INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 46, Número 1

Enero - Marzo 2019
Callao, Perú

PERÚ Ministerio de la Producción

CRECIMIENTO DE *Lessonia trabeculata* Villouta & Santelices, 1986 EN EL LITORAL ROCOSO DE ISLAY, AREQUIPA - 2011

GROWTH OF Lessonia trabeculata Villouta & Santelices, 1986 ON THE ROCKY COAST OF ISLAY, AREQUIPA - 2011

Stevens Lucero *Roger Muñoz*[1] *Aldrin Monroy*[1] *Marco Quiroz*[1]

RESUMEN

Lucero S, Muñoz R, Monroy A, Quiroz M. 2019. *Crecimiento de* Lessonia trabeculata *Villouta & Santelices, 1986 en el litoral rocoso de Islay, Arequipa - 2011. Inf Inst Mar Perú. 46(1): 34-44.-* Se efectuaron cuatro monitoreos del recurso *L. trabeculata* durante los meses de setiembre a diciembre 2011 en el margen noroeste del banco natural Barco Hundido. El crecimiento del diámetro mayor del rizoide (DMR) evidenció que los ejemplares presentarían un tiempo de permanencia en la fase de recluta entre 4 y 5 meses antes de alcanzar la talla de 5 cm (ingreso a la fase juvenil) y de 20 a 21 meses antes de alcanzar la talla de 20 cm (fase adulta). Los esporofitos adultos registraron diferencias mensuales en el crecimiento en del DMR (Λ Wilks = 0,545; $F_{(2;24)}$= 10,024; P <0,01) disminuyendo sus valores en diciembre (0,091% dia^{-1}; ϕ'=1,957). Los esporofitos juveniles mostraron diferencias mensuales en el crecimiento en LT (Λ Wilks = 0,864; $F_{(2;52)}$= 4,089; P <0,05) con valores mínimos en diciembre (0,049% dia^{-1}). El porcentaje de individuos fértiles registró máxima ocurrencia durante los meses de setiembre (adultos 81,40%) y octubre (adultos 88,10%, juveniles 26,76%).

Palabras clave: *Lessonia trabeculata*, crecimiento vegetativo, fertilidad, pérdida de tejido distal

ABSTRACT

Lucero S, Muñoz R, Monroy A, Quiroz M. 2019. *Growth of* Lessonia trabeculata *Villouta & Santelices, 1986 on the rocky coast of Islay, Arequipa - 2011. Inf Inst Mar Peru. 46(1): 34-44.-* In the period from September to December 2011, four monitoring of the *L. trabeculata* were carried out on the northwestern margin of the Barco Hundido natural bank. The growth in major diameter of the rhizoid (MDR) showed that the specimens remained in the recruiting stage between 4 and 5 months before reaching the length of 5 cm (entry into the juvenile stage), and from 20 to 21 months before reaching the length of 20 cm (adult stage). Adult sporophytes recorded monthly differences in growth in MDR (Λ Wilks = 0.545, $F_{(2;24)}$=10.024, P< 0.01) decreasing values in December (0.091% day^{-1}; ϕ`= 1.957). Juvenile sporophytes showed monthly differences in growth in TL (Λ Wilks = 0.864, $F_{(2;52)}$= 4.089; P <0.05) with low values in December (0.049% day^{-1}). The percentage of fertile individuals recorded a maximum occurrence during September (adult 81.40%) and October (88.10% adult, 26.76% juvenile stage).

Keywords: *Lessonia trabeculata*, vegetative growth, fertility, loss of distal tissue

1. INTRODUCCIÓN

El palo *Lessonia trabeculata* Villouta & Santelices, 1986 es una de las principales algas laminariales explotadas por los extractores artesanales del sur del Perú, ante su demanda en los mercados de Japón, Reino Unido, Estados Unidos y Francia, debido a su contenido de alginatos, generándose un estado de explotación creciente, por lo que se ha establecido una veda permanente con extracción sujeta a la recolección de ejemplares varados (R.M. N° 839-2008-PRODUCE del 4 de diciembre 2008), así como la ejecución de pescas exploratorias (R.M. Nº 394-2009-PRODUCE, R.M. Nº 476-2009-PRODUCE; R.M. Nº 484-2009-PRODUCE, R.M. Nº 485-2009-PRODUCE, R.M. Nº 515-2009-PRODUCE) para garantizar sus procesos de crecimiento, reproducción y asentamiento.

Esta especie, además de su importancia en la producción primaria, cumple un papel en la red trófica (Castilla 1985, Núñez y Vásquez 1987, Vásquez y Buschmann 1997), proporcionando hábitat para una diversidad de invertebrados y peces (Romero *et al.* 1988, Mendieta 1997). Se han reportado desapariciones masivas de praderas submareales de algas pardas durante eventos "El Niño" (EN) y su posterior recuperación. Sin embargo, no se cuenta con investigación detallada sobre el grado de perturbación y recuperación de dichas praderas.

Con la finalidad de determinar el crecimiento y la variación temporal en un bosque de *Lessonia trabeculata* en condiciones naturales, es que el Laboratorio Costero de Camaná realizó, dentro de sus investigaciones, la implementación de un área seleccionada en el litoral de Islay. En este informe se presentan los resultados del crecimiento de *Lessonia trabeculata* durante el periodo setiembre – diciembre 2011.

1 Laboratorio Costero de Camaná, slucero@imarpe.gob.pe

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Área y diseño de monitoreo

El área de monitoreo se encuentra en el margen noroeste del banco natural Barco Hundido, ubicado en la provincia de Islay- Región Arequipa (16°57′21,54″S – 72°09′4,68″W) (Fig. 1). Caracterizada por poseer una pendiente escarpada con presencia de macizos rocosos y derrumbes. Mediante buceo semiautónomo se delimitó un área rectangular de 20 m^2 (10 m x 2 m) a una profundidad media de 10 metros.

Se marcaron 154 individuos (133 pertenecientes al área de monitoreo) entre esporofitos reclutas (diámetro mayor del rizoide - DMR menor a 5 cm, con una o dos láminas lanceoladas), juveniles (DMR entre 5 y 20 cm, división dicotómica y varias láminas sin soros) y adultos (DMR mayor a 20 cm y presencia de soros). Se estimó el crecimiento, fertilidad, supervivencia y mortalidad natural a través del seguimiento en el tiempo (Vega *et al.* 2005). Se utilizaron marcas dobles mediante bandas plásticas y placas de identificación numeradas, las cuales fueron revisadas y cambiadas en caso de daño o pérdida (Tala & Edding 2005).

