



# INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

# INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 38, Número 4

- Protocolo para evaluación de concha de abanico
- Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales
  - Sanidad en estanques de cultivo y en poblaciones silvestres de langostinos en Tumbes
- Estudios sobre el calamar gigante en primavera 2010 y verano 2011. Crucero B/P Hakurei Maru N° 8
- Experiencias en el sistema controlado para obtención de semillas de concha de abanico en Ilo, Moguequa
  - Diagnóstico y estado de la macroalga *Lessonia nigrescens* en el litoral de Arequipa



Octubre - Diciembre 2011  
Callao, Perú

# DIAGNÓSTICO Y ESTADO DE LA MACROALGA PARDA ARACANTO *Lessonia nigrescens* EN EL LITORAL DE AREQUIPA, PERÚ. 2007

## DIAGNOSIS AND THE STATE OF THE BROWN MACROALGAE ARACANTO *Lessonia nigrescens* IN THE LITTORAL OF AREQUIPA, PERÚ. 2007

Raúl Castillo Rojas Alex Tejada Cáceres  
Vicente Castañeda Muñoz Ruslan Pastor Cuba

### RESUMEN

CASTILLO R, TEJADA A, CASTAÑEDA V, PASTOR R. 2011. Diagnóstico y estado de la macroalga parda aracanto *Lessonia nigrescens* en el litoral de Arequipa, Perú. 2007. *Inf Inst Mar Perú*. 38(4): 429-440.- El estudio se realizó entre marzo y diciembre 2007. En 25 localidades analizadas, hasta el 90% presentan alto porcentaje de su extensión sin cobertura de algas, especialmente Agua Salada, Chorrillos y Atico. La extracción y/o recolección de algas pardas, se efectúa sobre *L. nigrescens*. Se comprobó: (i) incremento de la extracción de *L. nigrescens*; (ii) uso intenso del "barreteo" y recolección de alga varada; (iii) alto porcentaje del espacio sin cobertura de algas en Caravelí; (iv) diámetro medio del rizoides (DMR) de *L. nigrescens* por debajo de 20 cm en la mayoría de estaciones; (v) mayor proporción de plantas no fértiles. Esta especie está en riesgo de sobreexplotación.  
PALABRAS CLAVE: Algas pardas, aracanto, *Lessonia nigrescens*, Arequipa 2007.

### ABSTRACT

CASTILLO R, TEJADA A, CASTAÑEDA V, PASTOR R. 2011. Diagnosis and state of the brown macroalgae aracanto *Lessonia nigrescens* in the littoral of Arequipa, Perú. 2007. *Inf Inst Mar Perú*. 38(4): 429-440.- The study was conducted between March and December 2007. In 25 locations analyzed, until 90% have a high percentage of its extension without algal cover, especially Agua Salada, Chorrillos and Atico. Extraction and/or collection of brown algae, is done on *L. nigrescens*. It was found: (i) increased extraction of *L. nigrescens*, (ii) heavy use of "barreteo" and beached seaweed harvesting, (iii) high percentage of space without algal cover in Caravelí; (iv) mean diameter of the rhizoid (DMR) of *L. nigrescens* below 20 cm at most of sampled stations, (v) greater proportion of non-fertile plants. This species is at risk of overexploitation.  
KEYWORDS: Brown algae, aracanto, *Lessonia nigrescens*, Arequipa 2007.

## INTRODUCCIÓN

Mundialmente, la mayoría de las especies de algas marinas, se explotan aprovechando tanto la biomasa desprendida y acarreada naturalmente a la costa, como la biomasa cosechada con el uso de alguna herramienta. En Perú, es similar el aprovechamiento de las algas, las que mayormente se exportan como materia prima y, en menor grado se consumen como alimento para humanos. Durante la última década, el incremento del valor económico de estos recursos se ha traducido en mayor explotación. Las algas tienen una importancia social relevante, dado que la recolección es realizada por pescadores artesanales y sus familias, quienes dependen total o parcialmente de estos recursos (VÁSQUEZ y WESTERMEIR 1993). Las algas de importancia económica son también ecológicamente importantes, no sólo por ser la base de cadenas tróficas bentónicas, sino porque constituyen hábitat, zonas de asentamiento larval o lugares de refugio para invertebrados y peces, a la vez que actúan como organismos es-

tructuradores del hábitat (VÁSQUEZ y SANTELICES 1984, VÁSQUEZ 1992).

La biología y la ecología de *Lessonia* spp., especie ingeniera de fondos rocosos submareales (*sensu* JONES et al. 1994), y la productividad (desembarques) de las praderas naturales ha sido estudiada en el norte de Chile (VÁSQUEZ 1989, 1990, 1992, 1993a, 1993b).

En el Perú, la mayoría de los trabajos consultados señalan la temperatura como factor principal que influye en el desarrollo de las algas, ya que regula los cambios fenológicos y la reproducción. En la región sur, los antecedentes bioecológicos y pesqueros son escasos. FERNÁNDEZ et al. (1999) estudiaron la pradera submareal de *Lessonia trabeculata* durante el Niño 1997-98. Cuando aún existían frondas observaron dominancia de *Tegula* spp., y en menor proporción erizos (*Tetrapygus niger* y *Arbacia spatuligera*), sobre estipes y rizoides; los pagúridos se ubicaron en la porción inferior de los estipes y sobre el disco de fijación. Cuando *L. trabeculata* perdió las frondas, la densidad de

erizos, caracoles y pagúridos se incrementó notablemente en el ámbito. Con frecuencia se observó peces (pintadilla, borracho, cabrilla, loro, ojo de uva, doncella y camote), nadando entre las frondas, estipes y discos de adhesión del alga.

En Arequipa, el IMARPE Pisco en el 2002, estudió la dinámica poblacional de *Lessonia* spp. y determinó: i) época óptima de poda; ii) tamaño óptimo de la planta y, iii) estrategia de extracción. En el 2005 mediante el RM N° 068-2005-PRODUCE, se otorgó permisos para la extracción de *Lessonia* spp. y *Macrocystis integrifolia* en el litoral de Arequipa, disponiendo condiciones para la extracción de *Lessonia* spp.: 1) Retirar la planta completa incluyendo rizoides; 2) El diámetro del rizoides de la planta debe ser >20 cm; 3) La entresaca debe dejar espacios <4 m entre las plantas. La extracción de *Macrocystis* será en plantas >6 m de longitud, dejando solo las frondas por encima de los 30 cm del rizoides.

En este contexto y ante la creciente demanda del recurso, IMARPE Ilo

formuló el *Plan de Administración de las Poblaciones de Macroalgas en el litoral de la Región Arequipa*, a fin de contar con bases técnicas que permitan salvaguardar la conservación de las praderas. Este artículo se refiere al trabajo efectuado en el 2007.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Alcances metodológicos

Entre marzo y mayo del 2007, se realizó un levantamiento general de información (encuesta semi estructurada, que completan los propios encuestados) de la actividad extractiva de las algas pardas (con énfasis en *Lessonia nigrescens*) en el litoral rocoso de Arequipa, desde Agua Salada (Provincia de Caravelí) hasta Matarani (Provincia de Islay), incluyendo los principales lugares de extracción en el intermareal y submareal somero, poblaciones locales litorales que se dedican a esta extracción, caracterización de la forma de extracción y de la cadena productiva asociada a la comercialización de macroalgas pardas.

Los muestreos para determinar densidad, biomasa y estado reproductivo de los cinturones de *L. nigrescens* se realizaron en julio y diciembre del 2007. Por otra parte, a través de prospecciones se evaluó la extracción, aspectos bioecológicos y poblacionales de *L. nigrescens* (Phaeophyta, Laminariales) en ambientes intermareales entre Tanaka y La Planchada (Región Arequipa). Además, se sostuvieron reuniones con los diversos usuarios (algueros, otros pescadores, intermediarios, dueños de plantas de proceso, representantes de las instituciones públicas relacionadas con la fiscalización y administración de la actividad).

