

Índice

Resumen	2
Introducción	4
Objetivo General	5
Objetivos Específicos	5
1 Antecedentes Biológicos de la Especie	6
1.1 Descripción de la Especie y distribución geográfica	6
1.2 Estado del Arte	7
1.3 Material y Métodos	10
2 Resultados	15
2.1 Chañaral	15
2.2 Torres del Inca	24
2.3 Las Lisas	32
2.4 Zapatilla	40
2.5 Pajonales	48
2.6 Pan de Azúcar	55
3 Estudio de Dinámica Poblacional	66
4 Cultivo Vía Esporas	69
4.1 Siembra 1	69
4.2 Siembra 2	73
4.3. Siembra 3	75
5 Anexos	77
5.1 Anexo 1	77
5.2 Anexo 2	79
5.3 Anexo 3	80
6 Actividades de Difusión	82
6.1 Ceremonia de Inauguración	82
6.2 Primer Taller en Torres del Inca	86
6.3 Ceremonia de Finalización	87
6.4 Segundo Taller Torres del Inca	95
Conclusiones	97
Referencias Bibliográficas	100
Agradecimientos	103

RESUMEN

La explotación de los huirales en Atacama es una actividad constante realizada por algueros y sólo es interrumpido en periodos de veda, ejerciendo controles muy fuertes por la autoridad y por los protocolos de cosecha que se deben acompañar en las ventas de estas macroalgas.

El escaso conocimiento de la biología poblacional de estas especies se suma a estos procesos de extracción, lo que hacía, necesario desarrollar estudios de dinámica poblacional, conocer la viabilidad de los cultivos y con ello determinar en lo posible el manejo del recurso.

En los últimos años se ha desarrollado un intenso trabajo con algas pardas huirales en esta región que se han descrito en diferentes publicaciones y que ha sido liderado por la Universidad Austral de Chile (ver literatura citada en este informe por R. Westermeier y colaboradores).

El proyecto que se describe tuvo como objetivo el “Re poblamiento del Huiro Negro (*Lessonia berteroana*) en Atacama”. Se evaluó en este desarrollo la dinámica poblacional de la especie, el cultivo en el laboratorio y en el mar utilizando talos producidos en sistemas experimentales de laboratorio y el uso de reclutas en siembras, controlando el crecimiento del disco de fijación, estipes y frondas. Al mismo tiempo que se controlaban los porcentajes de sobrevivencia y mortalidad que presentaban estos talos cultivados y sembrados en el mar.

Por otra parte, esta dinámica se controló en diferentes localidades de la región realizando en cada uno de estos lugares siembras estacionales diversas en los 23 meses de investigación. Se controló además la dinámica de los nutrientes y de los metales pesados en el agua de mar de las diferentes estaciones de muestreo y estacionalmente el contenido de metales que estas plantas acumulaban en el tiempo.

Los resultados muestran que los sistemas de cultivo utilizados, tanto en vía producción de plantas de cultivo como aquellas procedentes de poblaciones naturales (reclutas), fueron extraordinariamente eficientes con diferencias en las sobrevivencias de acuerdo a los lugares de muestreo. Las mayores sobrevivencias, se controlaron en Las Lisas y Zapatilla con cerca de 60% mientras que los valores menores se reportaron en Chañaral con un 10%.

Los mayores crecimientos, levemente superiores a los 4 metros de longitud, se registraron en Las Lisas y Pan de Azúcar en los primeros 15 meses. En Chañaral en cambio estos tamaños alcanzaron aproximadamente los 100 cm.

La dinámica de la población presentada difiere marcadamente en los lugares analizados. La razón está condicionada por la actividad extractiva, siendo esta mínima en el área experimental de Torres del Inca en comparación a Pajonales (Punta Cacho), un área altamente intervenida.

Los análisis físicos químicos de agua muestran un patrón semejante en todas las áreas estudiadas, tanto para el Amonio, Fosfato y Nitrato. Los metales pesados muestran estacionalidad en su comportamiento con altas concentraciones de Cobre, Arsénico y Cadmio en prácticamente las 4 estaciones del año y con los mayores valores en el disco de fijación.

INTRODUCCIÓN

En Chile actualmente 14 especies de macroalgas son extraídas de sus poblaciones naturales. Entre los años 2010 al 2015 los desembarques fluctuaron entre 375 y 541 mil toneladas, donde la extracción total de algas por algueros representa en promedio alrededor de 95%, seguido por algas cosechadas en centros de cultivo en un 3% y aquellas que viene de áreas de manejo alcanzan un 2% aproximadamente.

Las algas de mayor importancia, en estos antecedentes de extracción reportados, corresponden al Huiro Negro, Huiro Palo, Huiro Flotados, Pelillo, Luga Negra, Luga Roja, Luche, Cochayuyo y que son extraídos por la pesca artesanal. A pesar que para la mayoría de estas especies existe regulación y periodos de extracción, ello no se cumple a cabalidad y ante algunas especies estamos frente a una extracción indiscriminada y carente de control.

Como consecuencia de lo anterior se ha establecido por el estado a través de la Subsecretaría de Pesca, la ley 20925 de un incentivo para actividades de cultivo y repoblamiento de algas, enfocado principalmente aumentar la biomasa disponible. Ello se ha implementado especialmente para el recurso Gracilaria, donde la idea es producir semillas de alta calidad que permita el repoblamiento, el cultivo y que los procesos de producción sean sostenida y sustentable en el tiempo, evitando así que con Gracilaria, se sigan usando cepas envejecidas para el cultivo de esta especie, lo que no produce una biomasa que haga rentable la actividad para el alguero.

Al mismo tiempo se está en espera de la regulación pesquera que se oriente a la auto sustentación de las praderas naturales que promovería además el desarrollo de nuevas praderas.

Al iniciar este proyecto de “Repoblamiento de Huiro Negro”, propusimos que esta iniciativa se enmarque dentro de un programa, con mayor tiempo de duración de tal manera de involucrar a los algueros y que al mismo tiempo cuenten con el soporte técnico de lo que significa este repoblamiento y manejo del recurso Huiro, utilizando además una metodología que haga posible que el alguero sea el protagonista de esta actividad en su concesión.

Prueba de repoblamiento en la literatura son muchas y variadas en algas pardas. El pionero de ello fue North (1968) (1979) quien usó esporas y realizó trasplantes en diferentes partes del mundo.

En Chile se han hecho esfuerzos variadas con algas pardas y con *L. berteroana* sin lograr efectividad, ya que los reclutamientos eran muy bajos y los trasplantes produjeron mortalidades masivas (Vásquez & Tala 1995). Correa et al. (2006) realizó trasplantes de plantas completas desde poblaciones naturales con resultados distintos, tanto en la sobrevivencia como el crecimiento. Este método tuvo éxito en adherencia al sustrato de las plantas, pero el esfuerzo del trasplante era difícil de repetir a gran escala.

En comparación de estos resultados con aquellas realizadas a nivel mundial por Terawaki et al. (2003) Hernández Carmona et al. (2000), Carney (2003) y Carney et al. (2005) los que fueron más eficientes, a los que realizaron a través de trasplantes en zonas afectadas de sobreexplotación.

Los estudios utilizando esporas, hasta la formación de esporofitos iniciales pequeños (plántulas) procedentes de cultivos en el laboratorio, con una especie como *Lessonia berteorana*, de crecimiento lento, no se aclimatan tan rápidamente desde las condiciones del laboratorio al terreno. Ello implicará entonces dar mayores tiempos de crecimiento de estas plántulas producidas vía esporas en condiciones experimentales de laboratorio. Asociado a lo anterior Westermeier et al. 2013, 2014, y 2016, probaron otras alternativas como el uso de fragmentos de discos de fijación de las especies *Macrocystis* y *Lessonia berteroana*. Estos experimentos mostraron excelentes resultados y fueron realizados con *Macrocystis* en Bahía Chasco y con *Lessonia berteroana* en la ribera norte de la Bahía de Chañaral.

Como consecuencia de estos resultados, se pone a prueba la siguiente hipótesis:

“Que el repoblamiento de Huiro Negro es posible utilizando reclutas, tanto procedentes de cultivos como plántulas de la población natural” y para ello se determinará y evaluará los siguientes objetivos.

OBJETIVO GENERAL:

Repoblamiento de *Lessonia berteroana* (Huiro Negro) en la región de Atacama.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el efecto de la estacionalidad en la densidad de discos para el repoblamiento de *Lessonia berteroana*, en áreas de manejo del litoral de Atacama.
- Evaluar la producción de plántulas en laboratorio, para su posterior traslado al mar.
- Evaluar repoblamiento con discos de fijación (fragmentos) directo a rocas
- Evaluación de la estabilidad de la pradera “artificial” (repoblada de *Lessonia berteroana*) en Chañaral Las Lisas y Pajonales, determinando porcentaje de fijación, longitud, biomasa y fenología reproductiva.
- Evaluar reclutamiento de *Lessonia* en áreas repobladas con esta metodología.
- Determinar densidad de siembra de talos a repoblar y su efecto de fusión de discos.
- Evaluar efectos de cosecha eliminando entre 20 -50 % y 100 % del disco de fijación.

Nota: A continuación, se describen tres objetivos no considerados en la presentación del proyecto, pero que fueron realizados en el curso de la investigación.

- (Evaluar la dinámica poblacional en poblaciones naturales de *Lessonia berteriana*)
- (Evaluar nutrientes y metales pesados en la columna de agua)
- (Evaluar estacionalmente la concentración de metales pesados en los discos de fijación, estipe y frondas de *Lessonia berteriana*)

1. Antecedentes biológicos de la especie.

1.1 Descripción de la especie y distribución geográfica

El huiro negro es un alga parda perteneciente al género *Lessonia*, y se distribuye en ambientes rocosos expuestos al oleaje. En la región de Atacama la especie que habita es *L. berteriana*, la que ha tenido especial interés de la comunidad científica para estudiar su biología, ecología y repoblamiento en zona de gran exposición a metales pesados.

El huiro negro pertenece a la clase Phaeophyceae, al orden Laminariales y a la familia Lessoniaceae.

Presenta un ciclo de vida bifásico heteromórfico, donde la fase esporofita es diploide. En estas frondas se forman los soros esporangiales, que contiene las esporas; estas al ser liberadas al ambiente, se fijan al sustrato, dividiéndose mitóticamente hasta formar gametofitos masculinos y femeninos, que corresponde a las estructuras sexuales y que son microscópicas. La fecundación del gametofito femenino por el espermatozoide produce un cigoto diploide, el que por divisiones mitóticas generará un individuo adulto

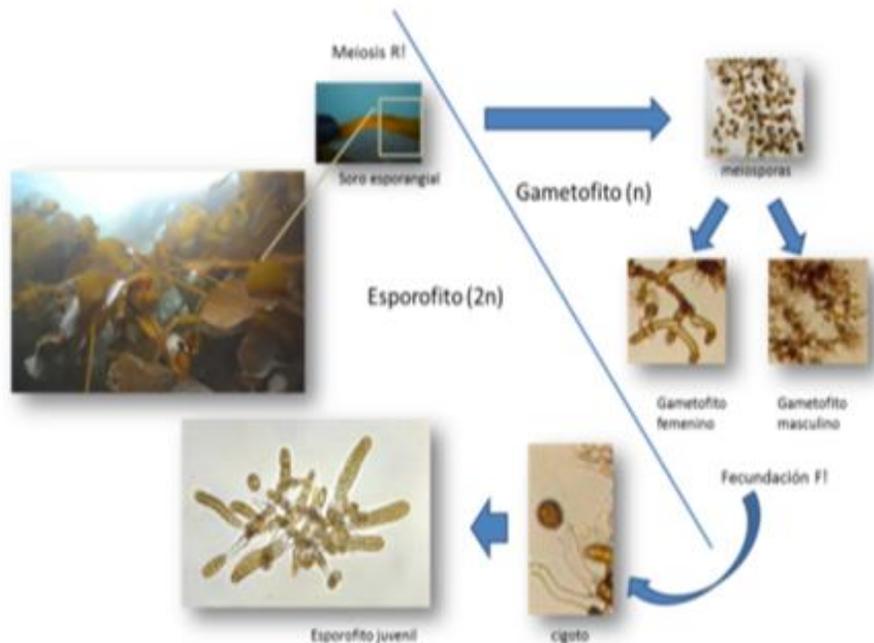


Figura 1. Ciclo de vida de *Lessonia berteriana*

1.2 Estado del Arte

En Chile, la recolección de algas desde praderas naturales ha sido históricamente el método utilizado para la obtención de estos recursos marinos, a pesar de tener las técnicas de cultivo desarrolladas para muchas especies de importancia comercial. Las algas pardas *Lessonia berteroana*, *L. trabeculata* Villouta & Santelices, *Macrocystis pyrifera* LC Agardh, *M. integrifolia* Bory y *Durvillaea antarctica* (Chamisso) Hariot son las únicas explotadas, extraídas de praderas naturales, registrándose al año 2017, 86.078 ton de huiro negro (*L. berteroana*) representando el 76% de los desembarques regionales (Sernapesca 2017). La tabla 1 presenta el desembarque de algas pardas donde claramente la especie de estudio del presente proyecto es el recurso más extraído en la III región (SERNAPESCA 2017).

Desembarque Regional Anual 2008-2017 (Ton)			
Años	Huiro Negro	Huiro Palo	Huiro
2008	78.923	7.255	4.042
2009	96.090	8.887	4.989
2010	76.853	13.587	4.530
2011	120.046	10.866	9.092
2012	148.752	12.403	9.771
2013	167.463	45.186	9.263
2014	67.515	22.252	9.600
2015	55.000	25.535	11.580
2016	53118	14.976	11.062
2017	86.078	16.965	9.986

Tabla 1. Desembarque regional de los recursos huiros en estado húmedo en la región de Atacama periodo 2008-2017 (Anuario Estadístico de Pesca)

Este nivel de extracción es relativamente nuevo. Hace décadas, el uso de algas pardas solo se restringía a *Durvillaea antártica* como alimento humano de zonas costeras, aplicación que se extendió a la producción de harinas, alginatos y alimento de invertebrados marinos, entre las décadas de los 60 y 90. Esta proyección comercial llevó a una evidente sobreexplotación del recurso, reflejada en aumento de los precios en playa, una ampliación de la distribución de extracción y el cambio del método de obtención a la extracción directa, dada la disminución de la disponibilidad de alga varada (Santelices 1982; Vásquez 1995; 2008; Vásquez et al. 2005; Vásquez & Santelices 1990). Estos fenómenos acrecentaron la situación

existente, más aun considerando que otra característica típica de esta pesquería es que el 85% se centró exclusivamente entre la II y IV regiones del país (Sernapesca 2017), donde las condiciones de secado son idóneas para el proceso productivo posterior.

Es por eso que *Lessonia berteroana* es un alga prioritaria a estudiar, presenta los niveles más altos de desembarques 86.078 ton a nivel regional y 203.850 ton a nivel nacional al año 2017, esta posee una función ecológica importante para recursos bentónicos de importancia comercial e invertebrados marinos en general, representa una fuerza de trabajo significativa para personas de situación económica precaria en la zona norte del país y porque las técnicas de maricultura y repoblamiento no han sido suficientemente probadas y exitosas.

Contexto económico-social de *Lessonia berteroana*

En los últimos 10 años *L. berteroana* pasó a ser el recurso más importante de la zona norte del país. Los volúmenes de extracción sobrepasaron las 100.000 ton en el año 2011 en la Región de Atacama, pero decayendo considerablemente durante los años 2014, 2015 y 2016 (Sernapesca 2017), que podría estar explicado por la sobreexplotación del recurso, ya que el precio en playa se ha mantenido durante los últimos 10 años, lo cual indicaría que el problema de fondo sería la disponibilidad de alga, más que la rentabilidad de la actividad. La falta de información y capacitación por parte de los algueros sobre este recurso hace muy poco probable las “buenas prácticas”, situación que ha potenciado las consecuencias negativas de sobreexplotación expuestas. En el año 2017 tuvo un aumento del 51.88%, respecto al año 2016. Ello puede deberse al establecimiento de vedas estacionales fijadas para evitar la sobreexplotación y que se mantendrán vigentes hasta el 2021.

Importancia y situación ecológica de *L. berteroana*

Lessonia berteroana posee una distribución continua en Chile, distribuyéndose de forma longitudinal desde Mollendo (17 °S) en Perú, hasta aproximadamente la V y VI región del país. Su rol ecológico se fundamenta en que muchos invertebrados, peces y algas que lo utilizan como sustrato para asentarse dentro de sus talos, especialmente del disco, como un microhábitat protector en etapas adultas, o como fuente de alimento directo (Cancino & Santelices 1981; 1984; Vásquez & Santelices 1984). Los esporofitos pueden durar varios años, alcanzado los discos de fijación hasta 50 cm de diámetro y varios estipes de 4-

5 m de largo y de hasta aproximadamente 4 cm de diámetro. Las esporofilas con soros esporangiales se encuentran durante todo el año en la costa de Atacama (Westermeier et al 2015).

Pruebas de repoblamiento de Macroalgas pardas y de *L. berteroana*

Diferentes efectos combinados de origen natural y antrópico generaron una alteración en las praderas naturales de macroalgas pardas a nivel mundial, surgiendo la necesidad de desarrollar técnicas para recuperar dichas poblaciones (North 1979). En este sentido, las técnicas de repoblamiento a través de esporas y trasplantes fueron ampliamente utilizadas en diversas partes del mundo (North 1968). Chile no es la excepción, donde algas de los géneros *Gracilaria*, *Gigartina*, *Macrocystis* y *Lessonia* fueron y han sido el foco de atención por muchos años en esta materia.

De las algas antes mencionadas, uno de los mayores esfuerzos para repoblar lo expone *Lessonia berteroana*, y es sin lugar a dudas la especie con que se han obtenido los resultados más erráticos. La razón de este fracaso se asume en la dificultad de implementar cualquier sistema convencionalmente conocido de repoblamiento en el hábitat de *L. berteroana*, considerando el sustrato y el grado de exposición de su ambiente natural. Vásquez & Tala (1995) intentaron varios métodos de repoblamiento, probando siembra directa de esporas en el ambiente natural, traslado al mar de talos sembrados en diversos sustratos en el laboratorio e inoculando frondas reproductivas en sustratos duros, en áreas expuestas y protegidas. Los más efectivos en esa ocasión fueron los que usaban frondas reproductivas y siembra directa de esporas, pero con reclutamientos muy bajos para ser replicados, mientras que el método de trasplantes produjo mortalidades masivas. Diez años más tarde Correa et al. (2006) probó con trasplantes individuales provenientes desde la pradera natural, con resultados muy distintos en sobrevivencia y crecimiento. El método utilizado ofreció una excelente adherencia al sustrato pero con un esfuerzo de trabajo difícil de repetir a gran escala. Cabe destacar que contrastando estos reportes con los realizados a nivel mundial, los resultados más efectivos fueron a través de trasplantes, entre praderas con poblaciones numéricamente estables y praderas alteradas (Terawaki et al. 2003; Hernández- Carmona et al. 2000; Carney 2003; Carney et al. 2005). Probablemente tanto esporas como esporofitos iniciales (o plántulas) no se aclimaten lo suficientemente rápido desde las condiciones de cultivos controladas a las experimentales en terreno, siendo necesario experimentar con otras variables en laboratorio y en terreno no probadas en estudios previos.

Otro sistema de repoblamiento que mostró resultados positivos fue la técnica diseñada por el laboratorio de Macroalgas de la Universidad Austral de Chile, mediante el proyecto de Repoblamiento de *Macrocystis*

integrifolia (huairo, canutillo) en la Región de Atacama y en el uso de algas pardas de cultivo para la biorremediación del ambiente costero en la Bahía de Chañaral, donde se adhirieron frondas a bolones mediante diferentes tipos de pegamento, Se ataron plántulas con elásticos y además se fragmentaron los discos de fijación, técnica que es por primera vez utilizada en el mundo como forma de propagación (Westermeier et al. 2013; Westermeier et al. 2014 ; Westermeier et al. 2016).

1.3 Materiales y Métodos

Área de estudio

El presente trabajo se realizó en la Región de Atacama (fig.2). Los sitios de muestreos comprenden de norte a sur.



Fig. 2 Área de estudio.

1. Caleta Pan de Azúcar

Ubicada aproximadamente a 20 Km de Chañaral. Comprende a una zona que fue altamente impactada por los aluviones de 2015. Como consecuencia de lo anterior la vegetación existente en estos roqueríos de la caleta desaparecieron ya que fueron totalmente cubiertas por sedimentos y arenas

producto del aluvión. Meses más tarde estos sedimentos desaparecen y por ellos se aprovechó repoblar este lugar.

2. Chañaral

Corresponde al lado norte de la Bahía de Chañaral, un lugar fuertemente contaminado por productos de relave y posteriormente con los aluviones.

3. Torres del Inca

Corresponde a un área de manejo, ubicada aproximadamente a 40 km al sur de Chañaral.

4. Las Lisas

Corresponde a un área de manejo ubicada aproximadamente a 30 km al norte de Caldera.

5. Zapatilla

Es un área de libre acceso, ubicada aproximadamente a 10 km al norte de Caldera.

6. Pajonales (sector Punta Cachos)

Es un área de libre acceso a la extracción de recursos del mar y ubicada aproximadamente a 100 km al sur de Caldera

A lo anterior se suma la Caleta Cisnes, donde se colectó material reproductivo de *Lessonia berteroana*. Este material reproductivo está disponible prácticamente todo el año y presenta características muy especiales en la germinación de esporas y formación de estructuras reproductivas. (Müller et al. 2019).

Metodología

- 1. Colecta de material reproductivo de *L. berteroana*.** Durante el desarrollo del proyecto se colectaron frondas reproductivas en todos los lugares de trabajo, las que fueron trasladadas al laboratorio en Bahía Inglesa, donde se realizó el primer tratamiento de lavado de las frondas en agua dulce, secado con papel absorbente y puestos en bolsas plásticas, las que fueron transportadas al laboratorio de Algas de la Universidad Austral de Chile en Puerto Montt.
- 2. Cultivo de Laboratorio.** La liberación, germinación de esporas, la formación de gametofitos, fecundación y luego la formación de esporofito, se encuentran descritos en la Westermeier et al. (2006) y se presentan en este capítulo una serie de fotografías que muestran este proceso.

3. **Cultivo de estanques.** Luego que las plantas alcanzaran los 5 cm son puestos en estanques de 1000 litros de capacidad donde terminan su crecimiento, llegando a tamaños de hasta 10cm y posteriormente son llevados al mar y sembradas directamente.
4. **Siembra de plantas / reclutas / fragmentos.** Como consecuencia del cultivo se produjeron plántulas las que fueron pegadas con pegamento marca ARON ALPHA, a las rocas. Lo mismo ocurrió con reclutas / plántulas / fragmentos colectados en cada área de muestreo y pegadas a las rocas con el pegamento arriba descrito.
5. **Medición de plántulas / reclutas/ fragmentos.** Los siguientes parámetros morfológicos fueron analizados:
 - a) Diámetro del disco/ rizoide/ grampón
 - b) Con ayuda de un pie de metro al inicio de los controles y más tarde, a medida que el disco crecía, se usó una huincha graduada, controlando el diámetro máximo del disco. Se calculó un valor promedio de este parámetro el que se representa en los resultados correspondientes.
 - c) Número de estipes / cauloides
De cada talo/ planta analizada se contabilizó el número de estipes y su diámetro. Se calculó un valor promedio de este parámetro el que se representa en los resultados correspondientes.
 - d) Longitud del talo / planta.
 - e) Mensualmente, al igual que las otras variables, con ayuda de una huincha graduada se determinó la longitud total de la planta, medida desde la base del disco hasta el extremo apical mayor. Se calculó un valor promedio de este parámetro el que se representa en los resultados correspondientes.
 - d) Densidad de plantas
Mensualmente se contabilizó el número de plantas por cuadrante en cada área de muestreo.
 - e) Fenología
Mensualmente se contabilizó la presencia de frondas reproductivas.
6. **Dinámica Poblacional.**
Este parámetro fue evaluado en Torres del Inca y Pajonales (sector Punta Cachos). Se marcó un área de 300 metros cuadrados, cuantificándose en franjas longitudinales a la línea de costa.

Se determinaron los siguientes caracteres de acuerdo a Westermeier et al. (2013), la estructura etárea , clasificando cinco estadios de desarrollo dentro de la población.

a) Plantas adultas

Se determinó de acuerdo a tamaño, la que va de 20 cm del diámetro del disco a mayores de 150 cm de longitud.

b) Plantas adultas fértiles.

Se controló en plantas mayores de 150 cm de longitud, que presentaban frondas reproductivas.

c) Plantas juveniles

Se determinó en plantas de 20 cm de longitud y con un disco de fijación mayor a 1 cm.

d) Plantas juveniles fértiles

Se controló en plantas sobre 20 cm de longitud y que presentaban frondas fértiles.