Crecimiento vegetativo

El crecimiento de los individuos marcados fue evaluado por los cambios en el diámetro mayor del rizoide (DMR en centímetros) y longitud total (LT en centímetros). Debido a que en un periodo de varios meses pueden presentarse numerosos factores incidiendo en la pérdida de tejido apical desde sus filoides (Hay 1994, North 1994, Tala 1999, Tala & Edding 2005) se estimó el incremento en tamaño a intervalos mensuales el cual se expresó como tasa de crecimiento diario basándose en la siguiente ecuación:

$$A = \frac{\ln S_f - \ln S_i}{t_f - t_i} * 100$$

Dónde:

A = tasa de crecimiento diario (% dia^{-1})

S_i = variable a definir tiempo t_i

S_f = variable a definir tiempo t_f

t_f = tiempo final (≈30 días)

t_i = tiempo inicial (0 días)

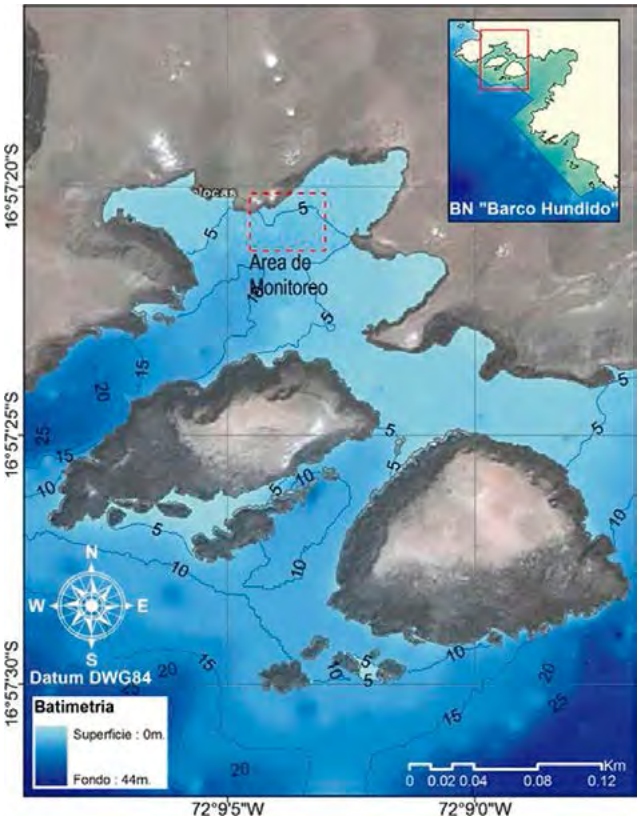

Figura 1.- Ubicación del área de monitoreo de parámetros de crecimiento de *Lessonia trabeculata,* BN Barco Hundido. Islay, 2011

Simultáneamente, se estimó el coeficiente de crecimiento (*k*) y la longitud asintótica (L_{inf}) siguiendo las rutinas del paquete FISAT II v.1.2.2., siguiendo la metodología de Gayanilo *et al.* (1996). Para establecer las diferencias de crecimiento en DMR en función al grupo de edad, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis.

El diseño experimental durante el periodo de monitoreo correspondió a medidas repetidas, cuyo seguimiento de datos mensuales se realizaron siempre en las mismas 154 algas marcadas, con el factor mes (3) correspondiente a octubre, noviembre y diciembre, para lo cual se usó el estadístico lambda (Λ) de Wilks (Zar 1999). Las variables dependientes fueron las tasas de crecimiento en DMR y LT.

Crecimiento y pérdida del tejido distal en filoides

Para la estimación del crecimiento y pérdida de tejido distal en el componente foliar de *L. trabeculata*, se siguió la metodología usada por Tala & Edding 2005, registrando las dimensiones de filoides marcados *in situ* en el tiempo cero (t_i)

y después de 25 a 35 días (t_f) según el periodo de monitoreo.

Relaciones biométricas

Se removieron 47 de los 154 ejemplares monitoreados, los cuales fueron desprendidos del sustrato y llevados a bordo de la embarcación, donde fueron pesados (peso total y peso del rizoide), medidos en su longitud total (LT) y diámetro mayor del rizoide (DMR). Las estimaciones de la biomasa disponible fueron obtenidas indirectamente usando un modelo de regresión exponencial ($y= ax^b$) (Vásquez 1991) ajustado para predecir la biomasa individual en plantas de las distintas especies de algas pardas (Santelices 1980, 1982; Vásquez 1991).

Fertilidad

La frecuencia de esporofitos fértiles (%) fue estimada mensualmente durante cada monitoreo *in situ*, registrando la presencia de estructuras reproductivas (soros) en los filoides de cada esporofito juvenil y/o adulto.

Aspectos oceanográficos

Durante las actividades de monitoreo, se registraron valores de temperatura superficial (TSM) y de fondo (TFM) en el lugar de estudio, mediante un termómetro de mercurio de -10 a 32 °C (0,1 °C) y valores de oxigeno de fondo (OFM) (Winkler corregido por Carrit & Carpenter 1966). Las muestras de agua de fondo fueron recolectadas mediante una botella hidrográfica Niskin de 5 litros.

3. RESULTADOS

Crecimiento vegetativo

Crecimiento en función al diámetro mayor del rizoide (DMR)

El crecimiento en función al DMR en los ejemplares monitoreados presentó un ajuste aceptable entre el incremento de las observaciones *in situ* y las estimaciones de acuerdo al modelo de Von Bertalanffy (k=0,311 año^{-1}); DMR_∞= 48,2 cm); estas estimaciones evidenciaron que los ejemplares reclutas presentarían un tiempo de permanencia entre 4 y 5 meses antes de alcanzar la talla de 5 cm (fase de transición recluta-juvenil) y de 20 a 21 meses antes de alcanzar la talla de 20 cm (fase adulta) (Fig. 2).

Los registros del crecimiento en DMR presentaron diferencias (Kruskal-Wallis: X_2= 41,667; P <0,01) con respecto al tamaño del rizoide - grupo de edad (Fig. 3), observándose que ejemplares reclutas presentaron un incremento diario promedio cuyos intervalos de confianza (α= 0,05) oscilaron entre 0,65% dia^{-1} y 1,07% dia^{-1}, tendiendo a disminuir en ejemplares de 4,0 - 4,9cm (transición recluta-juvenil). En ejemplares juveniles el incremento diario del DMR fue comparativamente menor que lo observado en los reclutas, entre 0,22% dia^{-1} y 0,34% dia^{-1}. En ejemplares adultos el incremento del DMR estuvo entre 0,14% dia^{-1} y 0,22% dia^{-1}.

