hervida y el producto almacenado (rendimiento en la deshidratación) fue del 30% aproximadamente. La productividad de esta etapa del proceso fue de  $83 \text{ Kg operario}^{-1} \text{ hora}^{-1}$ .

Este producto requiere de un procesamiento secundario para lograr productos terminados. La separación de la lámina y la nervadura dan lugar a dos productos distintos: el **wakame salado** (lámina) y el **kuki wakame** (nervadura). Este proceso de “desnervado” se hace manualmente y

demanda una gran cantidad de mano de obra. Si bien no estaba previsto en los objetivos, se realizaron pruebas preliminares de desnervado. Dicho proceso rindió un 84% de wakame salado y un 16% de kuki wakame y tuvo una productividad relacionada con el calibre que fue procesado. Estas fueron de: 10 Kg operario<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup> para el calibre 1 (tamaño grande); 7,5 Kg operario<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup> para el calibre 2 (tamaño mediano), y 6,7 Kg operario<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup> para el calibre 3 (tamaño pequeño).

#### Línea de producción para el wakame seco

Las tareas de selección y acondicionamiento fueron muy similares a las reportadas para la línea anterior. La eficiencia y productividad de esta primera etapa del proceso, se registraron para ambas líneas simultáneamente.

Las algas seleccionadas fueron colgadas al sol en estructuras de madera especialmente fabricadas para ese fin. Esta operación tuvo una productividad de 17,3 Kg operario<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup>. En días con alta temperatura y baja humedad relativa, el secado total de las algas demoró unas 24 hs. El rendimiento de las plantas enteras fue de aproximadamente 12% p/p. El rinde de las láminas solas fue ligeramente menor 9% p/p, y el de las nervaduras ligeramente mayor de 13% p/p. El producto obtenido se denomina **ita-wakame**.

### **1.3. Adaptabilidad de la infraestructura existente**

Las actividades descriptas fueron desarrolladas con pequeñas modificaciones de la infraestructura y el equipamiento existentes en una planta habilitada para el procesamiento de peces, moluscos y crustáceos.

En relación con los productos cocidos, fue necesario agregar una plataforma de barras de acero inoxidable al bins de cocción, para facilitar el escurrido de la materia prima, operación que demora varios segundos. La capacidad de la pileta de cocción, el espacio en la sala de cocción y la capacidad de recuperación térmica, son los cuellos de botella de la línea de procesamiento de esta etapa. El diseño de una pileta de cocción automatizada y un sistema de enfriamiento específicos para este proceso, con mayor capacidad de recuperación térmica permitiría incrementar la eficiencia y aumentar la productividad de la planta.

El tiempo de deshidratación (de 48 hs) resultó elevado en relación al resto del proceso. En este contexto, la capacidad de la cámara de fresco impone límites a la productividad de la planta. Por otra parte, el sistema de prensado consistió básicamente en placas que, en esta primera prueba de baja inversión relativa, utilizaban el peso de los mismos cajones para el prensado. Es decir se utilizó un prensado de 180 kgf m<sup>-2</sup>. El diseño de una prensa con mayor capacidad y eficiencia ampliaría la productividad de la planta. Cabe aclarar que los operarios afectados a todas las tareas de la línea de producción no tenían experiencia en las mismas, por lo cual es esperable un incremento en la productividad (curva de aprendizaje) con el tiempo.

En relación a los productos secos, la demanda de infraestructura para la elaboración de este tipo de producto es muy baja, no obstante el proceso depende de factores climáticos como la temperatura, humedad o el viento. El secado en máquinas especiales (tambores rotatorios con aire caliente) es común tanto en la producción de ita-wakame como para producir wakame salado seco (este producto, lavado con agua dulce y cortado en trozos pequeños, se conoce como **cut-wakame**). El desarrollo de una máquina secadora brindaría una producción más segura y de mayor calidad.

## **2. ASPECTOS LEGALES**

### **2.1. Legislación laboral**

En base a la legislación vigente, la actividad se encuadra bajo la normativa pesquera por lo cual el personal operario estará alcanzado por el Convenio colectivo de trabajo de la alimentación del Sindicato de Trabajadores de la Industria de la Alimentación (STIA - <http://www.stia.org.ar/>) en base al cual se establecen y liquidan los sueldos, así como los demás requisitos laborales establecidos por dicho convenio.