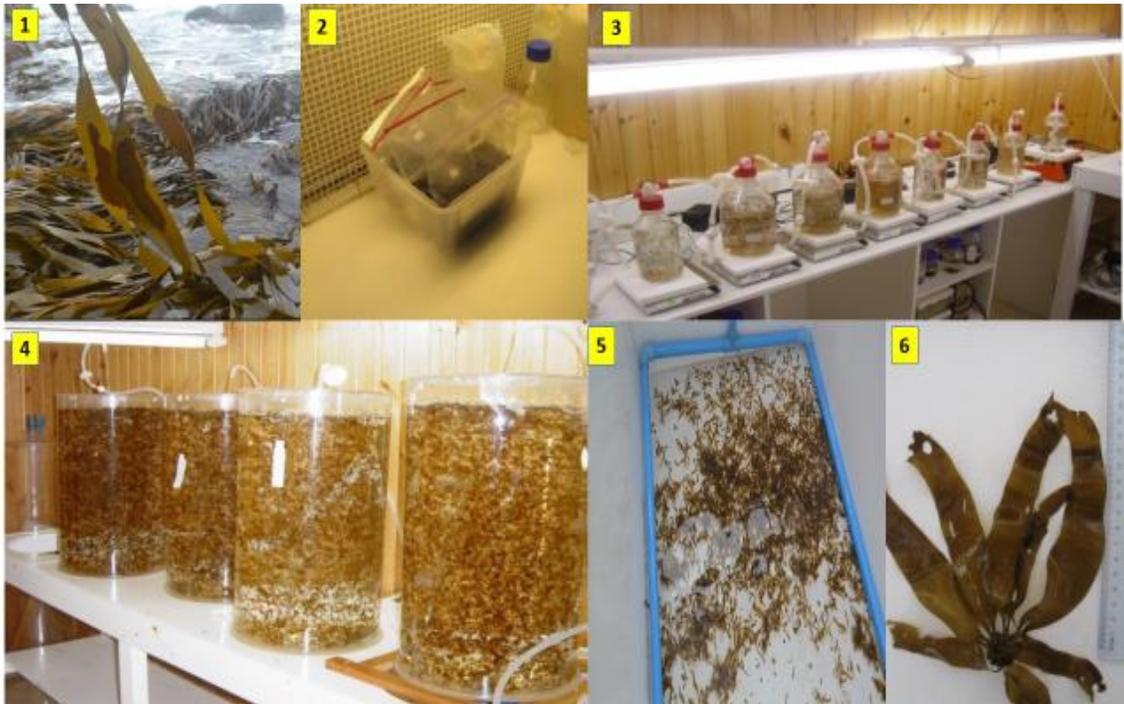
e) Reclutas.

Plántulas de escaso desarrollo y de reciente aparición en cada área de muestreo. Estas plántulas no superaron los 20 cm.

7. Análisis físico- químicos de las aguas, metales en agua y en los tejidos de *L. berteroana* .

Estos parámetros se determinaron de acuerdo a las metodologías utilizadas por Hidrolab y Analab. Los metales determinados en los tejidos de Huiro se realizaron estacionalmente en: disco de fijación, estipes y frondas.

Los metales analizados fueron: arsénico, plomo, cobre, mercurio, cadmio y aluminio.



Sistema de cultivo de algas utilizadas en los laboratorios de la Universidad Austral de Chile.

Desarrollo del Cultivo:

1. Frondas reproductivas en terreno
2. Inicio de cultivo en laboratorio utilizando bolsas plásticas: al interior de ellas las esporas germinan, forman gametofitos y se produce la fecundación. El proceso final es la formación de esporofitos.
3. Esporofito desde 1,5cm creciendo en sistema suspendidos.
4. Plántulas sobre 5 cm creciendo en cilindros de 30 y 60 litros de capacidad con agua de mar y medio de cultivo. Sistema suspendido.
5. Crecimiento de plántulas desde los 7 hasta los 10 cm en estanques de 1.000 litros de capacidad con agua de mar filtrada. El disco de fijación debe ser el adecuado para su pegado en el mar.
6. Talos listos para ser sembrados, producidos en estos estanques.

2. Resultados.

A continuación se describen los resultados obtenidos en los 23 meses de investigación y relacionados con el repoblamiento de huiro negro

2.1 Chañaral

La fig. 1 representa las 7 siembras realizadas en Chañaral, desde octubre de 2017 a noviembre 2018. La tercera siembra realizada en diciembre del 2017 fue consumida por herbívoros.

El patrón general determina en todas las siembras un crecimiento en el tiempo de manera lineal y mostrando mayor desarrollo de siembras estacionales como por ejemplo las realizadas en octubre del 2017 y enero 2018.

La fig. 2 representa un resumen de las 6 siembras que se mantuvieron hasta el final de los muestreos realizados en agosto 2019.

El diámetro del disco osciló entre 5 en la siembra de noviembre a 15 cm en la primera siembra ocurrida en octubre del 2107, mientras que el número de estipes producidos desde la primera siembra llegó a los aprox. 56 (+- 20) en un promedio cercano a 15 meses. En todas las siembras realizadas se observó una pérdida del número de estipes, probablemente relacionado con la acción de herbívoros o del desprendimiento natural, fig. 3 y 4. El diámetro mayor del estipe no sobrepasa 1 cm.

La fig. 5 representa la longitud alcanzada en las siembras realizadas en 23 meses. También aquí se observó que el crecimiento presenta diferencias entre los meses de todas las siembras controladas. En alguna de ellas fig. 6, como en los resultados de la 5, existió una disminución en el tamaño de las plantas, probablemente por el efecto de herbívoros y el periodo de la estacionalidad en la siembra.

La fig. 7 representa la variación de la sobrevivencia en las diferentes siembras realizadas. Llama la atención que en todas ellas la pérdida de talos es muy mayor, así en octubre del 2017 con una siembra de 62 plantas solo sobreviven 10 en los 23 meses de estudio. Lo anterior se clarifica notablemente en la fig. 8, donde de 40 plantas sembradas, solo cerca de un 5% sobrevive.

En la fig. 9, se representa la variación de la fenología (plantas reproductivas) en estos roqueríos ubicados en la ribera norte de la bahía de Chañaral. Llama la atención que de los 23 meses de plantas analizadas, sobre la presencia de plantas reproductivas, solo en agosto del 2018 y luego a partir de febrero del 2019 aparezcan entre 1 y 4 plantas con formación de esporas. Cuando se utilizaron en esta área siembras de fragmentos de talos las plantas reproductivas alcanzaron un número mayor, pero jamás se determinó en el lugar nuevos reclutas, como consecuencia de estas plantas reproductivas.

Las fotos 1 a 4 representan el área de muestreo de Chañaral, donde se realizaron las siembras anteriormente descritas, así la foto 1 representa la ausencia de algas de este lugar y de la 2 a la 4 las siembras realizadas.

El uso de fragmentos/trozos del disco de fijación, fue utilizado en la ribera norte de la bahía de Chañaral tal como se muestra en las fotos 1, 2, 3, 4 y 5. Los principales resultados de estos experimentos señalan que, el pegamento utilizado, Aaron Alpha, respondió adecuadamente, aun cuando el tiempo de desarrollo de esta forma de repoblamiento es un trabajo arduo que requiere mucho mayor tiempo que el trabajar con plantas más pequeñas ya sea proveniente de cultivo de laboratorio o/y de reclutas.

En siembras realizadas, en agosto y hasta junio, partiendo con discos iniciales de 2.5 cm, con 5 estipes y una longitud inicial de 45 cm, se llega luego de 10 meses a diámetros finales del disco de 12 cm, de 25 estipes y una longitud final de 80 cm. En una siembra realizada un mes más tarde, septiembre, el diámetro del disco de 2.5 llega a 8 cm, con 5 estipes iniciales se forman se llegan a 30 y el largo de 25 termina con 82 cm finales. Cuando esta experiencia se realiza en octubre y se controla finalmente en junio del año siguiente e iniciando con un talo de 2 cm, 9 estipes y 18 cm de largo se tiene una planta con un disco de 7,5 cm, de 33 estipes y una longitud final de 85 cm finales respectivamente. Por ultimo en una siembra realizada en enero y contralada por un espacio de tiempo de 5 meses, los resultados finales fueron de un diámetro de disco de 6,5 cm, de 24 estipes y de 80 cm de largo, partiendo de 2 cm, 8 estipes y un largo de 10cm respectivamente.

La presencia de estructuras reproductivas en el total de las plantas analizadas en las 4 siembras fue de 80, 85, 70 y 42 %, desde la primera a la cuarta respectivamente. A pesar de los altos valores de fertilidad, no se encontró ningún recluta al igual que usando talos pequeños procedentes de cultivo o de siembra de reclutas procedentes todos del parque administrado por Conaf en Pan de Azúcar. A diferencia la sobrevivencia de este tipo de siembra vía fragmentos, es mayor a la realizadas con reclutas o planta de cultivo. Siembras realizadas.

La variación de nutrientes en el agua de mar presentó semejanza en los diferentes lugares de muestreo. Este valor se representa en el anexo 1, que resume lo analizado en las muestras de agua de estos lugares. La concentración de metales en el agua de mar (anexo 2) y en el de las algas (anexo 3) que fueron sembradas en los roqueríos de la bahía de Chañaral muestra diferencias notables entre Chañaral y el resto de los lugares de muestreo cuando se analiza el cobre. No así en los metales restantes. Los análisis realizados fueron estacionales, determinando la concentración de ellos, en el disco de fijación, estipe y en la frondas. A continuación se analizan estos metales por estación, para una comparación de los lugares, estaciones y parte del talo analizado, que se reportan en el anexo 3.

El cobre presentó su máxima expresión en primavera con valores de 198 ug/kg en las frondas, 99,1 en los estipes y 77,8 ug/kg en el disco de fijación. En verano estos valores decaen a 96,1 en las frondas, 60,4 en los estipes y 24,4 en el disco de fijación. En otoño estas concentraciones vuelven a aumentar, 119, 67,9 y 84,3 ug/kg en las frondas, estipes y discos de fijación respectivamente. En invierno se mantienen en valores altos en las frondas con 72,2 ug/kg y disminuyen fuertemente en estipes y discos a 12,1 y 16,1 ug/kg respectivamente.

Como principal conclusión a estos resultados se puede indicar que Chañaral debería ser utilizado como una zona de siembra masiva de esta especie. Aun cuando en tamaños que alcanzan las plantas son las menores de todos los lugares muestreados, las plantas procedentes de cultivo y de reclutas de áreas cercanas funcionan como semillas con la metodología utilizada y es posible entonces repoblar y con ello aumentar su concentración de metales y así limpiar este ecosistema para mejorar el resto de la cadena trófica y así utilizar con menor riesgo, recursos como erizos, locos y lapas entre otros por la población costera.

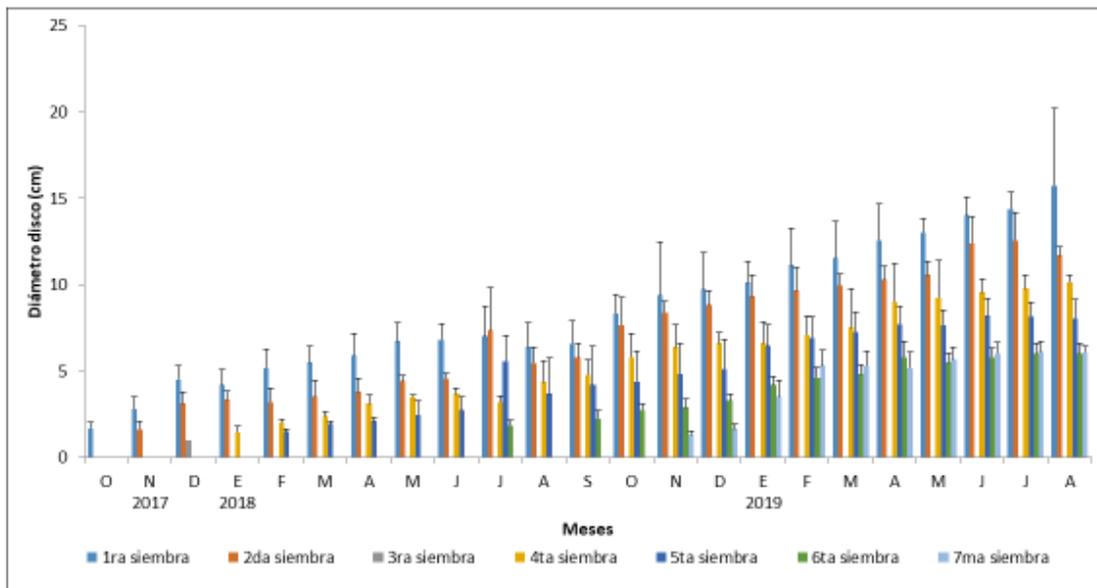


Fig. 1 Variación en el diámetro de disco de fijación en *L. berteroa* en las diferentes siembras, en el lado norte de la bahía de Chañaral.

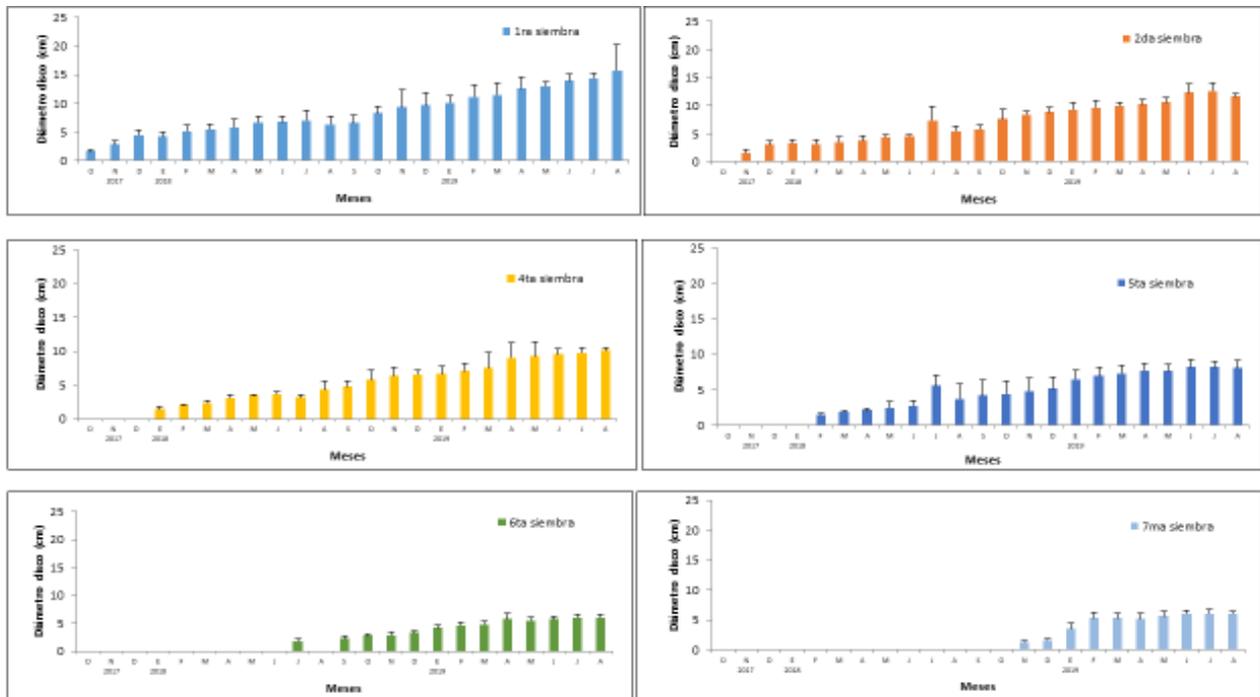


Fig. 2 Variación estacional del disco de fijación en siembras realizadas en la bahía de Chañaral.

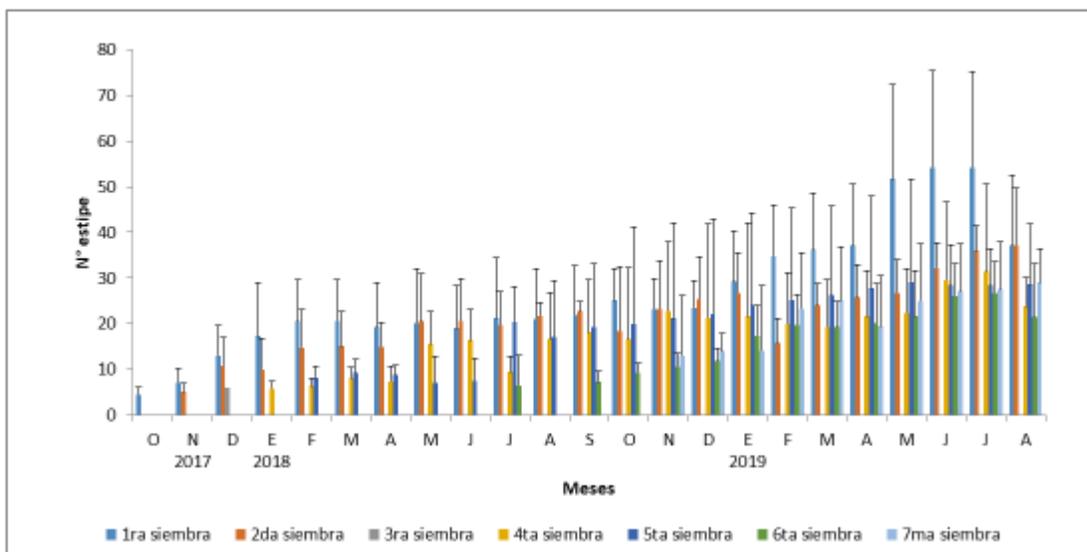


Fig. 3 Variación en el aumento del número estipes en *L. berteriana* en las diferentes siembras en la bahía de Chañaral.

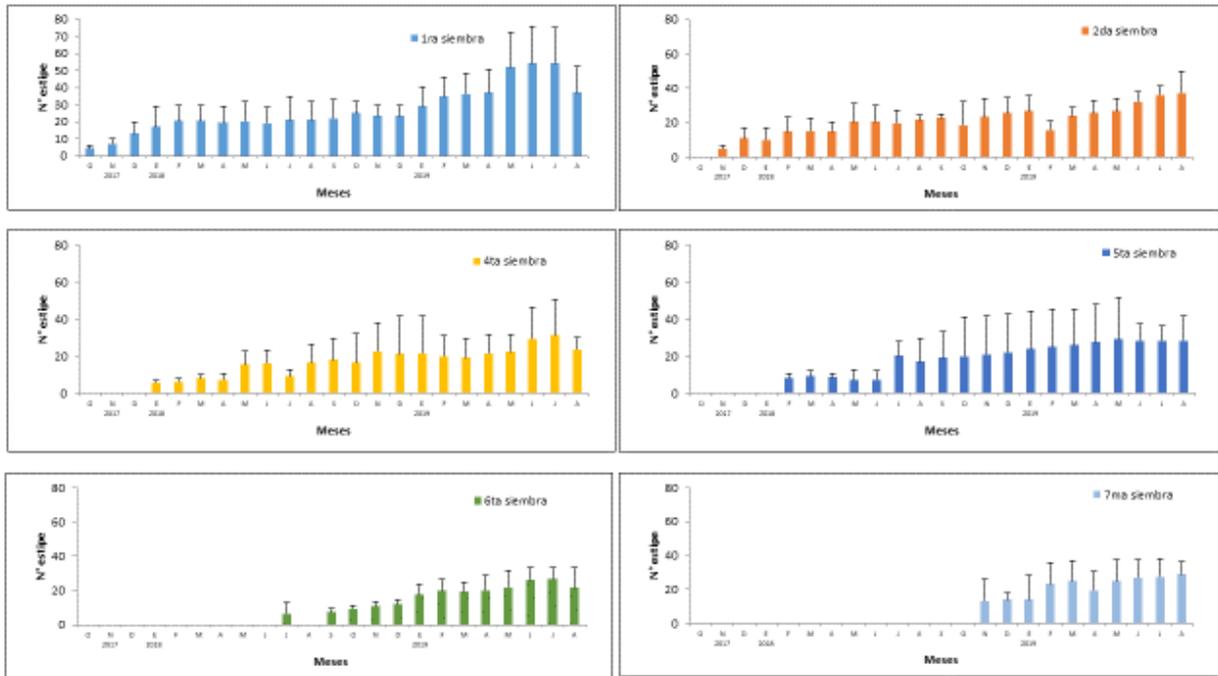


Fig. 4 Variación estacional del número de estipes en siembras realizadas en la bahía de Chañaral.

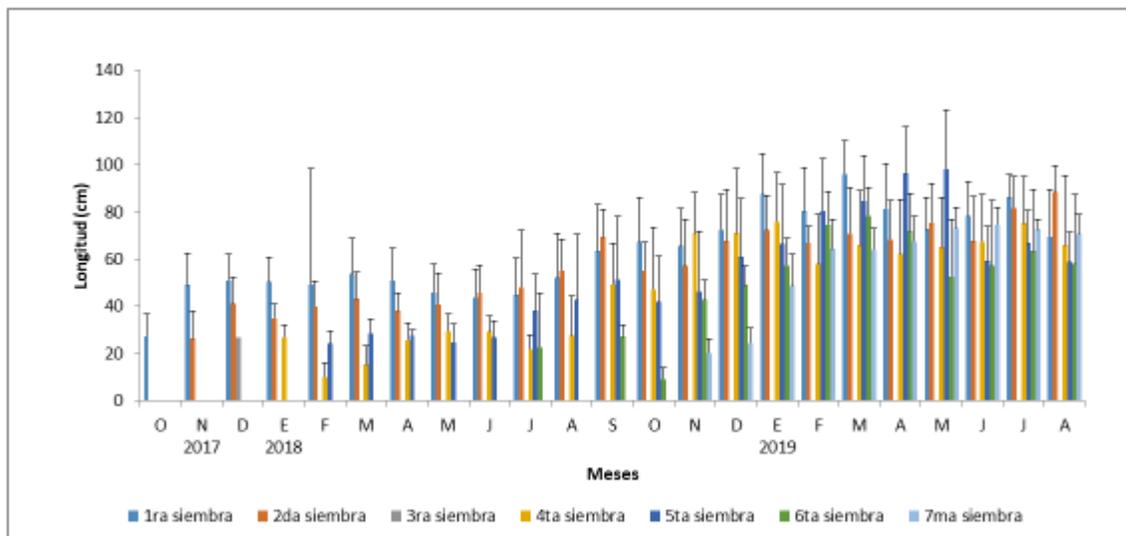


Fig. 5 Variación en la longitud del talo de *L. berteriana* en las diferentes siembras en la bahía de Chañaral.

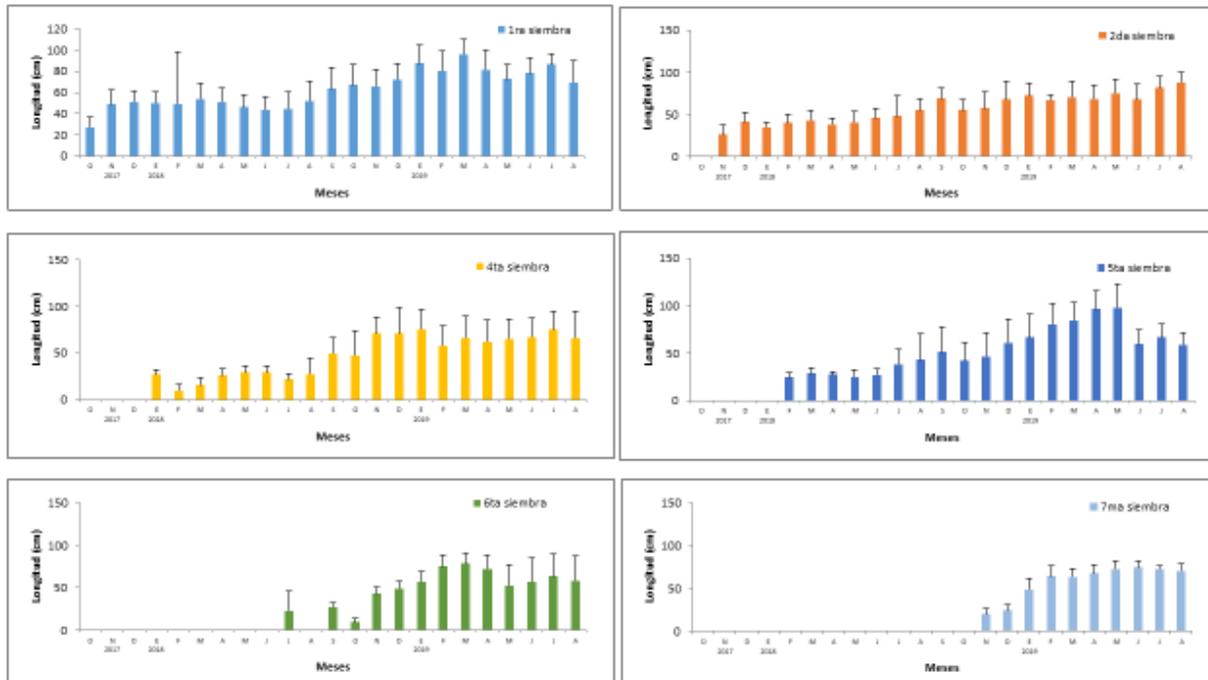


Fig. 6 Variación estacional de la longitud del talo en siembras realizadas en la bahía Chañaral.