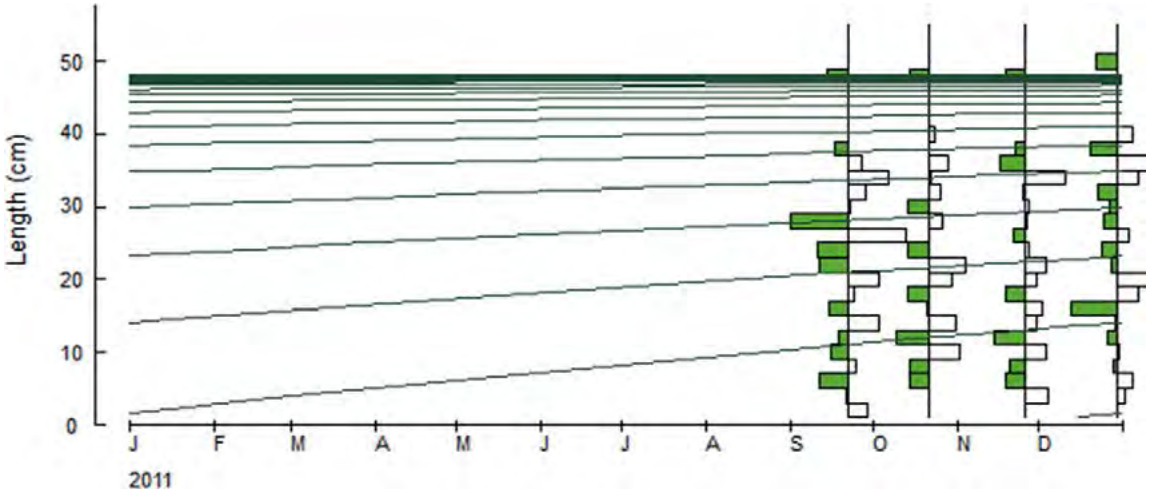

Figura 2.- Crecimiento estimado del DMR (cm) en el total de esporofitos marcados de *Lessonia trabeculata* durante el periodo de monitoreo setiembre – diciembre, BN Barco Hundido. Islay, 2011

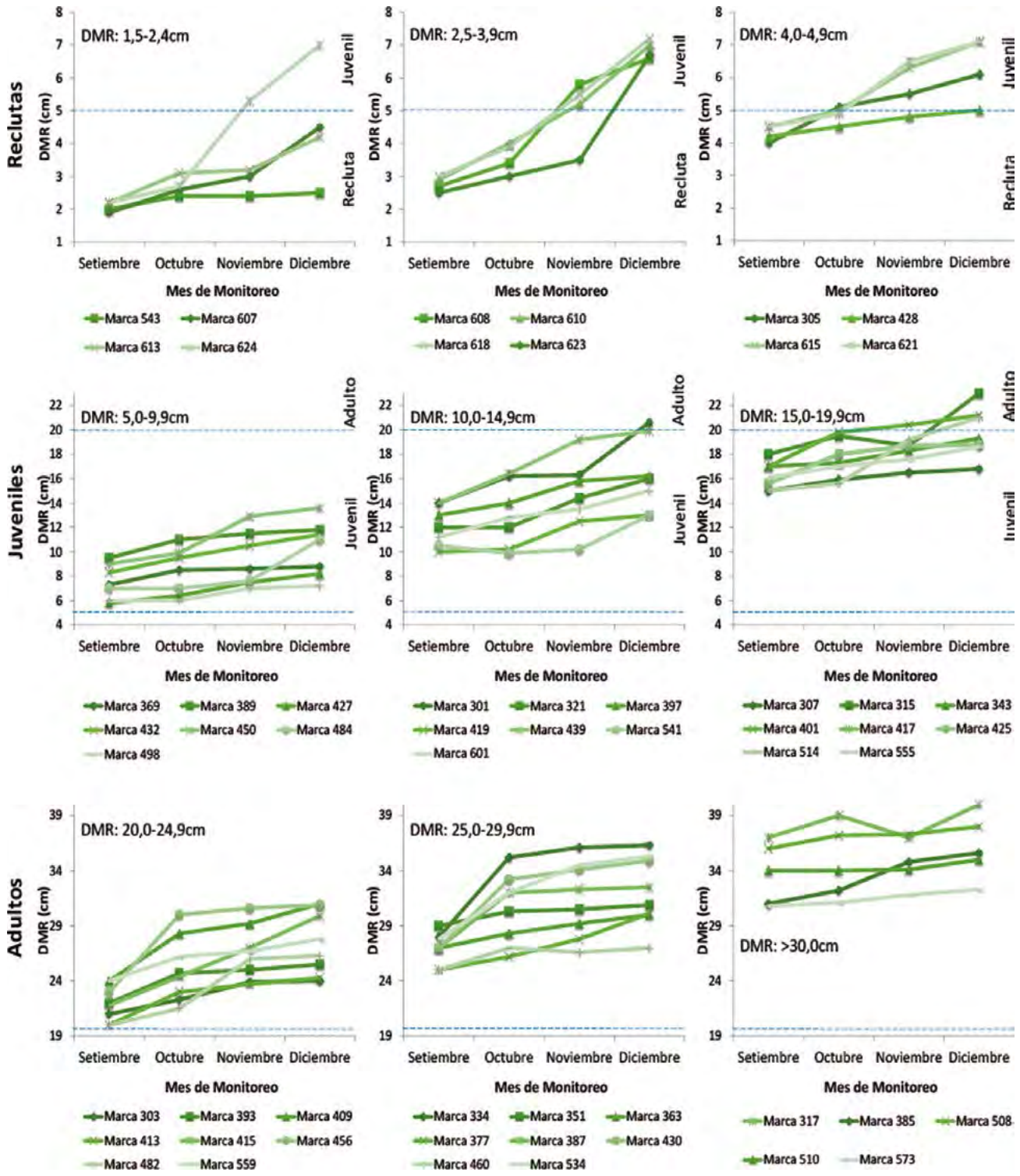

Figura 3.- Variación mensual del incremento en DMR observado en esporofitos marcados de *Lessonia trabeculata* en función del grupo de edad (recluta, juvenil y adulto) y clase de talla, BN Barco Hundido. Islay, 2011

Tabla 1.- Descriptores estadísticos de la tasa de crecimiento en función al diámetro mayor del rizoide (DMR) durante los meses octubre, noviembre y diciembre, BN Barco Hundido. Islay, 2011

	Octubre			Noviembre			Diciembre		
	Recluta	Juvenil	Adulto	Recluta	Juvenil	Adulto	Recluta	Juvenil	Adulto
Crecimiento DMR medio (%.dia^{-1})	0,917	0,305	0,312	0,935	0,274	0,137	0,724	0,260	0,091
Desviación estándar	0,78	0,20	0,24	0,74	0,27	0,14	0,57	0,35	0,08
Varianza de la muestra	0,603	0,038	0,059	0,554	0,071	0,019	0,325	0,125	0,007
Curtosis	8,729	0,483	-0,253	-0,265	4,045	5,863	2,266	10,325	2,891
Coeficiente de asimetría	2,720	0,822	0,911	0,951	1,932	2,104	1,440	3,187	1,798
Tasa mínima (%.dia^{-1})	0,230	0,047	0,032	0,106	0,021	0,009	0,136	0,018	0,013
Tasa máxima (%.dia^{-1})	3,311	0,875	0,886	2,310	1,249	0,633	2,164	1,642	0,340

El crecimiento en función al DMR presentó variación a nivel mensual entre octubre y diciembre, sin embargo las diferencias no fueron significativas (Λ Wilks = 0,933; $F_{(2;75)}$= 2,693; P= 0,074). En función a los grupos de edad, solo los esporofitos adultos mostraron diferencias significativas a nivel mensual (Λ Wilks = 0,545; $F_{(2;24)}$= 10,024; P <0,01) disminuyendo sus valores en diciembre (0,091% dia^{-1}); los esporofitos reclutas y juveniles no mostraron diferencias significativas (Reclutas: Λ Wilks = 0,937; $F_{(2;11)}$= 0,369; P= 0,699; Juveniles: Λ Wilks = 0,984; $F_{(2;36)}$= 0,291; P= 0,749) (Tabla 1).

