

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
Unidad de Investigaciones en Biodiversidad



INFORME TECNICO
Extracción Exploratoria Macroalgas IV

Zonas de Punta Lobos y Calaveritas
Provincia de Caravelí, Región Arequipa



Callao 2010



Extracción Exploratoria Macroalgas IV
(Zonas de Punta Lobos y Calaveritas, provincia de Caravelí, Región Arequipa)

INFORME TECNICO

RESUMEN EJECUTIVO

El IMARPE realizó la Extracción Exploratoria Macroalgas IV (EEM-IV), entre Punta Lobos (16°06'13,97" S – 73°54'7,8" W) a Calaveritas (16°24'19,08" S – 73°17'30,26"), Provincia de Caravelí, Región Arequipa, del 14 al 28 de noviembre del 2009, con la finalidad de obtener información biológica, poblacional y pesquera del recurso "palo" *Lessonia trabeculata*. La metodología de trabajo incluyó dos tipos de muestreos: (1) registro de la actividades de extracción, y (2) prospección biológica sobre la población de la macroalga *L.trabeculata*.

El registro de las actividades de extracción, aportaron datos de los volúmenes de algas desembarcadas, zonas frecuentes de extracción, y el número de viajes realizados, con la finalidad de calcular el esfuerzo pesquero y la CPUE. Asimismo, se realizó un muestreo de las algas extraídas, registrándose mediciones del diámetro mayor del disco (DMR), longitud total (LT), peso total (PT) y la condición reproductiva del alga (fertilidad), lo que permitió determinar la estructura de la población explotada. La prospección biológica estuvo dirigida a evaluar la condición poblacional de *L. trabeculata*, a través de indicadores poblacionales (i.e. la abundancia y biomasa relativa, DMR, LT, PT y fertilidad). Este muestreo se ejecutó en 8 días, dentro del periodo autorizado para la pesca exploratoria. La información obtenida permitió realizar la estimación de la biomasa total y determinar la biomasa explotable.

Se trabajaron solo 13 días de los 15 días autorizados, extrayendo 2 205 t de *L.trabeculata*, teniendo como localidades mas frecuentes a Chorrillos (56%), Quebrada Seca (17%), Muertitos (10%) y La Punta (6%). Un total de 497 viajes fueron realizados, y se calculó la CPUE promedio en 4,5 t/viaje, oscilando entre 3,7 a 5,0 t/viaje durante la actividad extractiva. El DMR de las algas desembarcadas indicaron que el 88% de la población explotada fueron plantas adultas, y la incidencia de ejemplares con el DMR < 20cm fue de 11,9%. La LT vario entre 156 a 654 cm, con una LT promedio de 313 ± 50.4 cm. El PT varió entre 2 a 60 kg, y el PT promedio fue de 13.65 ± 7.5 kg. El 92% de las algas muestreadas presentaron estructuras reproductivas.

Los resultados de la prospección biológica revelaron que la población de *L.trabeculata* presentó una abundancia relativa promedio de 1,59 ejemplares/2m², y una biomasa relativa promedio de 15,03 kg/2m². Un análisis de plantas adultas revelaron que zonas como Pta Prieta, Bandurria, La Punta, Quebrada Seca y Huartayo, mostraron praderas densas, sin embargo, la densidad poblacional en el área de estudio estuvo por debajo de 4 ejemplares/2m². El DMR, LT, PT y fertilidad demuestran que la población de *L. trabeculata* estuvo conformada por plantas adultas. Los cálculos de la biomasa total, y biomasa inicial de adultos, permitieron estimar una biomasa explotable aproximada de 9 734 t (~ 1 624 t de alga seca), permitiendo contar con un remanente anual de la población de 51 %.

Se concluye que ambos muestreos fueron complementarios entre si, y permitieron observar que el recurso macroalgas en la zona de estudio estuvo conformado por plantas adultas. Las localidades cercanas a los desembarcaderos fueron frecuentes para la extracción. Se observó selectividad por parte de la flota pesquera en el aprovechamiento del recurso, explicado por la mayor oferta de plantas adultas y probablemente por la estrategia informativa dirigida a los pescadores alqueros, donde se les remarcó la importancia del recurso para el ecosistema marino somero.

I. INTRODUCCION

Durante el año 2008 en la Región Arequipa, el Instituto del Mar del Perú – IMARPE ejecutó cinco prospecciones biológicas dirigidas a las poblaciones de macroalgas pardas con énfasis en la macroalga intermareal dominante *Lessonia nigrescens* (Gamarra et al., 2009). Entre las localidades de La Planchada a Puerto Viejo, Provincia de Caravelí la población de esta macroalga estuvo conformada en su totalidad por individuos juveniles, con escasa presencia de ejemplares adultos con el diámetro mayor del rizoide superior a 20 cm, como clara consecuencia de la presión extractiva. Además, muestreos exploratorios en el submareal somero fueron realizados, revelando densidades importantes de la macroalga parda *L. trabeculata*; mientras que *Macrocystis* spp. fue registrada en muestreos por orilla y submareales, confirmándose su distribución desde Atico a Puerto Viejo, lugares en donde es colectada como “algas varadas” por “algueros”.

En el año 2009, en base al requerimiento planteado en la Dirección General de Extracción y Procesamiento Pesquero (DGEPP) de PRODUCE a propuesta del Sindicato de Pescadores Artesanales y Extractores de Mariscos del Puerto de Atico, (SPAEMPA), el IMARPE presentó el Plan de Extracción Exploratoria II orientada a las macroalgas del género *Lessonia*, a ejecutarse en la zona de Punta Lobos (16° 06' 13,97" S – 73° 54' 7,8" O) y Calaveritas (16° 24' 19,8" S – 73° 17' 30,26" O), provincia de Caraveli, durante el 14 y el 23 de septiembre del 2009, autorizado mediante R. M. N° 395-2009-PRODUCE. Sin embargo, por razones de mal tiempo del mar, se operó sólo 6 de los 10 días autorizados. Esta actividad incluyó la capacitación previa de la tripulación, buzos y algueros participantes, constituyendo el primer esfuerzo conjunto de manejo del recurso macroalgas. Se desembarcó 882,6 t de *L. trabeculata*, con un 98,5% de plantas adultas (DMR > 20 cm), y con presencia de estructuras reproductivas en un 98 % de las plantas extraídas.

Se planteó a través de la DGEPP de PRODUCE y con participación del gremio de pescadores de Atico, la realización de una segunda actividad extractiva (de 15 días de duración) para noviembre, en la zona de estudio, con la finalidad de complementar la toma de información biológica, poblacional y pesquera de *L. trabeculata* y emitir las recomendaciones para el manejo del recurso pertinentes, por lo que se autorizó al IMARPE la ejecución de la actividad “Extracción Exploratoria Macroalgas IV- Atico”, del 14 al 28 de noviembre del 2009, entre Punta Lobos y Calaveritas, Provincia de Caraveli– Región Arequipa, teniendo como especie objetivo al recurso “palo” *L. trabeculata* (R.M.N° 484-2009-PRODUCE)

El presente informe contiene los resultados obtenidos en ésta última actividad, cuya información obtenida deriva de una prospección biológica-poblacional y datos de indicadores pesqueros que se complementan entre sí, para el mejor conocimiento de la condición del recurso.

II. OBJETIVO

2.1. Objetivo Principal

Obtener información biológica, poblacional y pesquera del recurso “palo” *Lessonia trabeculata*, en las zonas de Punta Lobos y Calaveritas, Provincia de Caraveli– Región Arequipa.

III. METODOLOGÍA

3.1. Capacitación y Apoyo logístico

Previamente al inicio de la actividad Extracción Exploratoria Macroalgas IV (EEM-IV), se programó reuniones informativas y de trabajo con los dirigentes y miembros de SPAEMPA (Buzos, tripulantes, motoristas y armadores) a fin de comunicar la metodología y cronograma de trabajo. Por otro lado, se coordinó con la dirigencia de los pescadores artesanales diariamente, de acuerdo con el desenvolvimiento de la actividad, planificando la estrategia de extracción con la rotación de áreas y la disminución del esfuerzo en determinadas zonas.

3.2. Área de estudio

Los trabajos se desarrollaron en el litoral comprendido entre Punta Lobos ($16^{\circ}06'13,97''$ S – $73^{\circ}54'7,8''$ W) y Calaveritas ($16^{\circ}24'19,08''$ S – $73^{\circ}17'30,26''$), Provincia de Caraveli, Región Arequipa, zona que posee una longitud de borde costero de 92,5 km aproximadamente, las que se trabajaron en coordinación con los asociados de SPAEMPA (Tabla 1, Fig. 1).

Tabla 1. Coordenadas geográficas de los sectores en el Área de trabajo.
Extracción Exploratoria Macroalgas IV. 14 – 26 de Noviembre 2009.