### **2.2. Legislación sanitaria**

En caso de proyectos que involucren la elaboración de alimentos y/o bebidas en base a recursos pesqueros, se deben atener a la normativa del Capítulo XXIII del Reglamento de Inspección del Decreto N° 4238/68 de SENASA. Dicha normativa en el punto 23.1.1 reconoce a las algas destinadas a la alimentación humana dentro de los productos de la pesca. Este reglamento establece los requerimientos para habilitar un establecimiento destinado a elaborar productos alimenticios en base a algas.

El establecimiento elaborador debe estar, además, inscripto en el Registro Nacional de Establecimientos de la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT - [http://www.anmat.gov.ar/formularios/guia\\_alimentos.asp#hrne](http://www.anmat.gov.ar/formularios/guia_alimentos.asp#hrne)). Asimismo, los productos

deben registrarse en el Registro Nacional de Productos Alimenticios de la ANMAT. A partir de las gestiones iniciadas por los autores (VS, FD) las algas fueron recientemente incluidas en el Artículo 923 del código Alimentario Nacional (Resolución Conjunta SPRel N° 169/2013 y SAGyP N° 230/2013).

### **2.3. Legislación de pesca**

La Ley XVII – N° 6 (antes Ley 939) de la provincia del Chubut reglamenta la pesca de algas marinas en el territorio provincial (incluye la zona intermareal y el submareal hasta las 12 millas desde la costa). El Decreto XVII – N° 759/81 reglamenta su aplicación. El mismo establece el sistema de concesiones para la extracción de algas de praderas naturales y no establece pautas específicas para la extracción de *Undaria*, otorgándole a la Autoridad de Aplicación (la Subsecretaría de Pesca) la decisión en cuanto al otorgamiento de los permisos o concesiones (Artículo 21).

Como consecuencia de gestiones realizadas durante 2013 por los autores (VS, FD) ante la Subsecretaría de Pesca, la misma dictó la Disposición 008/13 de dicha subsecretaría, que autoriza la extracción comercial de *Undaria* en todo el litoral provincial, a la vez que crea un registro de permisionarios habilitados.

### **3. ASPECTOS AMBIENTALES**

En relación a la extracción del recurso se espera que los impactos ambientales sean positivos en su totalidad. Por un lado la gran abundancia de esta especie exótica invasora genera impactos ecológicos negativos que podrían mitigarse reduciendo su densidad mediante la extracción del recurso [29]. Por otra parte, la pesca artesanal se realiza mediante un buzo que recoge del fondo solo el recurso de interés provocando un impacto mínimo en el resto de la comunidad y en el ambiente físico [30].

El procesamiento a escala industrial, al igual que cualquier proceso productivo, consume energía y agua dulce y genera desechos orgánicos y efluentes líquidos. No obstante, tanto el consumo de recursos (energía y agua) como la producción de desechos son mucho menores que los ocasionados por otros recursos pesqueros tradicionales como la merluza o el langostino. El alga *Undaria* seca, tiene múltiples usos comerciales, que van desde el uso como abono orgánico hasta la extracción de compuestos bioactivos con un alto valor agregado (fucooidanos, fucoxantina). El alga no destinada para consumo humano por deficiencias en la calidad de la materia prima, o en la conservación, es perfectamente comerciable para distintos fines, tanto en el mercado local como externo.

Por otro lado, el emprendimiento productivo será generador de mano de obra que se puede estimar en 15 puestos de trabajos por cada 1,5 toneladas de *Undaria* procesada en promedio. Este aspecto, en conjunto con un adecuado manejo de residuos y efluentes, ofrece un panorama prometedor y ambientalmente aceptable del proceso productivo de *Undaria*.