El crecimiento en DMR de *L. trabeculata* para los tres grupos de edad, presentó un buen ajuste entre el incremento de las observaciones *in situ* y los parámetros estimados de acuerdo al modelo de von Bertalanffy, observándose alta consistencia de los parámetros obtenidos, lo cual se ve expresado de acuerdo al parámetro bioanalógico Phi- prima (Tabla 2).

Los menores ajustes de phi-prima en diciembre, fueron consistentes con las menores tasas de crecimiento estimadas. Este menor crecimiento en DMR, se ve expresado, a su vez en términos de crecimiento diario, donde se observó que los ejemplares adultos disminuyeron sus valores de forma significativa.

Crecimiento en función de la longitud total (LT)

Con respecto al crecimiento de la longitud total LT en función al tamaño del rizoide (clase de talla/grupo de edad): los reclutas de la clase de talla 1,5 – 2,4 cm registraron incrementos de 0,48 – 2,06% dia^{-1} y en longitudes entre 15 y 54,5 cm se observó pérdida de tejido causado por herbívoros; los ejemplares pertenecientes a la clase de talla 2,5 – 3,9 cm mostraron incrementos de 0,31 – 2,52% dia^{-1} alcanzando longitudes entre 39,0 y 53,8 cm en noviembre (durante la etapa de transición recluta-juvenil). La clase de talla 4,0 – 4,9 cm alcanzó incrementos de 0,10 – 2,16% dia^{-1} y longitudes entre 34 y 67 cm en octubre (etapa de transición recluta-juvenil) y entre 56 y 88 cm en diciembre (Fig. 4).

Tabla 2.- Variación mensual de los parámetros de crecimiento en función al diámetro mayor del rizoide (DMR), BN Barco Hundido. Islay, 2011

		k	L∞	Φ′
Octubre	Reclutas	2,074	9	2,225
	Juveniles	1,567	21	2,840
	Adultos	1,492	47,5	3,527
Noviembre	Reclutas	2,796	10	2,447
	Juveniles	1,085	23	2,759
	Adultos	0,619	47,8	3,151
Diciembre	Reclutas	1,136	7	1,746
	Juveniles	0,156	20	1,795
	Adultos	0,039	48,2	1,957

En individuos juveniles, la clase de talla 5,0 – 9,9 cm registró incremento de 0,01 – 2,01% dia^{-1} y en longitudes entre 48,7 y 147 cm; en la clase de talla 10 – 14,9 cm se observó tendencia similar a la talla anterior (0,02 – 3,03% dia^{-1}) alcanzando longitudes entre 71,6 y 169 cm, y en la clase de talla 15 – 19,9 cm se registraron incrementos de 0,06 – 3,12% dia^{-1}, llegando a tamaños entre 113 y 210 cm.

En ejemplares adultos, las clases de talla 20 – 24,9 cm y 25 – 29,9 cm registraron incrementos de 0,03 – 0,79% dia^{-1} y 0,02 – 0,65% dia^{-1} y longitudes entre 160 -232 cm y 179 – 229 cm, respectivamente; la clase de talla >30 cm registró incrementos de 0,03 – 0,37% dia^{-1} y longitudes entre 194 y 225 cm (Fig. 4).

El crecimiento en función a la longitud máxima LT en los ejemplares monitoreados presentó una variación significativa a nivel mensual (Λ Wilks = 0,922; $F_{(2;102)}$= 4,323; P <0,05) alcanzando mayores tasas en noviembre y menores valores en diciembre. En función a los grupos de edad, solo los esporofitos juveniles mostraron diferencias significativas a nivel mensual (Λ Wilks = 0,864; $F_{(2;52)}$= 4,089; P <0,05) disminuyendo sus valores en diciembre (0,049% dia^{-1}); los esporofitos reclutas y adultos también presentaron variaciones a nivel mensual, sin embargo, estas diferencias no fueron significativas (Reclutas: Λ Wilks = 0,706; $F_{(2;12)}$= 2,497; P= 0,124; Adultos: Λ Wilks = 0,972; $F_{(2;34)}$= 0,499; P= 0,612) (Tabla 3).