Sector	Zona	Inicio	Final
Sector 1	Pta. Lobos - Chorrillos	$16^{\circ}06'13,9''$ $73^{\circ}54'07,8''$	$16^{\circ}11'42,7''$ $73^{\circ}43'30,1''$
Sector 2	Chorrillos - Colorados	$16^{\circ}11'42,7''$ $73^{\circ}43'30,1''$	$16^{\circ}14'35,0''$ $73^{\circ}35'21,3''$
Sector 3	Colorados - Carrizales	$16^{\circ}14'35,0''$ $73^{\circ}35'21,3''$	$16^{\circ}17'48,7''$ $73^{\circ}17'33,8''$
Sector 4	Carrizales - Calaveritas	$16^{\circ}17'48,7''$ $73^{\circ}17'33,8''$	$16^{\circ}24'19,08''$ $73^{\circ}17'30,3''$

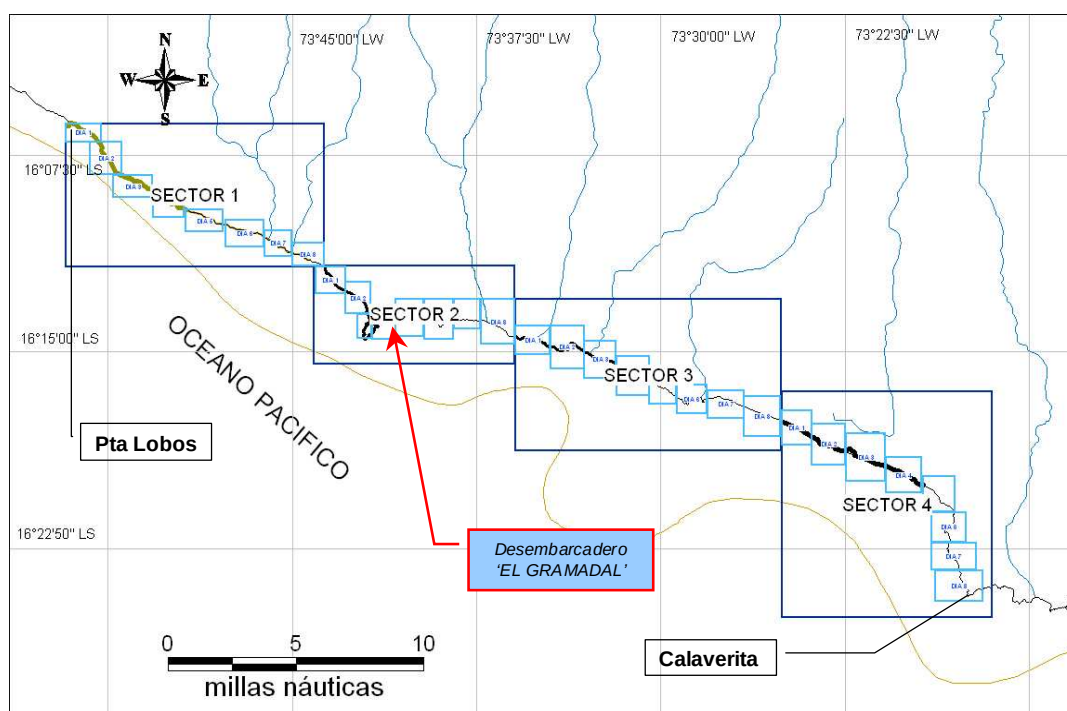


Figura 1. Área de estudio entre Punta Lobos a Calaveritas, Provincia de Caraveli – Región Arequipa.

3.2. Registro de Información

La toma de información técnica se realizó siguiendo la siguiente estrategia:

3.3.1. De las actividades de Extracción

En el desembarcadero pesquero artesanal El Gramadal, profesionales del IMARPE en colaboración con pescadores artesanales, registraron la siguiente información biológica – pesquera:

- Procedencia de las algas (áreas de extracción)
- Volúmenes de algas desembarcadas/embarcación/día (Esfuerzo y CPUE)
- Registro del recorrido en el GPS.
- Mediciones biométricas (DMR, LT, PT) y fertilidad de las algas desembarcadas.

3.3.2. De las actividades en la Prospección Biológica Poblacional

Se implementó un muestreo para el registro de abundancia y evaluación del estado de los indicadores poblacionales de *L. trabeculata* en toda el área de estudio. Este trabajo fue ejecutado durante ocho días incluidos en el periodo de 15 días autorizado para la Extracción Exploratoria.

El muestreo en el área de estudio comprendió **04 sectores**, en cada uno de los cuales se ubicaron **24 transectos** con **04 estaciones** distribuidas en **04 niveles de profundidad** (5, 10, 15 y 20 m). En cada estación se extrajeron dos muestras (réplicas) de las plantas y su fauna asociada con una circunferencia de 2m² de área. Se registró el diámetro mayor del rizoide (DMR), longitud total (LT), peso total (PT) y la presencia de estructuras reproductivas de cada planta colectada. Cuatro investigadores del IMARPE participaron como responsables de las actividades en cuatro diferentes embarcaciones durante los ocho días del estudio, de tal modo que cada profesional evaluó 03 transectos que incluyeron 12 estaciones y 24 muestras por día.

3.4. Estimación de Biomasa

La estimación de la biomasa total, en base al muestreo estratificado al azar (BAZIGOS, 1981), y la biomasa media por estratos serán obtenidas mediante:

$$\bar{Y}_j = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} y_i \quad (1)$$

La varianza de la media en el estrato j la obtenemos de:

$$V(\bar{Y}_j) = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} (y_i - \bar{Y}_j)^2}{n_j - 1} \quad (2)$$

donde: $\bar{Y}_j$ = densidad media en el estrato j

n_j = número de estaciones en el estrato j

y_i = densidad por muestra en la estación i

$V(\bar{Y}_j)$ = varianza de la media en el estrato j

Así la biomasa total por estrato será

$$D_j = A_j * \bar{Y}_j \quad (3)$$

donde: D_j = densidad total en el estrato j

A_j = área total del estrato j

$\bar{Y}_j$ = densidad media por parcela en el estrato j

La biomasa media estratificada por unidad de área será:

$$\bar{Y}(est.) = \frac{1}{A} \sum_{j=1}^E A_j * \bar{Y}_j \quad (4)$$

con E = número de estratos

A = área total de la zona evaluada

$\bar{Y}(est.)$ = densidad o biomasa media estratificada

La biomasa total D de la especie en la zona evaluada o en investigación será:

$$D = \sum_{j=1}^E D_j = \sum_{j=1}^E A_j * \bar{Y}_j = A * \bar{Y}(est.) \quad (5)$$

La varianza de la biomasa media estratificada está dada por:

$$V(\bar{Y}_j(est.)) = \frac{1}{A^2} \sum_{j=1}^E A_j^2 * V(\bar{Y}_j) \quad (6)$$

Los límites de confianza de la biomasa media estratificada están dados por:

$$\bar{Y}(est.) \pm t(\alpha, G.L.) * \sqrt{V(\bar{Y}(est.))} \quad (7)$$

en donde t = valor de t de Student a cierto nivel de significancia (95%) y grados de

$$G.L. = \left\{ \begin{matrix} \text{libertad (G.L.)} \\ (\sum n_j) - 1 \end{matrix} \right\}$$

α = probabilidad de error aceptable

3.5. Determinación de la Biomasa Explotable

Con el objetivo de estimar la Biomasa explotable de esta población se ha considerado la siguiente relación básica, donde el rendimiento poblacional en biomasa, es determinada por:

$$Y = F * \bar{B}$$

Donde F es la mortalidad por pesca y $\bar{B}$ la biomasa media, considerando que el modelo de extinción exponencial (junto con la ecuación de crecimiento), es una piedra angular de la teoría de población de recursos explotados (Baranov, 1918. Thompson y Bell, 1934; Fry, 1949 y Beverton y Holt, 1957 en Sparre 1997), se estima la biomasa media de la siguiente manera:

$$\bar{B} = B_i \frac{(1 - e^{-Z})}{Z}$$

Insertando esta ecuación en la expresión anterior tenemos:

$$Y = B_i \frac{(1 - e^{-Z})}{Z} * F$$

Donde

Y = Rendimiento anual

Bi = biomasa inicial estimada

Z = mortalidad total anual

F = mortalidad por pesca anual

Ecuación de captura (Baranov, 1918) también denominada 'ecuación de Baranov', que relaciona las muertes por pesca y el tamaño original de la población (en biomasa) en un periodo de tiempo dado, la misma que es conveniente para estimar la mortalidad por pesca, creada por una única operación de pesca (Sparre 1997), como es el caso del recurso *L. trabeculata*.

IV. RESULTADOS

4.1. Indicadores Biológicos- Pesqueros de la Actividad EEM-IV

4.1.1. Desembarque, esfuerzo y CPUE

Desembarque

La actividad extractiva se desarrolló entre el 14 al 26 de noviembre del 2009, 2 días menos al periodo autorizado, se desembarco un total de 2205,2 t de *L. trabeculata*, superando en aproximadamente 400 t la extracción proyectada (Tabla 2), los lugares con mayor extracción fueron: Chorrillos (56%), Qda. Seca (17%), Muertitos (10%), y La Punta (6%, Fig. 2).

Tabla 2. Desembarque (t) de *L. trabeculata* por días.
Extracción Exploratoria Macroalgas IV 14 – 26 de Noviembre 2009.