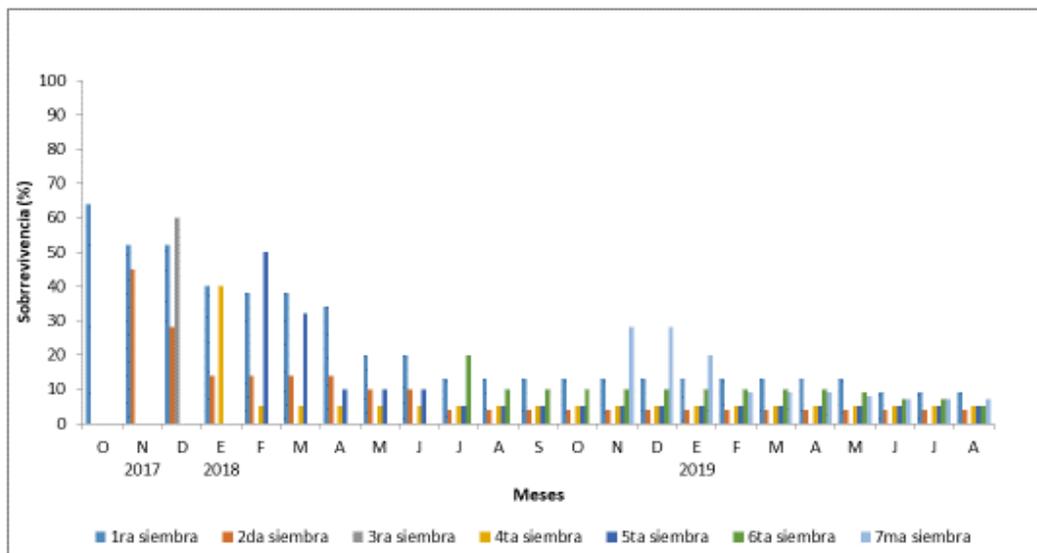


Fig. 7 Variación de la sobrevivencia de talos de *L. berteriana* sembrados en la bahía de Chañaral.

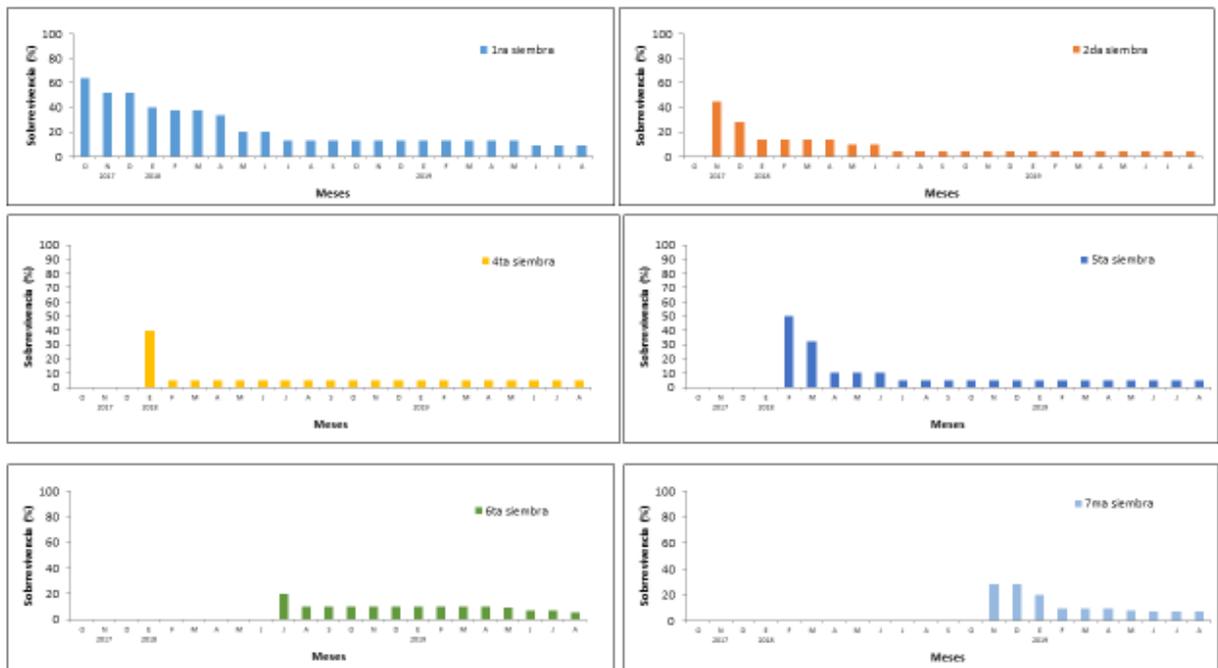


Fig. 8 Variación estacional de la sobrevivencia de talos sembrados en los roqueríos en la bahía de Chañaral.

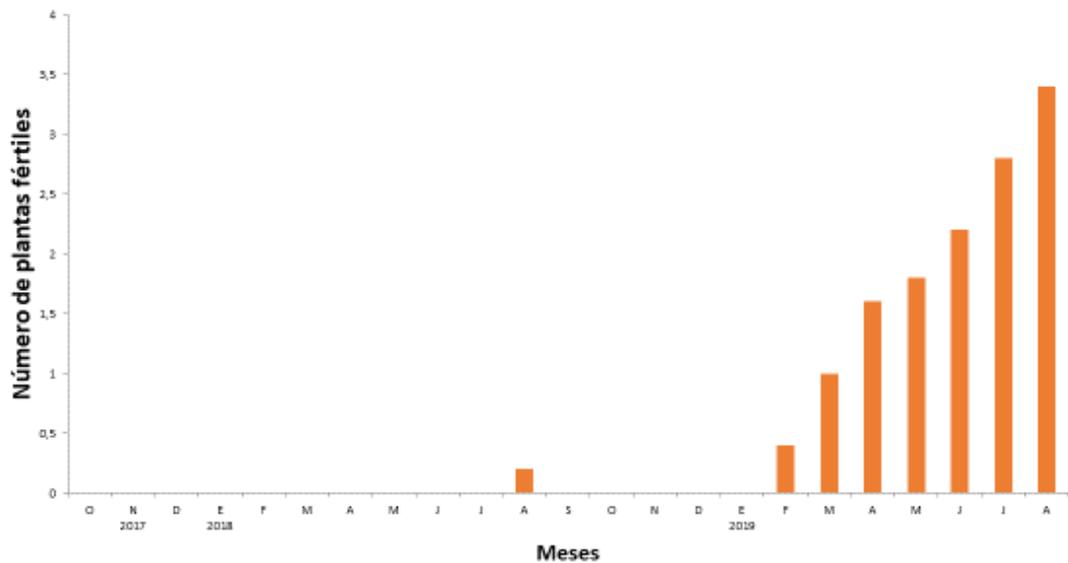


Fig. 9 Plantas reproductivas en los roqueríos del lado norte de la Bahía de Chañaral.



Desarrollo de siembra de plántula. Foto 1 sin siembra. Foto 2,3 y 4 sembradas.



Obtención de fragmentos



Siembra de Fragmentos en el área de estudio.

2.2 Torres del Inca

El área de manejo de este lugar está ubicada al sur de Chañaral y los trabajos se realizaron a partir de diciembre 2017 (fig. 1).

Con talos procedentes del reclutamiento natural del lugar se realizaron 6 siembras. La primera con plántulas medían 2 cm de diámetro de disco, luego de 16 meses llega a 16 cm, mientras que en la siembra número 4, luego de 17 meses alcanzó a 19 cm aproximadamente (fig. 2). En las siembras realizadas en enero, agosto y noviembre del 2018 los valores fluctuaron entre 10, 11 y 7 cm de diámetro del disco.

La fig. 3 representa los resultados de las 6 siembras realizadas en estos lugares. La tercera de ellas desaparece luego de 30 días. A las 16 semanas se cosechan todas las plantas de la primera que tenían sobre 55 estipes. En las siembras siguientes el número de estipe es de 20. Luego de 9 meses es de cerca de 50 en la siembra 4. El diámetro de los estipes alcanzó en este lugar los 2 cm.

Los tamaños de las plantas de la primera siembra, luego de 16 meses, alcanzaron en promedio 300 cm, llegando algunos de los talos a medir sobre los 400 cm de longitud. La segunda siembra en cambio, este valor, fue de 300 cm. En la sexta siembra es levemente superior a los 100 cm, luego de 9 meses.

Al igual que en los casos anteriores la producción de frondas es altamente estacional, dependiendo de la fecha de la siembra.

La sobrevivencia de talos se presenta de forma general en la fig. 7, mientras que en la fig. 8, se representa las diferentes siembras realizadas estacionalmente. De 55 plantas sembradas solo permanecen 25, estabilizándose el tercer mes en un 14% de sobrevivencia.

En la segunda y cuarta siembra las sobrevivencias son mayores y pérdidas menores manteniéndose constante en el tiempo. Así en la segunda siembra baja de 30 a 18 y se mantiene hasta el final de los muestreos. En el caso de la cuarta siembra no hay pérdida y se mantiene constante la sobrevivencia cercana al 30%.

Luego de 9 meses que las plantas fueron sembradas aparecen 2 plantas reproductivas, las que aumentan a cerca de 10 al mes siguiente. Luego se estabilizan el número de plantas, llegando al mes, 9 a cerca de 14 plantas reproductivas.

En la cuarta siembra, la fenología se presenta en casi 30 plantas siendo las más representativas de todas las siembras realizadas.

Los análisis de nutrientes en el agua de este lugar se presentan en el anexo 1, con valores estacionales en el tiempo. El amonio con altos valores de los meses de octubre y noviembre para disminuir luego en los meses de verano, otoño e invierno, aumentando nuevamente desde octubre a febrero con 1mg/l. En los meses anteriores de verano a invierno están en 0,25 mg/l y en diciembre del 2017 fue de 2,4 mg/l.

En el caso del fosfato se observó una estacionalidad más marcada con valores de 4,5 mg/l en primavera y verano, mientras que en otoño e invierno estos valores están cercanos a 2.0 mg/l.

Por último las concentraciones de nitrato presentaron el mismo ciclo que las anteriores, llegando a 1,5 mg/l y disminuyendo en otoño- invierno a valores menores a 0,5 mg/l. (anexo 1)

Las concentraciones de metales pesados no muestran cambios marcados en la columna de agua, oscilando entre <0,005 para arsénico, <0,05 para el Pb, cobre y cadmio. El mercurio con valores de <0,01 y el aluminio con < 1mg/l. (anexo 2)

Las concentraciones de metales pesados en L. berteroana (anexo 3), presenta en primavera para el disco de fijación 11,3 mg/kg. La concentración de cadmio en cambio es el valor más alto de todos los metales medidos para el disco de fijación. El arsénico, plomo, mercurio y aluminio están dentro de los valores más bajos del resto analizado. En los estipes las concentraciones de cobre y aluminio son los más altos de todos los estipes medidos.

En el caso de las frondas los valores de arsénico, cobre y cadmio están levemente superiores al resto de los análisis realizados.

En la estación de verano la concentración de cobre fue de 6,72 mg/kg presentando la cuarta mayor concentración de los 6 lugares analizados. Una situación semejante ocurre con el cadmio 5,12 mg/kg en los discos de fijación del huiro negro.

En los estipes el arsénico con 0,46 mg/kg representa el segundo mayor valor. Los valores de cobre con 4,09 mg/kg, mientras que el cadmio con 5,20 mg/kg. Esta situación es similar a lo que ocurre en las frondas para el cadmio con 5,13 mg/ kg, mientras que el arsénico alcanzó 0,870 mg/kg.

En otoño, la concentración de arsénico es de 0,764, el cobre con 7,19 y el cadmio con 3,91 mg/kg representan los valores para el disco de fijación. En el estipe el valor más alto fue el arsénico con 0,758 mg/kg como también es alto el contenido en cadmio con 4,59 mg/kg. En las frondas de huiro los valores son también altos en el caso de arsénico con 0,951mg/kg y 5,55mg/kg en cadmio.

En la estación de invierno el cadmio alcanzó 4,29 mg/kg en los discos de fijación, mientras el cobre lo hace con 5,85 y el arsénico con 1,38 mg/kg. Esta misma relación se encuentra en los estipes, mientras que en las frondas el cadmio alcanzó el mayor valor con 8,56 mg/kg.

Las concentraciones descritas para este lugar, relacionadas con el cobre, están dentro de los rangos que entrega la literatura, oscilando entre los 28 y 55 mg/g según Wahbeh, Marine Environment Research 1985 95-102.

Otras mediciones realizadas en Atacama presentan valores mayores a las reportadas en este trabajo. La explicación se puede encontrar en la edad de las plantas, la especie que se investiga y su estacionalidad entre otros varios factores.

Sin embargo llama la atención la concentración de cadmio, que aunque Mahasneh & Mahasneh (1985) reporta valores entre 3,8 a 9,9 mg/g y en el océano Indico valores entre 0,02 a 0,055 mg/g por Anantharaman et al. Recent Reseach in Science and Tecnology 2010, 52 (10) 66-71. Los valores promedios de otras especies en Atacama oscilaron entre 1,45 y 3,43. Es así como los valores medidos para el cadmio, estarían siendo superiores a los últimos valores reportados y muy cercano a los límites que presenta el primer autor.

El arsénico estaría dentro de los rangos que se han medido para otras especies en Atacama, que fluctúan entre 1,38 a 6,94 mg/kg.

En relación con estos valores reportados de metales pesados en los talos de *Lessonia berteroana*, es importante obtener mayores antecedentes, para entregar explicaciones más exactas y no solo tendencias a los valores reportados. (Anexo 3)

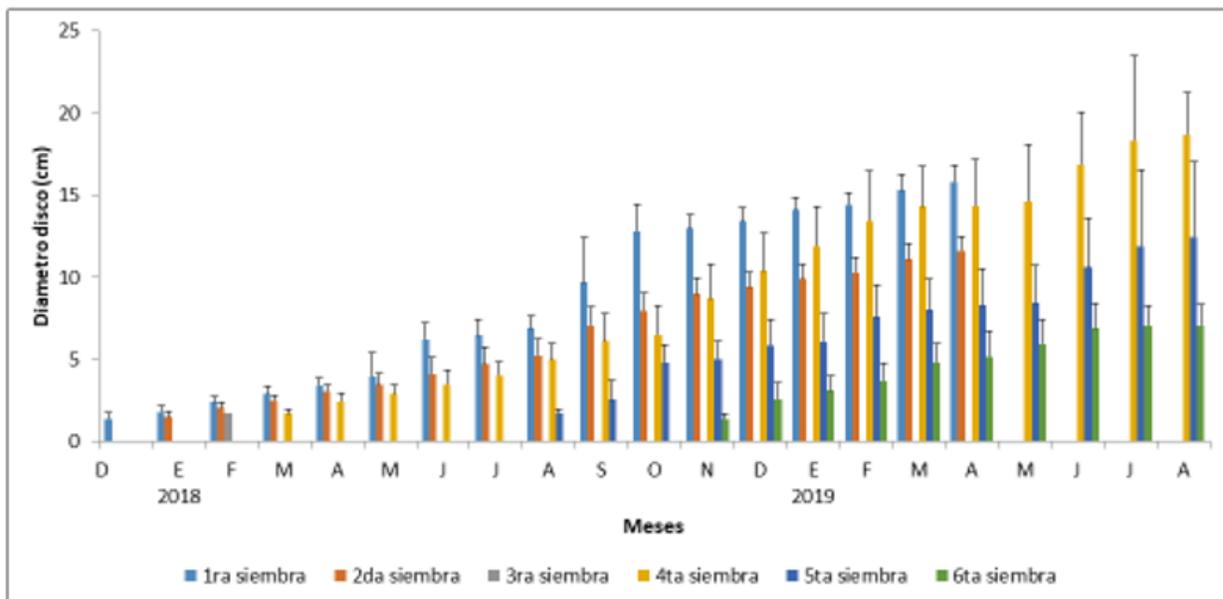


Fig. 1 Variación del diámetro del disco de fijación de *L. berteroana* sembradas en los roqueríos del área de manejo Torres del Inca.

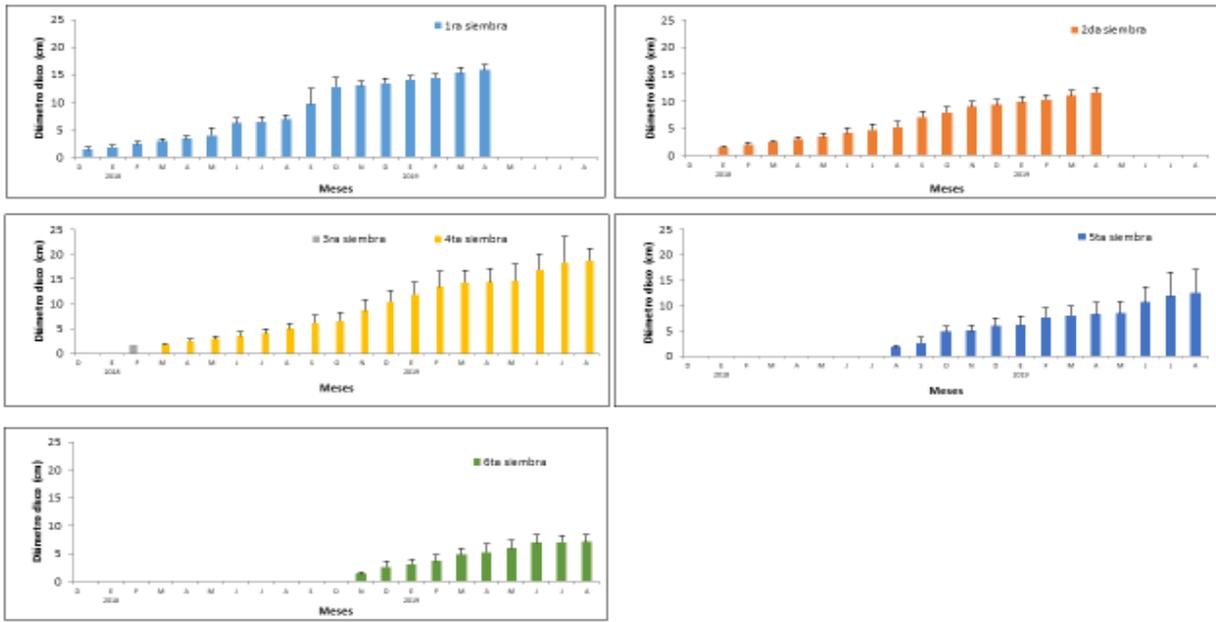


Fig. 2 Variación del diámetro del disco en las diferentes siembras realizadas en el área de manejo Torres del Inca.

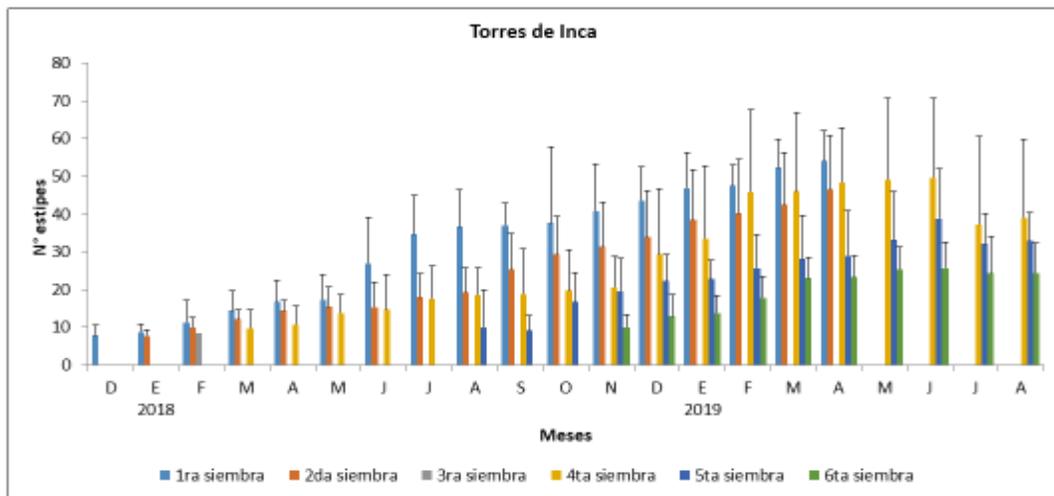


Fig. 3 Variación del número de estipes en plantas de *L. berteriana* en los roqueríos del área de manejo en Torres del Inca

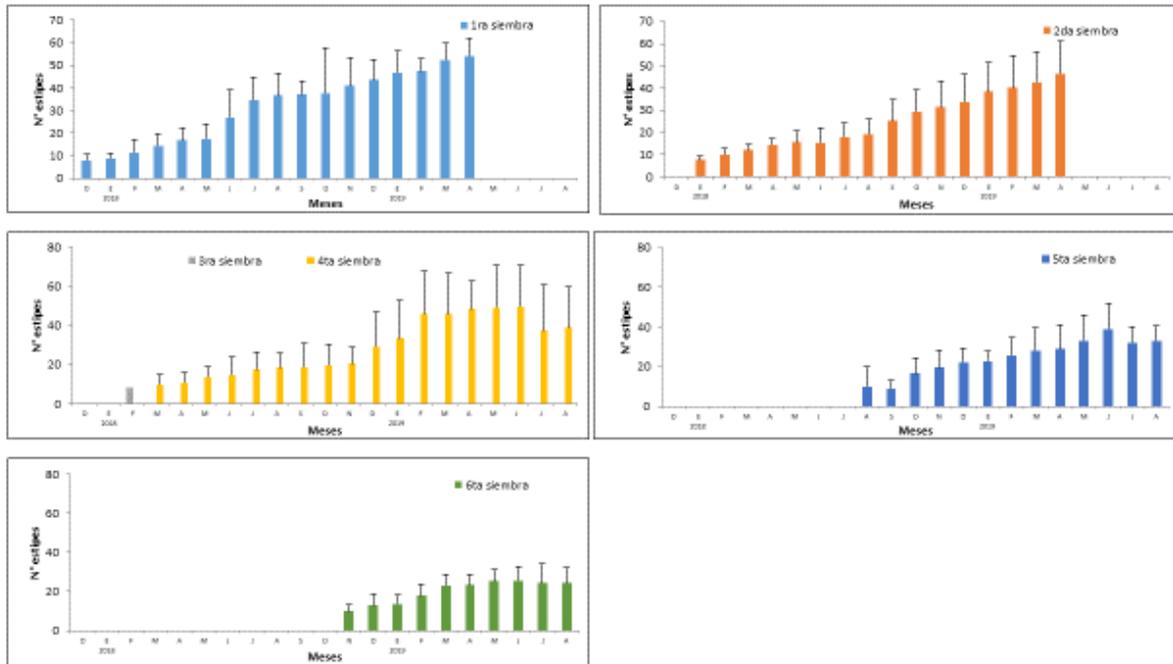


Fig. 4 Variación del número de estipes en las plantas de *L. berteriana* en los roqueríos del área de manejo en Torres del Inca.

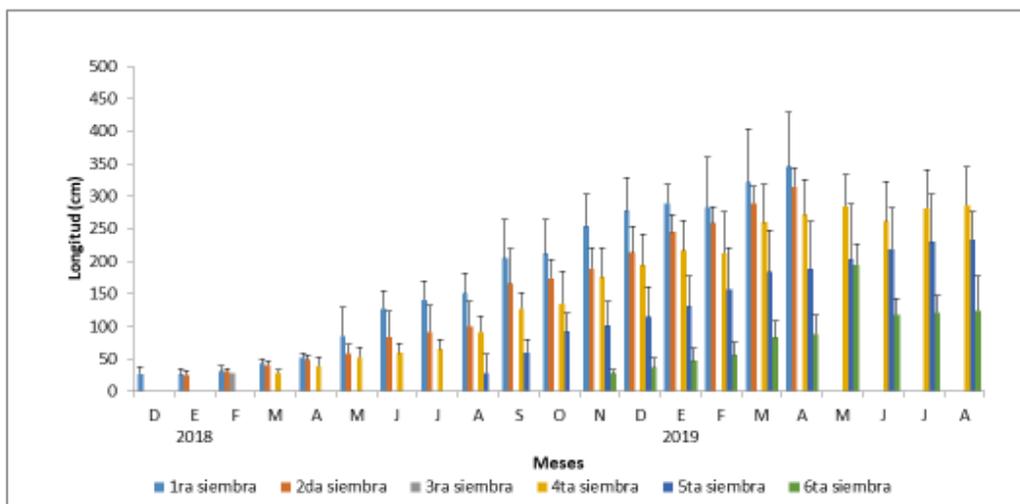


Fig. 5 Variación en la longitud de talos en plantas de *L. berteriana* en los roqueríos del área de manejo de Torres del Inca.