### Cobertura geográfica

La aplicación de la encuesta cubrió tres áreas espaciales: a) Agua Salada–Puerto Viejo, b) Atico–Chorrillos y c) Camaná–Matarani. Estas áreas, corresponden a sectores representativos de la actividad extractiva del litoral de la Región Arequipa, que a su vez muestran distintos escenarios productivos y socioeconómicos de este recurso, a fin de entender los diversos procesos asociados al sistema en su conjunto. Las localidades correspondientes a las 3 áreas espaciales identificadas se anotan en la Tabla 1.

Tabla 1.- Localidades correspondientes a las tres áreas espaciales identificadas (1) Centros poblados y localidades donde se extraen algas pardas.

Áreas	Localidades
Agua Salada – Puerto Viejo	Tanaca, Pozo de Tanaca, Corralones, Agua Salada <sup>(1)</sup> , Santa Rosa <sup>(1)</sup> , Silaca, Higuay, Cascajal, Puerto Inca, Tres Marias, Pinguinera, Bote de vela, La Caleta, Chala <sup>(1)</sup> y Puerto Viejo <sup>(1)</sup> .
Atico – Chorrillos	Pampa redonda, Media luna, Loberas, Antena, Piedra Blanca, Quimaral, Chorrillos <sup>(1)</sup> , Paucla, Puyenca (el submarino), Atico <sup>(1)</sup> , La Sarnosa, Morrillos, Los Colorados, La Bodega, Meada, Peña Prieta, Oscuyo, Quebrada Honda, Cerro de Arena, Pozo de los Misios, Pinguinera, Roca Flora, Las Mellizas, Ensenada, Punta Pescadores, La Planchada <sup>(1)</sup> y El Túnel.
Camaná - Matarani.	Camaná <sup>(1)</sup> , Quilca <sup>(1)</sup> , La Pinguinera, Arantas, Honoratos, Hornillos, La Olla, Centeno, Carrizales, Condenada, Colocas, Barco Hundido, Quebrada Honda, Mollendito, Matarani <sup>(1)</sup> , El Faro y Mollendo <sup>(1)</sup> .

### DESARROLLO METODOLÓGICO

#### Caracterización de la actividad extractiva de algas marinas, con énfasis en *L. nigrescens*

Se coordinó con el grupo de *Extractores de Algas No Asociados* de la provincia de Islay y con la *Oficina Zonal de la Producción de Camaná de la Gerencia Regional de la Producción de Arequipa*. Se realizaron entrevistas en los lugares de extracción y/o recolección, acopio y procesamiento, en los locales institucionales de los algueros y en algunos casos, domiciliarios. Se entrevistó a los administradores de las empresas acopiadoras, de procesamiento y dirigentes o presidentes de las asociaciones de extractores de algas.

Para el levantamiento y análisis de información, se confeccionaron formularios con la siguiente estructura:

- Datos generales del encuestado (nombre, edad, sexo, tipo de registro de pesca, afiliación a algún tipo de organización, sector(es) donde trabaja, recursos que extrae y período, conocimiento de las medidas de administración pesquera, percepción sobre las actuales medidas de administración y sobre las intervenciones del Estado con los algueros, etc.).
- Tipo de actividad (extracción o remoción), zonas de extracción, tipos de comercialización, plantas receptoras de materia prima, etc.
- Datos básicos de las empresas comercializadoras y procesadoras de algas.
- Capacidad productiva y modalidad de recepción de las empresas.

La información obtenida en las encuestas semi-estructuradas fue procesada en el software de interpolación Surfer 8.0. La matriz de datos generada se procesó en Excel y las distintas variables obtenidas se relacionaron en diferentes tipos de gráficos. La presentación de la información es descriptiva.

En Atico, La Planchada y Matarani, se elaboró una base de datos sobre las exportaciones de algas, utilizando la información de la Oficina de Estadística de la SUNAT ([www.sunat.gob.pe](http://www.sunat.gob.pe)), que permitió evaluar las siguientes variables: volumen extraído, número de extractores, artes de extracción o recolección, esfuerzo pesquero, captura por unidad de esfuerzo, precios, montos exportados, países importadores de algas secas y rendimiento económico de la actividad. Los datos de exportaciones de *L. nigrescens*, expresados en peso seco, fueron transformados a peso húmedo, en base al factor de conversión de 4 a 1.

#### Caracterización de la cobertura algal de *L. nigrescens*

La extracción de las algas pardas responde a su utilidad como fuente de alginatos de alta calidad; por ello, la continuidad de su explotación requiere de un manejo adecuado y sostenible de los cinturones y praderas algales. En ese sentido, se requiere de muestreos intensivos y extensivos que permitan evaluar la biomasa disponible y la biomasa cosechable (VÁSQUEZ 2004).

La metodología para determinar la biomasa de algas pardas varía desde evaluación cuantitativa en el litoral costero, hasta evaluación aérea y submarina. VÁSQUEZ (2004) recomienda

considerar los siguientes estimadores: (1) distribución local, latitudinal y batimétrica del recurso; (2) patrones temporales de la distribución de la biomasa; (3) condiciones ecológicas que determinan la variabilidad de los ficocoloides, (4) antigüedad (edad) de las poblaciones, y (5) estado reproductivo. Estos parámetros permiten: (a) concentrar las extracciones en aquellas áreas más productivas (en biomasa y contenido de ficocoloides), (b) determinar épocas adecuadas de cosecha, (c) determinar los niveles máximos de extracción. De esta manera, se permite que la población remanente repueble naturalmente el área de cosecha, promoviendo la actividad comercial y ecológicamente sustentable. Por otro lado, evaluaciones permanentes y planificadas permiten establecer estrategias de cosecha (eg. rotación de áreas) y mejorar las artes de extracción (eg. cosechadoras submarinas).

La distribución de la cobertura espacial de *L. nigrescens*, fue valorada mediante una escala cuantitativa del porcentaje de "con alga" y "sin alga" a partir de fotografías horizontales tomadas en marea baja de cada sector de estudio y de antecedentes disponibles, información que fue transferida a una base de datos computarizada, que permitió estimar la situación y potencial del recurso en cada localidad.

En las prospecciones se evaluó la actividad extractiva, aspectos biológicos y poblacionales de *L. nigrescens* en ambientes intermareales entre Tanaka y La Planchada, Región Arequipa (Fig. 1), que permitieron determinar la distribución latitudinal y la abundancia de la especie, mediante el establecimiento de estaciones de muestreo posicionadas regularmente cada 1 km. Entre Puerto Viejo y La Planchada, la distancia entre estaciones fue mayor debido al restringido acceso por mar.

Los muestreos en los cinturones de macroalgas fueron de dos tipos: (1) destructivos (extracción de todas las plantas); y (2) no destructivos (solo conteo de las plantas). Los muestreos destructivos sirvieron para corroborar las correlaciones significativas entre parámetros morfológicos de *L. nigrescens* (CANCINO y SANTELICES 1984, VÁSQUEZ y SANTELICES 1984, VILLOUTA y SANTELICES 1984, VÁSQUEZ 1992, 1993). Se construyeron curvas de regresión con las variables morfológicas: (1) peso total (g), (2) diámetro mayor del disco (cm), (3) peso del disco (g), (4) perímetro (cm), (5) longitud total (cm).