Día	Desembarque (t)
14/11/2009	148.355
15/11/2009	147.17
16/11/2009	190.18
17/11/2009	171.98
18/11/2009	154.895
19/11/2009	162.81
20/11/2009	169.52
21/11/2009	158.9
22/11/2009	139.88
23/11/2009	165.42
24/11/2009	203.07
25/11/2009	200.63
26/11/2009	192.39

Total 2205.2

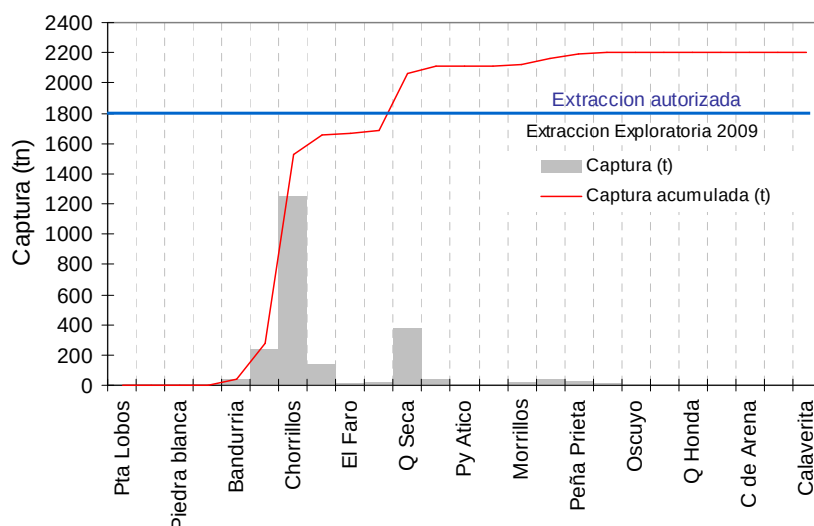


Figura 2. Lugares de extracción de *L. trabeculata*, Extracción Exploratoria Macroalgas IV. 14 – 26 de Noviembre 2009.

Esfuerzo

El esfuerzo fue limitado por los propios pescadores y por la RM N° 484-2009-PRODUCE, la que autorizó una extracción diaria máxima por embarcación de 3 t y la participación de 40 embarcaciones, sin embargo, durante el desarrollo de la actividad exploratoria, el número de embarcaciones participantes varió entre 28 y 48, con un promedio en 37 embarcaciones/día, realizando un total de 497 viajes. Los sectores 1, 2 y 3, presentaron una mayor frecuencia de viajes, siendo el sector 1 y 2 donde se concentró el mayor esfuerzo de extracción de *L. trabeculata* (Fig. 3).

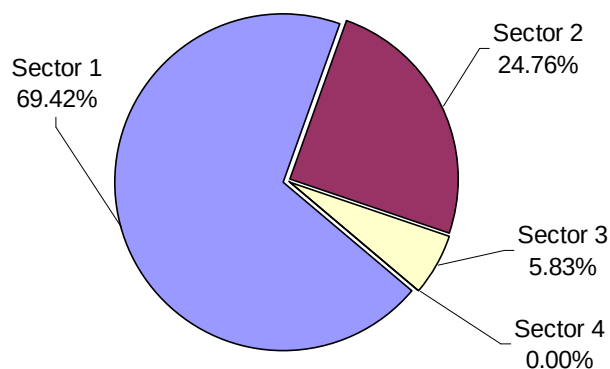


Figura 3. Extracción de *L. trabeculata*, por sectores. Extracción Exploratoria Macroalgas IV. 14 – 28 de Noviembre 2009.

Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE)

La CPUE promedio, representado por la captura diaria por embarcación para todo el período de extracción fue de 4,5 t/día, oscilando entre 3,7 a 5,0 t/día durante la actividad extractiva. Se observa una tendencia creciente de la CPUE, esto debido a que a fin de compensar sus gastos operativos, las embarcaciones que trabajaron en los sectores mas alejados, permanecieron dos días en la zona de trabajo, lo que significó un aumento en las horas efectivas de extracción y el incremento de la CPUE quienes permanecieron dos días en aquellos sectores más alejados (Tabla 3).

Tabla 3. Captura, Número de embarcaciones y CPUE por día
EEM IV. 14 – 26 de Noviembre 2009.

Fecha	Captura (t)	Esfuerzo (N° de embarcaciones)	CPUE
14/11/2009	148,4	40	3,7
15/11/2009	147,2	38	3,9
16/11/2009	190,2	48	4,0
17/11/2009	172,0	43	4,0
18/11/2009	154,9	37	4,2
19/11/2009	162,8	37	4,4
20/11/2009	169,5	36	4,7
21/11/2009	158,9	36	4,4
22/11/2009	139,9	28	5,0
23/11/2009	165,4	34	4,9
24/11/2009	203,1	41	5,0
25/11/2009	200,6	40	5,0
26/11/2009	192,4	39	4,9

4.1.2. Diámetro mayor del Rizoide (DMR)

La estructura del tamaño de 2518 ejemplares medidos de *L. trabeculata*, que se basa en el diámetro mayor del rizoide (DMR), presentó una distribución constituida por 88,1 % de plantas adultas, cuyo rango del DMR fluctuó entre 9 a 73 cm, con moda principal en 26 cm y promedio en 27,09 cm. La incidencia de ejemplares con DMR menores a 20 cm fue de 11,9% (Fig. 4).

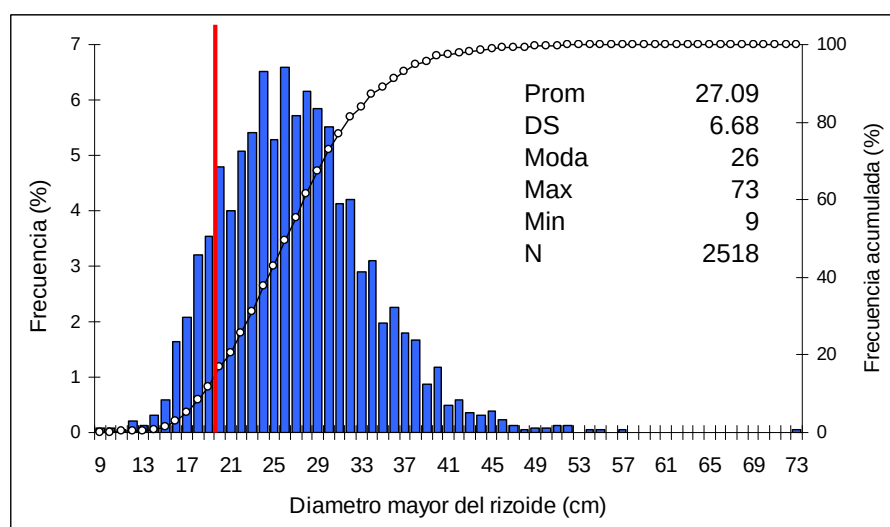


Figura 4. Diámetro mayor del rizoide (cm) de *L. trabeculata*.
Extracción Exploratoria Macroalgas IV. 14 – 26 de Noviembre 2009

4.1.3. Longitud Total (LT)

La distribución de las tallas, tomando como base la longitud total de 2508 ejemplares de *L. trabeculata*, varió entre 156 y 654 cm, con una moda principal en 312 cm y promedio en 313 cm (Fig. 5).

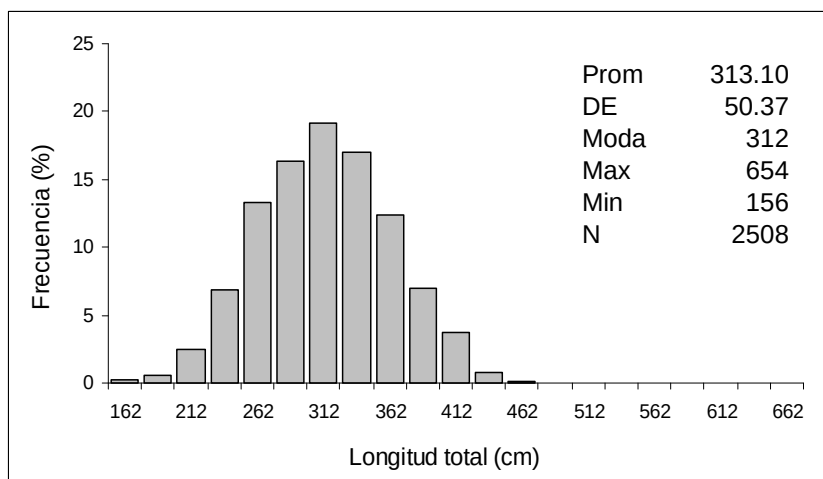


Figura 5. Longitud Total (cm) de *L. trabeculata*.
Extracción Exploratoria Macroalgas IV. 14 – 26 de Noviembre 2009.

4.1.4. Peso Total (PT)

El peso total de 2507 plantas varió entre 2 a 60 kg, con una moda de 12 kg. El PT promedio fue de 13.65 (Fig. 6).

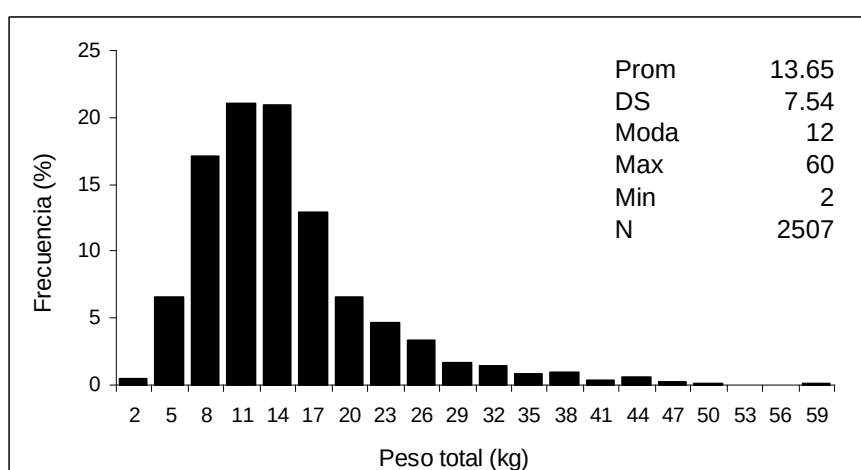


Figura 6. Peso total (kg) de *L. trabeculata*.
Extracción Exploratoria Macroalgas IV. 14 – 26 de Noviembre 2009.