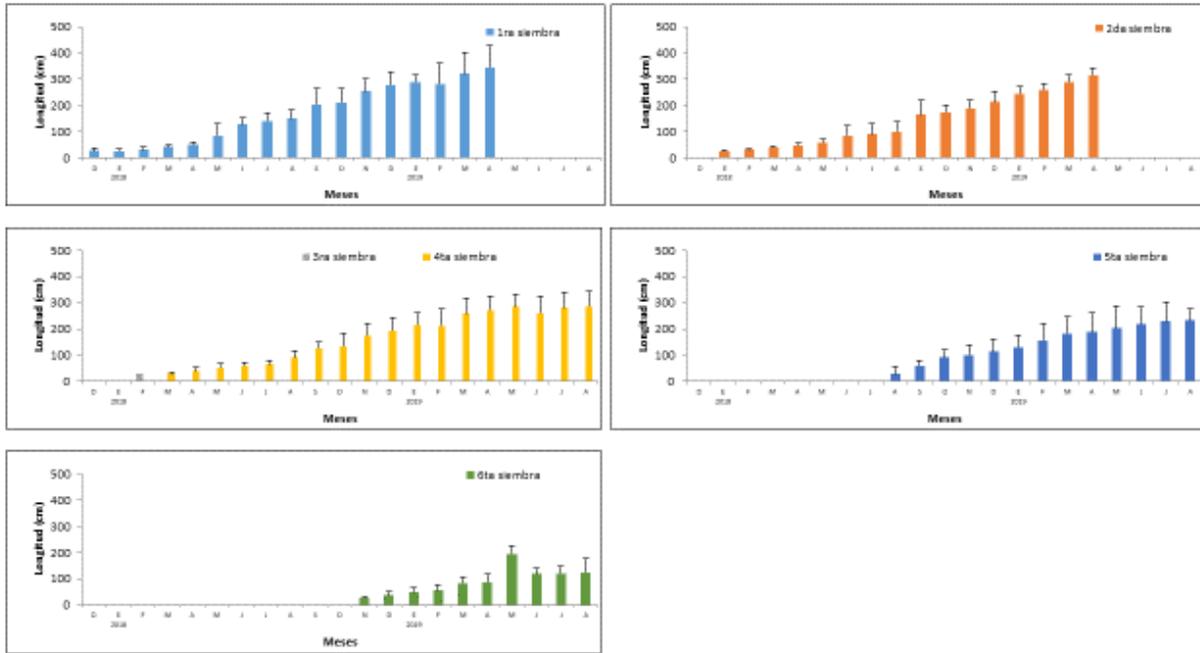


Fig. 6 Variación de la longitud de talos sembrados en los roqueríos del área de manejo de Torres del Inca.

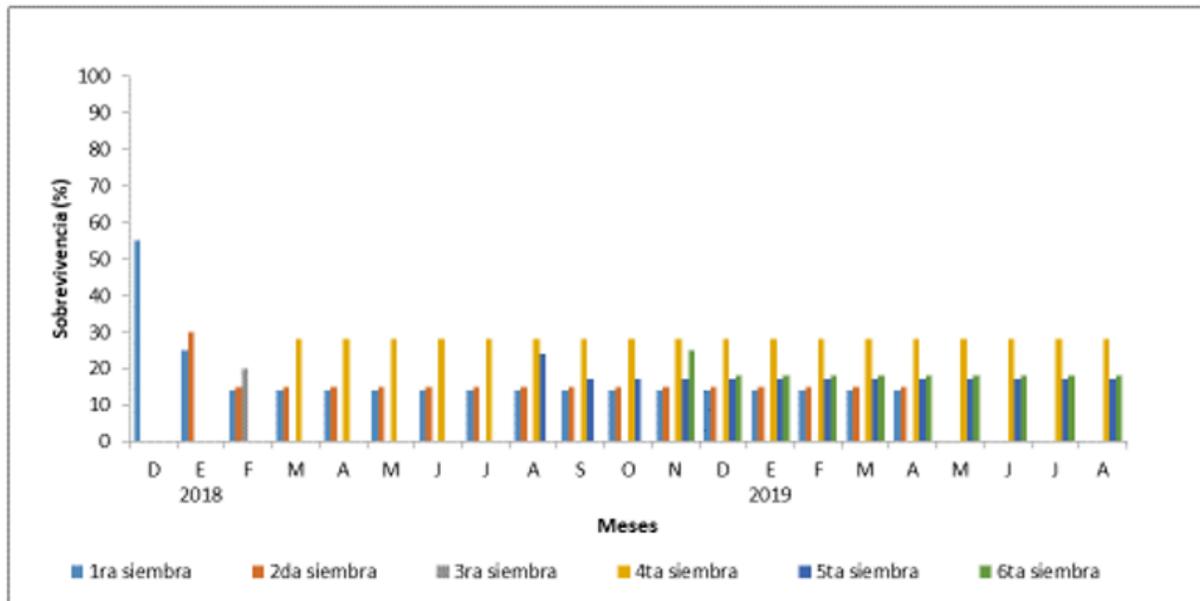


Fig. 7 Variación en la sobrevivencia de talos en los roqueríos de Torres del Inca.

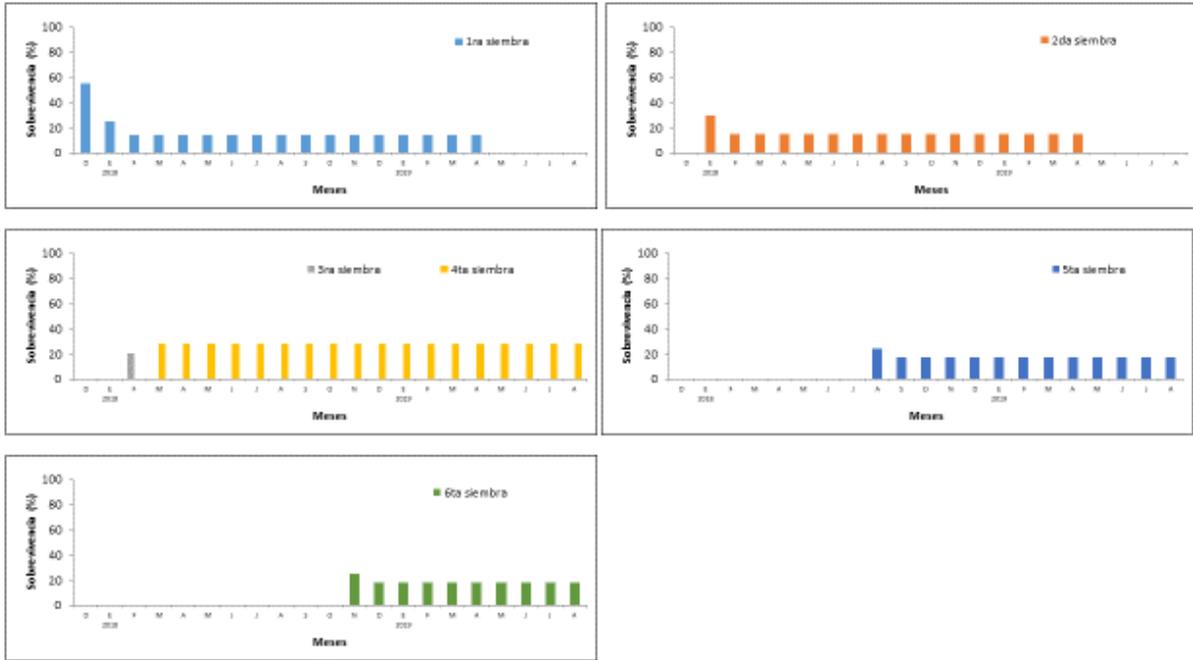


Fig. 8 Variación en la sobrevivencia de las siembras de talos en los roqueríos de Torres del Inca.

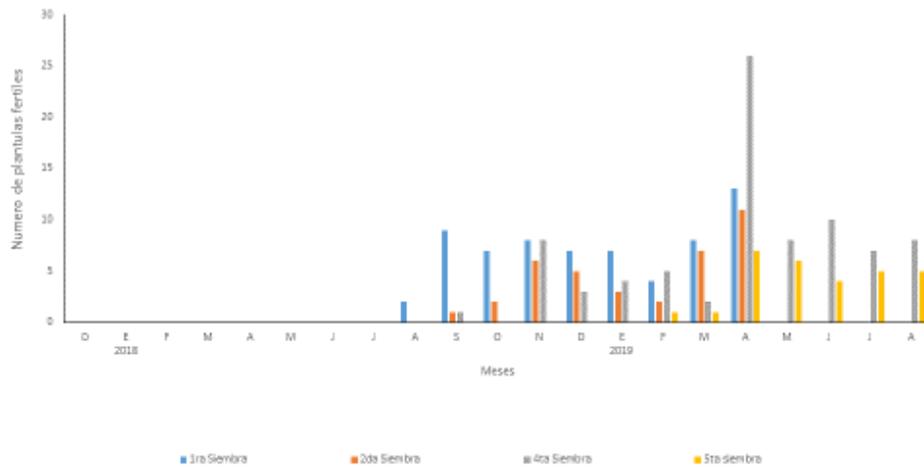


Fig. 9 Variación estacional de la fenología en *L. berteriana* en los roqueríos de Torres del Inca.

Torres de Inca



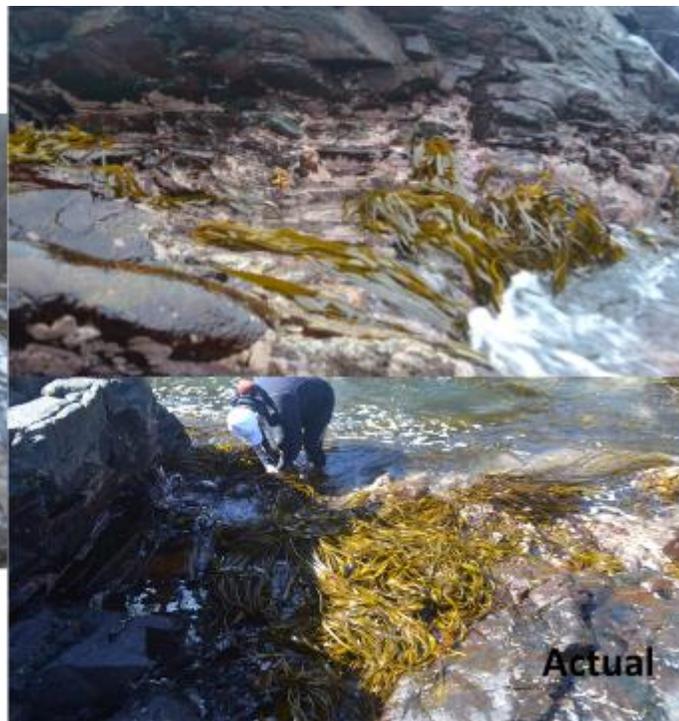
Inicial



Actual



Inicial



Actual

Actividades de cultivo iniciales y del estado actual de las siembras.

2.3 Las Lisas

Este lugar de muestreo corresponde a un área de manejo, pero que en la práctica funciona como un área de libre acceso. Es por ello importante conocer este ecosistema con fuerte extracción donde el efecto antrópico ocurre al parecer solo en las plantas que alcanzan tamaños mayores. Es decir habría un manejo dirigido por los pescadores a plantas de mayores longitudes. Al igual que en Torres del Inca se inicia en diciembre del 2017.

El número total de siembras fueron 5 las que se presentan en la fig.1. Se observó un patrón de estacionalidad según el periodo de siembra realizado. Así en aquella que se inicia en diciembre 2017, se determinó que luego de 19 meses el disco de fijación alcanzó cerca de 30 cm. Luego en la siembra de enero 2019, el valor de aproximadamente 20 cm se logró después de 18 meses. La siembra realizada en un mes más tarde y luego de 13 meses se logran aproximadamente 15 cm. Llama la atención, que aquella siembra realizada en agosto (invierno) luego de 1 año, las plantas alcanzaron un diámetro superior a los 10 cm, situación semejante que ocurre en la quinta siembra, con 9 meses. (fig. 2).

La variación en el número de estipes presentó un desarrollo semejante al crecimiento de los discos de fijación (fig. 3). Así es como el número de ellos, de la primera siembra, llegó a 125 estipes en promedio en 19 meses. En la segunda siembra este valor tiene dos periodos, los primeros 9 meses con un número cercano a 90 (+35) estipes como consecuencia de una cosecha furtiva realizada. Una situación similar ocurre en la tercera siembra donde también se produce una cosecha furtiva. En la cuarta siembra se logra cerca de 60 estipes en 11 meses, mientras en la quinta siembra luego de 9 meses el número de estipes llegó a cerca de 50 (fig. 4). El diámetro máximo del estipe fue de 1,6 cm en 20 meses.

La longitud de los talos muestra una clara estacionalidad como consecuencia de las siembras en diferentes épocas (fig. 5)

En la primera siembra que se realizó en diciembre de 2017 y luego de 15 meses las plantas alcanzaron una longitud promedio de 395 cm (+- 40) (las que deben ser cosechadas a la brevedad). En los meses siguientes, este tamaño disminuye a 300 cm, para subir en los próximos meses a cerca de 400 cm (+-90). En la siembra 2, realizada en enero, un mes más tarde que la anterior, se alcanza en 10 meses los 300 cm aproximadamente (+-20) Luego de ello ocurre desprendimientos o cosechas que mantienen la población en los 250 cm aproximadamente.

En la tercera siembra luego de 11 meses se llega a los 250 cm (+-50) momento en que al parecer nuevamente se cosecha en abril y nuevamente se inicia un ciclo de crecimiento. Pareciera adecuado en las Lisas desarrollar una cosecha o raleo más bien de las plantas mayores, ya que la estacionalidad enmarcada en su productividad y el tamaño es un elemento clave para considerar esta cosecha.

En la cuarta siembra realizada en invierno, y luego de 11 meses se logran talos de 200 cm, situación similar ocurre en la quinta siembra, que luego de nueve meses alcanza valores cercanos a los 200 cm.

La sobrevivencia de talos sembrados con la metodología de los reclutas, presenta en este lugar una sobrevivencia extraordinaria, la que llega al 50% en la primera, segunda y tercera siembra con pérdidas aproximadas de 17,5 y 12% en la primera y segunda (fig. 7). Luego de 10 meses se observó claramente cosechas realizadas con plantas de la segunda y tercera siembra que tenían aproximadamente 200 cm de longitud. La sobrevivencia de la primera cosecha es notable de resaltar que se mantiene por 19 meses. Al mes siguiente se produce una cosecha muy fuerte, realizada por los algueros del lugar.

Las restantes siembras en los cultivos, 10 meses de control, es decir desde noviembre 2018 a agosto 2019, mantiene sobrevivencias semejantes y constante en el tiempo. Hace excepción la cuarta cosecha que luego del primer mes pierde aproximadamente un 75%, sin embargo el valor restante mantiene su sobrevivencia en el tiempo (fig. 8)

La fig. 9 representa la fenología reproductiva de estas plantas. Se observan 2 ciclos; el primero de ellos desde mayo 2018 a enero 2019; el segundo de abril a agosto del 2019. Los valores de la primera a la cuarta siembra, siendo la primera y la segunda la que obtiene el mayor número de plantas reproductivas, con un máximo de 11 frondas.

Se presentan un set de fotos de esta área de intervención mostrando los estados de desarrollo de las plantas (fotos 1 a 6).

Los análisis de nutrientes para Las Lisas se presentan en el anexo 1. Es así como la concentración de nitratos presentó sus valores más altos en primavera y verano (2019) oscilando entre 0,7 y 1 mg/l. Parte del verano del 2017, otoño e invierno del 2018 estos valores oscilaron entre 0,25 y aproximadamente 0,50 mg/l.

En el caso del fosfato estas concentraciones presentaron el mismo patrón con valores cercanos en diciembre del 2017 a 5 mg/l y los mínimos en julio del 2018 en 1 mg/l.

Para la concentración de amonio en el agua de mar de esta localidad, se observó una situación diferente, con valores que no representaron oscilaciones en el año y concentraciones de 0,25 mg/l.

Los metales pesados en agua de mar son semejantes a las reportadas para las diferentes estaciones de muestreo. Se presentan estos resultados en el anexo 2.

La concentración de metales pesados, en los tejidos del talo de *Lessonia berteriana* se presenta en el anexo 3. Así se observa en primavera que las concentraciones de Cobre en el disco de fijación son de 7 mg/kg, el arsénico de 2,24 mg/kg, mientras que el cadmio de 6,56 mg/kg.

En los estipes las concentraciones del arsénico, cobre y cadmio disminuye, mientras que en frondas la acumulación de cadmio llegó a 8 mg/kg.

En verano Las Lisas, el arsénico en el disco de fijación un valor de 0,966 mg/kg, 10,1 mg/kg de cobre y un valor de 6,33 mg/kg en la concentración de cadmio. El plomo es menor a 0,5 y el resto de los metales estarían bajo la norma como es el caso del aluminio.

En el estipe y en las frondas llama la atención los altos valores de Cadmio con 7,69 y 8,89 mg/kg respectivamente.

En el muestreo de otoño se mantiene valores menores para el Arsénico, Cobre y Cadmio en los estipes, mientras que en las frondas aumenta la concentración de Arsénico a 0,807 mg/kg, Cobre con 6,01 mg/kg y el Cadmio con 8,04 mg/kg.

Los resultados de invierno en los 3 órganos de las plantas analizadas, presentaron un aumento en el disco de fijación en el Arsénico que llega a 1,79 mg/kg, el Cobre 7,88 mg/kg y el Cadmio 5,20 mg/kg. Los valores de los restantes metales son menores y estarían bajo la norma. En los estipes se da una situación semejante, aunque baja la concentración de Cobre a 4,14 mg/kg.

En la fronda aumenta la concentración de Arsénico a 1,29 mg/kg, Cobre a 6,13 mg/kg mientras que el Cadmio alcanzó un valor mayor a 9,26 mg/kg. Ello significaría que el Cadmio se encuentra sobre el límite de concentración que se reporta para otras algas en esta área de estudio. Mientras que Mahasneh & Mahasneh (1985) indica que este valor puede oscilar entre 3,8 a 9.9 ug/g y en Océano Índico entre 0,02 a 0,0055 ug/g.

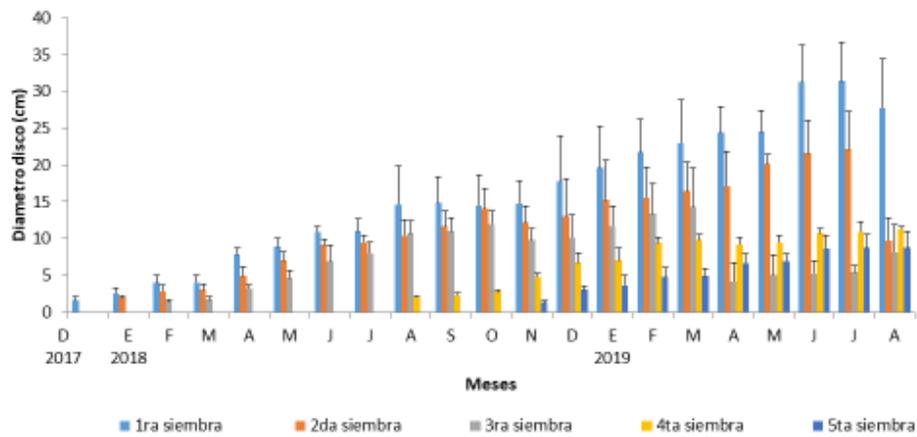


Fig. 1 Variación del diámetro del disco de *L. berteriana* en las siembras realizadas en Las Lisas.

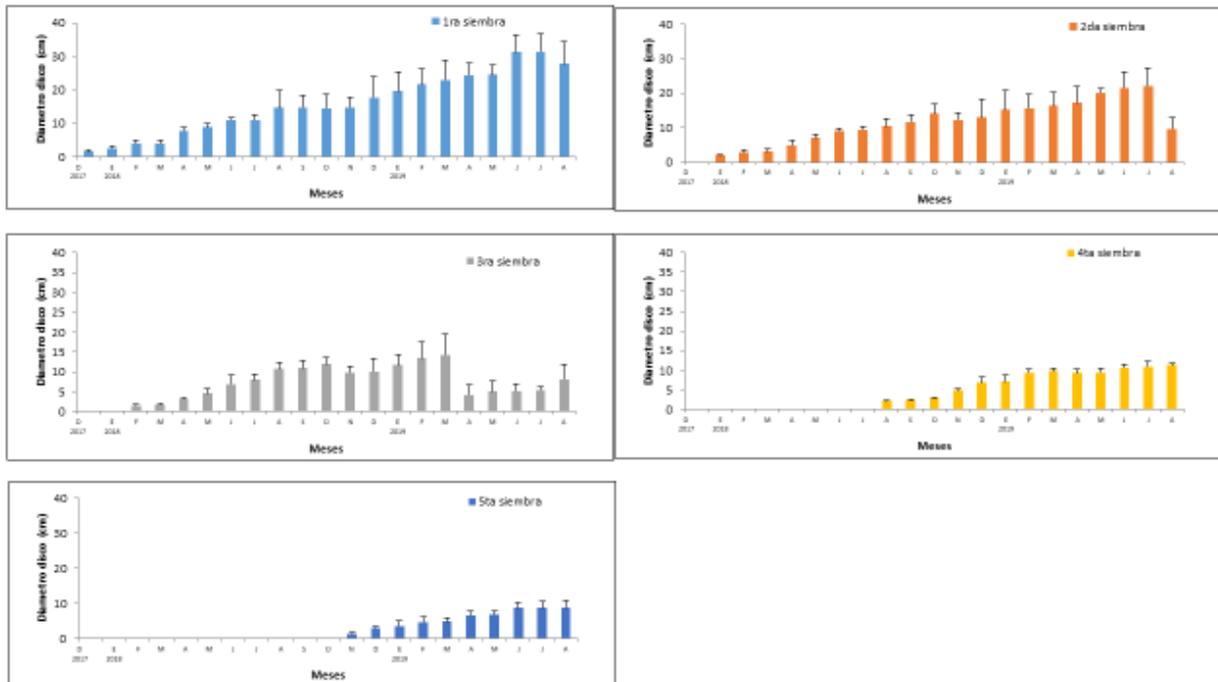


Fig. 2. Variación estacional del diámetro del disco de fijación en *L. berteriana* de Las Lisas.

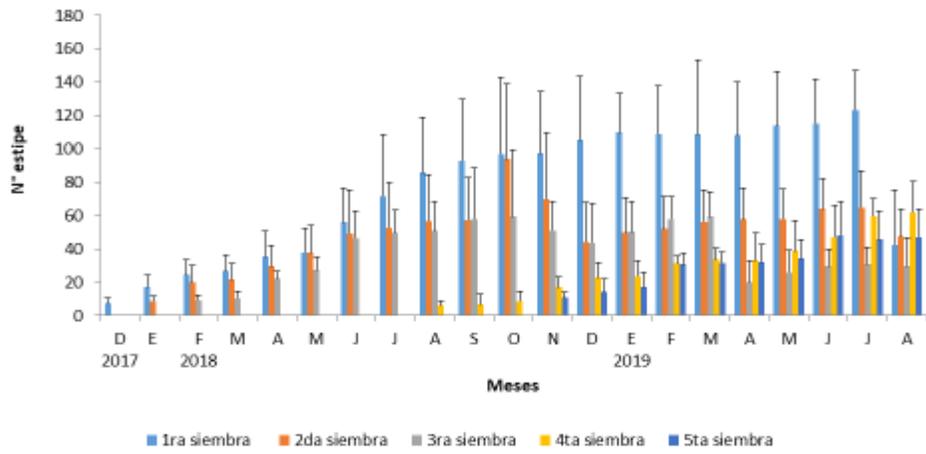


Fig. 3 Variación en el número de estipe de *L. berteriana* en las siembras realizadas en Las Lisas.