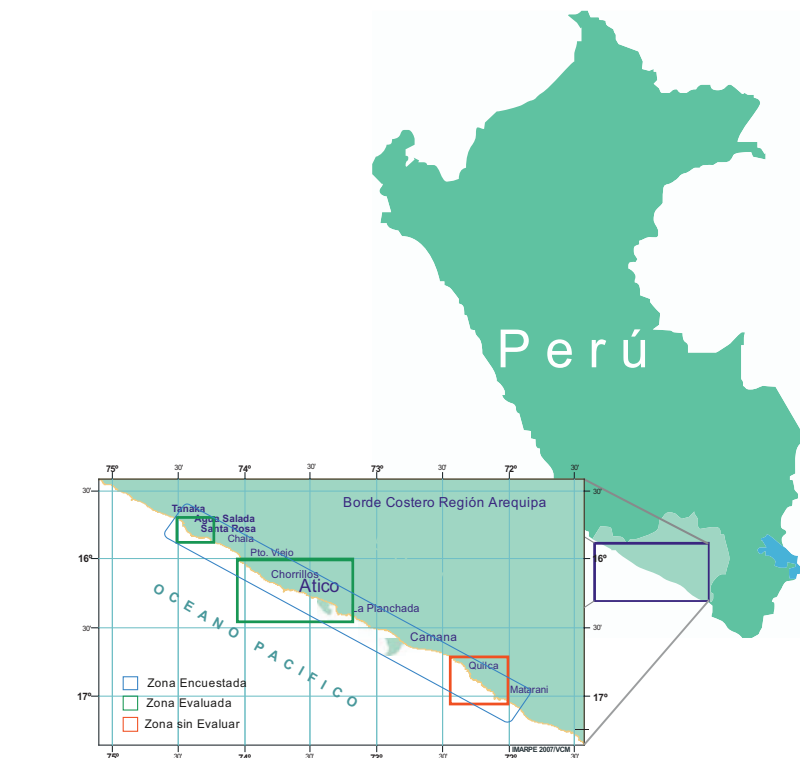


Figura 1.- Mapa del litoral costero de la región Arequipa: Área de estudio. Lugares prospectados en julio y diciembre 2007 se muestran en los cuadrados.

Se registró la abundancia del alga en zonas del intermareal rocoso con un marco cuadrado de 1 m<sup>2</sup>, mediante dos tipos de muestreo: 1) muestreo destructivo; y 2) muestreo no destructivo.

Las plantas extraídas fueron contadas y se tomaron las siguientes medidas: longitud total, peso total, diámetro mayor y menor del rizoide y número de estípites. La biomasa relativa se estimó utilizando el peso total obtenido de las plantas/1 m<sup>2</sup>. Para determinar diferencias significativas entre las estaciones muestreadas (Tanaka a Chala), se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía. Previo al ANOVA, los datos de densidad fueron transformados a (log x +1) y luego se evaluó la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Para determinar el estadio reproductivo de las algas se calificó la presencia o ausencia de frondas fértiles por individuo.

## RESULTADOS

### CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD EXTRACTIVA DE *L. nigrescens*

Desde el 2004, el IMARPE recolecta datos de desembarques de algas en la Región Arequipa, y desde el 2002

las Aduanas de Matarani-Mollendo, Ilo y Callao, registran las exportaciones de algas marinas con la siguiente descripción arancelaria "algas frescas, refrigeradas, congeladas o secas" bajo la descripción comercial: algas secas 100% *Lessonia nigrescens*; algas secas *L. fuscenscens*; algas secas *L. trabeculata*; algas secas *Macrocystis pyrifera*, *M. integrifolia*; algas secas molidas *L. nigrescens*; algas secas en sacos, algas secas en paquetes, algas marinas secas peruanas en sacos *L. nigrescens*; algas marinas secas enteras en paquetes prensados de 40 kg; algas marinas secas y molidas en sacos de 50 kg; algas marinas secas y molidas *L. nigrescens*; algas secas *L. nigrescens* picadas hasta 3 cm en sacos, cuyos destinos son: Chile, China, Japón, Bolivia, Francia, Alemania, Noruega y Corea del Sur.

Los desembarques de algas pardas (período 2002-2007), se reconstruyeron con la información de exportaciones de la SUNAT (Mollendo, Ilo y Callao) de: *L. nigrescens*, *L. trabeculata*, *Macrocystis integrifolia* y de otras algas. Al analizarlos se pueden observar dos momentos:

- (i) Hasta el 2003, extracciones de algas marinas en desarrollo (3107 t), coincidente con la alta deman-

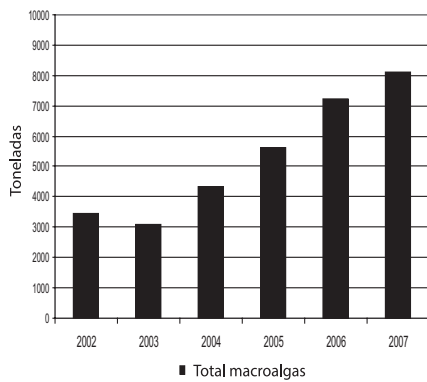


Figura 2.- Extracción de algas, Arequipa y Moquegua.

da del mercado chileno y al incremento en número de plantas procesadoras de algas secas picadas o molidas,

- (ii) A partir del 2004 (4.336 t), se inició el incremento de las extracciones, alcanzando 8.121 t en el 2007, asociado a la instalación de plantas de procesamiento de algas marinas de mayor capacidad y al ingreso a nuevos mercados como China (Fig. 2).

Cabe destacar que la actividad extractiva de algas a lo largo del año, está condicionada a factores climatológicos, por ello es más intensa la extracción por remoción y/o recolección en verano, cuando las mayores horas de luz solar aceleran el secado natural de las algas.

La cosecha de algas marinas entre el 2002-2007, estuvo conformada por *L. nigrescens* (aracanto, negra o cabeza), *L. trabeculata* (aracanto, palo) y *Macrocystis pyrifera* (sargazo, boyador o bolas), los mayores volúmenes pertenecen a *L. nigrescens*.

Para un mejor manejo de la estadística de la SUNAT, ésta fue desagregada en 3 ítems:

- 1) Conformado por *L. nigrescens*.
- 2) Otras algas pardas: *L. trabeculata*, *Macrocystis pyrifera*.
- 3) Otras algas: *Gigartina chamisoi*, *G. radula*, *Gelidium congestum*, *Prionitis* sp., *Phellidium* sp., *Ulva fasciata*, *Agardhiella tenera*, *Corallina officinalis*, *Enteromorpha intestinalis*, *Gracillariopsis lemaneiformis*, *Grateloupia doriphora*, *Gigartina glomerata*, *Gymnogongrus forcellatus* y *Porphyra columbina*.

Para el análisis solo se graficaron dos grupos: Total Algas pardas (*L. nigres-*

Tabla 2.- Desembarque total de algas pardas (t) reportado por SUNAT e IMARPE, Región Arequipa. 2002 – 2007.

Años	Total 1 (t)	Total 2 (t)	Total (t)	% Cobertura Imarpe
2002	0	10950	10950	0.0
2003	0	7274	7274	0.0
2004	363	12312	11949	3.0
2005	629	15762	15133	4.0
2006	1023	20808	19785	4.9
2007	5580	26968	21388	20.7

Total 1: Volumen de extracción reportado por el IMARPE  
Total 2: Exportaciones SUNAT (convertido en peso húmedo)

Tabla 3.- Total exportaciones (t) de *L. nigrescens* por país de destino

Años Destino	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Chile	2659.500	1455.000	618.961	481.655	46.420	25.740
Japón	78.000	26.000	182.386	0.000	164.660	178.400
China	0.000	100.000	2256.649	3397.847	4990.818	6440.707
Bolivia	0.000	185.500	20.000	0.000	0.000	0.000
Francia	0.000	0.000	0.000	60.960	0.000	97.120

Total 1: Volumen de extracción reportado por el IMARPE  
Total 2: Exportaciones SUNAT (convertido en peso húmedo)

Tabla 4.- Pescadores extractores de algas marinas encuestados en la Región Arequipa, marzo a mayo del 2007.