4.1.5. Fertilidad (F)

Se determinó la presencia de estructuras reproductivas en el 92 % de ejemplares de *L. trabeculata*, indicando que estas praderas se encontraron en proceso reproductivo.

4.2. Indicadores Poblacionales de la Prospección Científica

La prospección biológica dirigida a *L. trabeculata* se realizó del 15 al 22 de noviembre del 2009, aplicándose un muestreo sistemático a fin de conocer el estado y la disponibilidad de las praderas, ejecutando 276 estaciones. Los indicadores evaluados en esta prospección se detallan a continuación.

4.2.1. Densidad y Biomasa Relativa

La abundancia relativa promedio de *L. trabeculata* en toda el área de estudio fue de 1.59 ejemplares/2m², registrándose en los niveles de 5-10, 10-15 y 15-20 m de profundidad. Un análisis por sectores reveló que, el sector 2 presentó un mayor número de plantas/2m², en relación a los otros sectores evaluados, encontrándose las mayores densidades entre los 15-20 m de profundidad (Tabla 4).

Con respecto a la biomasa relativa promedio del recurso, 15.03 kg/2m² fueron registrado en toda el área de estudio, siendo los niveles de 10-15, y 15-20 m de profundidad los más productivos. Además, el sector 2 registró mayor biomasa promedio que los otros sectores, siendo los niveles de 5-10, 10-15 y 15-20 m de profundidad los más importantes (Tabla 4).

Tabla 4. Densidades de *L. trabeculata* A (ejem/2m²) y B (kg/2m²) por sector y estrato de profundidad. Extracción Exploratoria Macroalgas IV. 15 – 22 de Noviembre 2009.

A.- Ejemplares/2m²

Prof (m)	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Total
1 - 5	0.13	1.47	0.21	0.00	0.45
5 - 10	0.49	3.78	0.69	0.19	1.33
10 - 15	2.21	3.75	2.15	0.00	2.03
15 - 20	3.35	4.15	2.77	0.06	2.58
Total	1.55	3.30	1.45	0.06	1.59

B.- kilogramos/2m²

Prof (m)	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Total
1 - 5	0.68	10.93	1.33	0.00	3.22
5 - 10	2.91	34.90	5.88	1.30	11.69
10 - 15	27.99	39.47	14.14	0.00	20.40
15 - 20	44.82	33.66	19.70	0.81	24.70
Total	19.09	29.90	10.33	0.53	15.03

Un análisis de las plantas adultas, mostró que en los sectores 1, 2 y 3 se encuentran zonas con praderas cuya abundancia relativa está por encima de las 3 plantas/2m², y 7 kg/2m² (Fig 7 y 8). Zonas como Pta Prieta y Bandurria en el Sector 1, La Punta y Quebrada Seca en el Sector 2, y Huartayo en el Sector 3, mostraron praderas densas. Por otro lado, el Sector 4 mostró densidades muy bajas, registrándose como sustrato recurrente en este sector a la arena fina.

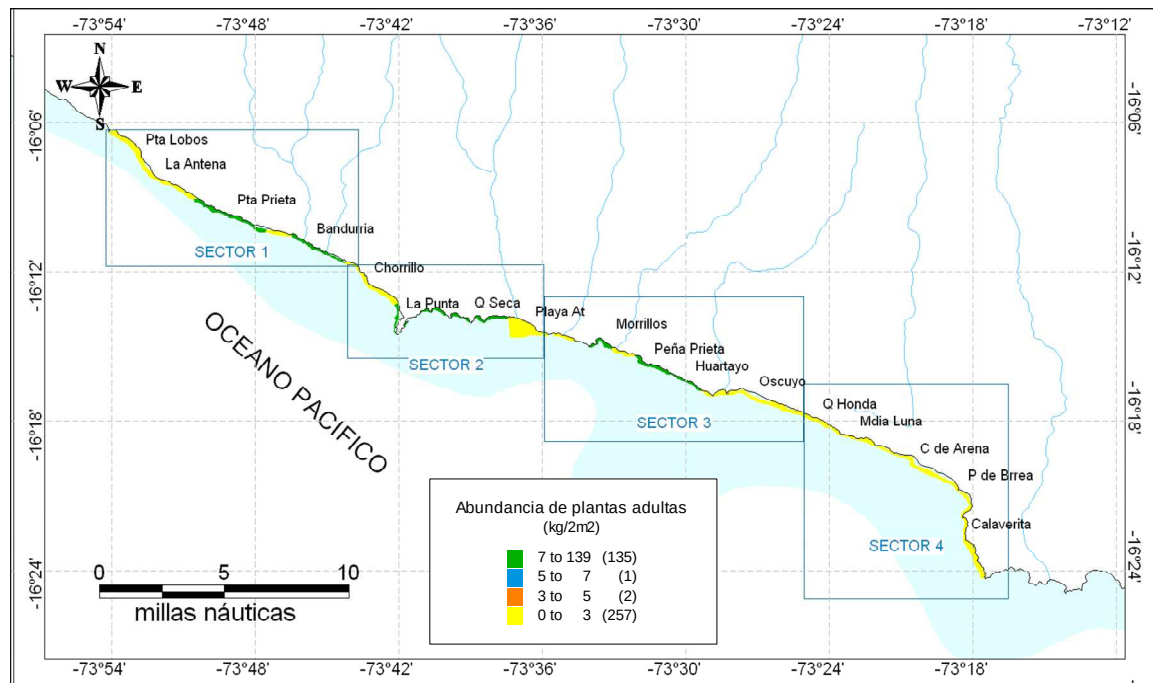


Figura 7. Distribución de la abundancia relativa en número de plantas adultas, por zona de extracción

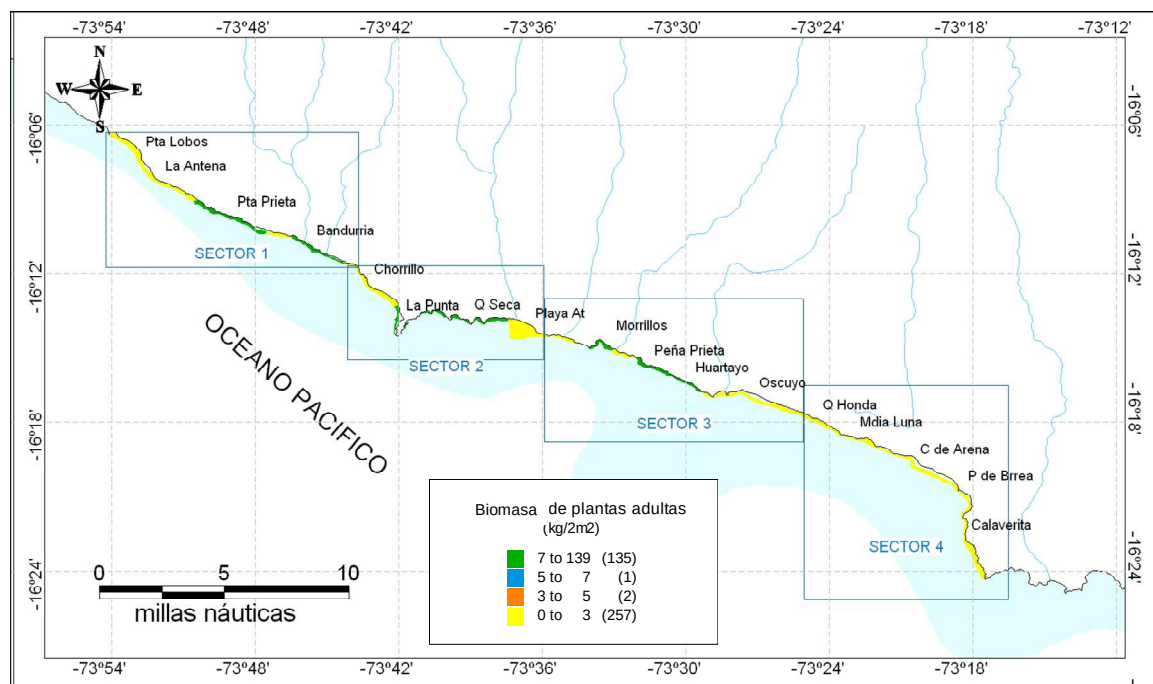


Figura 8. Distribución de la biomasa relativa en peso de plantas adultas, por zona de extracción

Si bien en el Sector 2 se localizaron las praderas mas densas, la distribución principal de las densidades en los cuatro sectores, se encuentra por debajo de las 4 plantas/2m² (Fig. 9), que es un punto de referencia objetivo, tomando en cuenta la información histórica de las densidades relativas de esta especie. Es importante mencionar que el aprovechamiento de este recurso ha sido posible, debido a la existencia de densas praderas con un elevado porcentaje de plantas adultas.