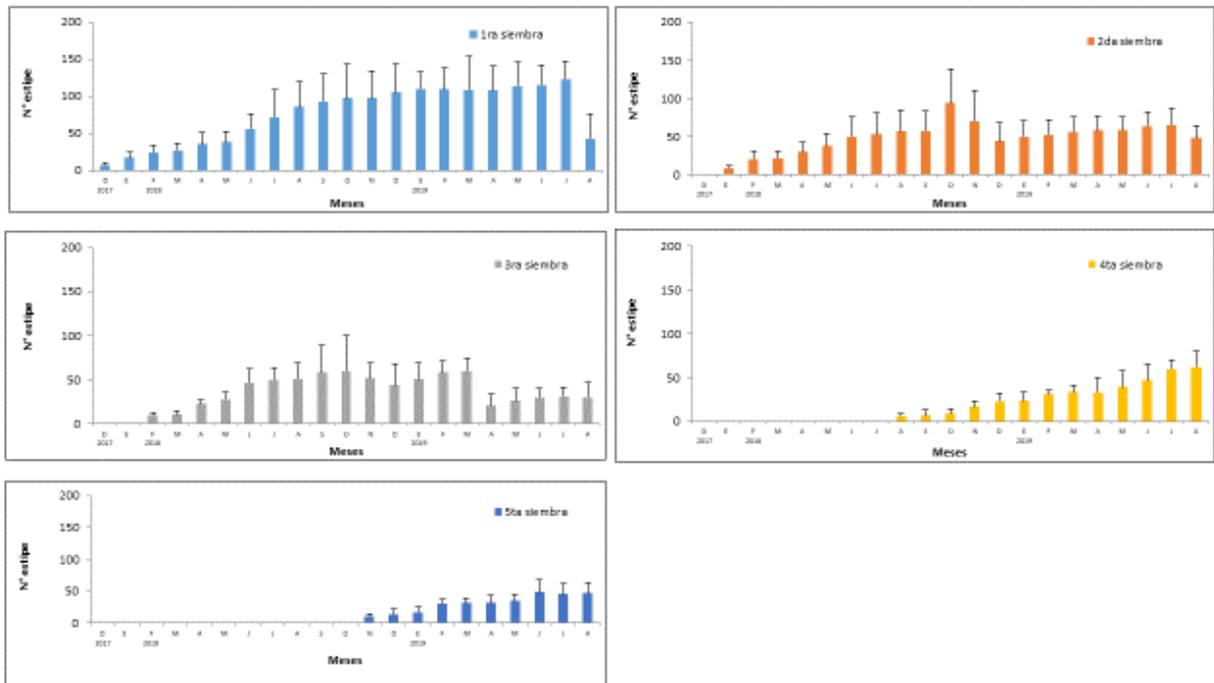


Fig. 4 Variación estacional en el número de estipes de las siembras realizadas en Las Lisas.

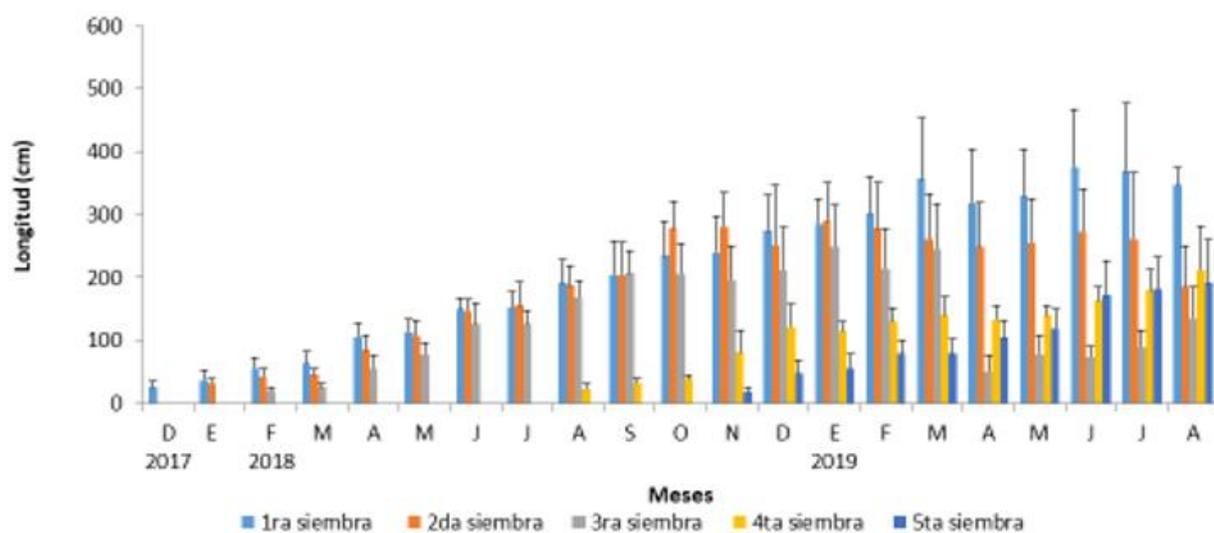


Fig. 5 Variación de la longitud de los talos de *L. berteroa* en las siembras realizadas en Las Lisas.

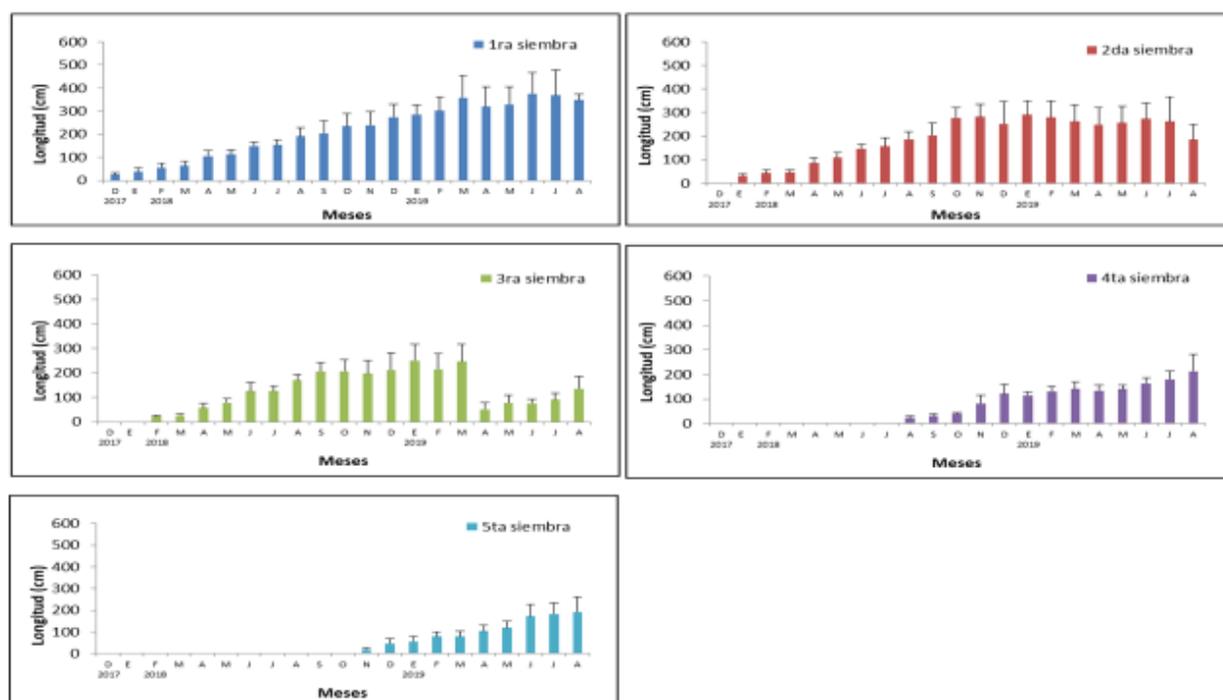


Fig. 6 Variaciones estacionales en la longitud de los talos de las siembras realizadas en Las Lisas.

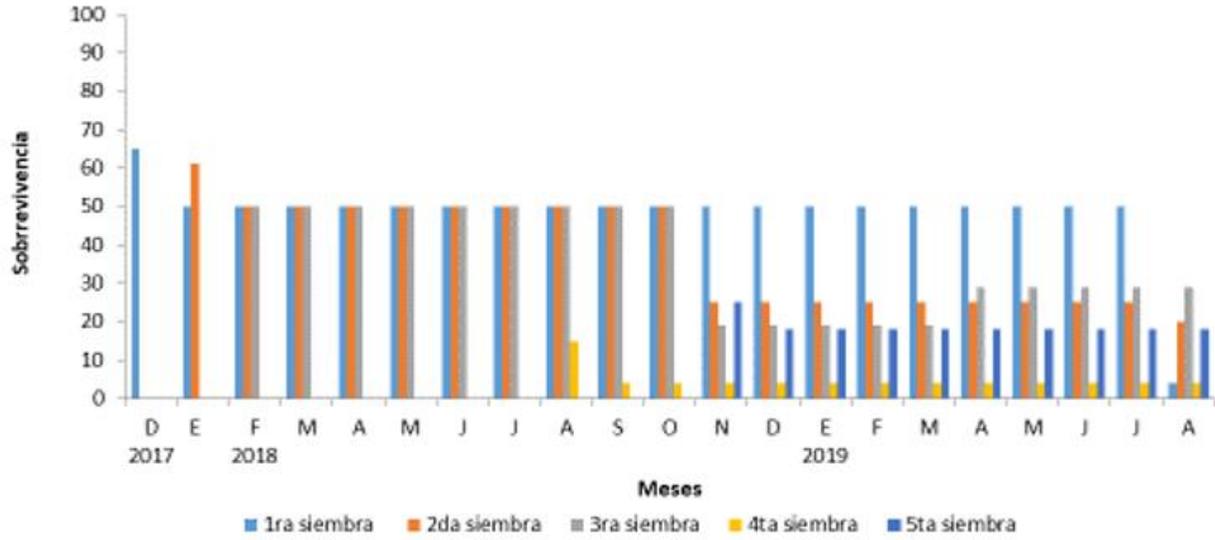


Fig. 7 Variación de la sobrevivencia de talos de *L. berteriana* en las diferentes siembras realizadas en Las Lisas.

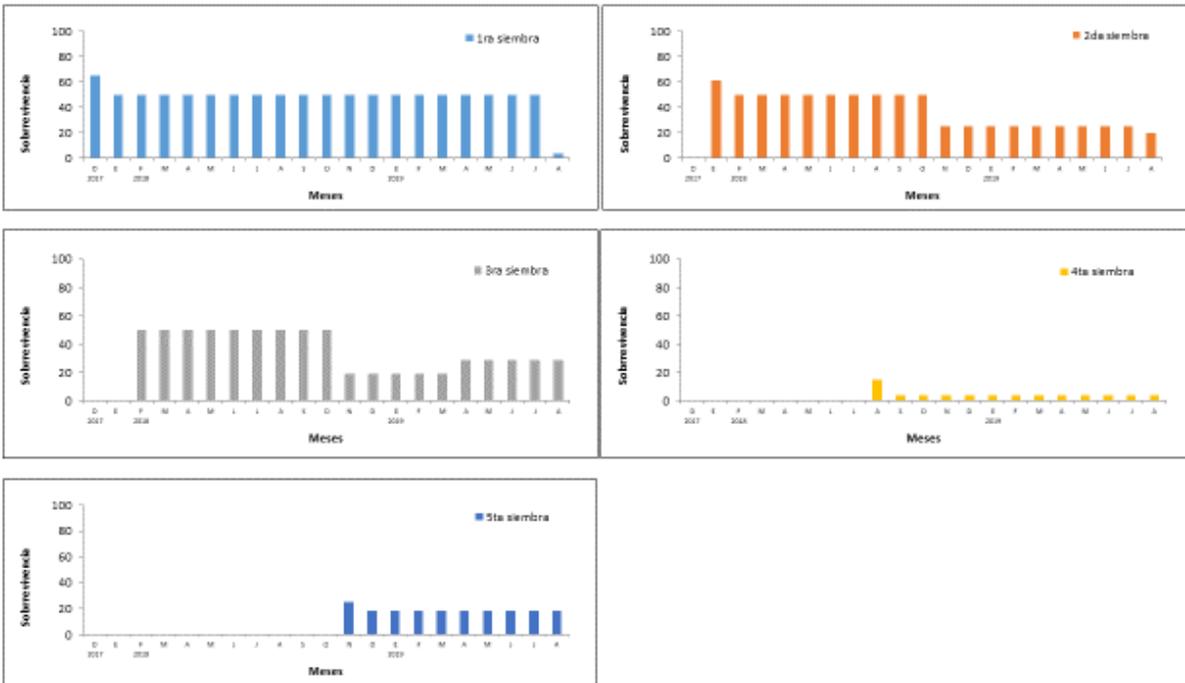


Fig. 8 Variación estacional en la sobrevivencia de los talos sembrados en Las Lisa

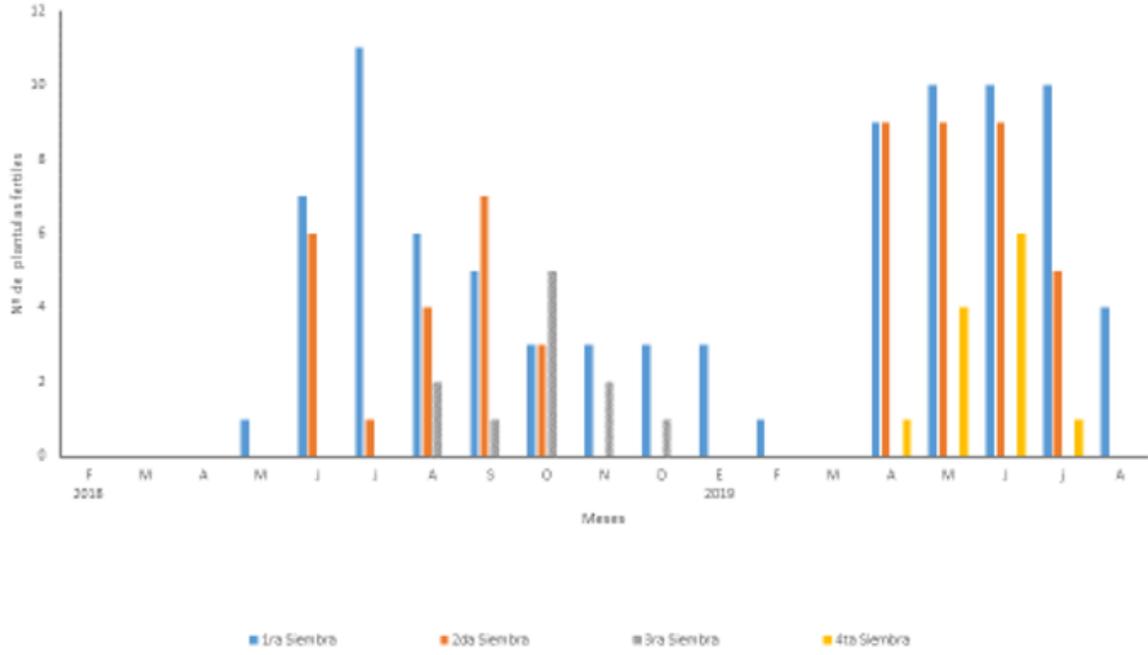


Fig. 9 Variación estacional de la fenología reproductiva de *L. berteroa* en Las Lisas.

Las Lisas





Estadios de desarrollo, antes de la siembra, en la siembra y en el estado actual.

2.4 Zapatilla

Los roqueríos ubicados en el sector de Zapatilla, corresponden a un área semi-protegida que está siendo solicitada como área de manejo por un grupo de pescadores, con las cuales se realizó el proyecto.

Se efectuaron 5 siembras de talos provenientes del lugar, las que se presentan en la fig. 1. En los 23 meses de muestreo se observa, que en todas las siembras realizadas, existió un aumento progresivo de los diámetros del disco.

En la fig. 2, se tiene una visión de la estacionalidad separadas por las diferentes siembras. Es así como se aprecia al igual que en todos los lugares investigados, que luego de 22 meses, se logran valores cercanos a 30 cm, valor que disminuyó notablemente en la segunda siembra a 20 cm y luego de 21 meses. Algo similar, ocurrió con el diámetro del disco en la tercera siembra en un periodo de 20 meses, mientras que los 15 cm de diámetro se lograron en 19 meses. En la última siembra realizada se logró 14 cm de diámetro del disco a los 18 meses.

En relación al número de estipes (fig. 3), la primera siembra obtuvo a los 20 meses valores cercanos a los 100 estipes (+20). En general a partir de 20-21 meses comienza una disminución en el número de estipes

(fig. 4). Así en las últimas siembras alcanzan a formar entre 60 a 70 estipes aproximadamente. El diámetro de los estipes, para la primera siembra, osciló entre los 0,23 a 1,90 cm.

En la fig.5, se representan las longitudes alcanzadas. Llama la atención (fig. 6), que la quinta siembra con 7 meses menos, que la primera, alcanza los 300 cm (+50), mientras que la siembra 1 solo llega a 250 cm (+30). La cuarta siembra presentó un comportamiento similar a la siembra número 5 con 280cm (+20) con 19 meses. Estos valores son superiores a las siembras 1,2 y 3, que cuentan con 22, 21 y 20 meses respectivamente. Las explicaciones posibles a estas diferencias se relacionan a cosechas furtivas realizadas en el área (fig. 6).

La sobrevivencia de estas siembras son las mayores registradas en todas las áreas investigadas en el sentido de que este factor se mantiene constante, luego de una disminución ocurrida de la siembra inicial. Las diferencias se presentan en la quinta siembra que se mantiene en un 50% de sobrevivencia, desde que se realizó la siembra de los reclutas en el mes de febrero, mientras que en el caso de segunda, aunque existe una disminución de aproximadamente 15%, se mantiene sin alteración esta sobrevivencia, la que es levemente superior al 50%.

La fenología reproductiva se presenta en la fig.9, que es semejante a la reportada en Las Lisas. En este caso las primeras plantas reproductivas se presentaron 6 meses más tarde, mientras que en Las Lisas ocurre 3 meses después de realizar la primera siembra.

La primera siembra alcanzó a 10 plantas reproductivas, y se mantuvo por 16 meses, al igual que la de todas las siembras. Ello seguramente explica, la gran cantidad de reclutas controlados, que alcanzó en esta área a 196 plántulas. Estas generaran en los primeros años la continuidad y estabilidad de la pradera.

La concentración de nutrientes en el agua de mar se presenta en el anexo 1. El Nitrato osciló entre 1 y 1,7 mg/l. Al igual que las otras estaciones de muestreo, se presentó estable en sus concentraciones en los meses de otoño e invierno, donde los valores son menores, alrededor de 1; los que aumentan a 1,5 -1,7 en primavera y parte del verano.

La cantidad de Fosfato en el agua de mar de Zapatilla, presentó sus valores más altos en primavera con concentraciones superiores a 4 mg/l. El resto del año estos valores son levemente superiores a 1 mg/l.

El ciclo de Amonio presentó una alta estacionalidad, con un aumento en sus concentraciones de enero a junio, llegando a aproximadamente a 3 mg/l en marzo. Desde septiembre 2018 a febrero 2019 los valores decaen a 0,25 mg/l.

Los metales pesados en la muestra de agua, no presentan cambios en el resto de los lugares de muestreo (anexo 2)

Las concentraciones de metales pesados, en el anexo 3 están ausentes en las muestras de primavera- de las frondas-ya que la empresa Analab no ha entregado los resultados.

En el disco de fijación de las muestras provenientes de *L. Berteroana* en Zapatillas, presentó para el arsénico 1,47 mg/kg. El resto de los metales pesados presentó valores similares al los reportados para el plomo y mercurio mientras que el cobre, cadmio y aluminio son los valores mas bajos reportados para este disco de fijación, comparados con los otros lugares de muestreo haciendo excepción el cadmio para Chañaral con el valor menor.

En el caso de los estipes esta situación es semejante a lo anteriormente descrito, tanto en las concentraciones de cobre como cadmio.

En verano el disco de fijación de *L. berteroana* alcanzó valores altos en Arsénico con 2,18 mg/kg y 5,13 mg/kg en Cadmio. En los estipes el valor del Aluminio con 930 mg/kg sería en valores semejantes a los que se indican en la literatura con muestreos de algas de la región. El nivel de Cadmio es de 5,42 mg/kg en el disco de fijación, el que aumenta en las frondas a 7,60 mg/kg. El nivel de Arsénico es de 0,904 mg/kg.

En los meses de otoño, tanto el disco de fijación como las frondas, alcanzaron altos valores de Arsénico llegando a 1,71 y 1,35 mg/kg respectivamente. El Cadmio, alcanzó a 7,23 en las frondas, mientras que disco y estipe fluctuó entre 4,86 y 4,35 mg/kg respectivamente.

Los valores de Cobre, tanto para verano como otoño, están por sobre los 5,0 mg/kg, con excepción del disco y frondas de otoño que concentran valores de 4,78 y 4,73 mg/kg respectivamente.

En el invierno las concentraciones de Arsénico, son altas en el disco de fijación y en las frondas con 1,45 y 1,97 mg/kg respectivamente. Llama la atención las concentraciones de Cadmio en las frondas con 6,39 mg/kg aun cuando según la literatura estaría dentro de los rangos descritos por Mahasmeh& Mahasmeh (1985) pero levemente altos, en v concentraciones para otras especies de algas en el área geográfica.

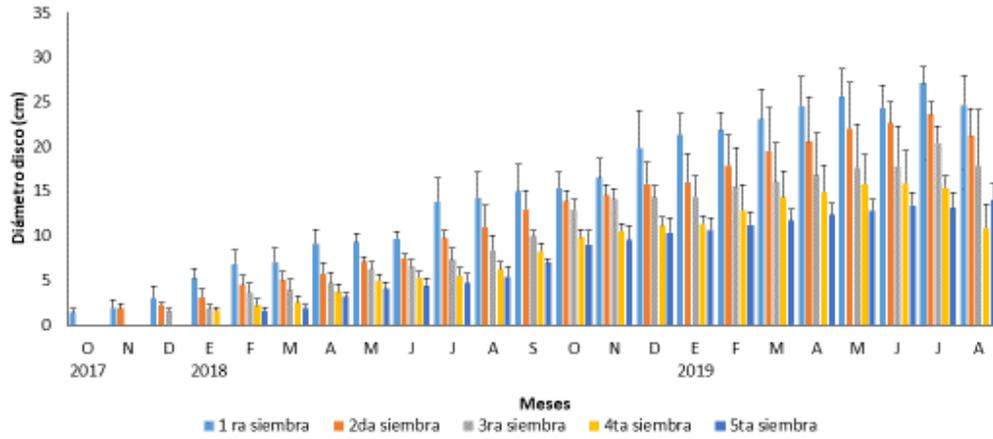


Fig. 1 Variación de los diámetros del disco de fijación en *L. berteroana* en las siembras realizadas en Zapatilla.

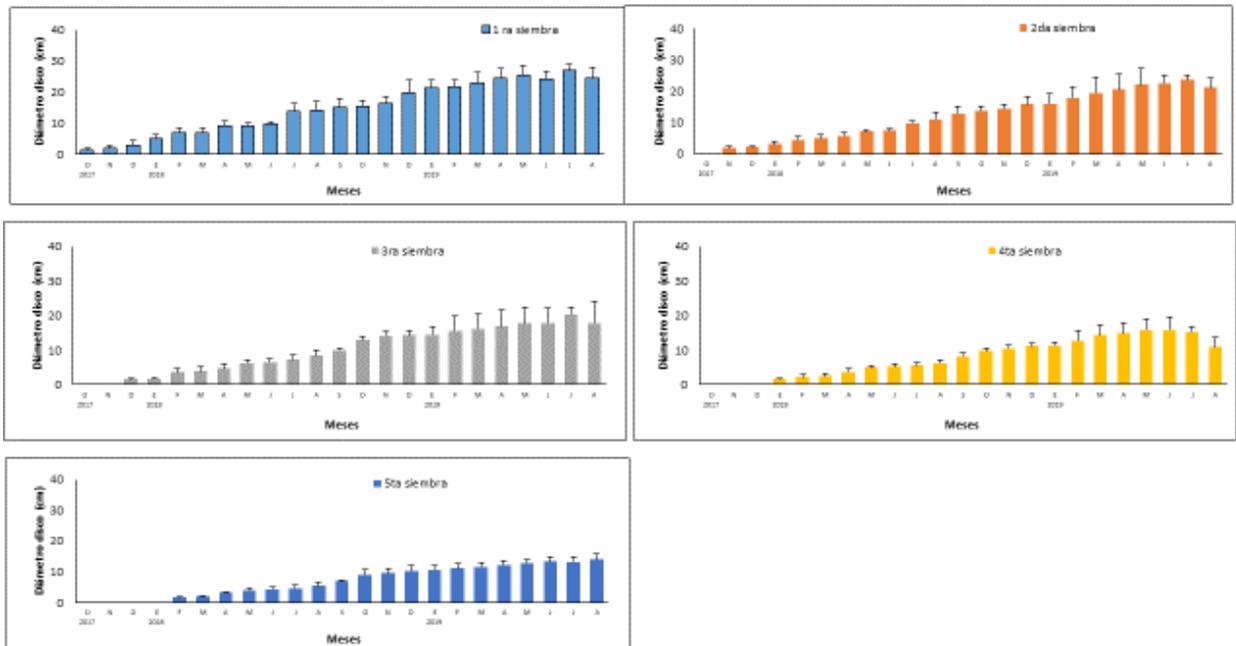


Fig. 2 Variación estacional del diámetro del disco de fijación en *L. berteroana*, en Zapatilla.