Centros Poblados	Agua Salada	Santa Rosa	Chala	Puerto Viejo	Chorrillos	Atico	Camaná	Matarani	TOTAL
Nº personas	37	15	39	44	52	32	30	15	264
Frecuencia (%)	14,0	5,7	14,8	16,7	19,7	12,1	11,3	5,7	100
							Prov. Camaná	Prov. Islay	
							83%	11,3%	5,7%

*cens*, *L. trabeculata* y *Macrocystis pyrifera*) y Total *L. nigrescens*, considerando que solo estas especies se extraen o recolectan en el litoral de Arequipa y en menor intensidad en Moquegua. En ese sentido, se observa que *L. nigrescens* aportó más del 83% del total de algas extraídas en el 2007.

Las estadísticas registradas por IMARPE Ilo (estaciones costeras Atico, La Planchada y Matarani), que permiten determinar las tendencias de los volúmenes extraídos en el litoral de Arequipa son utilizadas sólo para fines científicos. Las estadísticas de la SUNAT, se refieren a las exportaciones, sin embargo, éstas no guardan correspondencia con las cantidades que reporta el IMARPE, dado que su cobertura en los primeros años fue muy reducida (3,0 al 4,9%), sin embargo, el 2007 alcanzó el 21% de lo reportado por la SUNAT (Tabla 2).

De acuerdo a las tendencias de los volúmenes extraídos reportados por IMARPE, Matarani y Atico destacan en la extracción *L. nigrescens*.

Los principales destinos de exportación fueron Chile, China y Japón. Los montos exportados de *L. nigrescens* a Chile decrecieron notoriamente entre el 2002 y 2007, pasando de 2659,5 t (2002) a 25,7 t (2007), a diferencia con China, que oscilaron de 100 t (2003) a 6440,7 t (2007) (Tabla 3).

**CARACTERIZACIÓN DE LOS ALGUEROS EXTRACTORES**

Se encuestaron 264 pescadores extractores de algas de orilla y los denominados “embarcados” que pertenecen a las provincias de Caravelí (83%), Camaná (11,4%) e Islay (5,7%) (Tabla 4). En Caravelí los centros poblados que albergan el mayor número de algueros son: Chorrillos (20%) y Puerto Viejo (17%).

En el período marzo–mayo del 2007, la extracción de algas pardas la efectuaron: i) los llamados “algueros” que tienen como única actividad económica la extracción y/o recolección de algas marinas (ALG) (27,7%); ii) quienes en ocasiones

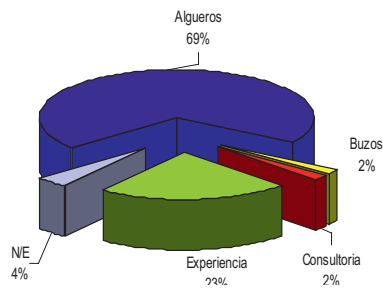


Figura 3.- Criterios para definir zonas de explotación de algas marinas. Región Arequipa, marzo - mayo 2007.

ejecutan esta actividad pesquera (70,9%) como son: agricultores (AGR), mineros (MIN), trabajadores de construcción civil (CC), comerciantes (COM), soldadores (SOLD) y taxistas (TAX), así como, otros pescadores artesanales (PA) que se dedican a extraer algas ante la ausencia de sus especies objetivo; y *iii*) un grupo muy reducido de cinco personas que se dedican a tres actividades en conjunto, ALG+PA+AGR (0,8%) y ALG+PA+COM (0,4%).

Para caracterizar la forma de extracción de las algas marinas por los "algueros", se tomaron en cuenta cinco criterios: (1) especies de algas explotadas, (2) zona de extracción, (3) modalidad de extracción, (4) tamaño de las plantas extraídas, y (5) partes de las plantas extraídas.

**(1) ESPECIES DE ALGAS.-** Se utilizan tres especies de algas: *Lessonia nigrescens*, *L. trabeculata* y *Macrocystis pyrifera*.

**(2) ZONA DE EXTRACCIÓN.-** Tiene relación con: (i) experiencia del extractor, (ii) consulta a especialistas, (iii) comentarios de otros algueros y (iv) comentarios de buzos artesanales. El 69% de los encuestados indicó que definen su zona de extracción por "comentarios de otros algueros". La respuesta por la "experiencia del extractor" alcanzó sólo el 23% del total. El criterio de selección de áreas de extracción por "comentarios de buzos artesanales" y "consultoría especializada" alcanzó el 2% del total de las respuestas para cada ítem. El 4% del total de encuestados no manifestaron el criterio de selección de la zona de extracción (Fig. 3).

**(3) MODALIDADES PARA LA EXTRACCIÓN.-** Son tres: (i) barreteado (BA, 24,6%), (ii) recolecta (RE, 12,1%), (iii) buceo (BU, 1,9%). Se aplican de forma única o se complementan entre sí. Del total encuestado se complementaron BU+BA (8,3%), BU+RE (3,8%),

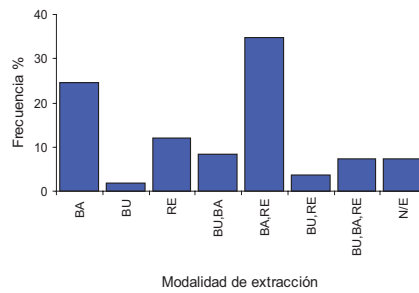


Figura 4.- Modalidades de extracción de algas. Región Arequipa, marzo - mayo 2007.

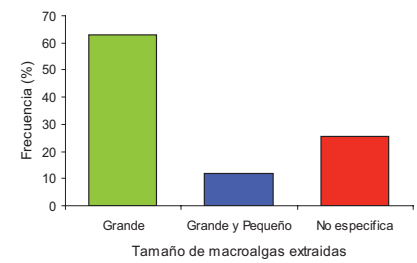


Figura 5.- Tamaño de algas (*L. nigrescens*, *L. trabeculata* y *Macrocystis* sp.) extraídas. Arequipa, marzo-mayo 2007.

Tabla 5.- Biomasa (kg) de *L. nigrescens* extraída/día de trabajo de algueros, Arequipa, marzo a mayo 2007.

	< 1000 kg/día	> 1000 kg/día	Total
N° de personas	177	70	247
Total extraído	54.195	107.700	161.895
Frecuencia	71,7	28,3	100

Tabla 6.- Extracción por localidad y por alguero (kg/día). Encuestas semi-estructuradas, Región Arequipa, 2007.

Personas encuestadas	Centros Poblados	Esfuerzo total			Esfuerzo promedio		
		Ln (kg/día)	Lt (kg/día)	cochayuyo (kg/día)	Ln (kg/día)	Lt (kg/día)	cochayuyo (kg/día)
37	Agua Salada	29 460		7	866,5		3,5
32	Atico	23 350	450		753,2	225	
30	Camaná	30 940			1066,9		
39	Chala	34 850		40	941,9		40
52	Chorrillos	10 800	6 000		251,2	315,8	
15	Matarani	16 400			1093,3		
44	Puerto Viejo	9 925	1 650		230,8	183,3	
15	Santa Rosa	6 170			411,3		

Ln = *Lessonia nigrescens* Lt = *Lessonia trabeculata* "cochayuyo" = *Porphyra* sp., *Ulva* sp.

y BA+RE (34,5%). El 7,2% manifestó utilizar el BA+RE+BU; igual valor se asignó a quienes no especificaron la modalidad utilizada (Fig. 4).