### **4. ESTUDIO DE MERCADO**

#### **4.1. Mercado interno**

Actualmente los productos de wakame que se encuentran en el mercado (cut wakame e ita wakame) son de origen importado. China es el principal proveedor. Los otros productos de algas, también de origen importado, son el nori y el kombu. Los productos procedentes de China representan casi el 70% de las algas aptas para el consumo que ingresan al mercado nacional. Este posicionamiento es el que tiene en el mercado mundial, donde es el principal proveedor a los mercados asiáticos, principales consumidores. Las dificultades para importar y los altos precios originan una demanda insatisfecha por parte de la comunidad de origen oriental, principal consumidor de estos productos. El análisis de la información disponible respecto a los despachos de importación [31] muestra un descenso en la balanza comercial de la posición arancelaria 12.12.21.00 por la cual ingresan algas aptas para consumo humano (entre ellas cut wakame) respecto al 2012.

Para conocer una parte del mercado local, se realizaron entrevistas con distribuidores nacionales que proveen a restaurantes y supermercados chinos y propietarios de comercios orientales, a fin de conocer su comportamiento, demanda y forma en la cual se abastecen de estos productos. Esto se realizó con el objeto de adaptar el desarrollo y comercialización de los productos a los requerimientos del mercado y poder satisfacer necesidades actualmente insatisfechas así como ofrecer nuevos productos con alta aceptación entre los consumidores.

En base a los resultados de las entrevistas se dividió el mercado potencial en tres segmentos: inmigrantes orientales, mercado gourmet y mercado naturista. Mientras que una fracción de los inmigrantes consumen wakame cotidianamente, los mercados naturistas y gourmet consumen wakame moderadamente y según disponibilidad, pagando frecuentemente precios muy elevados.

Los principales importadores nacionales de Wakame -Kometo y Casa China- registran volúmenes de entre 10 y 15 toneladas anuales, mientras que la posición arancelaria por la cual ingresan al país “algas aptas para consumo humano” registró, en el año 2012, 37 toneladas [31]. En base a estos datos, estimamos un volumen anual del mercado interno de aproximadamente 30.000 kg. En base a estos volúmenes, la demanda por parte de estos importadores y del mercado naturista y gourmet, la posibilidad de disponer en el mercado de productos nacionales diferenciados por variedad (innovación), calidad y precio (principalmente sin costos y obstáculos relacionados con la importación), se proyecta un incremento del mercado interno de aproximadamente 33% en cinco años.

Los productos obtenidos de las pruebas piloto realizadas durante 2012 fueron sometidas a degustación entre los encuestados (mencionadas en la nota al pie), obteniéndose una respuesta altamente favorable principalmente destacando la calidad de los mismos. Dadas las propiedades saludables de los productos y su sabor fácilmente adaptable al paladar occidental, se considera que la demanda del mismo podría incrementarse sustancialmente a través de estrategias de comercialización.

#### **4.2. Mercado regional (Latinoamérica)**

En la región hay países que albergan comunidades orientales muy numerosas, como por ejemplo Brasil donde la comunidad japonesa es la mayor población nipona fuera del país [32], y Perú [33] con una comunidad nikkei muy importante. Este aspecto los posiciona a estos sectores como mercados potenciales muy importantes para el consumo de wakame. Dada la cercanía y los acuerdos comerciales celebrados por Argentina con estos países, una vez consolidada la producción y la comercialización en el mercado local, se consideran estos mercados regionales como potenciales consumidores de productos a base de *Undaria* producido en la Patagonia Argentina.

#### **4.3. Mercado mundial**

De las algas destinadas a la alimentación, *Undaria* es la segunda especie más producida a nivel mundial, después de *Laminaria japonica* (kombu), con una producción ligeramente mayor que las algas del género *Porphyra* (nori) [2]. Considerando que parte de la producción de *Laminaria japonica* se utiliza en industrias para la producción de alginatos, es muy probable que el wakame sea el alga más consumida como alimento a escala global. La producción anual de wakame en 2014 fue ligeramente superior a los 2 millones de toneladas [2] y al igual que con las macroalgas en general, más del 90% de la producción se genera mediante cultivo, quedando solo porcentajes menores para la producción por pesca de praderas naturales.