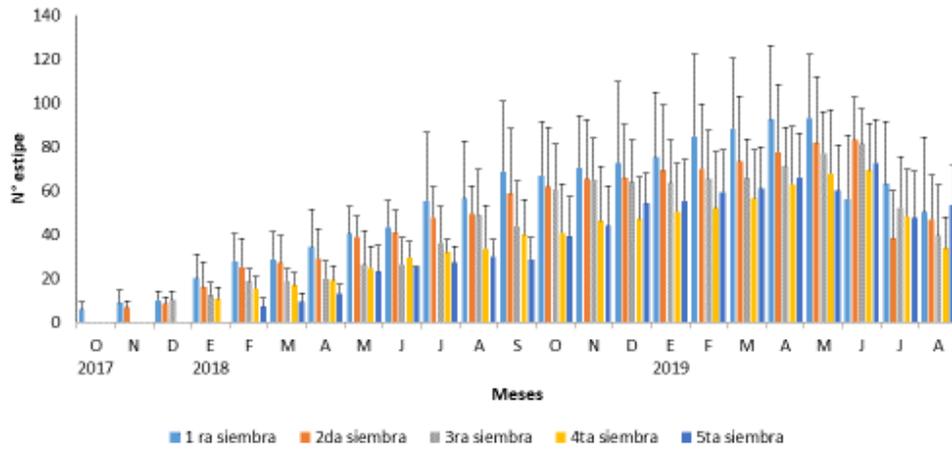


Fig. 3 Variación en el número de estipes de *L. berteroa* en las siembras realizadas en Zapatilla.

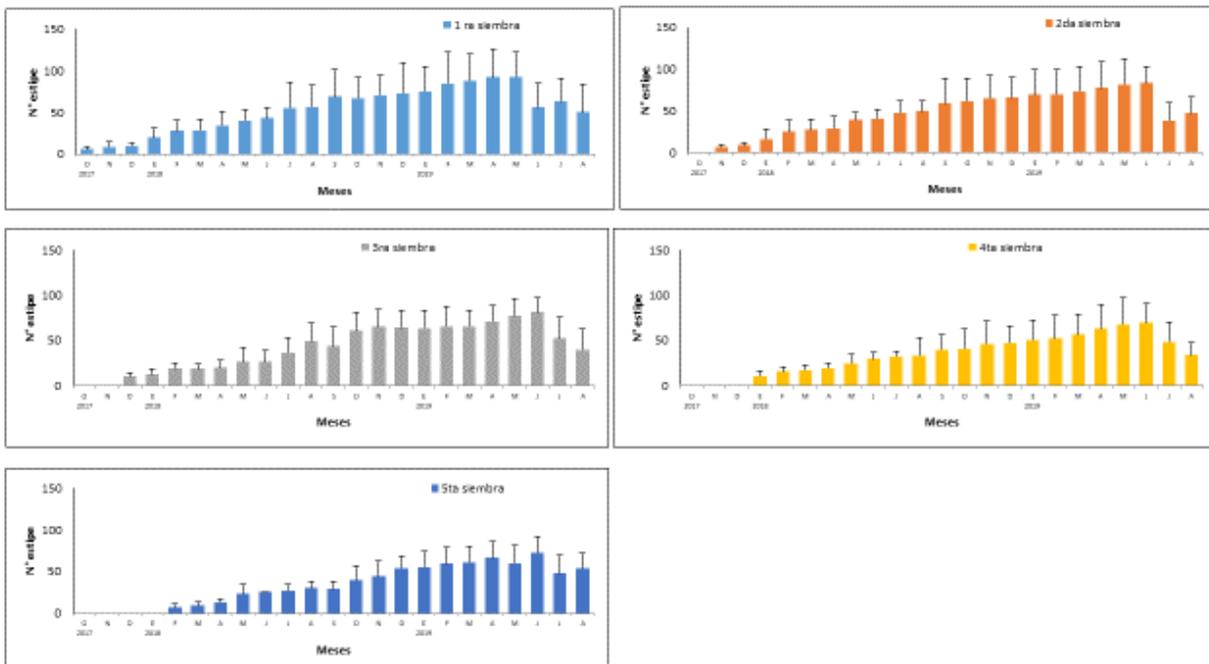


Fig. 4 Variación estacional en el número de estipes de *L. berteroa* de las siembras realizadas en Zapatilla.

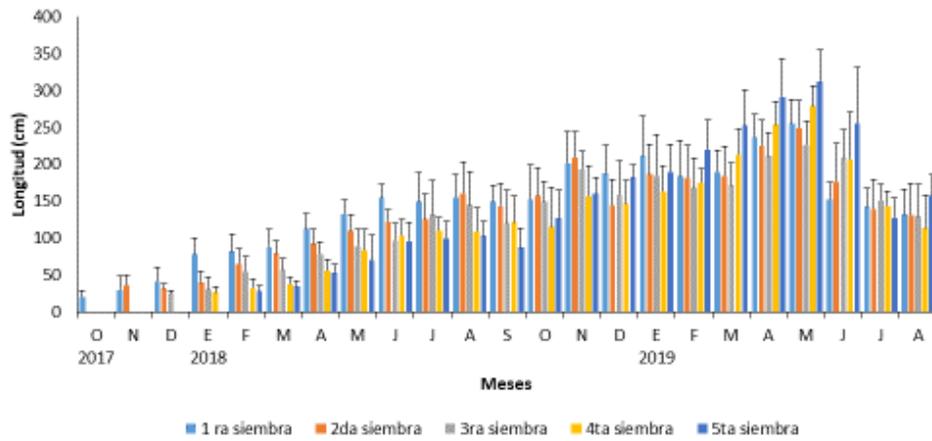


Fig. 5 Variaciones de la longitud de los talos de *L. berteriana* en las siembras realizadas en Zapatillas.

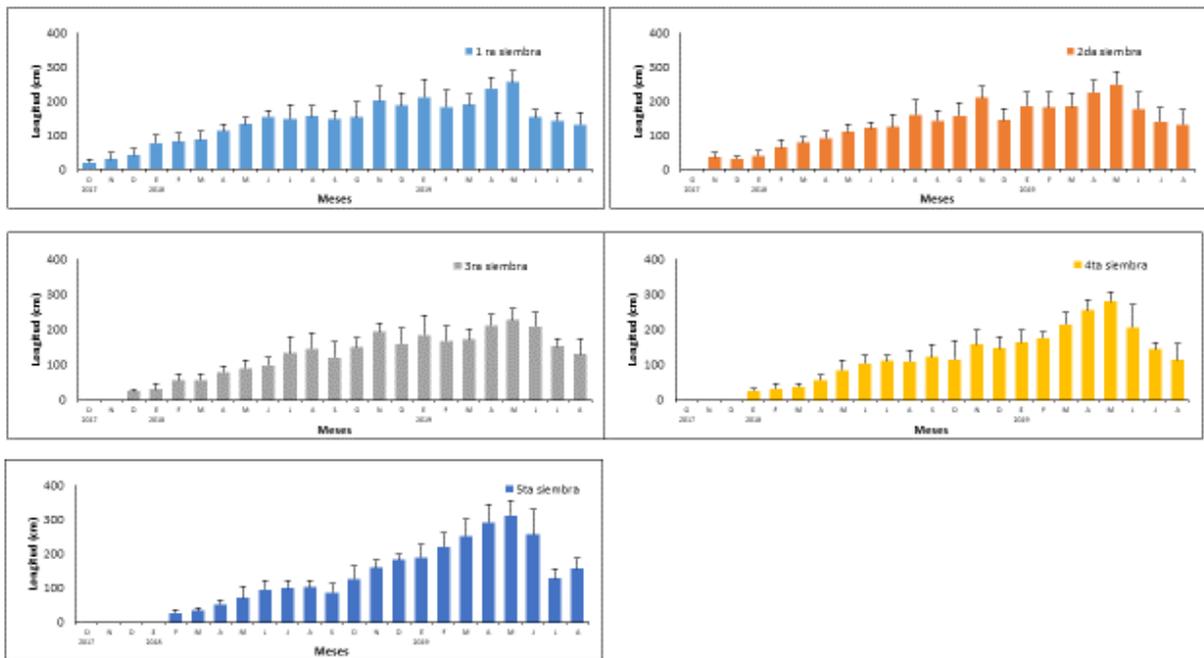


Fig. 6 Variación estacional en la longitud de los talos de las siembras realizadas en Zapatilla.

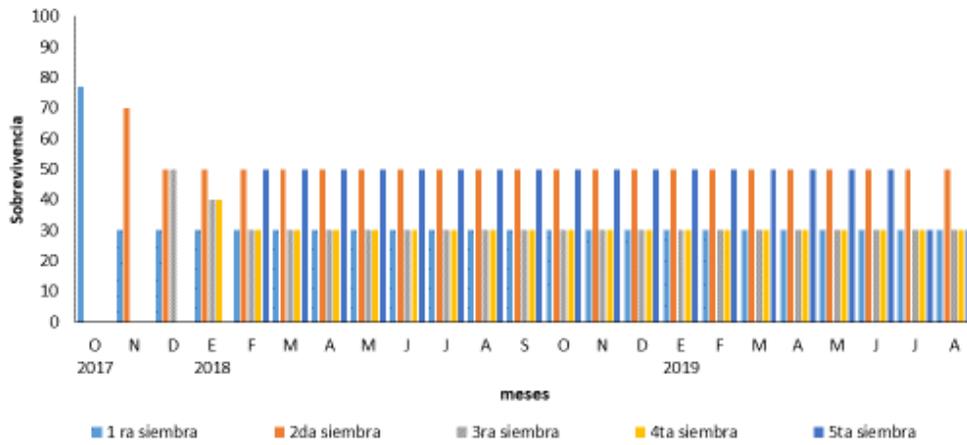


Fig. 7 Variación de la sobrevivencia de talos de *L. berteriana* en las diferentes siembras realizadas en Zapatilla.

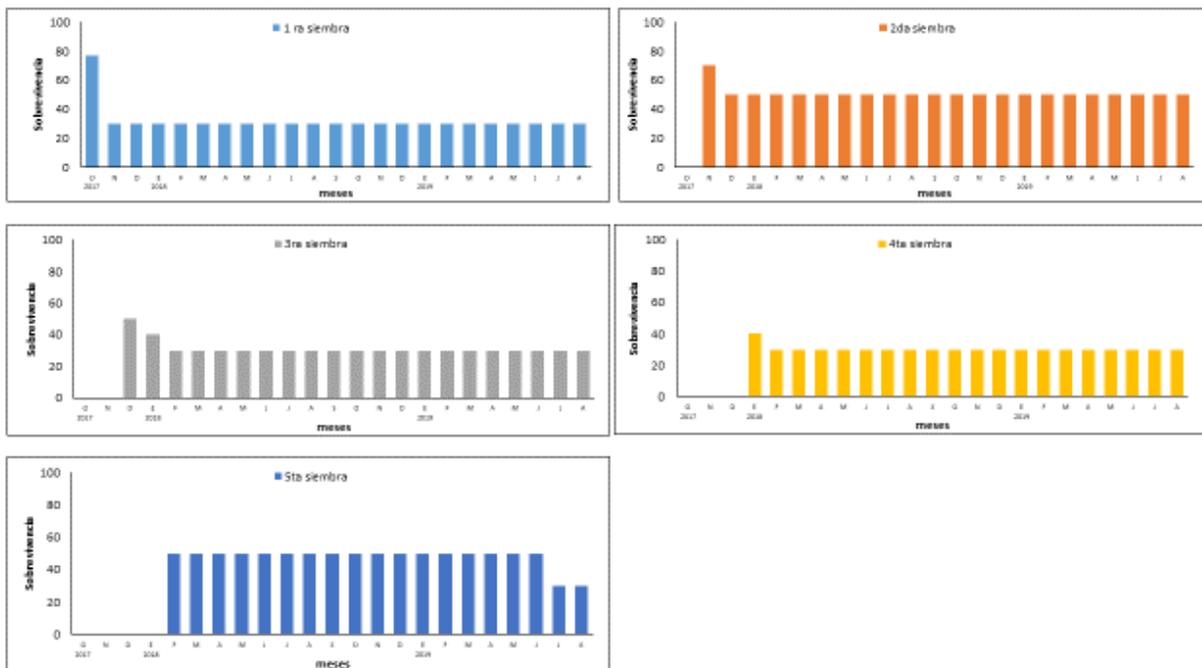


Fig. 8 Variación estacional en la sobrevivencia de los talos sembrados en Zapatilla.

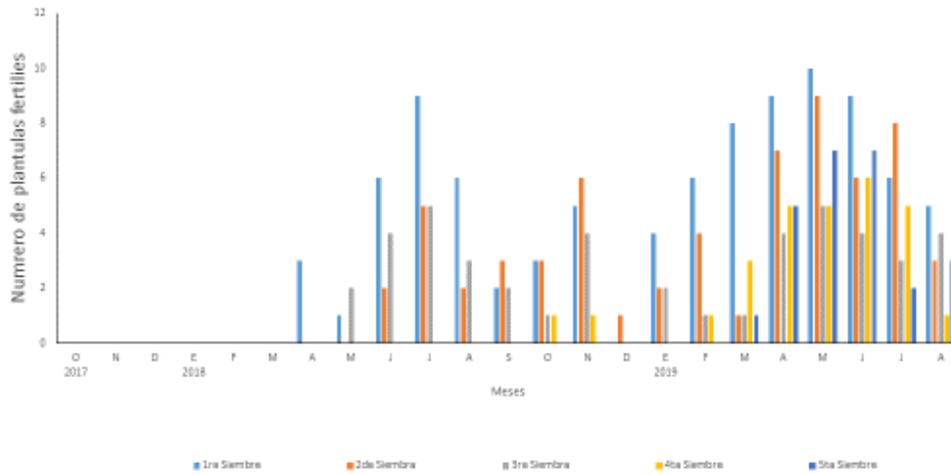


Fig. 9 Variación estacional de la fenología reproductiva de *L. berteriana* en Zapatilla



Desarrollo de plántulas sembradas en Zapatillas

2.5 Pajonales

Este lugar corresponde a un área de libre acceso por parte de los pescadores y está ubicada al sur de Caldera (cercano a Bahía de Chasco) y donde la cosecha furtiva es frecuente.

En la fig. 1 se representa las 6 siembras realizadas en ese sector, donde se alcanzó entre los 10 y 25 cm de diámetro del disco.

En la primera siembra, solo se logró controlar 15 meses, ya que en el mes 16 las algas habían sido cosechadas. Los valores son levemente superiores a los 20 cm, situación semejante ocurrió en la segunda siembra donde los tamaños máximos llegaron solo a cerca de 15 cm. En la tercera siembra los valores sobrepasaron los 20 (+5) cm de diámetro del disco. En la cuarta y quinta estos valores son levemente superiores a los 10 cm (fig. 2)

La fig. 3 representa el número de estipes producidos por los talos de *L. berteroa*. Se observa claramente el efecto de la cosecha realizada y los tamaños de las plantas reducidos en los cultivos de las 4 siembras.

El número de estipes de las diferentes siembras no sobrepasa los 60, mientras que la segunda y tercera, se encuentran cercanos a los 40 estipes. La cuarta, quinta y sexta siembra alcanzaron entre los 20 -25 estipes aproximadamente. (fig.4). El diámetro del estipe para la primera siembra osciló entre 0,1 y 1,5 cm.

La longitud de los talos en Pajonal (fig. 5), debido a las cosechas furtivas realizadas y a pesar de la demarcación realizada en las rocas experimentales, está disminuida.

Los máximos tamaños fueron de la tercera y cuarta siembra, con 261,4 y 260,6 cm, seguidas por las de quinta y sexta con 252,7 y 242,6 cm respectivamente.

La siembra 1 y 2 no es posible describir los resultados, ya los algueros cosecharon las algas al menos 2- 3 veces en el periodo. En enero- febrero 2019 se cosecharon todas aquellas que estaban sobre los 250 cm. Situaciones similares ocurrieron en la tercera y cuarta siembra. A pesar de ello y considerando un menor número de meses controlados las longitudes alcanzadas son interesantes y necesarias de considerar en un manejo “extremo “de estas poblaciones. (fig. 6). El lugar corresponde a una de las áreas de mayor exposición al oleaje junto a Las Lisas y Zapatilla.

Los antecedentes de la sobrevivencia, (fig.7), tampoco permiten visualizar el ciclo anual de crecimiento por las cosechas furtivas realizadas. A pesar de ello los datos que se presentan en la fig. 8 señalan que la sobrevivencia estaba cercana al 60% en las tres primeras siembras.

Las siembras restantes cuentan el mismo patrón de sobrevivencia sin cambios desde el inicio, salvo en la sexta que existe una mínima disminución a partir del tercer control, es decir desde mayo del 2018.

Al igual que las estaciones anteriores analizadas la presencia de plantas reproductivas ocurre del séptimo mes. En la fig.9 se presentan 3 ciclos de plantas reproductivas, la primera que sobrepasa a los 15

ejemplares, que corresponden a la primera siembra. Un segundo ciclo con máximos de 5 plantas y un tercer grupo que corresponde a la cuarta siembra con 35 plantas. Este elevado número de frondas reproductivas, nos señala que la metodología utilizada en el repoblamiento, ha sido exitosa. No solo el sistema de plantación utilizado, sino también el aporte que estas plantas reproductivas, jugaran a través de la producción de esporas, a la recuperación y/o mantención de la pradera.

La concentración de nutrientes en el agua de mar se presenta en el anexo 1. Así la cantidad de nitrato alcanza sus máximos valores en los meses de invierno con 1 mg/l aproximadamente. En primavera, verano y otoño estos valores oscilaron entre 0,25 a 0,4 mg/l aproximadamente.

La concentración de fosfato presentó un patrón similar al de los anteriores, pero con valores que oscilaron entre los 0,7 a 1,3 mg/l aproximadamente.

Las concentraciones de amonio de este sector, no presentan variaciones en el tiempo, con valores máximos 2 mg/l desde diciembre 2017 a febrero 2018. En octubre y noviembre del 2017 se determinó solo 1 mg/l.

Las concentraciones de metales pesados en el agua de mar no muestran diferencias en las concentraciones metales analizados, sin embargo los rangos para cada uno de ellos se mantienen, en los diferentes lugares de muestreo.

Las concentraciones de metales pesados en las diferentes estaciones del año y en los diferentes órganos de *Lessonia beteroana* se presentan en el anexo 3.

En primavera la concentración de Arsénico presentó valores mayores de 1,68 mg/kg en el disco de fijación, 0,911 mg/kg en los estipes 0,978 mg/kg en las frondas.

En los tres órganos de las plantas analizadas las concentraciones de Cadmio son semejantes a los reportados para las estaciones anteriores, oscilando entre 5,71 mg/kg 4,07 mg/kg y 5,81 mg/kg en los discos de fijación, estipes y frondas.

En la estación de verano se mantiene la relación anterior, así el Cadmio alcanzó a 7,66 mg/kg mientras que el Arsénico lo hace con 1,33 mg/kg. En los estipes el Cadmio alcanzó 6,76 y el Arsénico es apenas detectable. En las frondas estos valores llegan a 12,2 mg/kg de Cadmio, el Arsénico se encuentra con 1,01mg/kg. Aparece un nuevo metal, que en general, salvo Pan de Azúcar, no era detectable y ahora lo hace con una concentración de 11,9 mg/kg en la fronda de Pajonales.

La concentración de Cadmio en la fronda el más alto reportado la *L. berteroana* en este estudio y que está por sobre los valores que señala Mahasneh & Mahasneh (1985).

En la estación de otoño, el disco de fijación de *L. berteroana* acumuló 2,30 mg/kg de Arsénico. La concentración de Cobre al igual que en verano presentó 7,29 y el Cadmio 7,10 mg/kg.

En los estipes y las frondas se mantienen niveles altos de Cadmio con 5,89 y 9,38 mg/kg respectivamente, tanto el Arsénico como el Cobre presentaron concentraciones menores.

Las concentraciones de metales pesados en la estación de invierno fueron en los tres órganos analizados de *L. berteriana*, para el Arsénico y Cadmio, lo que oscilaron, para el primero entre 1,90, 0,898 y 1,38 mg/kg en discos, estipes y frondas. Mientras que, en el caso del Cadmio fue de 5,94, 5,12 y 11,4 mg/kg respectivamente.

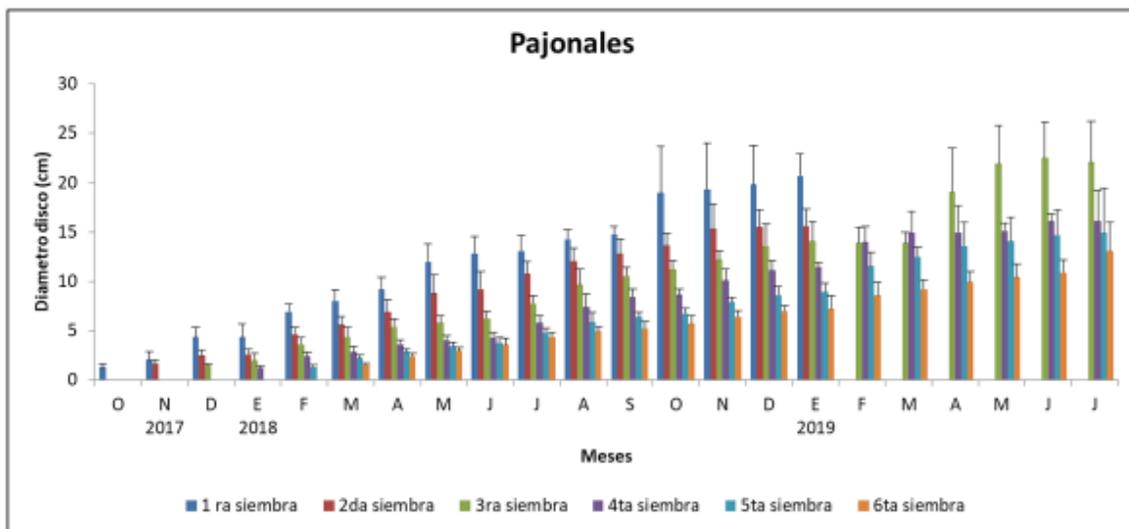


Fig. 1 Variación del diámetro del disco de *L. berteriana* en las siembras realizadas en pajonales (sector Punta de Cacho).

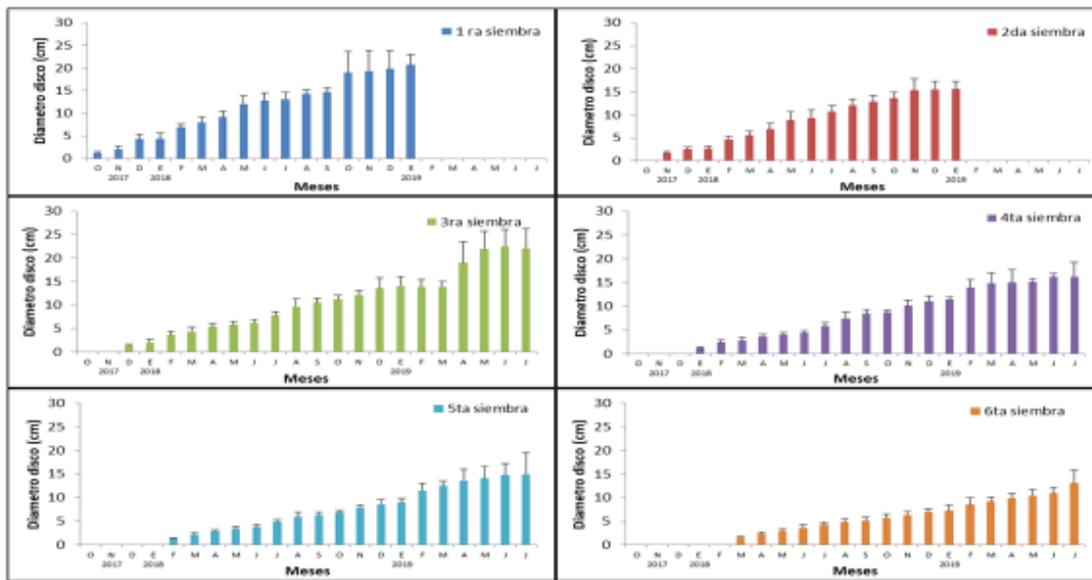


Fig. 2 Variación estacional del diámetro del disco de fijación en *L. berteriana* de Pajonales (sector punta de Cacho).