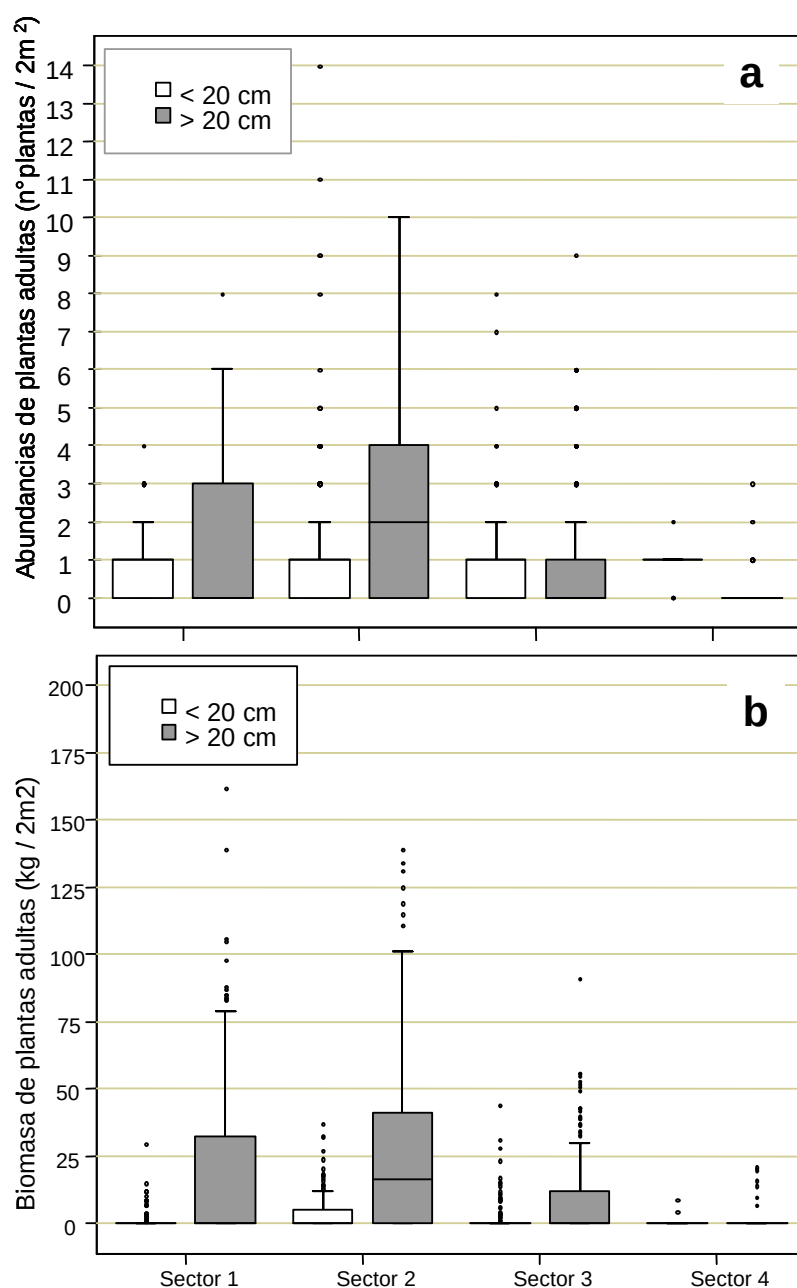


Figura 9. Distribución de las abundancias relativas (a) y biomasa relativa (b) por sectores. Extracción exploratoria macroalgas IV, Atico.

4.2.2. Diámetro mayor del rizoide (DMR)

Entre Pta. Lobos y Calaveritas, la frecuencia de tamaño del DMR de *L. trabeculata* mostró una distribución bimodal entre los 18 a 20 cm, y 23 a 27 cm, representado el 15.5% y 23.2% del total, respectivamente. La distribución del DMR tuvo como rango entre 8 a 68 cm. El DMR promedio (DMR prom) para las localidades muestreadas fue de 25.7 ± 8.9 cm, el 27% de las plantas muestreadas tuvieron el DMR menores a 20 cm (Fig. 10).

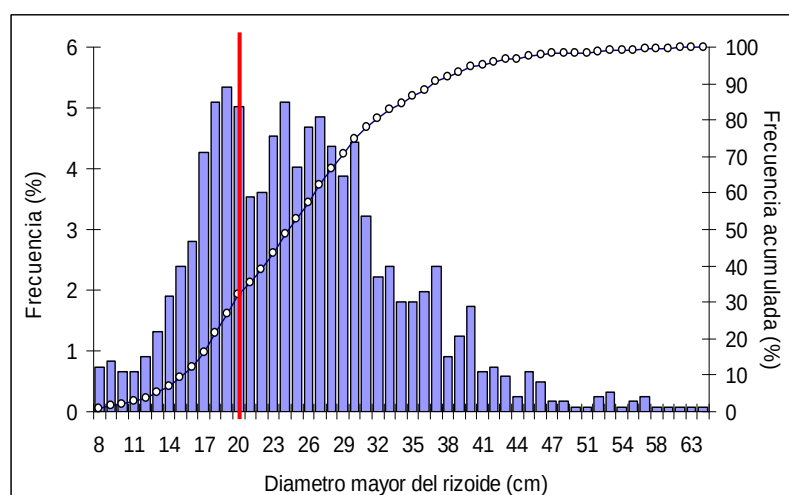


Figura 10. Diámetro mayor del rizoide (cm) de *L. trabeculata*. Prospección biológica - Extracción Exploratoria Macroalgas IV. 14 – 26 de Noviembre 2009

En la figura 11 se muestra la distribución del promedio del Diámetro mayor del rizoide (DMR), por zona de extracción y sectores de trabajo, que incluye información de la Prospección biológica (EEM-IV).

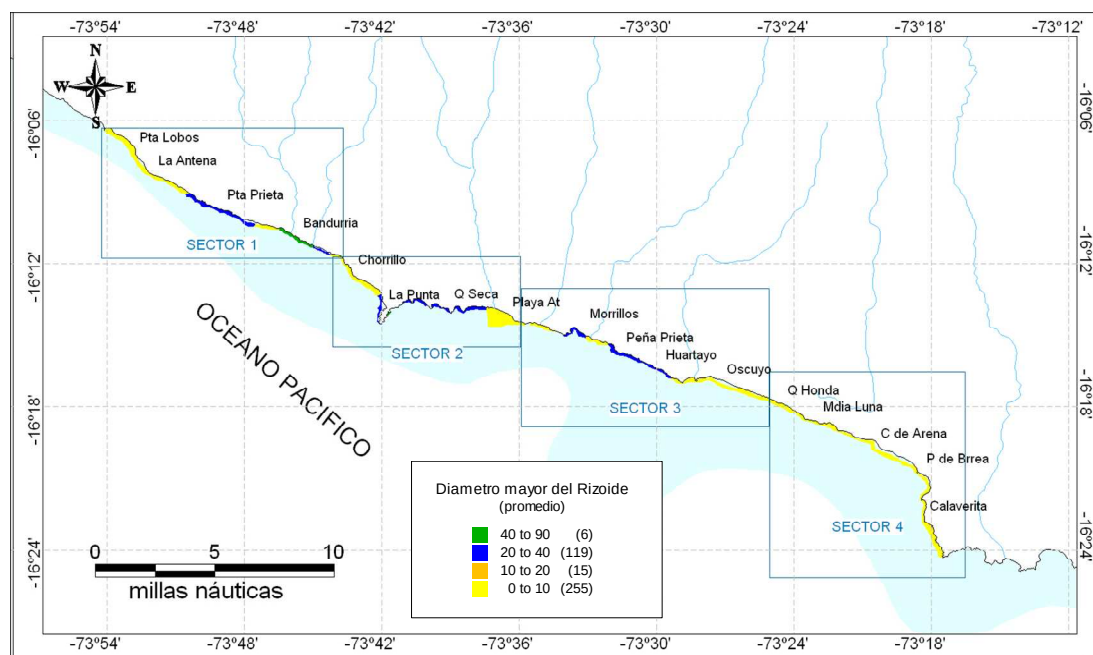


Figura 11. Distribución del promedio del Diámetro mayor del rizoide (DMR), por zona de extracción. Prospección biológica - Extracción Exploratoria Macroalgas IV. 14 – 26 de Noviembre 2009

4.2.3. Longitud total (LT)

La LT, presentó una frecuencia unimodal, registrado en el intervalo de 225-250 cm, representando el 18% del total. El LT estuvo en el rango 94 a 530 cm. La LT promedio (LTprom) de la plantas fue de 245.4 ± 55.3 cm (Fig. 12).