Los consumidores japoneses valoran las algas silvestres (no cultivadas) y la región de cosecha más importante (Sanriku) fue devastada por el último tsunami. En reuniones llevadas a cabo la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA por sus siglas en inglés) hemos constatado el interés creciente de las empresas japonesas en importar wakame de Patagonia.

## ECUACIONES, FIGURAS Y TABLAS

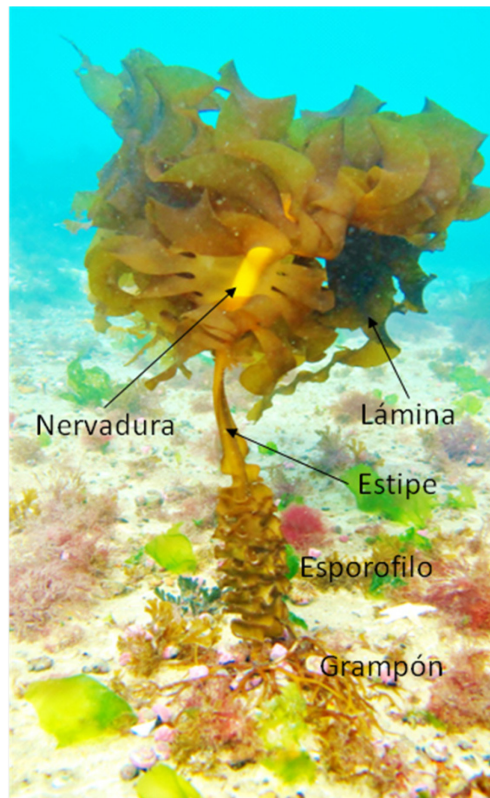


Figura 1. Imagen de un esporofito adulto de *Undaria pinnatifida*. Las flechas indican las distintas partes del talo