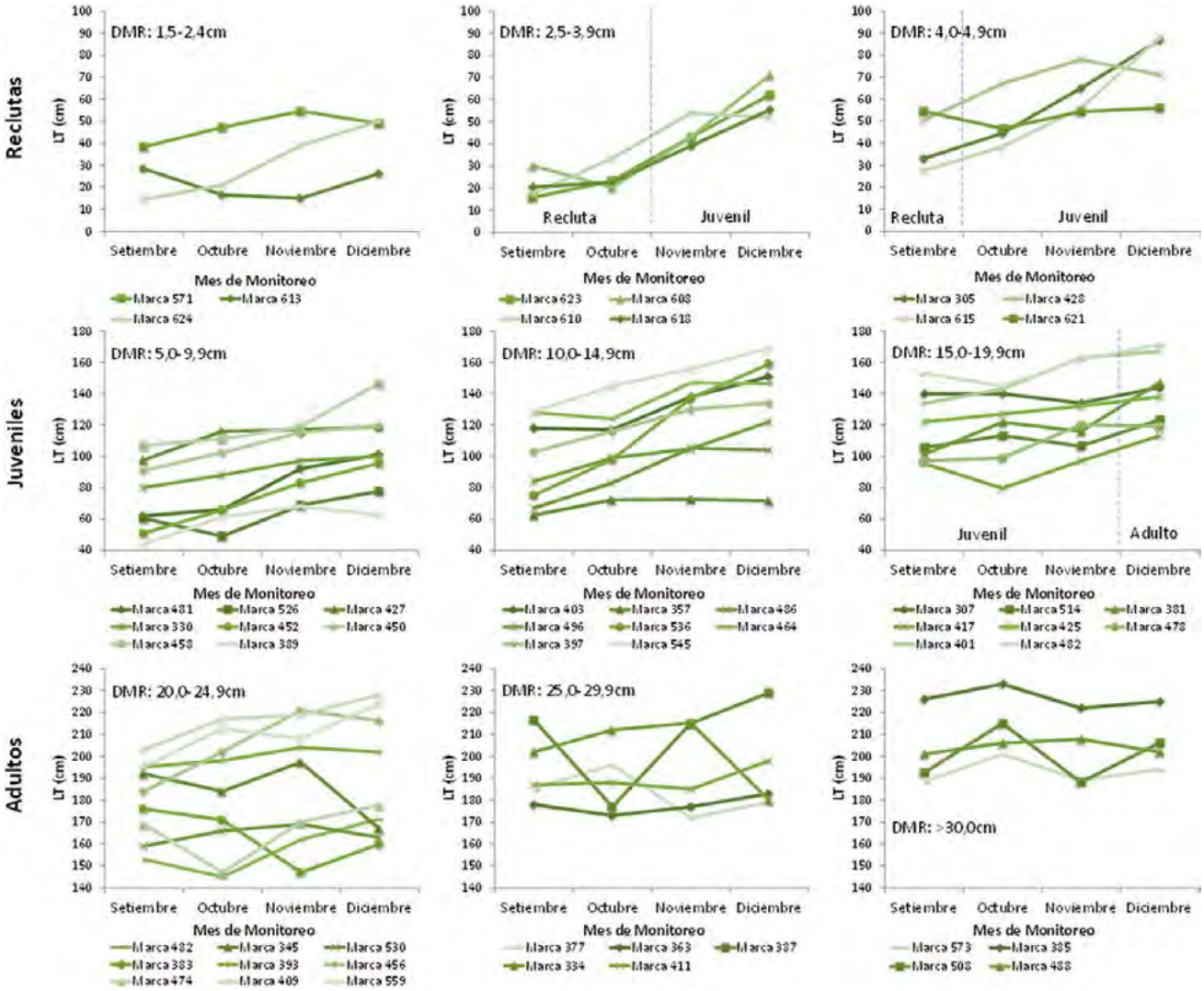

Figura 4.- Variación mensual del incremento en LT observado en esporofitos marcados de *Lessonia trabeculata* en función del grupo de edad (recluta, juvenil y adulto) y clase de talla, BN Barco Hundido. Islay, 2011

Tabla 3.- Descriptores estadísticos de la tasa neta de crecimiento en función a la longitud máxima (LT) durante los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, BN Barco Hundido. Islay, 2011

	Octubre			Noviembre			Diciembre		
	Recluta	Juvenil	Adulto	Recluta	Juvenil	Adulto	Recluta	Juvenil	Adulto
Crecimiento LT medio (%$día^{-1}$)	0,403	0,305	0,113	1,030	0,485	0,024	0,569	0,049	0,049
Desviación estándar	1,07	0,48	0,29	1,11	0,71	0,32	0,95	0,64	0,34
Tasa mínima (%$día^{-1}$)	-1,810	-0,886	-0,673	-1,195	-0,744	-0,699	-1,455	-2,315	-1,070
Tasa máxima (%$día^{-1}$)	2,193	1,246	0,656	2,518	3,116	0,711	1,859	0,789	0,792

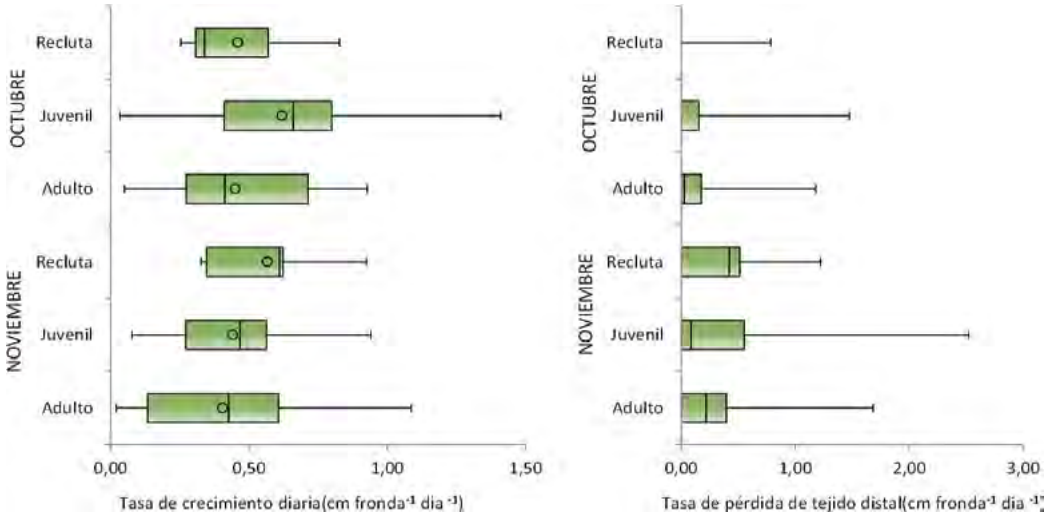

Figura 5.- Variación mensual de las tasas de crecimiento diario de filoides y pérdida de tejido distal en longitud (cm.fronda^{-1}día^{-1}) en función a los grupos de edad (recluta, juvenil, adulto), BN Barco Hundido. Islay, 2011

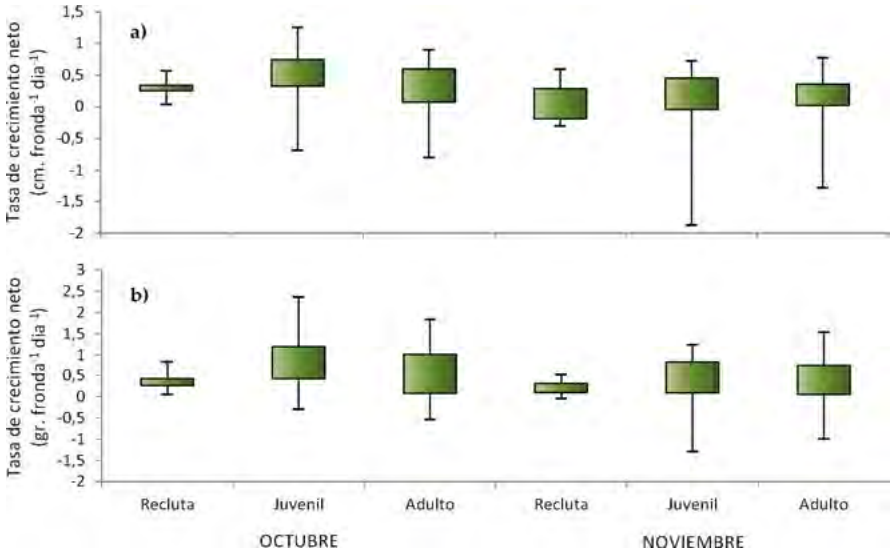

Figura 6.- Variación mensual de la tasa de crecimiento neto en: a) Longitud (cm.fronda^{-1}día^{-1}), b) Biomasa (gr.fronda^{-1}día^{-1}) en función de los grupos de edad (recluta, juvenil, adulto), BN Barco Hundido. Islay, 2011