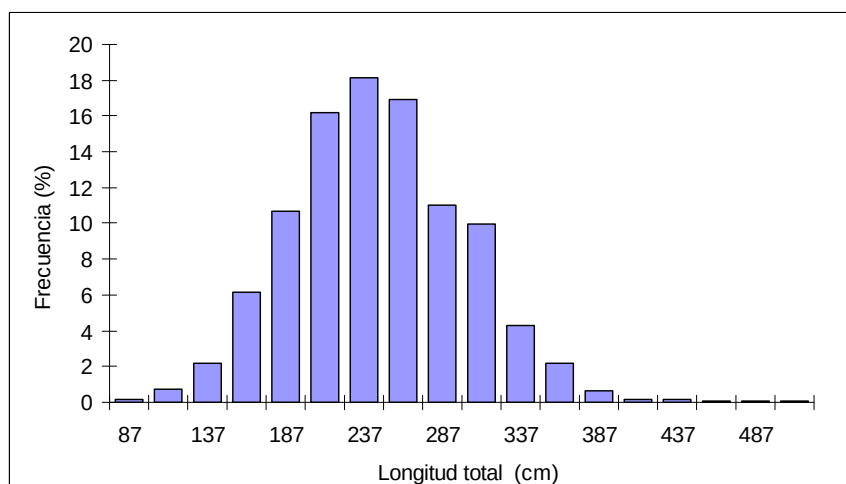


Figura 12. Longitud total (cm) de *L. trabeculata*. Prospección biológica - Extracción Exploratoria Macroalgas IV. 14 – 26 de Noviembre 2009

4.2.4. Peso total (PT)

La estructura de la población por PT de las plantas indica una predominancia de los pesos entre 1-3, 3-6 y 6-9 kg, representando el 17%, 24% y 20.5% del total. Pesos mayores a 50 kg, representaron el 1.4% del total. El PT de las plantas estuvo en el rango de 4 a 125 kg. El PT promedio (PTprom) fue de 9.5 ± 9.8 kg (Fig. 13).

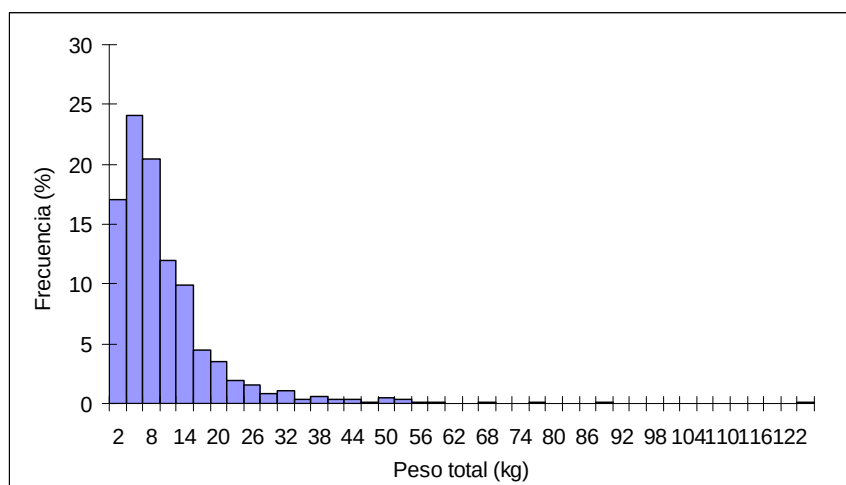


Figura 13. Peso total (gr) de *L. trabeculata*. Prospección biológica - Extracción Exploratoria Macroalgas IV. 14 – 26 de Noviembre 2009

4.2.5. Fertilidad (F)

Con respecto al estado reproductivo de las plantas, se registró un 73% de plantas fértiles en toda el área prospectada, algo menor respecto al 98,6% registrado en el mes de septiembre (Tabla 5).

Un análisis por sectores (ver Tabla 5) del DMR promedio indicó un alto porcentaje de plantas adultas en los tres primeros sectores, sin embargo, un importante porcentaje de plantas con el DMR menor a 20 cm (juveniles) fueron registrados en el sector 2 (32%) y sector 3 (29%). Plantas de mayor DMR se registraron en las zonas de Pta Prieta y Bandurria en el Sector 1, La Punta y Quebrada Seca en el Sector 2, y Morrillos Peña Prieta y Huartayo en el Sector 3. Plantas con rizoides mayores a 60 cm fueron registradas en los sectores 1 y 2.

La LT prom de las plantas fue mayor a 200 cm en los cuatro sectores, sin embargo, el PT prom nos indicó plantas con mayor peso en el sector 1.

Con respecto a la fertilidad, el sector 2, mostró un porcentaje menor de plantas fértiles, en comparación con los otros sectores.

Tabla 5. Indicadores biológicos de la población de *L. trabeculata* entre Pta. Lobos y Calaveritas. Extracción Exploratoria Macroalgas IV. 15 – 22 de Noviembre 2009.

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Total
N	296	634	274	11	1215
DMR prom (DE)	28,5 (9,1)	25,4 (9,4)	23,2 (6,2)	28,3 (8,5)	25,7 (8,9)
DMR moda	27.0	18.0	19.0	29.0	19.0
DMR max	62.0	68.0	42.0	46.0	68.0
DMR min	10.0	8.0	8.0	16.0	8.0
DMR < 20 cm (%)	15.2	31.6	29.2	18.2	26.9
LT prom	263,3 (56,8)	243,9 (56,2)	229.9 (46.6)	237.9 (28.7)	245,4 (55,3)
LT moda	280.0	230.0	230.0		230.0
LT max	530.0	480.0	381.0	309.0	530.0
LT min	130.0	94.0	116.0	193.0	94.0
PT prom	12,4 (11,9)	9,1 (10,1)	7,2 (4,9)	9.2 (4.3)	9,5 (9,8)
PT moda	6.0	2.0	4.0	16.0	4.0
PT max	77.0	125.0	26.0	16.0	125.0
PT min	1.0	0.5	0.5	4.5	0.5
Plantas fértiles (%)	84.5	60.9	87.2	100.0	72.9

N= Número de plantas evaluadas; DMR = Diámetro mayor del rizoide; LT = Longitud total; PT = Peso total; DMR < 20 cm (%) = Porcentaje de plantas con DMR menor a 20 cm; DE = Desviación estándar; prom = promedio; max = máximo; min = mínimo.

4.3. Estimaciones de Biomasa Total y Proyecciones de Captura

A partir de estas expresiones numéricas, a fin de dimensionar la cantidad del recurso macroalgas en las principales localidades del departamento de Arequipa, se estimó la biomasa de la macroalga *L. trabeculata* comprendida entre Punta Lobos (16°06'13,9" LS –

73°54'07.8" LW) a Calaveritas (16°24'19.08"LS – 73°17'30.3"LW), Atico, Región Arequipa, con un borde costero aproximadamente 92,5 km.

La biomasa total estimada en el área de estudio asciende a 101474 t, registrando la mayor biomasa en el sector S2. El sector S2 incluye las zonas de trabajo entre Chorrillos a Playa Atico, estimándose en 49 852 t de biomasa inicial adulta (Tabla 6), esta biomasa representa a la biomasa cosechable. En este sector, Chorrillos (27 039 t) y El Submarino (9 828 t) son los lugares que aportan mayor biomasa.

Otras zonas de trabajo con aporte de biomasa adulta importantes y comprendidas en el área de estudio fueron Bandurria (13 600 t), Pta. Lobos (6 243 t), Huartayo (4 942 t) y Quebrada Seca (4 507 t, Tabla 6).

Tabla 6. Estimación de la Biomasa total por Sector, Extracción Exploratoria Macroalgas IV. 14 – 26 de Noviembre del 2009.

Sector	Zonas	Área (m2)	Biomasa (T)	Limite de confianza (+/- %)	Fracción de Adultos	Biomasa inicial Adultos (t)
S1	Pta Lobos	942600	6361	71	1,0	6243
S1	La Antena	1061947	2134	42	0,7	1435
S1	Piedra blanca	525416	3327	50	0,8	2662
S1	Quimaral	140568	2022	78	0,9	1820
S1	Bandurria	313725	13600	60	1,0	13600
S1	Muertitos	1151000	4356	36	0,9	3891
S2	Chorrillos	242165	27039	28	1,0	27039
S2	La Punta	331772	3833	26	0,8	3066
S2	El Faro	315280	4324	42	0,9	3799
S2	Submarino	1222336	11232	30	0,9	9828
S2	Q Seca	270834	6334	26	0,7	4507
S2	Gramadal	221679	2689	45	0,6	1613
S2	Py Atico	234265	0	0	0,0	0
S3	Colorado	344230	0	0	0,0	0
S3	Morrillos	244247	4668	35	0,7	3267
S3	Bodega	748535	2620	26	0,5	1310
S3	Peña Prieta	445783	1445	97	0,7	1012
S3	Huartayo	414659	5491	43	0,9	4942
S3	Oscuyo	411054	0	0	0,0	0
S3	Carrizales	960168	0	0	0,0	0
S4	Q Honda	223229	0	0	0,0	0
S4	Media Luna	1053880	0	0	0,0	0
S4	C de Arena	1021977	0	0	0,0	0
S4	P de Brrea	340502	0	0	0,0	0
S4	Pta Calaverita	949185	0	0	0,0	0
	Total		101474			90033

La estimación del rendimiento anual 2010 cuenta con los siguientes considerandos:

- Se considera el valor de Mortalidad Natural $M=0,3$ anual. Dicho valor esta dentro del rango del 10 y 50 %, establecido para M de la población del genero *Lessonia*, en el modelo semicuantitativo obtenido por Tala & Edding (2007).