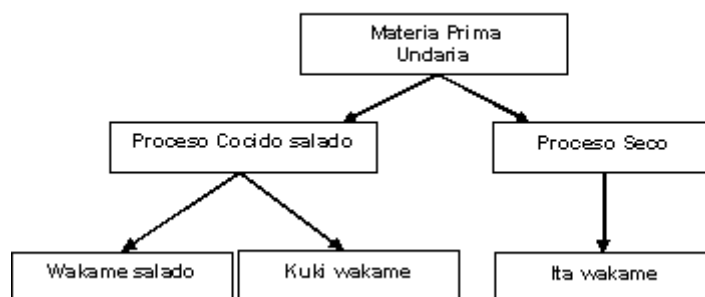


Figura 2. Diagrama del proceso productivo



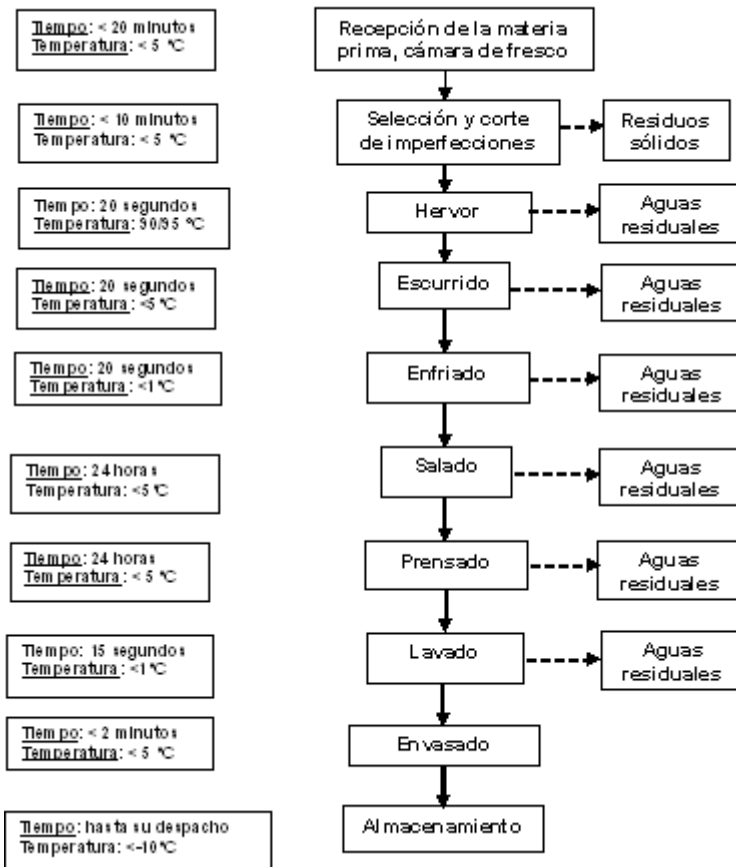


Figura 3. Diagrama de Flujo para el procesamiento primario de wakame salado (tiempos y temperaturas para lotes de aproximadamente 20 Kg de alga *Undaria*)

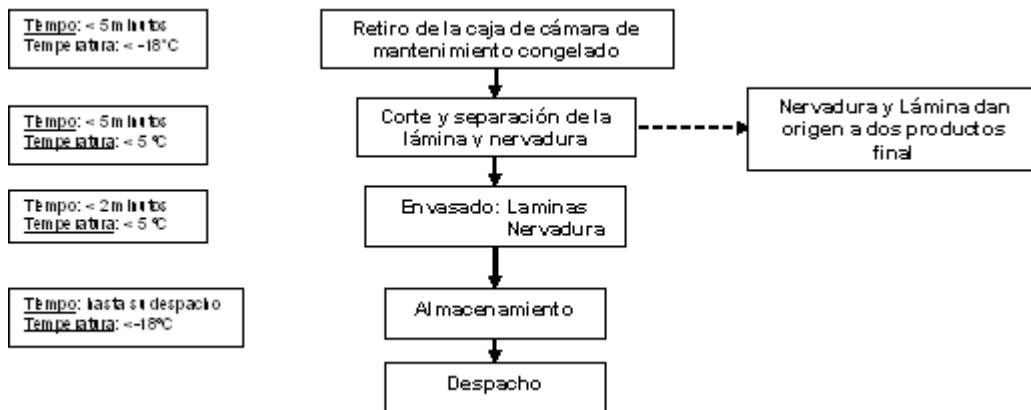


Figura 4. Diagrama de Flujo para la producción de wakame salado y kuki wakame (tiempos y temperaturas para lotes de aproximadamente 10 Kg de wakame salado)

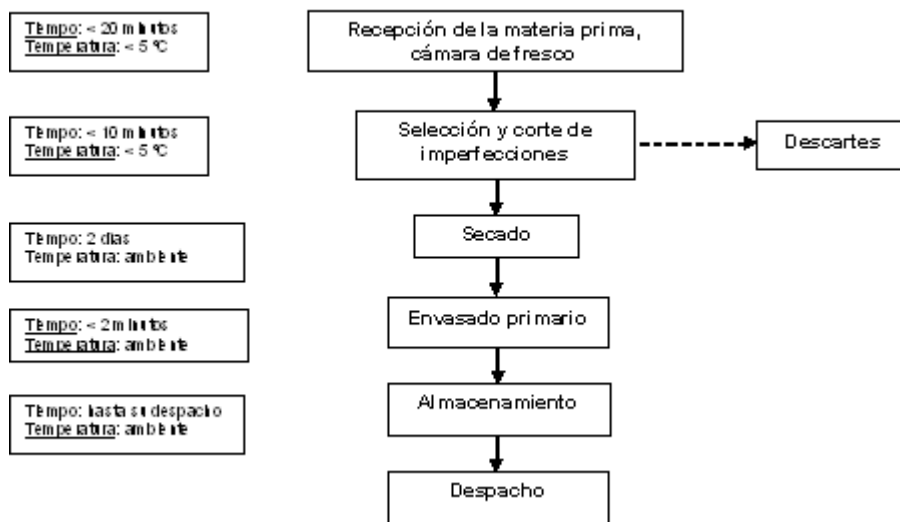


Figura 5. Diagrama de Flujo para el procesamiento de ita wakame (tiempos y temperaturas para lotes de aproximadamente 20 Kg de alga *Undaria*)



Figura 6. Cajas master rotuladas listas para enviar a depósito

## CONCLUSIONES

### Factibilidad

Las empresas pesqueras de la ciudad de Puerto Madryn disponen de infraestructura y equipamiento, como así también de mano de obra, fácilmente adaptables a las líneas de producción de wakame. Durante las pruebas piloto desarrolladas en la empresa SMyS se demostró que el aprendizaje del personal y el recomodamiento de la producción resultaron sencillos y se obtuvieron productos de excelente calidad.