Crecimiento y pérdida del tejido distal en filoides

La población monitoreada en general mostró un marcado patrón de crecimiento en filoides a nivel mensual (Λ Wilks = 0,810; $F_{(1;101)}$= 23,721; P <0,01) con máximo en octubre y mínimos en noviembre. La pérdida de tejido distal en filoides fue menor durante octubre mostrando un aumento significativo en noviembre (Λ Wilks = 0,913; $F_{(1;101)}$= 9,622; P<0,01) (Fig. 5). Con respecto al crecimiento y la pérdida de tejido distal en función de los grupos de edad, se observó que los esporofitos juveniles mostraron diferencias significativas a nivel mensual (crecimiento: Λ Wilks = 0,643; $F_{(1;59)}$= 32,756; P <0,01; pérdida: Λ Wilks = 0,897; $F_{(1;59)}$= 6,785; P <0,05); los esporofitos reclutas solo mostraron diferencias significativas en la pérdida de tejido distal aumentado sus valores en noviembre (Λ Wilks = 0,340; $F_{(1;4)}$= 7,781; P <0,05). Aunque los valores de crecimiento y pérdida de tejido distal en filoide en esporofitos adultos mostró variación entre los meses de octubre y noviembre, las diferencias no fueron significativas (crecimiento: Λ Wilks = 0,955; $F_{(1;36)}$=1,697; P=0,201; pérdida: Λ Wilks = 0,960; $F_{(1;36)}$= 1,515; P= 0,226) (Fig. 5).

El crecimiento de filoides y la pérdida de tejido distal en unidades de biomasa fresca mostró el mismo patrón temporal de las observaciones

en longitud, con disminución significativa de crecimiento (Λ Wilks = 0,866; $F_{(1;101)}$= 15,605; P <0,01) y aumento en la pérdida de tejido distal (Λ Wilks = 0,903; $F_{(1;101)}$= 10,800; P <0,01) durante el mes de noviembre. A pesar de existir variación significativa en el crecimiento y pérdida de biomasa de la población en general, solo se observaron diferencias significativas en filoides de esporofitos juveniles (Crecimiento: Λ Wilks = 0,727; $F_{(1;59)}$= 22,136; P <0,01; pérdida: Λ Wilks = 0,869; $F_{(1;59)}$= 8,892; P <0,05).

El crecimiento y la pérdida de tejido distal en el total de la población monitoreada, fueron significativamente diferentes en términos de longitud (Octubre: $t_{(102)}$= 10,13; P <0,01. Noviembre: $t_{(102)}$= 2,63; P <0,01) y biomasa (Octubre: $t_{(102)}$= 12,11; P <0,01. Noviembre: $t_{(102)}$=7,40; P<0,01), siendo el incremento de tejido por el crecimiento "mayor que" la pérdida de tejido distal (crecimiento > pérdida de tejido distal) (Tablas 5, 6); esto también se observó en los valores de crecimiento neto, los cuales registraron valores positivos para cada grupo de edad durante el periodo de monitoreo (Fig. 6).

Relaciones biométricas

Debido a que el diámetro del disco fue seleccionado como variable de observación, a fin de establecer la biomasa de referencia poblacional, se analizó el ajuste de las variables Diámetro mayor del rizoide – Peso total del esporofito ($PT(g)_i$= 0,6847*$DMR(cm)_i^3$), la cual presentó un adecuado ajuste predictivo entre ambas variables (r= 0,77) y a su vez permitió transformar los datos de crecimiento con base en el diámetro del rizoide a incremento en biomasa (Fig. 7).

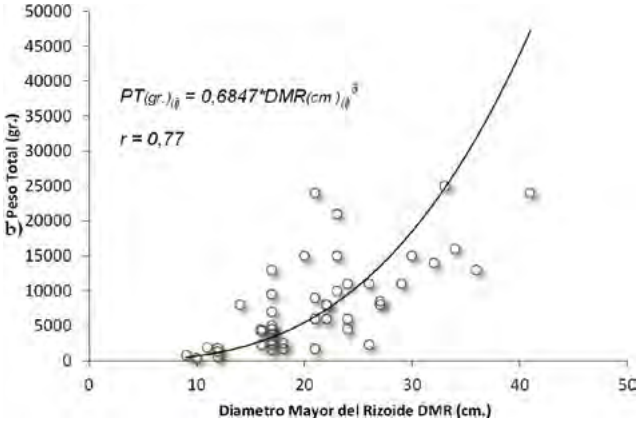

Figura 7.- Relación Diámetro mayor del rizoide (DMR) – Peso total (PT) de los ejemplares de *Lessonia trabeculata* extraídos, BN Barco Hundido. Islay, 2011

De acuerdo a estas estimaciones, se observó un lento incremento de biomasa fresca en individuos reclutas alcanzando 75 g al llegar a 5 cm de DMR, aumentando progresivamente su tasa de incremento en peso durante la etapa de juveniles hasta alcanzar 5,7 kg y 20 cm de DMR (fase adulta), continuando su aumento en peso de manera continua, teniendo como factor limitante los mecanismos de pérdida de tejido laminar por ruptura durante fuertes temporales y pastoreo por parte de la macrofauna asociada (Fig. 8).

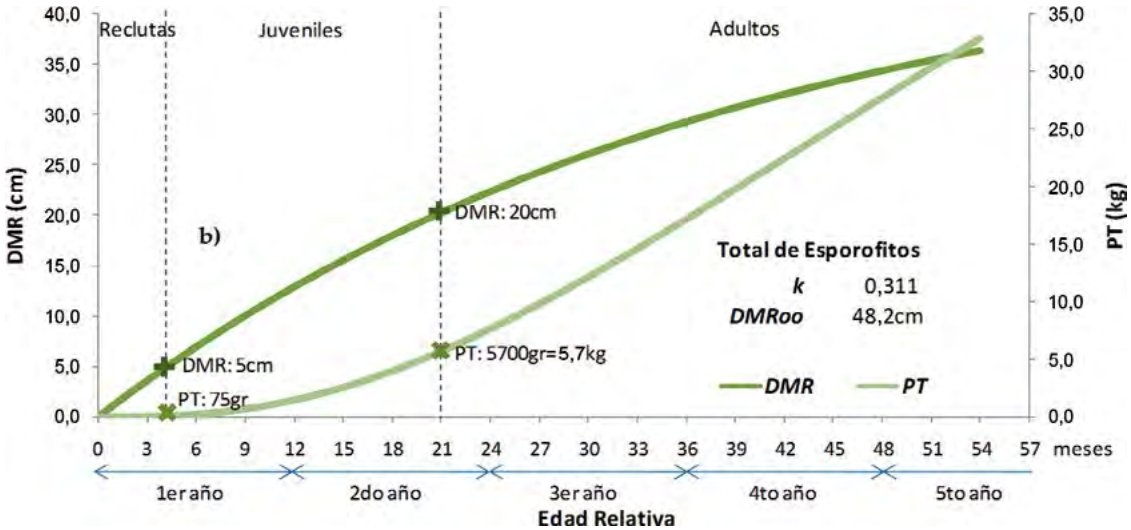

Figura 8.- Crecimiento estimado en biomasa fresca (PT) en el total de esporofitos marcados de *Lessonia trabeculata* durante el periodo de monitoreo Setiembre – Diciembre, BN Barco Hundido. Islay, 2011

Fertilidad

El porcentaje de individuos fértiles, en el área de monitoreo, varió significativamente a través del tiempo mostrando máxima ocurrencia de individuos fértiles durante los meses de setiembre (Adultos 81,40%) y octubre (Adultos 88,10%, Juveniles 26,76%) al inicio de la primavera, lo cual en general es concordante con los aumentos en densidad de esporofitos registrados después del invierno en la costa sur del Perú, asociados a la liberación de zoosporas y el asentamiento de esporofitos. En los meses siguientes se observó declinación hasta diciembre (Adultos 62,22%, Juveniles 10,71%) (Fig. 9).