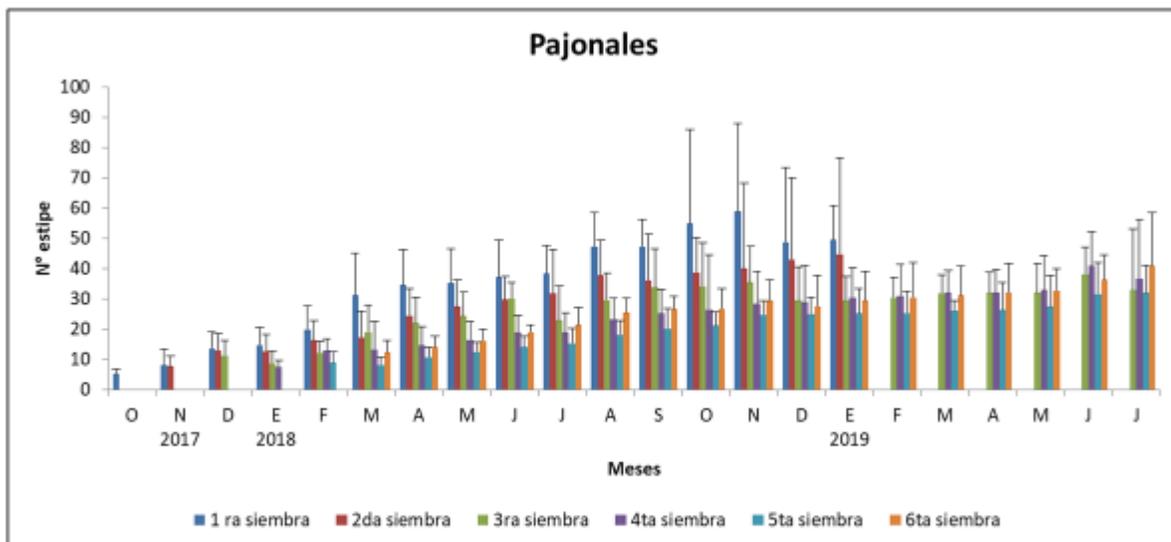


Fig. 3 Variación de número de estipe de *L. berteriana* en las siembras realizadas en Pajonales (sector Punta de Cacho).

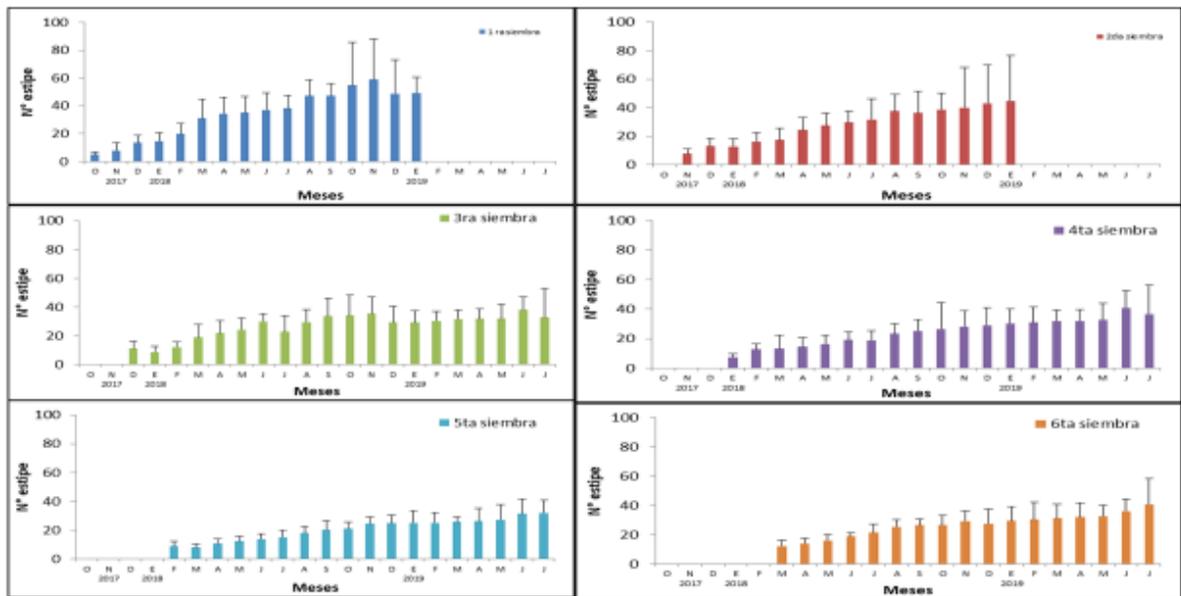


Fig. 4 Variación estacional del número de estipes en *L. berteriana* de Pajonales (sector Punta de Cacho).

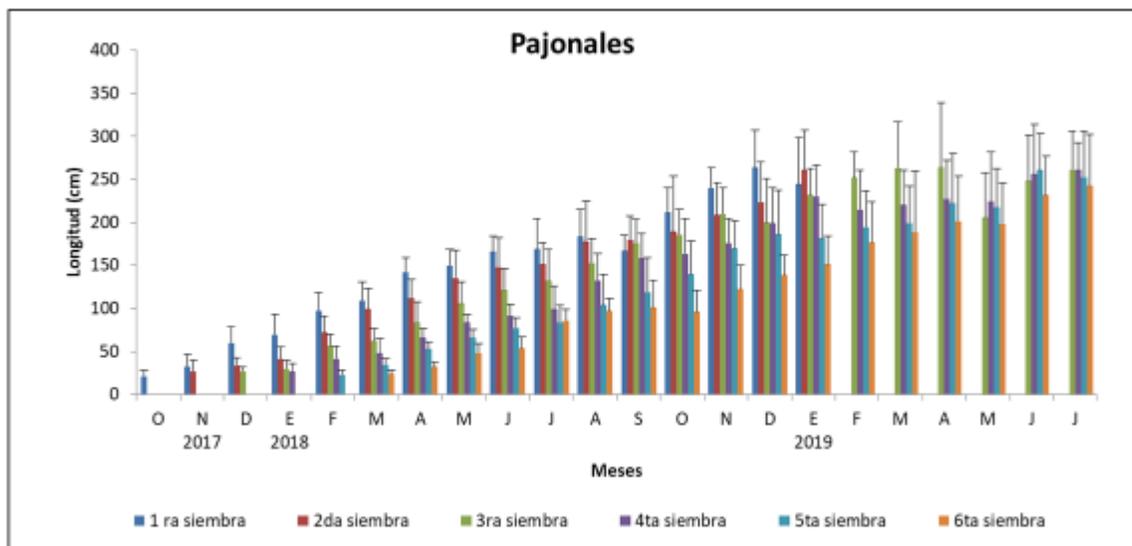


Fig. 5 variación de la longitud de los talos de *L. berteriana* en las siembras realizadas en Pajonales (sector Punta de Cacho).

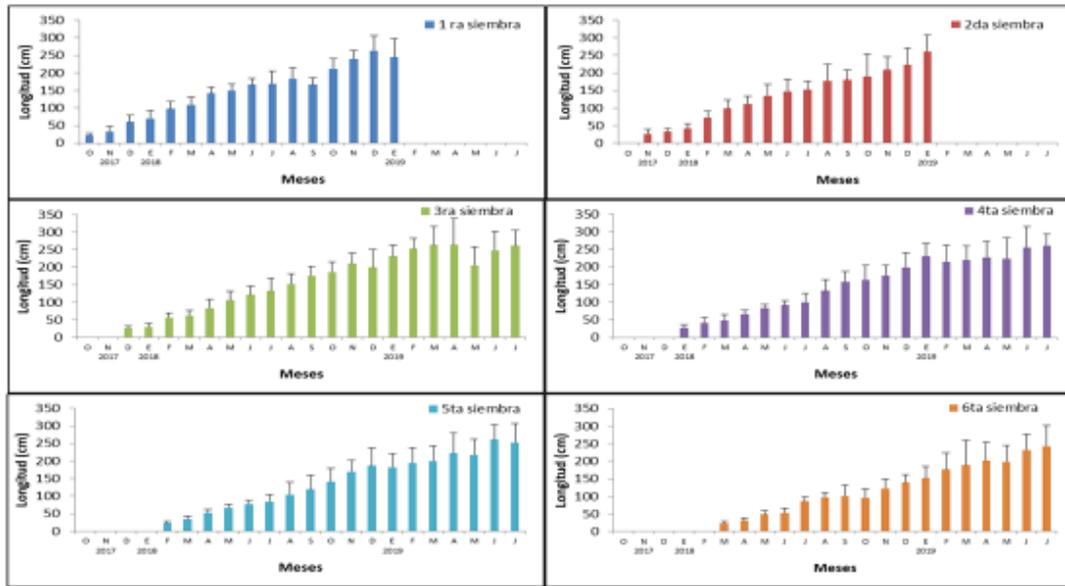


Fig. 6 Variación estacional en la longitud de los talos de las siembras realizadas en Pajonales (sector Punta de Cacho).

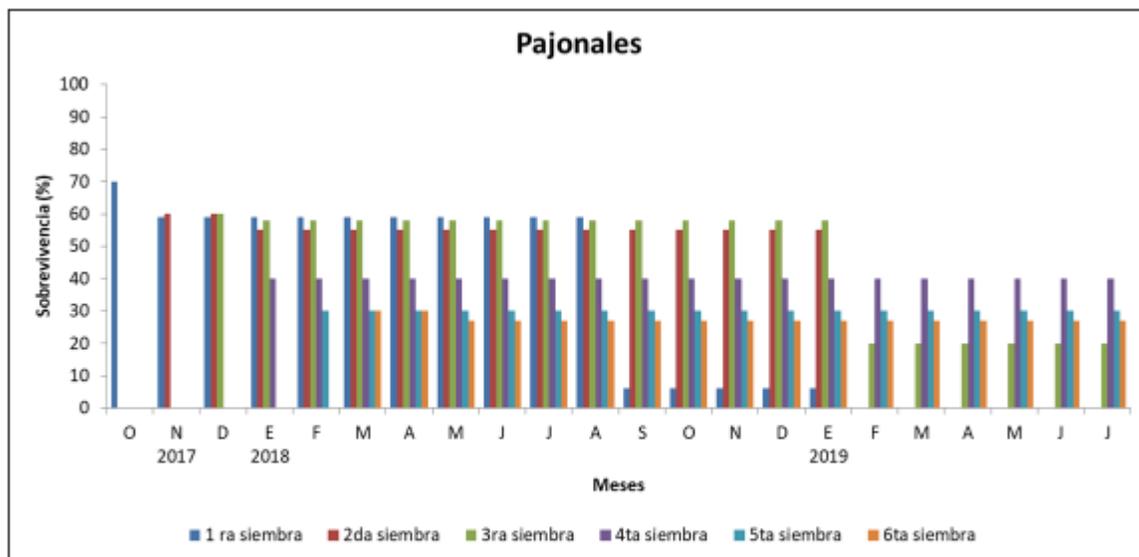


Fig. 7 Variación de la sobrevivencia de los talos de *L. berteroa* en las siembras realizadas en Pajonales (sector Punta de Cacho).

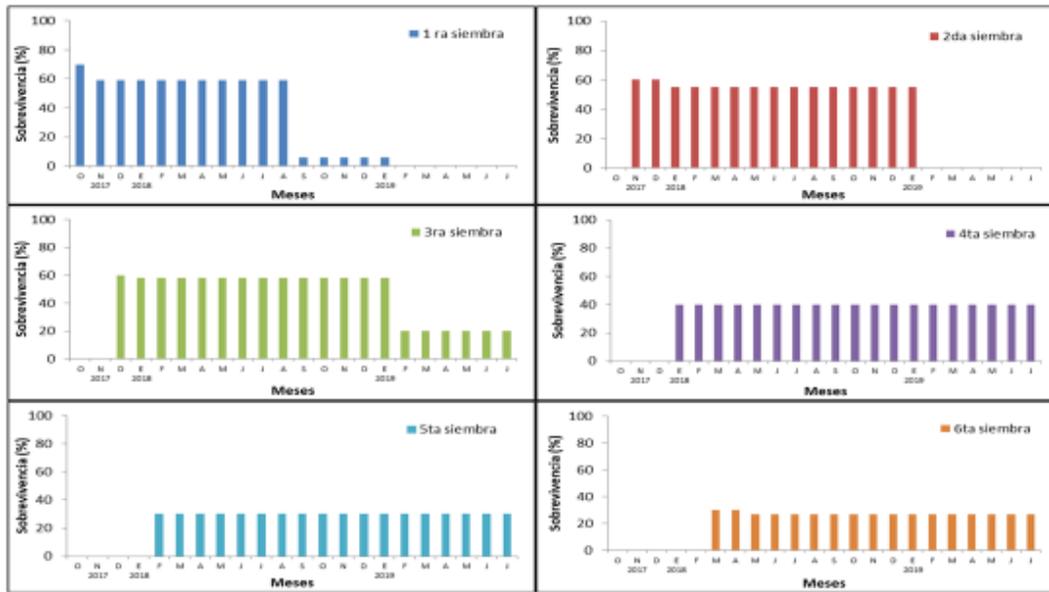


Fig. 8 Variación estacional en la sobrevivencia de los talos de *L. berteriana* sembrados en Pajonales (sector Punta de Cacho).

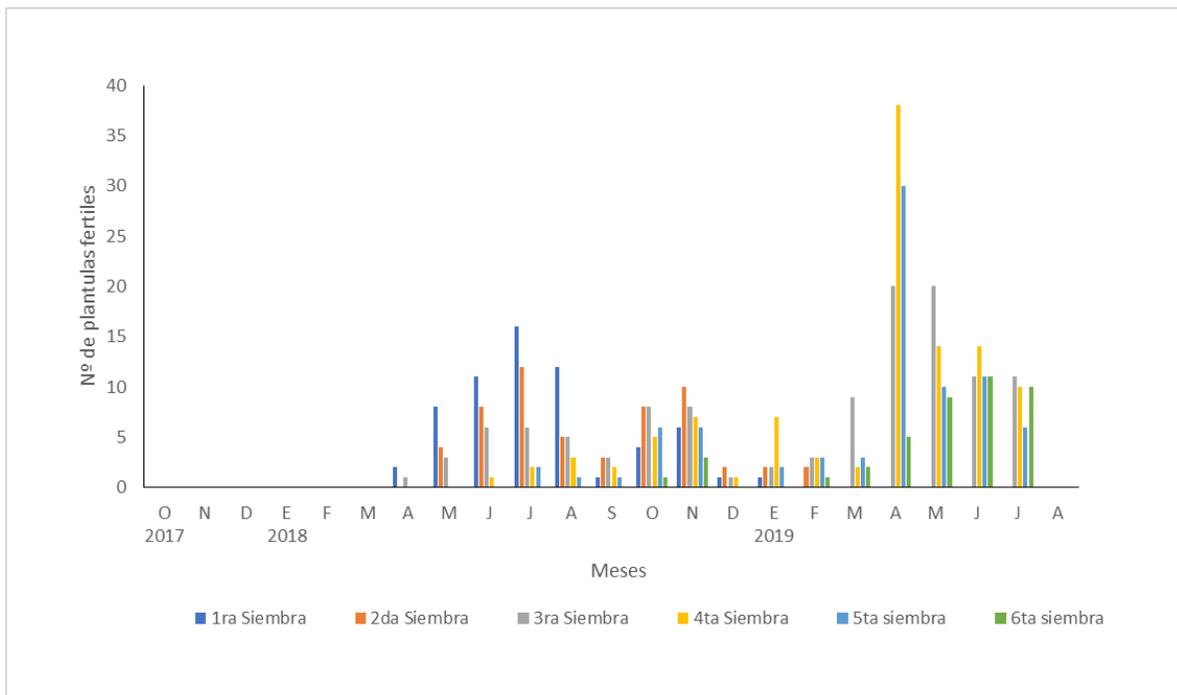


Fig. 9 Variación estacional de la fenología reproductiva de *L. berteriana* en Pajonales (sector Punta de Cacho).



Estadios de desarrollo de las siembras en Pajonales

2.6 Pan de Azúcar

Este lugar representa un sitio de muestreo interesante. Uno, porque es el límite norte del área de muestreo de este proyecto y dos porque sufrió un efecto desastroso con los aluviones del 2015. Las fotos muestran este ambiente antes del aluvión y luego de este fenómeno climático. Ello en consecuencia lo hacía un lugar extraordinariamente interesante, la foto siguiente muestra como el sedimento y la arena se han retirado y con ello se inició el desarrollo de la recuperación y repoblamiento de esta área, utilizando reclutas y algas de cultivo de la zona cercana a este lugar.

Nuestras observaciones al inicio de este trabajo, presentaba, en estos requeríos, sólo algunas especies de algas del género *Enteromorpha*, especies de algas calcáreas y en parches aparecían *Bostrichia sp* y *Porphyra sp* en las partes más altas de los requeríos.

La figura 1 representa un resumen de los resultados obtenidos en el crecimiento del diámetro del disco de las 9 siembras realizadas. La primera de ellas se inició al igual que el resto de los lugares en octubre del 2017, partiendo con un diámetro del disco de 2 cm. aproximadamente y luego de 23 meses este valor alcanzo a 30,6 cm (+ -10) y con un desarrollo mensual progresivo en el tiempo en todas las siembras realizadas.

En la segunda siembra con plántulas de 2,5 cm se llegó a los 26,6 (+- 8 cm). La tercera y cuarta siembra llegaron a valores finales de 25 y 18,5 cm. (fig. 2)

El número de estipes, en las primeras dos siembras, bordearon los 60 por planta. En la tercera siembra se alcanza el mayor número de ellos, 80 (+50). El desarrollo es prácticamente el doble del número y se nota aquí el efecto de la estacionalidad entre diciembre y enero (fig. 3). Esto probablemente se deba a condiciones de temperatura y acción de herbívoros, lo que es claro al observar los resultados finales de estas cuatro siembras. También podría relacionarse con el tamaño y posibles desprendimientos de estas plantas (Fig.4). El número de estos estipes fue de aproximadamente 43 en la primera siembra con un diámetro que osciló entre 0,78 y 1,93 cm. Un total de 100 y de 30,1 se formaron en la cuarta y novena siembra respectivamente.

En la Fig. 5 se representa un resumen de las longitudes alcanzadas en las plantas originadas de las 9 siembras, realizadas tanto con plantas de cultivo como de reclutas colectados en la zona norte del camping Pan de Azúcar. Es notable y fácil de destacar de estos resultados, (fig. 6), que los mayores valores oscilaron entre los 242,5, 208, 225,5, 175,9 y 173,4, respectivamente desde la primera a la quinta. La menor longitud se alcanzó en la novena siembra y luego de 9 meses fue de 100 cm.

El grado de sobrevivencia de estos talos sembrados, presenta gran irregularidad en los primeros meses. Así en la primera siembra de 67 talos, disminuyó a 8, los se mantuvieron hasta 3 meses antes que finalice el proyecto. (Debe considerarse aquí que al menos cuatro plantas fueron cosechadas de la primera siembra para la medición de metales).

En la segunda siembra de 100 plantas sembradas, éstas disminuyeron un 80%, manteniéndose por un tiempo 20% lo que decae al 10% el mes siguiente, se mantuvo constante los 20 meses siguientes. Sin embargo, en la tercera siembra de 90 plántulas, solo se mantuvieron al mes siguiente aproximadamente 25, las que permanecieron hasta el último muestreo. Lo mismo ocurre con las siembras de febrero y julio del 2018. La posible razón de esta baja sobrevivencia estaría relacionada exclusivamente a moluscos y peces herbívoros, cuando las plantas son pequeñas especialmente; luego el efecto látigo parece ser protege a estas plantas de ser consumidas por estos animales. (fig. 7, 8)

Las plantas fértiles (Fig.9), permanecen con altos valores. Las primeras aparecieron en febrero, que habían sido sembradas 4 meses antes y mientras que la segunda y tercera siembra se vuelven reproductivas en los meses siguientes. Las algas sembradas en noviembre del 2018 y marzo del 2019 son las que alcanzaron los valores máximos de 10 a 12 plantas respectivamente. Sin embargo, la siembra de noviembre son las plantas que se mantuvieron reproductivas los siguientes 18 meses, es decir, hasta agosto del 2019, fecha del último muestreo realizado.

Las plantas de la primera siembra, luego de un año sembradas, alcanzaron un peso de 8 a 10 kg aproximadamente, mientras que las cosechadas al final del proyecto lograban los 20 kg, por planta, vale decir luego de 23 meses en el mar.

Las fotos siguientes muestran la actividad de siembras realizadas, los tamaños alcanzados y la cantidad de herbívoros cohabitando y pastoreando estas plantas.

Los análisis de los nutrientes en el agua de este lugar se presentan en el anexo 1. Los valores son semejantes a lo largo de los 12 meses de muestreo (Anexo 1). Las concentraciones de Nitrato presentan valores que oscilan entre los 0,7 a 1,7 mg/l, aproximadamente en el mes de enero del año 2018. En general, y con excepción de este mes los valores se mantienen constantes.

Las concentraciones de Fosfatos oscilaron entre 0,8 a 1,5 mg/l, sin una estacionalidad marcada, mientras que los valores de Amonio oscilan entre 0,25 y 0,6 mg/l, en los meses de octubre y noviembre.

Los metales pesados en la columna de agua y de acuerdo con la metodología usada, presentan valores considerados como normales. La literatura describe valores mayores, sin embargo, los rangos son muy amplios (Anexo 2).

En relación a los metales pesados analizados por estación y en los diferentes órganos de la planta (disco, estipe, fronda), se puede apreciar en primavera una mayor concentración de Arsénico en el disco de fijación con 5,3 mg/kg, y que representa el valor más alto de todos los lugares para este órgano y en esta época del año. Otro valor alto y también en el disco lo constituye el Aluminio con 1074 mg/kg. Estos valores disminuyen considerablemente en los estipes y en las frondas siendo menores que en el resto de las plantas analizadas de los otros lugares.

Un valor alto del Plomo se presenta también en el disco con un 1,30 mg/kg, siendo la segunda ubicación en concentración de este metal después de Chañaral.

En la estación de verano, presentó altos valores de Arsénico, Plomo, Cobre y Aluminio en el disco de fijación, con valores de 3,3, 1.40, 22 y 7,38 mg/kg respectivamente. En los estipes el Cobre alcanzó 12,5 mg/kg y 453 mg/kg en Aluminio. Para las frondas se repite lo anterior de los estipes con 16,9 mg/kg y 53,6 mg/kg para el Cobre y el Aluminio respectivamente.

En la estación de invierno, el disco de fijación de estas plantas alcanzó en todos los metales analizados las mayores concentraciones. En los estipes y en las frondas es similar a los metales presentes en los tejidos de las algas de las otras localidades.

En las muestras obtenidas en otoño es el Cobre con 15,3 mg/kg, el Aluminio con 415 mg/kg, representando este último la mayor concentración de todos los discos analizados. En los estipes se mantienen este mismo comportamiento y manteniéndose el Cobre con un valor de 12,8 mg/kg en las frondas.

Llama la atención de estos resultados, la relación de los metales pesados. El Arsénico por la cercanía geográfica de Chañaral y Pan de Azúcar. Ello podría explicarse por el impacto de lo que fueron los relaves del cobre en la desembocadura por tanto tiempo del Salado en Caleta Palitos. La otra hipótesis es la consecuencia de los aluviones en Pan de Azúcar y Chañaral. Se debe tener presente que las preguntas que se hacen es como consecuencia, de que son los valores más altos de esos metales y no significa necesariamente que son valores de contaminación, ya que en la literatura se entregan valores diversos para estos metales en algas. Así, por ejemplo, Wahbehn Marine Environment Research 1985-95-102 entrega valores de referencia promedio entre 28 y 55 mg/kg. Con ello las concentraciones de Cobre estarían por sobre estos valores y los de Arsénico bajo ellos. Sin embargo existen valores muy altos en invierno que llaman la atención de este lugar. Prácticamente todos los metales están por sobre el resto de los lugares analizados.

La metodología utilizada para el repoblamiento es la adecuada a pesar de las bajas sobrevivencias, factor que estaría relacionado al efecto de peces y moluscos herbívoros. Es interesante la cantidad de plantas reproductivas y el tiempo en que permanecen, lo que implicará un repoblamiento futuro, que lamentablemente nadie podrá controlar, perdiéndose una información valiosísima.

El número de reclutas totales que se han controlado alcanzó en el mes de agosto a 48.