- Como objeto precautorio de explotación $F = M$, la fracción de las muertes causadas por pesca, F/Z ('tasa de explotación' = E), no debe ser mayor a 0.5.
- Se ha considerado que en los meses de otoño e invierno la mortalidad natural (M), de la que forma parte la biomasa de alga varada, se incrementa en un 50% por efectos de una mayor incidencia de días con fuerte oleaje (Tabla 7).

En base a estos criterios y a partir de la biomasa total estimada, se proyecta un rendimiento anual para el 2010 de **11980 t** de alga húmeda, (**1997 t** de alga seca *aprox.*) en el área geográfica indicada, lo que permitiría contar con un remanente anual de 51 % de la población inicial de adultos. Durante los meses de abril a setiembre, debería aplicarse una exclusión de la actividad de extracción debido a criterios reproductivos de estas poblaciones. Los detalles de las estimaciones del rendimiento mensual se presentan en la Tabla 7. Sin embargo este dimensionamiento es parcial, debido a que no representa toda la extensión del litoral de Arequipa, y no se dispone aun de las estimaciones poblacionales de *L. nigrescens* y de *Macrocystis* spp.

Tabla 7. Estimación del Rendimiento mensual y anual, Extracción Exploratoria Macroalgas IV. 14 – 26 de Noviembre del 2009.

F	M	Z	Mes	Rendimiento (t)	M (t)	Remanente poblacional (%)	
						Biomasa (t)	Porcentaje %
0,025	0,025	0,050	nov-09			90033	100,0
0,025	0,025	0,050	dic-09	2195	2195	85642	95,1
0,025	0,025	0,050	ene-10	2088	2088	81466	90,5
0,025	0,025	0,050	feb-10	1987	1987	77493	86,1
0,000	0,025	0,025	mar-10	1890	1890	73713	81,9
0,000	0,050	0,050	abr-10	0	1820	71893	79,9
0,000	0,050	0,050	may-10	0	3506	68387	76,0
0,000	0,050	0,050	jun-10	0	3335	65052	72,3
0,000	0,050	0,050	jul-10	0	3173	61879	68,7
0,000	0,050	0,050	ago-10	0	3018	58861	65,4
0,025	0,050	0,075	sep-10	0	2871	55990	62,2
0,025	0,025	0,050	oct-10	1349	2697	51945	57,7
0,025	0,025	0,050	nov-10	1267	1267	49411	54,9
0,000	0,025	0,025	dic-10	1205	1205	47002	52,2
			ene-11	0	1160	45841	50,9
Total				11980			

F = Mortalidad por Pesca, M = Mortalidad Natural, Z = Mortalidad Total, M(t) = Biomasa de Mortalidad Natural.

Criterios para la rotación de áreas

Basados en la reciente información obtenida, se incorpora el criterio espacio-temporal, que permita establecer periodos de veda, en busca de la sostenibilidad del recurso, e implementando la estrategia de rotación de áreas en el ámbito geográfico establecido.

La Fig. 14, muestra las zonas de trabajo, la captura total extraída y la estimación de la biomasa inicial adulta para el área de estudio en el 2009. Se observó que la explotación del recurso estuvo concentrada entre Muertitos y Huartayo. Las localidades entre Oscuyo a Calaveritas no fueron consideradas zonas de pesca por la flota pesquera debido a la poca abundancia del recurso y el mayor gasto que representa el traslado hacia esas zonas. En este caso, una eventual extracción debería considerar la rotación de áreas en dos regiones, la primera comprendida entre Pta. Lobos a Muertitos (región norte) y la

segunda entre Chorrillos a Huartayo (región sur). En esta segunda región se extrajo con mayor frecuencia el recurso, y su explotación debería ser considerada en una segunda etapa

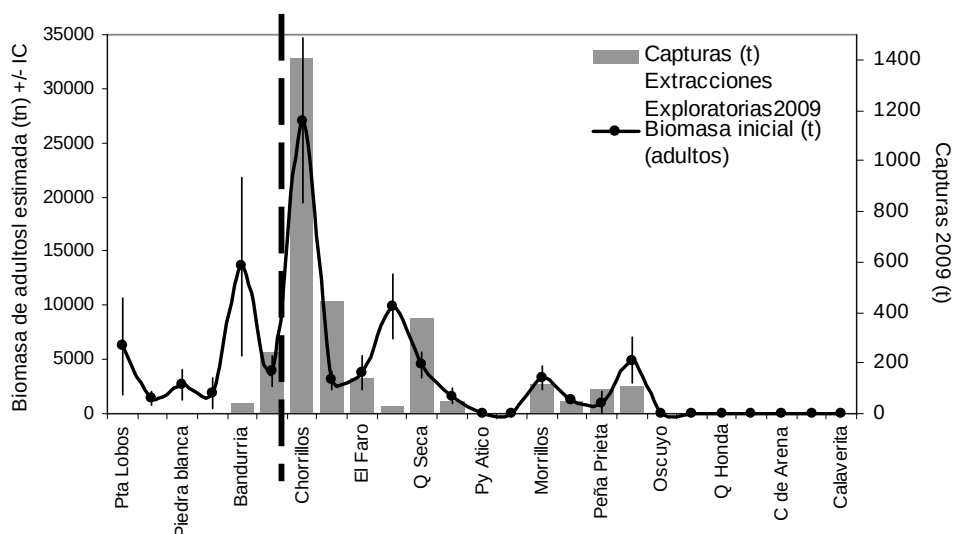


Figura 14. Distribución espacial de las capturas de *L. trabeculata* en el año 2009 y la biomasa inicial adulta estimada entre Pta. Lobos a Calaveritas, Atico, Región Arequipa. Las líneas sobre los cuadrados representan el intervalo de confianza al 95%.

V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La Extracción Exploratoria Macroalgas IV (EEM-IV) orientada exclusivamente a *L. trabeculata*, en la zona submareal, presentó mayor frecuencia de viajes en los sectores 2 y 3 del área de estudio, siendo las zonas más trabajadas: Chorrillos, Qda. Seca, Muertitos, y La Punta, las cuales son zonas cercanas al desembarcadero de La Punta lugares que fueron similares o cercanas a las registradas en la EEM-II (septiembre 2009). Sin embargo los mejores estimados de Biomasa, se encontraron en los sectores 2 y 1, siendo las zonas de Chorrillos, Bandurria, Submarino y Punta Lobos, los más preponderantes.

La captura diaria por embarcación, presentó un rango entre 3,7 a 5,0 t/viaje, con un promedio de 4,5 t/día, lo que propició una mayor captura que la proyectada mediante resolución (3 t), en un 22%, por lo que se requiere ejercer en este tipo de actividades, un mejor control o compromiso para cumplimiento por parte de los pescadores artesanales.

El indicador de la estructura por tallas (DMR), obtenido durante la actividad extractiva y la prospección biológica, reveló que la población de *L. trabeculata* cosechada fue principalmente adulta (Fig. 15). La comparación de este indicador obtenido en estos dos tipos de muestreos (extracción y prospección), reveló que el proceso de extracción fue selectivo, orientado hacia plantas con DMR mayores a 20 cm, debido a: (1) la capacitación a pescadores algunos en coordinaciones previas, (2) la gran oferta de plantas adultas que conformarían la pradera de macroalgas explotada. Asimismo, la comparación de la longitud total de las plantas de ambos muestreos, reafirman el carácter selectivo durante la extracción.

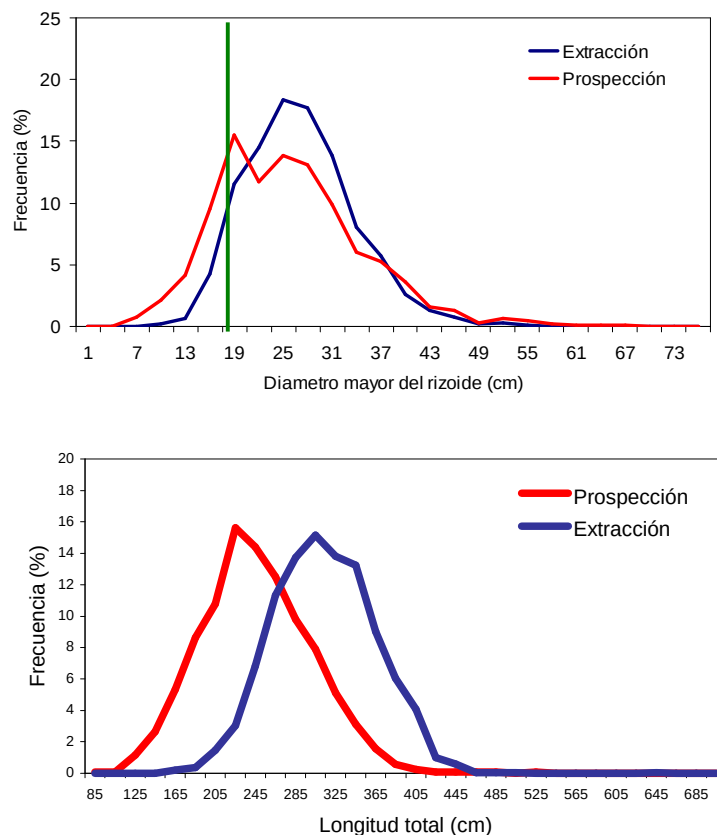


Figura 15. Distribución del Diámetro mayor del rizoide (DMR) y Longitud total (LT) de *L. trabeculata* durante la prospección biológica y la extracción. Exploratoria Macroalgas IV. Atico, Arequipa, 14 – 26 de Noviembre 2009

No obstante, comparando el DMR promedio obtenido durante las EEM-II (septiembre 2009) y EEM-IV (noviembre 2009), se observó que el valor de este indicador disminuyó aproximadamente en 10 cm en relación a lo estimado en setiembre del 2009, y el porcentaje de plantas con el DMR menor a 20 cm aumentó de 1,5 a 26.9 %, respecto a la extracción exploratoria II, lo que indicaría una menor disponibilidad de plantas adultas en las poblaciones naturales en el área de estudio. Las abundancias relativas de plantas adultas varían entre 0 y 4 plantas/2m², siendo la densidad promedio 1.59 ejemplares/2m². Considerando las recientes extracciones realizadas en estas zonas, no debería realizarse de manera inmediata una extracción en estas zonas, a fin de no disminuir la productividad de éstas.