Al comparar el porcentaje de individuos fértiles en función de su clase de edad durante cada periodo mensual, se observó marcada diferencia de proporción entre esporofitos juveniles y adultos debido a que los primeros estarían ingresando a su etapa de primera esporulación (DMR ≥12 cm en octubre y noviembre, con soros incipientes en el centro del filoide), sin embargo presentaron el mismo patrón a nivel temporal observándose mayor ocurrencia de individuos fértiles de *Lessonia trabeculata* en ambos grupos durante octubre (88,10%). La mayor ocurrencia de filoides senescentes (erosionados debido a la liberación de zoosporas) se observó durante noviembre.

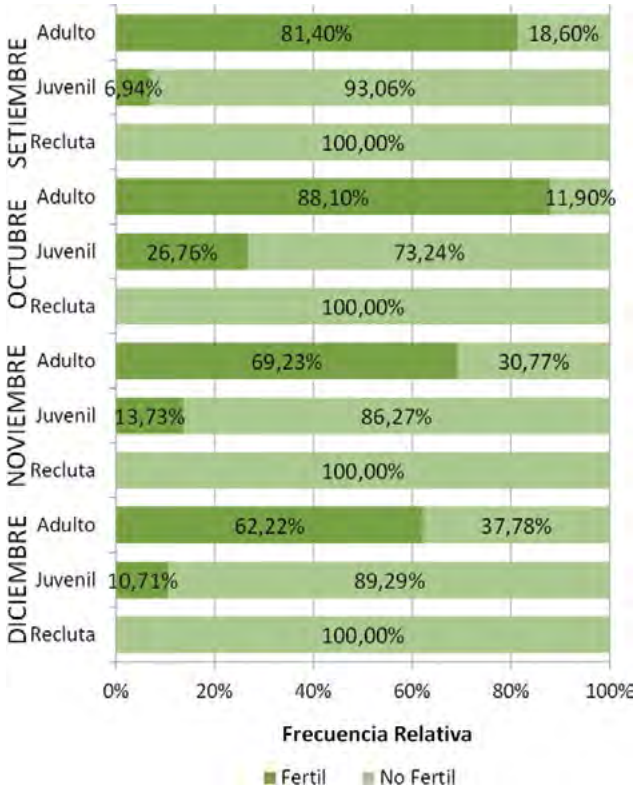

Figura 9.- Variación mensual de la ocurrencia de estructuras reproductivas (soros) en los ejemplares marcados de *Lessonia trabeculata*, BN Barco Hundido. Islay, 2011

Aspectos oceanográficos

Las condiciones oceanográficas entre setiembre y diciembre del 2011, frente a la costa sur del Perú, reflejaron un período de transición hacia condiciones La Niña débiles y moderadas tras un breve período de condiciones neutras, con anomalías negativas en el Pacifico Suroriental.

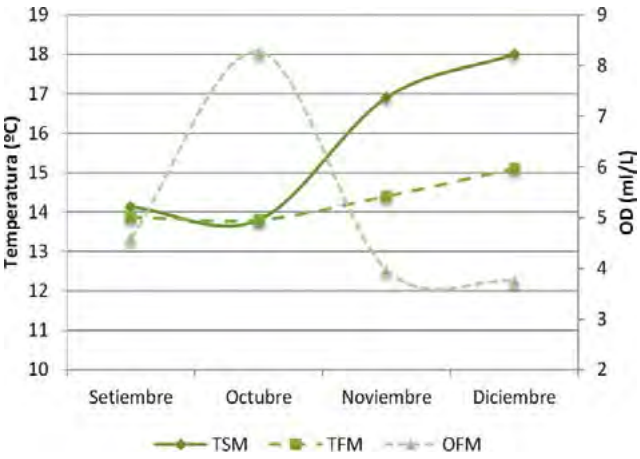

Figura 10.- Variación mensual de la Temperatura superficial (TSM) y de fondo (TFM) y Oxígeno Disuelto (OFM), BN Barco Hundido. Islay, 2011

Estas condiciones se reflejaron en las series temporales oceanográficas del BN Barco Hundido, las cuales mostraron enfriamiento de la columna de agua por la intrusión de aguas más profundas y frías acompañado por incremento en la concentración de oxígeno disuelto durante el mes de octubre (TSM 13,8 °C; TFM 13,8 °C; OFM 8,27 mL/L).

Sin embargo, a partir de noviembre, las condiciones oceanográficas empezaron a cambiar hacia condiciones de intensa deficiencia de oxígeno y el aumento progresivo de temperatura durante los meses de noviembre (TSM 16,6 °C; TFM 14,4 °C; OFM 3,97ml/L) y diciembre (TSM 18,0 °C; TFM 15,1 °C; OFM 3,75 mL/L) (Fig. 10).

4. DISCUSIÓN

La población monitoreada estuvo caracterizada por la diversa morfología de esporofitos, observándose individuos adultos con rizoides de gran tamaño y bajo número de estipes, característica relacionada a sectores protegidos (Gonzales *et al.* 2002), lo cual concordaría con la morfología del área monitoreada. No obstante, estuvo influenciada por la dinámica submareal somera, generada por las mareas, oleaje, arrastre y desplazamiento de piedras. Ecológicamente, la denudación de sustrato realizada al área en el 2010 pudo favorecer el asentamiento y el crecimiento de los individuos reclutas y juveniles monitoreados, por disminución de las interacciones competitivas entre adultos (por luz y nutrientes), generando sustrato disponible para el asentamiento de nuevos individuos.

Durante el desarrollo del trabajo no se contó con información puntual acerca del crecimiento de *L. trabeculata*, sin embargo Vega *et al.* 2005, *hacen mención al crecimiento de L. nigrescens (III y IV Región, Chile) entre 12 y 15 meses en alcanzar un diámetro de 20 cm*; de acuerdo a nuestras estimaciones, un ejemplar de *L. trabeculata* que no presenta coalescencia demora entre 20 a 21 meses en alcanzar los 20 cm de diámetro de rizoide, esto se debería a la adaptación a diferentes hábitats (intermareal y submareal), así como a las condiciones oceanográficas frías y templadas propias de latitudes 32-26°S (Chile) y 16°S (Perú), respectivamente.