**(4) TAMAÑO DE EXTRACCIÓN DE LAS ALGAS MARINAS.-** Hubo dos categorías: (i) grande (62,9%), y (ii) grande y pequeño (11,7%). El 25,6% de los encuestados no precisó el tamaño de extracción (Fig. 5).

**(5) PARTES EXTRAÍDAS.-** En base a la encuesta: (i) 89,8% de toda la planta (planta + rizoides), (ii) el 1,9% de disco + estípites, y (iii) 3% sólo estípites.

El volumen de extracción diaria de las algas varía según los requerimientos de las empresas procesadoras. De las encuestas realizadas, destaca el requerimiento de *L. nigrescens*, que presenta un alto porcentaje de extracción (81,4%), *Macrocystis* sp. (14,4%), *L. trabeculata* (0,4%) y *Ulva*

spp. (1,4%). El ítem cochayuyo corresponde a *Ulva* spp. y *Porphyra* spp.

De acuerdo a la información proporcionada por los encuestados (247 algueros), la producción total de *L. nigrescens* extraída por día de trabajo fue de 161.895 kg (Tabla 5), calculando la producción por persona cada alguero extrae, en promedio 655 kg/día.

Las localidades más productivas fueron: Chala (34,9 t/día), Camaná (30,9 t/día) y Agua Salada (29,5 t/día), las menos productivas fueron Santa Rosa (6,2 t/día), Puerto Viejo (9,9 t/día) y Chorrillos (10,8 t/día) (Tabla 6). Según los encuestados, los factores que pueden intervenir en la disminución de las poblaciones de algas marinas en la costa sur del Perú son: 51,1% el evento "El Niño", 11% la conjunción "El Niño + maretazos", 8% solo maretazos y el 9% la intensa actividad extractiva.

**CARACTERIZACIÓN DE PLANTAS DE PROCESAMIENTO.**

Las plantas procesadoras de algas secas molidas o trituradas se ubican considerando:

- (i) Requerimientos de altas temperaturas y bajas precipitaciones necesarias para el secado, picado y mantenimiento de las algas.
- (ii) Cercanía a las principales zonas de extracción.
- (iii) Mayor apoyo logístico de embarque o transporte del producto final. Las principales plantas de procesamiento/exportadoras de algas pardas se ubican en Chorrillos, Atico y Matarani y poseen permiso de funcionamiento seis plantas. La información sobre razón social, ubicación geográfica, capacidad de producción, licencia y fecha de operaciones se muestra en la Tabla 7.

Las plantas procesadoras en su mayoría se encuentran en la franja costera desde 50 m de la máxima marea (Fig. 6) y otros a 70 km de la línea de playa. Las plantas funcionan en condiciones artesanales, se abastecen a través de intermediarios quienes se encargan de comprar las algas secas a los pescadores en las playas, para ello utilizan camiones de 8 a 20 t y camionetas de 1 a 2 t, de acuerdo a la accesibilidad. Los intermediarios, en muchos casos, financian la extracción mediante la dotación de combustible y víveres, previo a las operaciones extractivas. Casi todos se dedican al picado del alga *L. nigrescens* conocida por los lugareños como aracanto, negra o cabeza; de *Macrocystis pyrifera* denominada sargazo, boyador o bolas; y recientemente el aracanto palo *L. trabeculata* (Fig. 7).

En las zonas de Atico y La Planchada al ver disminuidas las poblaciones de *L. nigrescens*, están extrayendo *L. trabeculata* mediante buceo semi autónomo, debido al fuerte incremento en los precios, (S/. 750/t alga seca y S/. 200 a S/. 250 t/ alga fresca o húmeda de *L. nigrescens*).

**CARACTERIZACIÓN DE LA EXTRACCIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y PROCESAMIENTO DE ALGAS MARINAS.**

**Extracción.-** Para llegar al área de extracción por mar, los algueros utilizan embarcaciones artesanales de madera y al aproximarse a la zona nadan o emplean flotadores o cámaras de llantas para alcanzar la



Figura 6.- Plantas procesadoras de algas pardas de la región Arequipa.

Tabla 7- Plantas procesadoras de algas con permiso de funcionamiento actualizados, Región Arequipa. 2007.

Razón Social	Provincia	Zona	Localización	Capacidad	R.D.R.Nº	Fecha
PERUKO S.A.	Caravelí	Lomas	Puerto	1,0 t/día	111-2006	18/08/2006
Algas Multi Export del Perú S.A.C.	Caravelí	Atico	km 694	3,5 t/día	123-2006	29/08/2006
Algas Arequipa E.I.R.L.	Caravelí	Atico	km 690	3,5 t/día	077-2006	07/06/2006
SYNO TYRE S.R.L.	Islay	Islay	Matarani	3,5 t/día	137-2006	25/09/2006
Comercializador El Norteño E.I.R.L.	Islay	Islay	Lomas Yuta	2,0 t/día	107-2006	18/08/2006
GAMCORP S.A.	Arequipa	Vitor	km 961	2,0 t/día	113/2006	22/08/2006

Fuente: PRODUCE GRP/SGP-Ext.

orilla (Figs. 8, 9). Para llegar al área de extracción por tierra, el alguero se desliza por los escarpados o pendientes atados a cabos, procediendo a extraer (chancar) las algas mediante barretas de fierro de 1,0 a 1,5 m de longitud. Con estas barretas palanquean y extraen las matas más grandes desde el rizoide. Inmediatamente, otro(s) alguero(s) recolecta(n) los atados de algas. Las plantas de *L. trabeculata*, se extraen mediante buceo semi autónomo. Los buzos (generalmente 2), extraen las matas barreteando, mientras que dos o tres tripulantes las colocan en la cubierta de la embarcación. En la zona sur del Perú, se extrae con poca frecuencia *L. trabeculata*, por la preferencia de las empresas procesadoras por *L. nigrescens* ante el alto rendimiento en alginatos y por el alto costo que demanda la extracción de *L. trabeculata*, a medida que mejoran los precios se incrementa su extracción.

**Recolección.-** La modalidad de recojo o recolección, es una actividad que

realizan hombres y mujeres, en algunos casos familias completas constituidos por padres e hijos. El recojo lo realizan buscando por la orilla algas varadas (arrancadas por acción de los oleajes o maretazos), empleando un gancho (ranflin) unido a soguilla de lana de oveja (huaraca) (Fig. 10).

**Secado.-** El secado se realiza colocando las algas enteras en el suelo cercano a la zona de recojo o en la misma planta de procesamiento para completar el proceso de secado. El proceso considera remover las algas en el mismo sitio a los dos a tres días para evitar la proliferación de hongos. De acuerdo a las condiciones del clima, el secado puede durar entre 2 y 15 días (Fig. 11).