Un aspecto importante a considerar para el aprovechamiento del recurso macroalgas es la ocurrencia del evento cálido El Niño (EN), que causa diferentes efectos en las poblaciones marinas costeras (Arntz & Fahrbach, 1996). Las investigaciones en poblaciones de macroalgas pardas del género *Lessonia* y *Macrocystis*, para el Pacífico Oriental, señalan que durante periodos EN las condiciones del agua de mar en ambientes someros cambian drásticamente, registrándose una baja concentración de nutrientes asociada a las anomalías cálidas del agua, y el fuerte oleaje, factores que causan un efecto dramático reflejado en: (1) la pérdida considerable de biomasa, (2) una alta mortalidad, y (3) la reducción de la distribución norte de estas poblaciones, dependiente de la intensidad del evento (Edding et al., 1994; Arntz & Fahrbach, 1996; Fernández et al., 1999; Tegner, 2001; Vásquez et al., 2006).

Peters y Breeman (1993) determinaron experimentalmente el rango de temperatura de supervivencia de los microtalos para *L. trabeculata* en 25.7 - 26.5 °C, señalando que los límites superior de supervivencia de plantas adultas sería menor en 1-3 °C, a sus respectivos gametófitos.

Cabe mencionar que la mortalidad de macroalgas constituye un evento relevante en el mantenimiento de la biodiversidad de los ambientes costeros (Vásquez et al., 2001), puesto que constituyen áreas de desove, asentamiento y refugio de numerosas especies de macroinvertebrados y peces (Vásquez & Santelices, 1984; Vásquez, 1993), por lo que los cambios naturales en la estructura de las comunidades, así como los procesos de recuperación posterior a los impactos provocados por eventos El Niño, (tanto en sus estructuras microscópicas como macroscópicas), pueden ser modificados por las actividades antropogénicas de aprovechamiento, siendo necesario establecer estrategias de extracción sostenibles, que permitan el desarrollo de la actividad económica artesanal y la conservación de las praderas y la biodiversidad que albergan.

En este contexto, conociendo la complejidad de las actividades de aprovechamiento tanto desde el punto de vista socioeconómico y técnico, deberían efectuarse acciones para el ordenamiento efectivo de esta actividad, como son: organizar a los pescadores artesanales, identificar y definir a los que se dedican a esta actividad como alqueros; mecanismos para regular los precios en playa y de exportación; formalizar el acceso a la actividad extractiva con los permisos de pesca respectivos, y las actividades de acopio y procesamiento (empresas de algas); fortalecer la capacitación a pescadores artesanales dedicados al aprovechamiento de este recurso. En una eventual apertura de la actividad extractiva de las praderas, además de implementar un sistema de monitoreo de los principales indicadores biológicos y pesqueros, deberá disponerse de un control adecuado para el cumplimiento de las medidas de ordenamiento establecidas.

LITERATURA CITADA

Arntz, W. y Fahrbach, E. 1996. El Niño: experimento climático de la naturaleza, causas físicas y efectos biológicos. Fondo de Cultura Económica. México 312 pp.

Baranov, F.I. 1918. On the question of the biological basis of fisheries. *Nauchn. Issled. Ikhtiol Inst. Izv.*, 1:81-128. (en ruso).

Bazigos, G.P. 1981. El diseño de reconocimiento de pesca con redes de arrastre. FAO. Com. Coord. Invest. Cient. (COCIC-CPPS). 24-28 noviembre 1980. Lima, CPPS. Series Seminarios y Estudios, 3:1-17.

Breeman A. M. 1988. Relative importance of temperature and other factors in determining geographic boundaries of seaweeds: experimental and phenological evidence. *Helgoländer Meeresunters.* 42, 199-241.

Fernández E., Córdova C. y Tarazona J. 1999. Condiciones del bosque submareal de *Lessonia trabeculata* en la Isla Independencia durante el evento El Niño 1997 – 1998. *Rev. Peru. Biol.* Vol. Extraordinario: 47-59. Facultad de Ciencias Biológicas. UNMSM.

Fernández E., Gil-Kodaka, P. & Mendo, J. 2002 Recuperación post Niño de la comunidad de las macroalgas de Mendieta Reserva Nacional de Paracas, Pisco, en: Jaime Mendo y Matthias Wolff (EDS.) 2002 Memorias de I Jornada Científica, “Bases biológicas y socioeconómicas para El manejo de los recursos vivos de La Reserva Nacional de Paracas” Universidad

Nacional Agraria La Molina, Centro de Ecología Marina Tropical- Universidad de Bremen 145-153 pp.

INFORME FINAL: FIP N° 2000-19. Estrategias de explotación sustentable de algas pardas en la zona norte de Chile.

IMARPE. Informe Anual 2008. Laboratorio Costero de Ilo.

Llellish M., Fernandez E. y Hooker Y. 2001. Disturbancia del bosque submareal de *Macrocystis pyrifera* durante El Niño 1997-1998 en la Bahía de Pucusana. En: Alveal K. y Antezana T. (ed.) Sustentabilidad de la biodiversidad, Un problema actual, Bases científico-técnicas, teorizaciones y proyecciones. Universidad de Concepción. Chile. 894 pp.

Peters, A. y Breeman A. 1993. Temperature tolerance and latitudinal range of brown algae from temperate Pacific South America. *Marine Biology* 115.

Sparre P y Venema S. 1997 Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Documento Técnico de Pesca FAO

Tala, F. y Edding, M. 2005. Growth and loss of distal tissue in blades of *Lessonia nigrescens* and *Lessonia trabeculata* (Laminariales). *Aquatic Botany* 82:39-54.

Tala, F., Edding, M. y Vasquez, J., 2004. Aspects of the reproductive phenology of *Lessonia trabeculata* (Laminariales: Phaeophyceae) from three populations in northern Chile. *N.Z. J. Mar. Fresh. Res.* 38, 255–266.

Tala, F. y Edding, M. 2007. First estimates of productivity in *Lessonia trabeculata* and *Lessonia nigrescens* (Phaeophyceae, Laminariales) from the southeast Pacific. *Phycological Research*; 55: 66–79.

Vásquez, J. 1989. Estructura y organización de huirales submareales de *Lessonia trabeculata*. Tesis de Doctorado Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. 261 pp.

Vasquez JA. y Vega JMA (2004) El Niño 1997–1998 en el norte de Chile: Efectos en la estructura y en la organización de comunidades submareales dominadas por algas pardas. In Avaria S, Carrasco J, Rutland J, Yañez E (eds.), *El Niño-La Niña 1997-2000 y sus efectos en Chile* Comité Oceanográfico Nacional, Chile, 119–135.

Vasquez, J. A. 2001. Ecology of *Loxechinus albus*. *Edible Sea urchins: Biology and Ecology*. J.M. Lawrence (eds.) *Developments in Aquaculture and Fisheries Science* 32: 161-175.

Vasquez, J. A. y B. Santelices. 1984. Comunidades de macroinvertebrados en discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 57: 131-154.

Vasquez, J. A. 1993. Effects on the animal community of dislodgement of holdfasts of *Macrocystis pyrifera*. *Pacific Science* 47:180-187.

Febrero 2010

ANEXO 1

FOTOGRAFIAS



Foto 1. Desembarque de algas en el muelle Gramadal, Atico, Región Arequipa. Extracción Exploratoria Macroalgas IV, del 14 al 26 de noviembre del 2009 (foto Patricia Carbajal)



Foto 2. Mediciones de indicadores poblaciones de la macroalga parda *L. trabeculata* en el muelle Gramadal, Atico, Región Arequipa. Extracción Exploratoria Macroalgas IV, del 14 al 26 de noviembre del 2009 (foto Alex Gamarra)



Foto 3. Buzo artesanal extrayendo *L. trabeculata* utilizando una barreta corta. Extracción Exploratoria Macroalgas IV, del 14 al 26 de noviembre del 2009 (foto Alex Gamarra)



Foto 4. Estado de la pradera de la macroalga *L. trabeculata*, finalizada la Extracción Exploratoria Macroalgas IV- Atico, Región Arequipa, del 14 al 26 de noviembre del 2009 (foto Alex Gamarra)



Foto 5. Descomposición de los restos de rizoides de *L. trabeculata* luego de 3 meses de la Actividad: Extracción Exploratoria II - Setiembre del 2009. Extracción Exploratoria Macroalgas IV-Atico, Región Arequipa, del 14 al 26 de noviembre del 2009 (foto Alex Gamarra)