La elevada demanda de mano de obra le otorga a este negocio, un potencial para mitigar, al menos en parte, la crisis de empleo en la industria pesquera, aunque simultáneamente le resta competitividad. Esta situación impone el desafío de desarrollar maquinarias que permitan hacer más competitiva la producción, tanto en términos de calidad como de costos. Estos desarrollos podrían representar, en el mediano plazo, la llave para abrir mercados externos.

Los vacíos legales que existían al inicio de este estudio se han ido resolviendo paulatinamente: 1) la disposición 008/13 de la Subsecretaría de Pesca de la Provincia del Chubut da solución de corto plazo a la cuestión de los permisos de pesca, aunque es necesario actualizar la ley provincial de pesca de algas para incentivar las inversiones de largo plazo en este sector. 2) las algas fueron recientemente incluidas en el Artículo 923 del código Alimentario Nacional (Resolución Conjunta

SPRel N° 169/2013 y SAGyP N° 230/2013), aunque aún resta que el SENASA defina su rol en la fiscalización de los aspectos sanitarios relacionados con la elaboración de productos de algas. Desde el punto de vista comercial, el mercado interno brinda el marco apropiado para iniciar el desarrollo del sector. La adecuación del marco normativo de la actividad y el desarrollo de maquinaria para hacer más eficiente la producción y mejorar la competitividad, permitiría el acceso a los mercados internacionales en el mediano y largo plazo.

### Proyecciones de impacto regional

La materia prima para la fabricación de los productos descriptos en el presente proyecto es el alga "exótica" *Undaria*, originaria de Japón, Corea, parte de China y Rusia, la cual fue registrada por primera vez en nuestro país en el año 1992, en el muelle Almirante Storni de la ciudad de Puerto Madryn, dispersándose luego por gran parte de la costa patagónica. La presencia de esta especie invasora genera múltiples impactos tanto en el funcionamiento del ambiente costero como en aspectos socio-económicos relacionados con el uso de recursos turístico y playas de la región. La erradicación de esta especie no es una opción técnicamente viable por lo que su utilización como recurso pesquero aparece como la única alternativa para disminuir la densidad de sus poblaciones y mitigar en parte los impactos ecológicos y socioeconómicos negativos que la misma produce.

La etapa de extracción/recolección de la materia prima y el proceso de producción demanda mano de obra local, directa e indirecta. La pesca no cuenta con tecnología industrial desarrollada por lo que debe ser cosechada artesanalmente, y el procesamiento en planta requiere una alta demanda de mano de obra.

En un futuro se prevé mecanizar algunos de los procesos a fin de alcanzar mayor competitividad y acceder a otros mercados. Esto generará el desarrollo de proveedores de la industria metalmeccánica para la fabricación de maquinaria específica para los procesos de cocción, salado y secado. La región (y Puerto Madryn en particular) tiene una importante industria metalmeccánica asociada a la industria pesquera, interesada en ese desafío.

La producción planteada en este estudio involucra el encadenamiento de diversos actores locales: embarcaciones de pesca, buzos, transporte, uso de capacidad ociosa de plantas pesqueras, operarios, comercialización, distribuidores, proveedores de servicios (insumos y desechos).

Actualmente, la industria pesquera atraviesa su mayor crisis histórica con una gran proporción de su infraestructura sin operar y con gran cantidad de mano de obra cesante. El proyecto permitirá utilizar capacidad ociosa de la planta pesquera en la cual se llevará a cabo el proceso, dar empleo a mano de obra que se encuentra desocupada cuando no hay recursos pesqueros y también a los proveedores directos de la materia prima, los pescadores artesanales, cuando se encuentran sin trabajo dada la veda de mariscos que ellos recolectan.