**Almacenamiento y transporte.-** El proceso de almacenamiento de las algas secas enteras, se puede realizar frente a las viviendas de los acopiadores, en los muelles de desembarque artesanal, cerca de la zona de recojo o en la misma planta de pro-

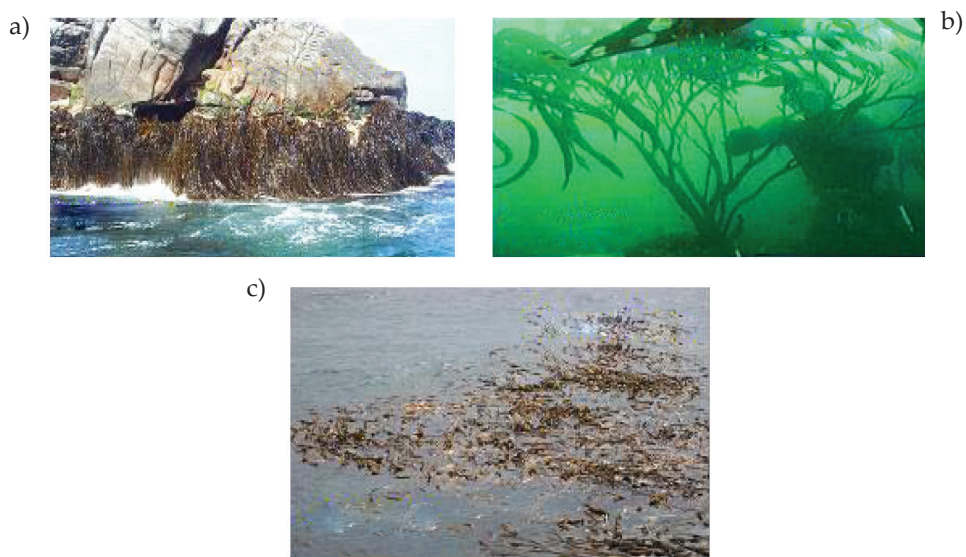


Figura 7.- Principales algas pardas de importancia económica. a) *Lessonia nigrescens*, b) *Lessonia trabeculata*, c) *Macrocyctis pyrifera*. Fuente: IMARPE



Figura 8.- Cámaras de llantas utilizadas para la extracción de algas pardas (Matarani)



Figura 9.- Embarcación artesanal arribando al desembarcadero (La Planchada).



Figura 10.- Algueros y familiares recolectando algas varadas en las orillas.



Figura 11.- Secado de algas en explanadas próximas a desembarcaderos y en plantas procesadoras.





Figura 12.- Almacenamiento y transporte de algas en el litoral costero de la Región Arequipa.



Figura 13.- Procesamiento de algas secas en plantas artesanales de la Región



Figura 14.- Almacenamiento de algas molidas. Planta de proceso. Arequipa.

cesamiento. El transporte del alga seca a las plantas de procesamiento se realiza a través de camiones de carga, desde los diferentes lugares de almacenamiento y/o acopio. En algunos casos, estos camiones recogen algas secas acopiadas a lo largo de la carretera Panamericana sur (vía Atico-Camaná) (Fig. 12).

**Comercialización.-** Cuando las algas enteras están secas, según criterio del alguero, se venden al acopiador o directamente a las plantas procesadoras. El precio de venta está en relación al grado de deshidratación del alga, cuanto más seca adquiere más valor comercial. El pre-

cio por tonelada de *L. nigrescens* seca alcanza los S/. 500, dependiendo del grado de humedad, mientras que el alga fresca se comercializa hasta en S/. 120.

**Procesamiento en planta.-** Antes de aceptar las algas enteras en la planta de procesamiento artesanal, son evaluadas como materia prima, se pesan en toneladas (seca o húmeda), para proceder al pago. Las algas son clasificadas, luego se cortan las frondas (hojas) separándolas del estipe que queda junto al rizoide, y se extienden para su secado al medio ambiente. Pasado este proceso se procede a la limpieza de residuos orgánicos, piedras, arenas, etc.

y se voltea para su secado final. Posteriormente son cortados (con hacha) hasta el tamaño aproximado de 10 cm para facilitar la molienda (Fig. 13).

Luego de la molienda, todavía presentan un porcentaje alto de humedad, se procede a un segundo secado natural. La clasificación de las algas molidas o trituradas, se efectúa mediante zarandeo vibratorio de acuerdo a granulometría y separado de polvos finos. El ensaque de las algas secas molidas, se realiza siguiendo protocolos y estándares internacionales, el alga triturada se embolsa en sacos color azul, mientras que la estipe y el rizoide en sacos color blanco (Fig. 14).

**ESTIMACIÓN DE LA COBERTURA DE L. NIGRESCENS**

Entre julio y diciembre 2007 se estudiaron 25 localidades costeras de la provincia de Caravelí. Entre Tanaka y Chala (Fig. 15) se calificó a Jihuay como el área menos impactada (70% del área con cobertura algal), todas las demás tenían <50% de cobertura. Entre Puerto Viejo y La Planchada (Fig. 16) la tendencia fue similar, las praderas tienen <50% de cobertura

algal, a excepción del Pozo Los Miosios donde se mantiene casi el 100% de cobertura debido al difícil acceso por tierra y mar para los algueros. No fue posible evaluar las localidades entre Sarnosa y Cerro Arena (Los Colorados, Meada, Peña Prieta y Quebrada Honda) y entre Lobera y Piedra Blanca, debido a la inaccesibilidad por mar.

**ESTRUCTURAS DE TALLAS Y RELACIONES MORFOLÓGICAS DE L. NIGRESCENS.**

Entre julio y diciembre 2007, se muestrearon 286 ejemplares entre Tanaka y Chala y 326 ejemplares entre Puerto Viejo y La Planchada (Tabla 8).

Entre Tanaka y Chala, no se registró una variación latitudinal

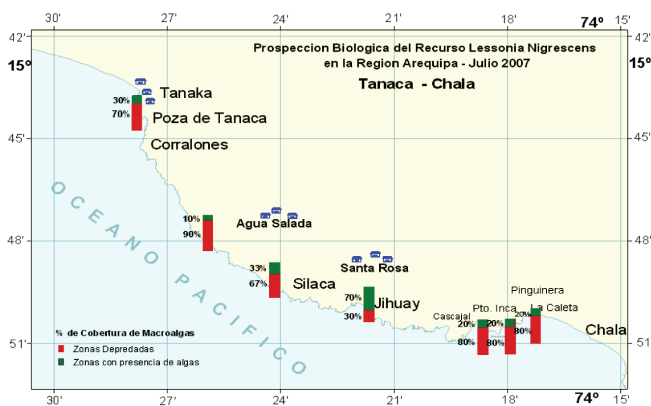


Figura 15.- Áreas prospectadas: Tanaka y Chala, julio 2007

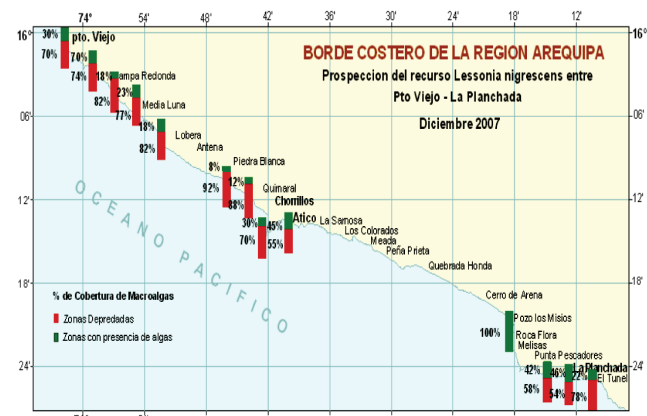


Figura 16.- Áreas prospectadas entre Puerto Viejo y La Planchada. Dic. 2007.

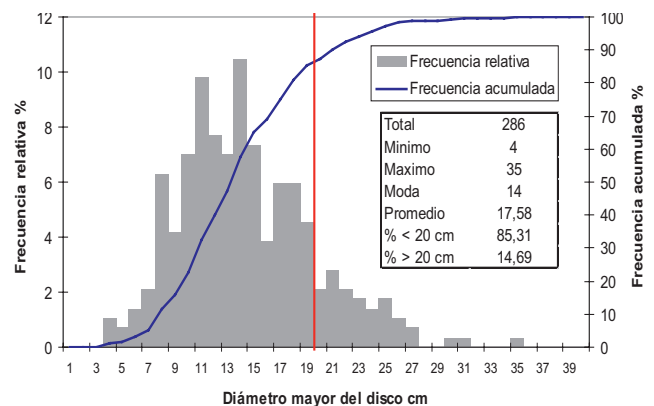


Figura 17.- Frecuencias relativa y acumulada del DMR (cm) de *L. nigrescens*. Prospección Tanaka - Chala, Jul.2007, Puerto Viejo-La Planchada, Dic.2007.