El crecimiento de las plantas de *Lessonia trabeculata* en el área monitoreada dependió de la edad y de las condiciones ambientales. Se asumió que los bajos valores en las tasas de crecimiento en DMR, así como su disminución progresiva en individuos juveniles y adultos, estuvieron asociados a la mayor ocurrencia de fertilidad observada en el área durante el mes de octubre y a la disminución de oxígeno disuelto y aumento de temperatura en los meses de noviembre y diciembre, *confiriéndole una capacidad predictiva del crecimiento en biomasa y ocurrencia de fertilidad, además del número y diversidad de especies* (Santelices 1982, Vásquez 1989).

La variación mensual observada en función al LT estuvo asociada a tres aspectos: 1) Pastoreo por parte de *Tegula atra* y *Calyptraea trochiformis*, 2) Posturas de huevos de *Schroederichthys chilensis* y 3) Actividades reproductivas del propio esporofito de *Lessonia trabeculata* que presenta en sus filoides tejido indiferenciado que posteriormente generará las estructuras reproductivas (soros) y su consecuente senescencia, existiendo competencia en la utilización de nutrientes durante las etapas de crecimiento y reproducción, lo cual se observó en la disminución del crecimiento en LT posterior al mes de octubre, mes que registró la mayor ocurrencia de esporofitos fértiles (Adultos 88,10%, Juveniles 26,76%).

Considerando que la ocurrencia de individuos fértiles es constante durante todo el año, el bajo asentamiento y la alta mortalidad observados durante diciembre (TSM 18,0 °C; TFM 15,1 °C; OFM 3,75 mL/L), nos indica que la supervivencia dependerá en gran medida de las fluctuaciones en las condiciones oceanográficas locales; además, se observó que plantas con DMR ≥12,0 cm y LT ≥68,2cm presentaron soros delgados en el centro de filoide, lo cual concuerda con las observaciones de Vega *et al.* 2005 para ejemplares de la misma especie (*L. trabeculata*) en la III y IV Región (Chile).

5. CONCLUSIONES

Los esporofitos de *Lessonia trabeculata* presentarían un tiempo de 20 a 21 meses desde su asentamiento al sustrato hasta alcanzar 20 cm de diámetro del rizoide y una biomasa media estimada de 5,7 kg. Los ejemplares adultos presentaron un incremento en DMR entre 0,14% dia^{-1} y 0,22% dia^{-1} e incrementos en longitud total de 0,03 – 0,79% dia^{-1}.

El porcentaje de individuos fértiles registró máxima ocurrencia durante los meses de setiembre (Adultos 81,40%) y octubre (Adultos 88,10%; Juveniles 26,76%).

Durante el periodo de monitoreo se registraron condiciones oceanográficas de TSM: 13,8 °C a 18,0 °C; TFM: 13,8 °C a 15,1 °C y OFM: 3,75 mL/L a 8,27 mL/L.

Agradecimientos

Los autores desean dejar constancia de su agradecimiento al Bachiller Juan José Chambilla Llanos y al Biólogo Percy Hostia Chacaliaza por el apoyo logístico brindado durante la ejecución de los monitoreos a bordo y mediante buceo, de igual modo al Blgo. Edward Barriga Rivera por las observaciones realizadas. Al buzo Víctor Torrealva Álvarez y a todos los tripulantes de la embarcación "Señor de Luren" (Islay) que apoyaron en el desarrollo de las operaciones en mar.

6. REFERENCIAS

Carrit D E, Carpenter J H. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modification of the Winkler method for determining dissolved oxygen in sea-water. NASCO. Report. J. Mar. Res. 24 (3): 286-318.

Castilla J. 1985. Food webs and functional aspects of the kelp, *Macrocystis pyrifera*, community in the Beagle Channel, Chile. In W. Siegfred; P. Condy & R. Laws (Eds.). Antartic nutrient eyeles and food webs. Springer-Verlab Berlin Heidelberg. 407 - 414.

Gayanilo F, Sparre P, Pauly D. 1996. Stock assessment tools user's manual. FAO, Roma. 126 p.

Gonzales J, Tapia C, Wilson Á, Garrido J, Ávila M. 2002. Estrategias de explotación Sustentable Algas Pardas en la Zona Norte de Chile. Informe Final FIP Nº 2000-19.

Hay C. 1994. Durvillaea (Bory). In: I. Akatsuka (Ed.) Biology of Economic Algae. SPB Publishing by The Hague. The Netherlands. 353 - 384.

Mendieta J. 1997. Consideraciones ecológicas para el manejo de poblaciones de *Lessonia trabeculata* Villouta and Santelices, 1986, en el norte de Chile. Unpublished thesis, Facultad de Ciencias del Mar, Magister en Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile.

North W J. 1994. Review of *Macrocystis* biology. In: Biology of economic algae. I. Akatsuka (ed.).SPB Academic Publishing by The Hague. The Netherlands. 447 - 527.

Núñez L, Vásquez J A. 1987. Amplitud trófica y utilización de microhábitats de cuatro especies de peces asociados a un bosque submareal de *Lessonia trabeculata* Villouta Santelices. Estudios Oceanológicos (Chile). 6: 78 - 85.

Romero L, Paredes C, Chavez R. 1988. Estructura de la macrofauna asociada a los Rizoides de *Lessonia* sp. (Laminariales, Phaeophyta). Boletín extraordinario Instituto del Mar del Perú. 133 – 139.

Santelices B. 1980. Phytogeographic characterization of the temperate coast of Pacific South America. Phycologia 19(1): 1 - 12.

Santelices B. 1982. Caracterización fitogeográfica de la costa temperada del Pacífico de Sudamérica. Verificación de hipótesis y consecuencias ecológicas. Archivos de Biología y Medicina Experimentales (Chile) 15: 513 - 524.

Tala F. 1999. Crecimiento, productividad y pérdida de tejido en filoides de *Lessonia trabeculata* y *Lessonia nigrescens* (Laminariales, Phaeophyta). Tesis Universidad Católica del Norte. Facultad de Ciencias del Mar. 126 pp.

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

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

Vásquez J A. 1991. Variables morfométricas y relaciones morfológicas de *Lessonia trabeculata* Villouta & Santelices, 1986 en poblaciones submareales del Norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural. 64: 271 - 279.

Vásquez J A, Buschmann A. 1997. Herbivory-kelp interactions in subtidal chilean communities: a review. Revista Chilena de Historia Natural. 70: 41 - 52.

Vega A, Vásquez J, Buschmann A. 2005. Population biology of the subtidal kelps *Macrocystis integrifolia* and *Lessonia trabeculata* (Laminariales, Phaeophyceae) in a upwelling ecosystem of northern Chile: interannual variability and El Niño 1997–1998. Revista Chilena de Historia Natural. 78: 33 – 50.

Zar J. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Inc., NJ, USA. 929 pp.