## 4. REFERENCIAS

- [1] Zhang DM, Miao GR, Pei LQ (1984) Studies on *Undaria pinnatifida*. *Hydrobiologia* 116/117: 263-265.
- [2] FAO (2014) El estado mundial de la pesca y la acuicultura. <http://www.fao.org/3/a-i3720s/index.html> pp. 253
- [3] Saito Y (1975) *Undaria*. In: Toshida J, Hirose H (eds). *Advance of Phycology in Japan*. VEB Gustav Fischer Verlag. The Hague. pp 304-320.
- [4] Piriz ML, Casas G (1994) Occurrence of *Undaria pinnatifida* in Golfo Nuevo, Argentina. *Applied Phycology Forum* 10: 4.
- [5] Martín JP, Cuevas JM (2006) First record of *Undaria pinnatifida* (Laminariales, Phaeophyta) in Southern Patagonia, Argentina. *Biological Invasions* 8: 1399-1402.
- [6] Dellatorre FG, Amoroso R, Serdá A, Muzio H, Saravia J, Mirinda R, Jones J, Barón PJ (2011) Northern expansion of *Undaria pinnatifida* range in Argentina: can it go further? Second World Conference on Biological Invasions and Ecosystem Functioning. Mar del Plata, Argentina
- [7] Dellatorre FG, Amoroso R, Saravia J, Orensanz JM (2014) Rapid expansion and potential range of the invasive kelp *Undaria pinnatifida* in the Southwest Atlantic. *Aquatic Invasions* in press.
- [8] Meretta PE, Matula CV, Casas G (2012) Occurrence of the alien kelp *Undaria pinnatifida* (Laminariales, Phaeophyceae) in Mar del Plata, Argentina. *BioInvasions Records* 1: 59-63.
- [9] Dellatorre FG, Amoroso RO, Barón PJ (2012) El alga exótica *Undaria pinnatifida* en Argentina: biología, distribución y potenciales impactos. Saarbrücken, Germany: Editorial Académica Española - LAP Lambert Academic Publishing. 51 pp
- [10] Casas G (2005) Biology and ecology of *Undaria pinnatifida* (Phaeophyceae, Laminariales) in Nuevo Gulf (Chubut, Argentina). Doctoral Thesis. Universidad Nacional del Sur. 234 pp
- [11] Casas G, Piriz ML, Parodi ER (2008) Population features of the invasive kelp *Undaria pinnatifida* (Phaeophyceae: Laminariales) in Nuevo Gulf (Patagonia, Argentina). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 88: 21-28.
- [12] Irigoyen AJ (2010) Efecto del alga invasora *Undaria pinnatifida* sobre la comunidad de peces de arrecife en los golfos Norpatagónicos (Effects of the alien algae *Undaria pinnatifida* on the reef fish