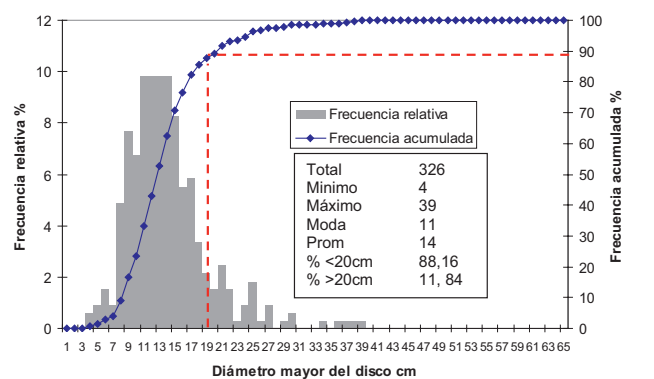


Figura 18.- Frecuencias relativa y acumulada del diámetro (cm) del disco de *L. nigrescens*. Prospección Puerto Viejo- La Planchada, diciembre 2007.

significativa de la LT y DMR. Sin embargo, es relevante que en la totalidad de las estaciones muestreadas el DMR promedio estuvo por debajo de 20 cm. Solo entre Cascajal-Atiquipa y en Tanaka hubo un porcentaje mínimo de plantas >20 cm (R.M N° 068-2005-PRODUCE). Entre Puerto Viejo y La Planchada, la frecuencia de plantas con LT <100 cm fue alta, principalmente en La Guanera y Pampa Redonda. En la mayoría de las estaciones muestreadas (95,2% del total) el promedio del diámetro del disco fue <20 cm, y solo el 4,8% presentó un promedio mayor (Punta Pescadores con promedio de 37,7 cm).

Las relaciones morfométricas se presentan en la Tabla 9. El DMR mostró una buena relación con el PT de la planta y PR reveló una buena relación con el PER.

El diámetro del disco estuvo por debajo de 20 cm en el 85% de la población (Figs. 17, 18), y el promedio de este diámetro varió de 14 a 17 cm, lo que indicaría presencia de praderas jóvenes en crecimiento.

#### ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD Y LA BIOMASA DE *L. NIGRESCENS*

En base a los muestreos efectuados entre Tanaka y Chala se estimó biomasa, densidad relativa y promedio de esta especie. La diferencia del número de plantas por estaciones entre Tanaka y La Planchada no fue significativa ( $F_{97,5} = 0,51$   $p > 0,05$ ), las mayores densidades se encontraron entre las zonas de Silaca y Agua Salada y las mayores variaciones de la biomasa se encontraron en Playa Jiguay y Agua Salada (Tabla 10).

#### INCIDENCIA DE PLANTAS DE *L. NIGRESCENS* CON FRONDAS FÉRTILES Y NO FÉRTILES

Entre Tanaka y Chala se detectó la presencia de plantas con frondas fértiles (49%) y no fértiles (51%). La longitud total de las plantas fértiles osciló entre 90 y 235 cm y el diámetro mayor de rizoide varió de 11 a 25 cm; las plantas no fértiles fluctuaron entre 40 a 200 cm de longitud total, y su diámetro mayor de rizoide varió de 6 a 15 cm.

Entre Puerto Viejo y La Planchada, también hubo incidencia de plantas con frondas fértiles (17%) y no fér-

Tabla 8.- Morfometría de *L. nigrescens* entre Tanaka y La Planchada. Región Arequipa, Julio y diciembre 2007.

<i>Lessonia nigrescens</i>	Áreas prospectadas	
	Tanaka - Chala	Puerto Viejo - La Planchada
Plantas medidas	293	326
LT <sub>rango</sub> (cm)	284-31	410-33
LT <sub>promedio(DE)</sub> (cm)	103,63 (39,62)	143,46 (67,51)
LT <sub>moda</sub> (cm)	85	120
DMR <sub>rango</sub> (cm)	41 - 3	39 - 4
DMR <sub>promedio (DE)</sub> (cm)	14,47 (5,54)	14,10 (5,41)
DMR <sub>moda</sub> (cm)	14	13
PT <sub>rango</sub> (kg)	25 - 0,05	38 - 0,1
PT <sub>promedio(DE)</sub> (kg)	2,79 (3,08)	2,98 (3,99)
PT <sub>moda</sub> (kg)	1,5	1,5

LT = Longitud total (cm);

DMR = Diámetro mayor del rizoide (cm);

PT = Peso total (kg);

DE = Desviación estándar

Tabla 9.- Relaciones morfométricas de *L. nigrescens*. Prospecciones entre Tanaka y La Planchada, julio y diciembre 2007.

<i>Lessonia nigrescens</i>	Áreas prospectadas	
	Tanaka - Chala	Puerto Viejo - La Planchada
PT vs DMR	0,744	0,695
PR vs DMR	0,699	0,768
PR vs PER	0,796	0,811
PR vs LT	0,488	0,299

El valor en la Tabla es el coeficiente de regresión (R<sup>2</sup>) de la curva exponencial.

PT = Peso total (g);

DMR = Diámetro mayor del rizoide (cm);

PR = Peso del rizoide (g);

PER = Perímetro del rizoide (cm) y

LT = Longitud total (cm)

Tabla 10.- Densidad y biomasa relativa de *L. nigrescens* entre Tanaka y La Planchada. Prospecciones en la Región Arequipa, julio y diciembre 2007.

<i>Lessonia nigrescens</i>	Áreas prospectadas	
	Tanaka - Chala	Puerto Viejo - La Planchada
DR <sub>rango</sub>	2 - 16	3 - 13,5
DR (DE)	7,8 (3,1)	8,21 (3,5)
BR <sub>rango</sub>	4,4 - 39,9	6,3 - 103
BR (DE)	19,6 (2,4)	26,28 (3,9)

DR = Densidad relativa (ind/m<sup>2</sup>);

BR = Biomasa relativa (kg/m<sup>2</sup>);

DE = Desviación estándar

tiles (82%). La longitud total de las plantas fértiles varió de 90 a 390 cm y el diámetro mayor del rizoide osciló entre 4 a 39 cm; mientras que la lon-

gitud total de las plantas no fértiles estuvieron en el rango de 50 a 400 cm y el diámetro mayor del rizoide estuvo en el rango de 4 a 36 cm.