- assemblage of the north Patagonian gulfs). PhD Thesis. Universidad Nacional del Comahue. Bariloche, Argentina. 157 pp
- [13] Akiyama K, Kurogi M (1982) Cultivation of *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar, the decrease in crops from natural plants following crop increase from cultivation. *Bulletin of Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory* 44: 91-100.
- [14] Nisizawa K, Noda H, Kikuchi R, Watanabe T (1987) The main seaweed foods in Japan. *Hydrobiologia* 151/152: 5-29.
- [15] Skriptsova AV, Khomenko V, Isakov V (2004) Seasonal changes in growth rate, morphology and alginate content in *Undaria pinnatifida* at the northern limit in the Sea of Japan (Russia). *Journal of Applied Phycology* 16: 17-21.
- [16] van Ginneken VJT, Helsper JP, de Visser W, van Keulen H, Brandenburg WA (2011) Polyunsaturated fatty acids in various macroalgal species from north Atlantic and tropical seas. *Lipids in Health and Disease* 10: 1-8.
- [17] Pereira H, Barreira L, Figueiredo F, Custódio L, Vizetto-Duarte C, Polo C, Rešek E, Engelen A, Varela J (2012) Polyunsaturated Fatty Acids of Marine Macroalgae: Potential for Nutritional and Pharmaceutical Applications. *Marine Drugs* 10: 1920-1935.
- [18] Amorim K, Lage-Yusty M, López-Hernández J (2012) Changes in bioactive compounds content and antioxidant activity of seaweed after cooking processing. *CyTA-Journal of Food* 10: 321-324.
- [19] Li B, Lu B, Wei X, Zhao R (2008) Fucoidan: Structure and Bioactivity. *Molecules* 13: 1671-1695.
- [20] Synytsya A, Kim W-J, Kim S-M, Pohl R, Synytsya A, Kvasnicka F, Copíková J, Park Y (2010) Structure and antitumour activity of fucoidan isolated from sporophyll of Korean brown seaweed *Undaria pinnatifida*. *Carbohydrate Polymers*.
- [21] Skriptsova AV, Shevchenko NM, Zvyagintseva TN, Imbs TI (2009) Monthly changes in the content and monosaccharide composition of fucoidan from *Undaria pinnatifida* (Laminariales, Phaeophyta). *Journal of Applied Phycology* 22: 79-86.
- [22] Skriptsova AV, Shevchenko NM, Zvyagintseva TN, Imbs TI (2010) Monthly changes in the content and monosaccharide composition of fucoidan from *Undaria pinnatifida* (Laminariales, Phaeophyta). *Journal of Applied Phycology* 22: 79-86.
- [23] Peng J, Yuan J, Wu C, Wang J (2011) Fucoxanthin, a Marine Carotenoid Present in Brown Seaweeds and Diatoms: Metabolism and Bioactivities Relevant to Human Health. *Marine Drugs* 9: 1806-1828.
- [24] D'Orazio N, Gemello E, Gammone MA, de Girolamo M, Ficoneri C, Riccioni G (2012) Fucoxanthin: A Treasure from the Sea. *Marine Drugs* 10: 604-616.
- [25] Roh M-K, Uddin MS, Chun B-S (2008) Extraction of fucoxanthin and polyphenol from *Undaria pinnatifida* using supercritical carbon dioxide with co-solvent. *Biotechnology and Bioprocess Engineering* 13: 724-729.
- [26] Watanabe T, Nisizawa K (1984) The utilization of wakame (*Undaria pinnatifida*) in Japan and manufacture of "haiboshi wakame" and some of its biochemical and physical properties. *Hydrobiologia* 116/117: 106-111.
- [27] Yamanaka R, Akiyama K (1993) Cultivation and utilization of *Undaria pinnatifida* (wakame) as food. *Journal of Applied Phycology* 5: 249-253.
- [28] Narvarte M, González R, Filippo P (2007) Artisanal mollusk fisheries in San Matías Gulf (Patagonia, Argentina): An appraisal of the factors contributing to unsustainability. *Fisheries Research* 87: 68-76.
- [29] Australian Government (2008) National Control Plan for the Japanese seaweed or wakame, *Undaria pinnatifida*. Aquenal Pty. Ltd. Australia. pp. 44
- [30] Narvarte M, González R, Medina A, Avaca MS, Ginsberg S, Aliotta S (2012) Short term impact of artisanal dredges in a Patagonian mussel fishery: Comparisons with commercial diving and control sites. *Marine Environmental Research* 73: 53-61.
- [31] Tarifar (2013) Portal de información de comercio exterior. <http://www.tarifar.com/tarifar/home.jsp?> (Accessed October 2013)
- [32] MOFA (2014) Ministry of foreign affairs of Japan. <http://www.mofa.go.jp/region/latin/brazil/data.html> (Accessed February 2014)
- [33] APJ (2014) Asociación Peruano Japonesa. <http://www.apj.org.pe/> (Accessed February 2014)

## Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de: la SCTeIP Chubut por el apoyo económico y de la Lic. Noelia Corvalán y Lic. Domingo Squillace por su gestión; la UTN-FRCH, sus autoridades y equipo de trabajo por el constante apoyo; la empresa SMYS y la Asociación de Pescadores Artesanales de Puerto Madryn; la IMET en particular la colaboración del Lic. Santiago Raynoldi gerente de este organismo durante el desarrollo de este trabajo; la Agencia de Desarrollo de Puerto Madryn y en particular a la Lic. Silvana Leske y al Lic. Eugenio Kramer.