## CONCLUSIONES

### DE LA ENCUESTA SEMI ESTRUCTURADA APLICADA A LOS ALGUEROS:

1. En el litoral de Arequipa, la pesquería artesanal de *Lessonia nigrescens* (extracción o recolección, secado, almacenamiento, transporte, comercialización y procesamiento en planta), se realiza en 58 localidades de tres áreas geográficas que muestran distintos escenarios productivos y socioeconómicos: Agua Salada-Puerto Viejo (13 localidades), Atico-Chorrillos (27 localidades) y Camaná-Matarani (18).
2. Los desembarques incluyen principalmente tres especies: *L. nigrescens* (aracanto negra o cabeza, cerca del 84% del total del desembarque 2007), *L. trabeculata* (aracanto palo) y *Macrocystis pyrifera* (boyador o bolas).
3. Las condiciones climatológicas (temperatura y mayores horas de luz), facilitan un mayor secado del alga.
4. Los desembarques de algas pardas en el litoral de Arequipa, para el período 2002-2007, presentaron dos momentos, (i) hasta el 2003 con una actividad en desarrollo y (ii) a partir del 2004 con un importante incremento de las extracciones, que en 2007 alcanzaron 8121 t.
5. Los mayores desembarques, principalmente de *L. nigrescens*, ocurren en Matarani y Atico.
6. Chile, China y Japón son los principales destinos de exportación de algas pardas desde las localidades costeras de Arequipa. A partir del 2004, las exportaciones hacia China han desplazado a Chile a un segundo plano.
7. Los algueros provienen de las provincias de Caravelí (83%), Camaná (11,4%) e Ilay (5,7%). El centro poblado de Chorrillos (Caravelí), alberga al mayor número de algueros.
8. El 27,7% de los algueros tiene como única actividad económica la cosecha de algas pardas. El resto realiza actividades complementarias vinculadas a la agricultura, minería, construcción civil, comercio, soldadura y transporte liviano.
9. El 69% de los encuestados ubican su zona de extracción por información de otros algueros y solo el 23% confía en su experiencia.
10. En la Región Arequipa, las modalidades de extracción de algas son barroteo, recolección y buceo. El barroteo destaca como principal modalidad.
11. Un alto porcentaje de algueros extraen solo plantas grandes y completas, cada alguero extrae en promedio 655 kg/día de *L. nigrescens*.
12. El 81,4% de los algueros extrae *L. nigrescens*, 14,4% *Macrocystis pyrifera* y en menor proporción *L. trabeculata* y *Ulva* spp.
13. En Chala se desarrolla el mayor esfuerzo pesquero (34,9 t/día), seguido de Camaná (31 t/día) y Agua Salada (30 t/día).
14. Más del 50% de los algueros encuestados consideran que el evento El Niño es el principal factor que impacta sobre las poblaciones de algas pardas.
15. En las localidades Chorrillos, Atico y Matarani se han identificado 6 plantas procesadoras de algas pardas, ubicadas considerando los requerimientos de altas temperaturas y bajas precipitaciones, proximidad con las zonas de extracción y existencia de un mayor apoyo logístico para el embarque o transporte del producto final.
16. En el litoral de Arequipa la extracción de *L. trabeculata* es poco frecuente, porque las empresas procesadoras prefieren *L. nigrescens*.
17. El precio de venta del alga parda guarda directa relación con el grado de deshidratación del producto, mayor valor comercial a menor humedad. El precio por tonelada de *L. nigrescens* seca alcanza los S/. 500 y al estado fresco hasta S/. 120.

18. De acuerdo a los protocolos y estándares internacionales, el alga seca molida se envasa en sacos de color azul, mientras que el estipe y el rizoide en sacos de color blanco.

### CONCLUSIONES RELACIONADAS CON COBERTURA ESPACIAL, ABUNDANCIA, DISTRIBUCIÓN, ASPECTOS ECOLÓGICOS Y REPRODUCTIVOS DE *L. NIGRESCENS*:

1. La localidad de Pozo Los Misios (provincia de Caravelí) mantiene casi el 100% de cobertura de *L. nigrescens* debido al difícil acceso. Jiguay es la localidad menos impactada (30% del área sin cobertura algal) de las zonas accesibles. Las otras localidades mostraron una cobertura algal menor al 50%, demostrándose el alto grado de impacto que ejerce la actividad extractiva en las localidades ubicadas en Caravelí, Arequipa.
2. En el 95% de las estaciones muestreadas el diámetro mayor del rizoide promedio (DMR) de *L. nigrescens* estuvo por debajo de 20 cm.
3. Las relaciones bioparamétricas DMR/PT y PR/PER, muestran un crecimiento alométrico para *L. nigrescens*.
4. La densidad relativa promedio de *L. nigrescens* entre Tanaka y La Planchada fue de 7,8 plantas/m<sup>2</sup>, fluctuando entre 2 y 16 plantas/m<sup>2</sup>. Las mayores densidades se encontraron entre las zonas de Silaca y Agua Salada.
5. Entre Tanaka y Chala, la biomasa relativa media encontrada fue de 19,6 kg/m<sup>2</sup>, con variaciones mayores entre las zonas de Playa Jiguay y Agua Salada. La proporción entre plantas fértiles y no fértiles fue aproximadamente 1:1.
6. Entre Puerto Viejo y La Planchada, la densidad relativa promedio fue de 8,21 plantas/m<sup>2</sup>, (variación de 3 a 14 plantas). La biomasa relativa promedio fue de 26,3 kg/m<sup>2</sup> y la relación entre frondas fértiles y no fértiles fue de 1:4.

## RECOMENDACIONES

1. Suspender la actividad extractiva del alga marina aracanto, negra o cabeza *Lessonia nigrescens* (extracción, recolección, comercialización, transporte y procesamiento) en el litoral costero de la región de Arequipa.
2. En aplicación al principio precautorio, se debe suspender temporalmente las actividades extractivas del alga marina aracanto o palo *Lessonia trabeculata* en el litoral de la Región Arequipa, hasta que los estudios científicos del Instituto del Mar del Perú proporcionen los elementos de juicio necesarios que permitan establecer las medidas de manejo racional y sostenible de la especie.

## REFERENCIAS

- CANCINO JM, SANTELICES B. 1984. Importancia ecológica de los discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. Revista Chilena de Historia Natural 57:23-33.
- FERNÁNDEZ E, CÓRDOVA C, TARAZONA J. 1999. Condiciones de la pradera submareal de *Lessonia trabeculata* en la Isla Independencia durante "El Niño 1997-98". Rev. Perú. Biol. Vol. extraordinario: 47-59.
- JONES CG, LAWTON JH, SHACHAK M. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69:373-386
- VÁSQUEZ JA, SANTELICES B. 1984. Comunidades de macroinvertebrados en discos de adhesión de *Lessonia nigrescens* en Chile central. Revista Chilena de Historia Natural 57: 131-154.
- VÁSQUEZ JA. 1989. Estructura y organización de huirales submareales de *Lessonia trabeculata*. Tesis de Doctorado Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. 261 pp.
- VÁSQUEZ JA, SANTELICES B. 1990. Ecological effects of harvesting *Lessonia* (Laminariales, Phaeophyta) in central Chile. *Hydrobiologia* 204/205: 41-47.
- VÁSQUEZ JA. 1992. *Lessonia trabeculata*, a subtidal bottom kelp in northern Chile: a case study for a structural and geographical comparison. In U. Seeliger (ed) *Coastal Plant Communities of Latin America*, Academic press Inc. San Diego: 77-89.
- VÁSQUEZ JA. 1993a. Patrones de distribución de poblaciones submareales de *Lessonia trabeculata* (Laminariales, Phaeophyta) en el norte de Chile. Serie Ocasiona Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte 2: 187-211.
- VÁSQUEZ JA. 1993b. Abundance, distributional patterns and diets of main herbivorous and carnivorous species associated with *Lessonia trabeculata* kelp beds in northern Chile. SERIE OCASIONAL Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte 2: 213-229.
- VÁSQUEZ JA, WESTERMEIER R. 1993. Limiting factors in optimizing seaweed yield in Chile. *Hydrobiologia* 260/261: 180-187.
- VÁSQUEZ JA. 2004. Informe sobre la "Pesca de Investigación, evaluación de la biomasa de algas pardas ("huiros") en la costa de la III y IV Región, Norte de Chile".
- VILLOUTA E, SANTELICES B. 1984. Estructura de la comunidad submareal de *Lessonia* (Phaeophyta, Laminariales) en Chile norte y central. Revista Chilena de Historia Natural 57:111-122.