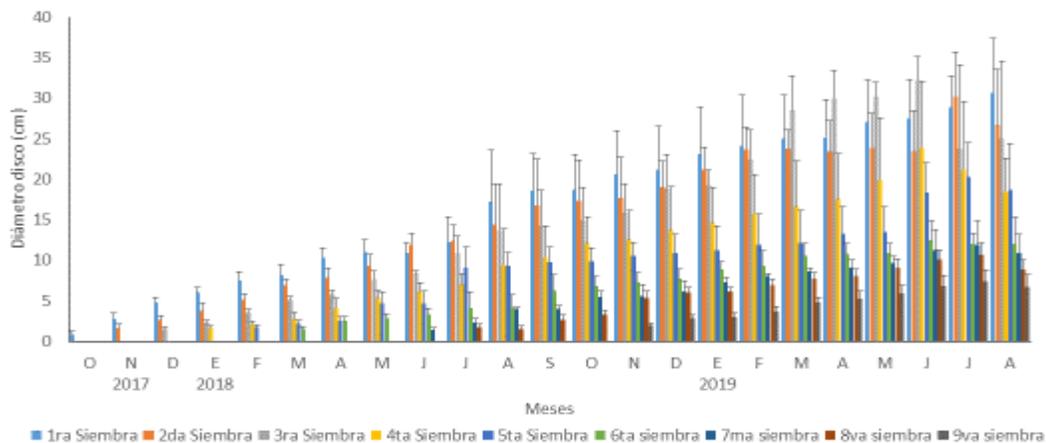


Fig. 1 Variación del diámetro del disco de fijación de *L. berteriana* sembrados en los roqueríos de La caleta Pan de Azúcar.

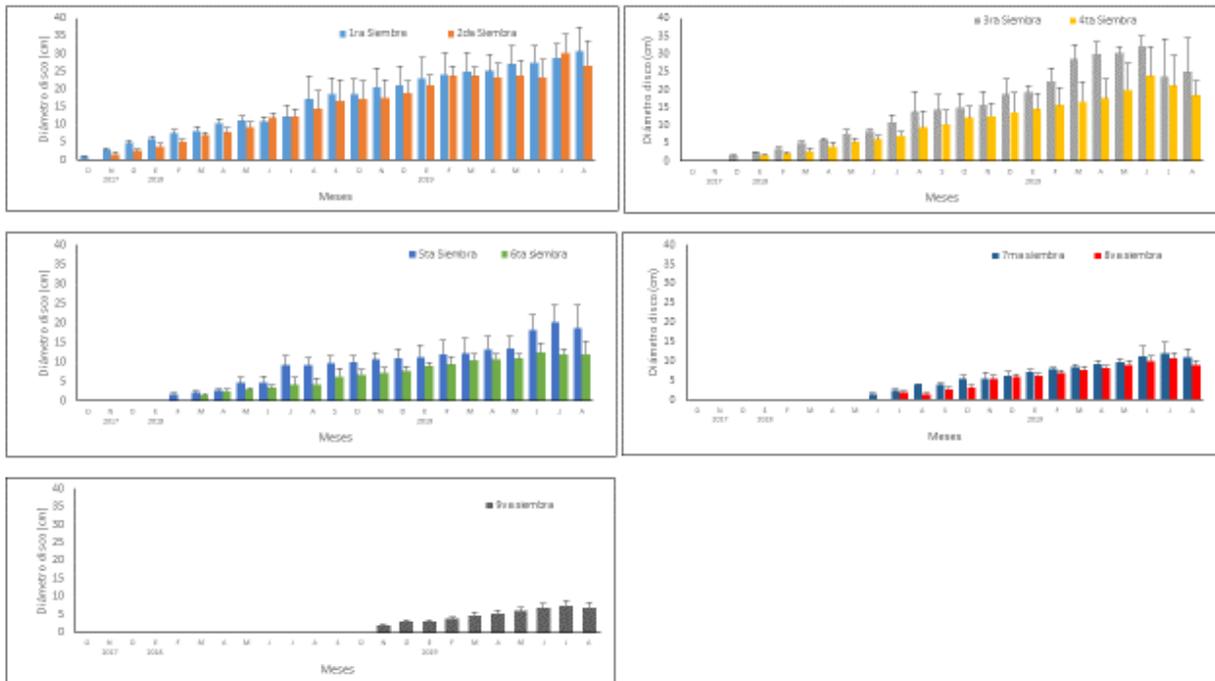


Fig. 2 Variación del diámetro del disco de fijación en las diferentes siembras realizadas en la caleta Pan de Azúcar.

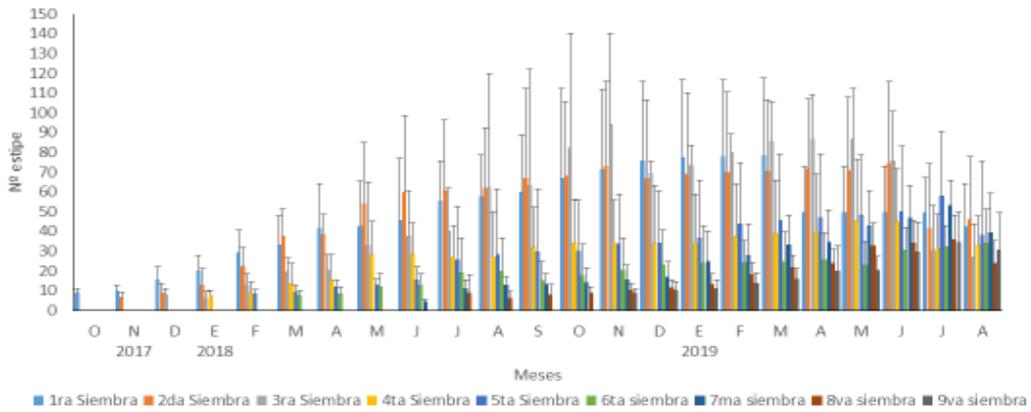


Fig. 3 Variación del número de estipe de *L. berteroa* de las siembras de talos realizadas en los roqueríos de la caleta Pan de Azúcar.

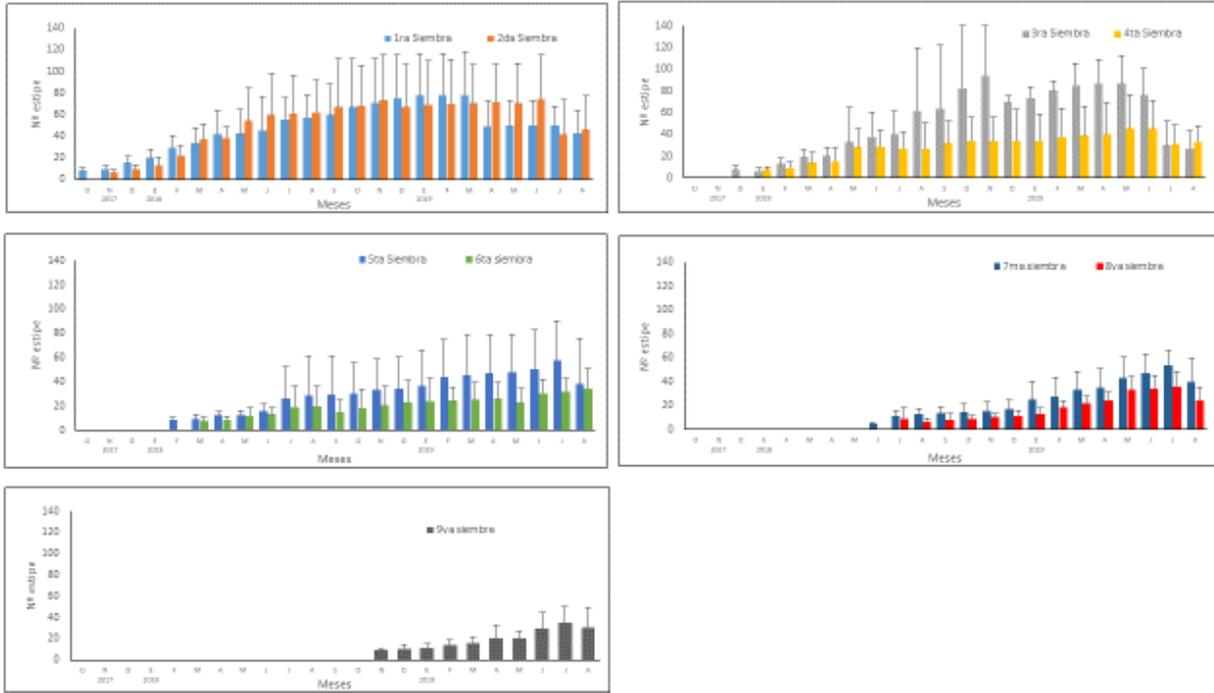


Fig. 4 Variación estacional en el número de estipes por siembras realizadas en los roqueríos de caleta Pan de Azúcar.

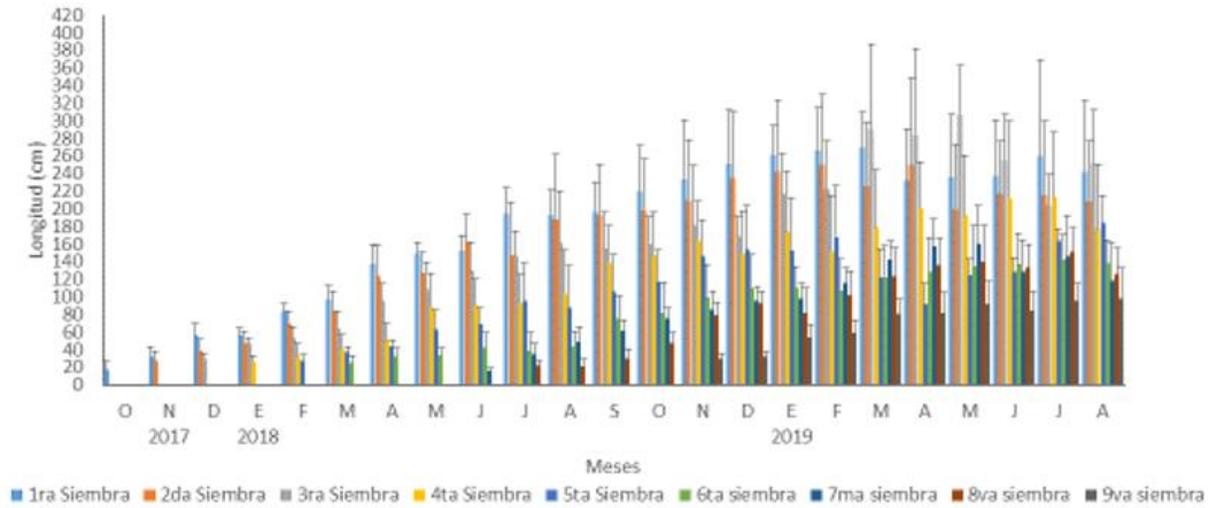


Fig. 5 Variación en la longitud del talo de *L. berteriana* en las diferentes siembras realizadas en los roqueríos de caleta Pan de Azúcar.

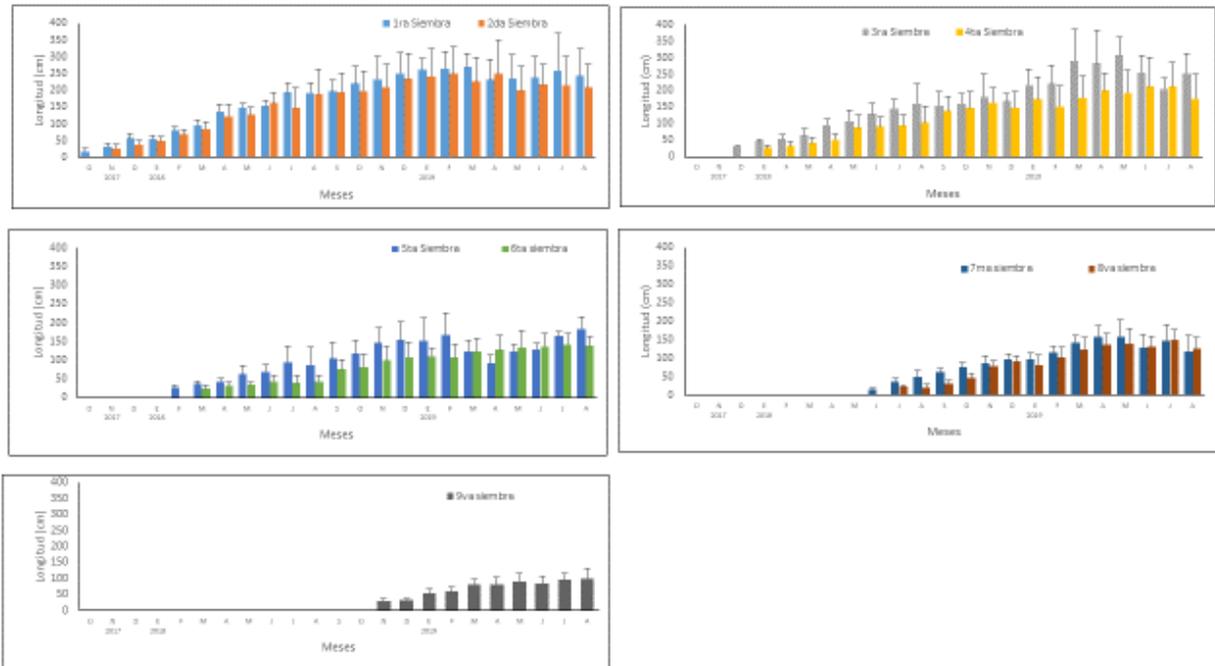


Fig. 6 Variación estacional de la longitud de talo por siembra realizada en roqueríos de la caleta Pan de Azúcar.

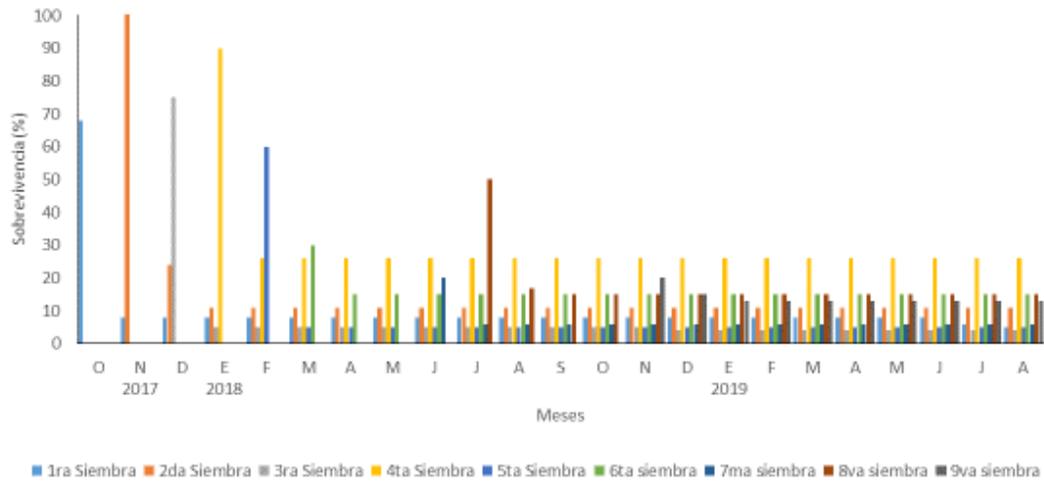


Fig. 7 Variación de la sobrevivencia de talos de *L. berteriana* sembrados en los roqueríos de la caleta Pan de Azúcar.

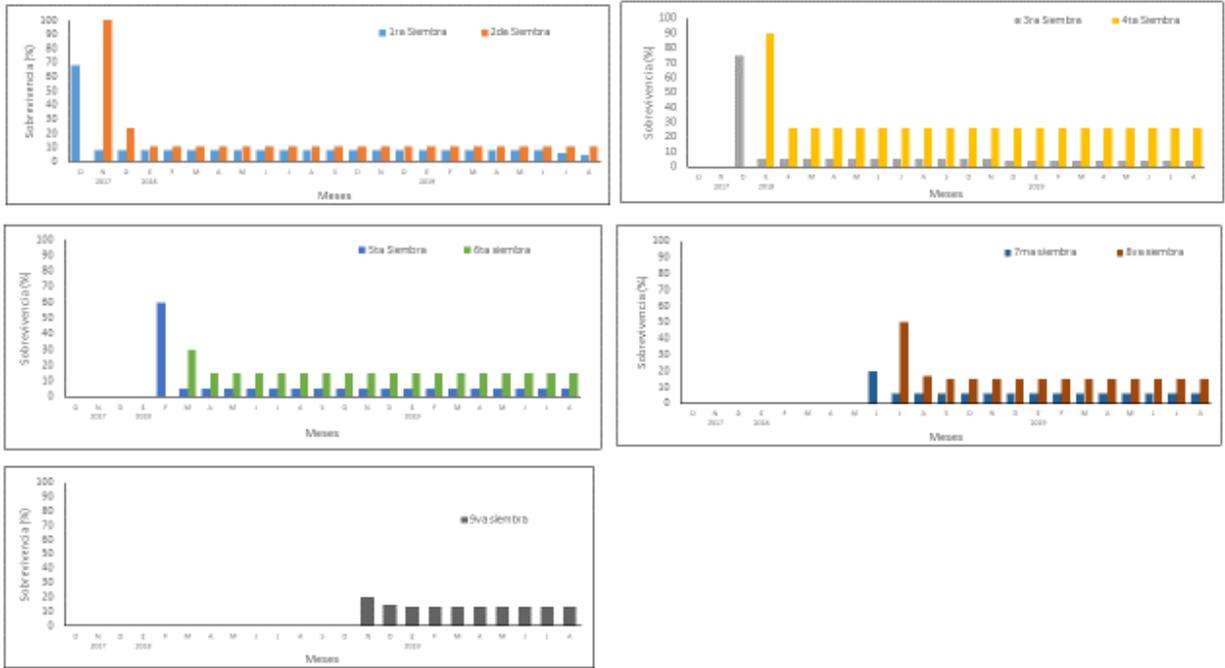


Fig. 8 Variación estacional de la sobrevivencia de talos sembrados en los roqueríos de la caleta Pan de Azúcar.

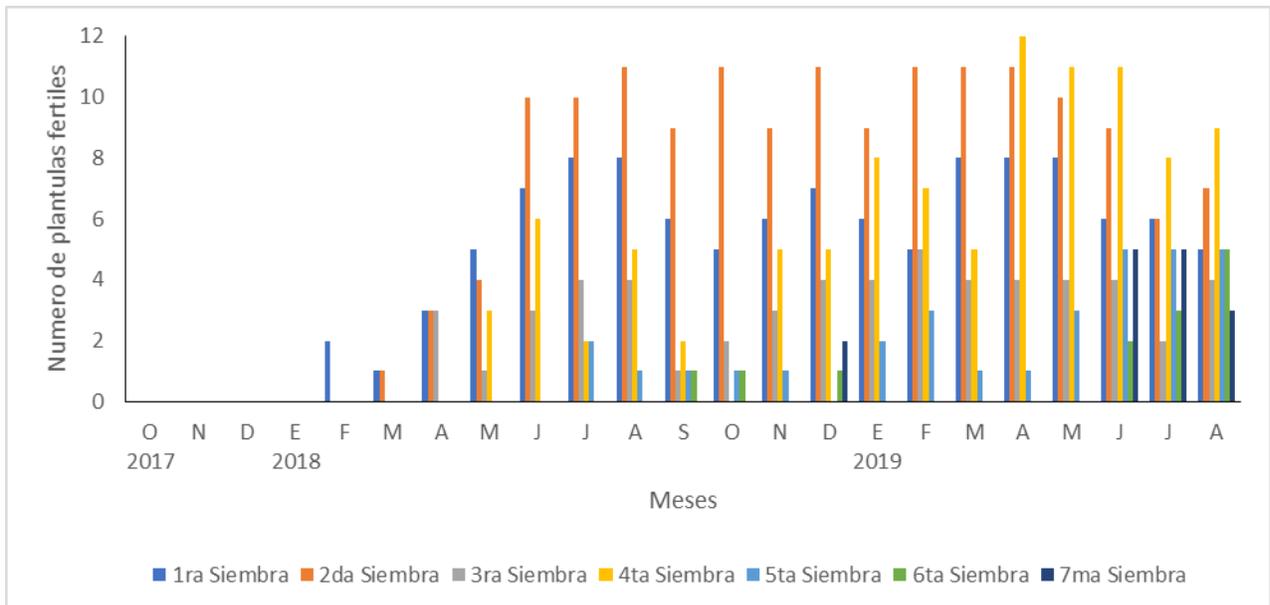


Fig. 9 Plantas reproductivas en los roqueríos de caleta Pan de Azúcar.

Pan de Azúcar



Antes del aluvión



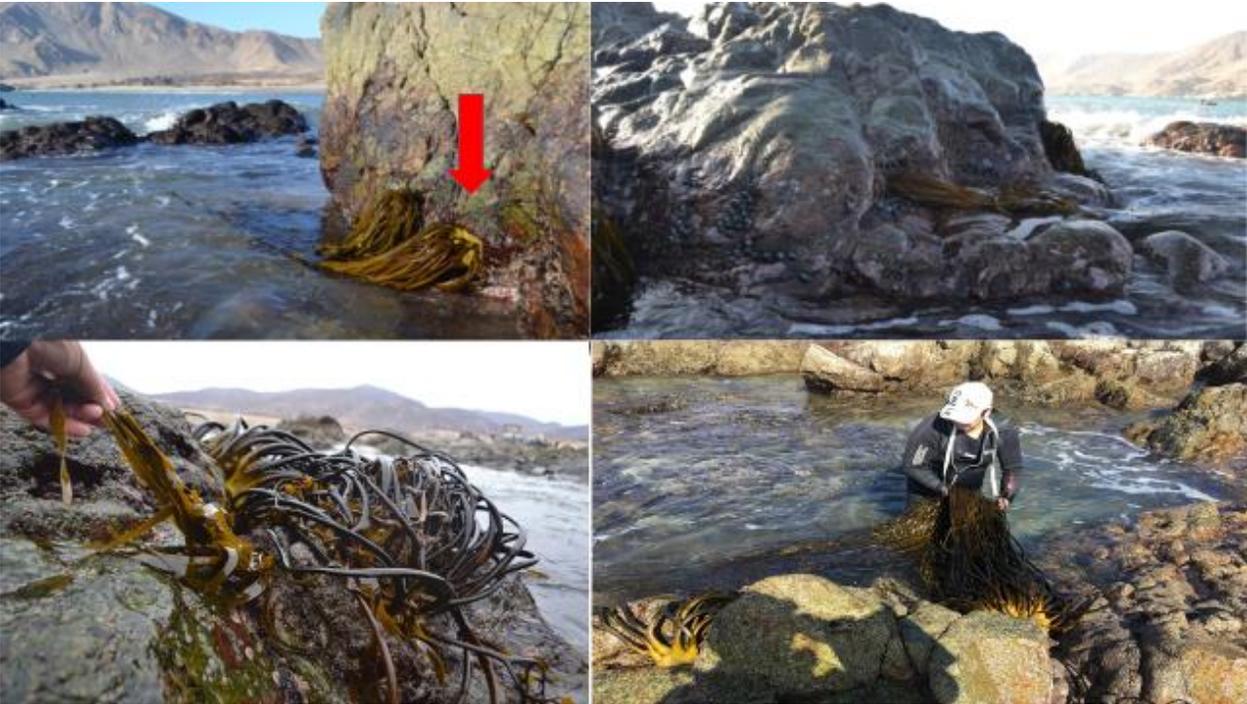
Después del aluvión

Inicio del repoblamiento



Área de estudio normal, impactada e inicio del repoblamiento.

Estado Actual del repoblamiento





A la fecha

3. Estudios de Dinámica Poblacional

Estos parámetros fueron controlados por 23 meses en 2 localidades. Estas corresponden a Torres del Inca un área de manejo en la cual existe un grupo de algueros los cuales pusieron a disposición su área y trabajaron junto a nosotros a lo largo del proyecto. Al mismo tiempo se realizaron, además de las conversaciones frecuentes, 2 talleres donde se presentaron y discutieron los resultados (Fig. 1).

El otro lugar corresponde a Pajonales, ubicado al sur de Caldera, en el sector de Punta Cachos cercano a Bahía Chasco. Es un área de libre acceso y el objetivo fue comparar cómo se comportan estas dos poblaciones, relacionando la presencia de plantas adultas, adultas fértiles, juvenil, juvenil fértil y reclutas. (Fig.2).

La dinámica poblacional de Torres del Inca presentó menores cambios en el tiempo a diferencia de Pajonales. Ello es claro cuando se analizan por ejemplo en ambos lugares un periodo de 6 meses. El número de reclutas es muy bajo en Torres del Inca en comparación con Pajonales. La población dominante en el primero, son las plantas adultas, adulto fértil y juveniles.

En Pajonales los reclutas ocupan aproximadamente un 30% llegando al quinto mes al 50%.

Nuestro análisis y discusión de estos resultados con el Sindicato Torres del Inca y de indicarles la necesidad de cosechar esas plantas adultas, muchas de ellas con necrosis en sus talos, fue acogido. El resultado de ello fue que, en diciembre del 2018, enero, febrero y marzo del 2019, ocurrió un reclutamiento de un área importante de esta área de manejo. Esto concuerda con una cosecha furtiva en Pajonales en el mes de febrero, que tuvo respuesta inmediata en la aparición de reclutas en el área donde se realizaban los controles de la dinámica poblacional de este proyecto.

Como consecuencia de estos resultados se propone la necesidad de desarrollar un manejo en estas poblaciones e ir cosechando las plantas viejas o adultas con una rotación de áreas.

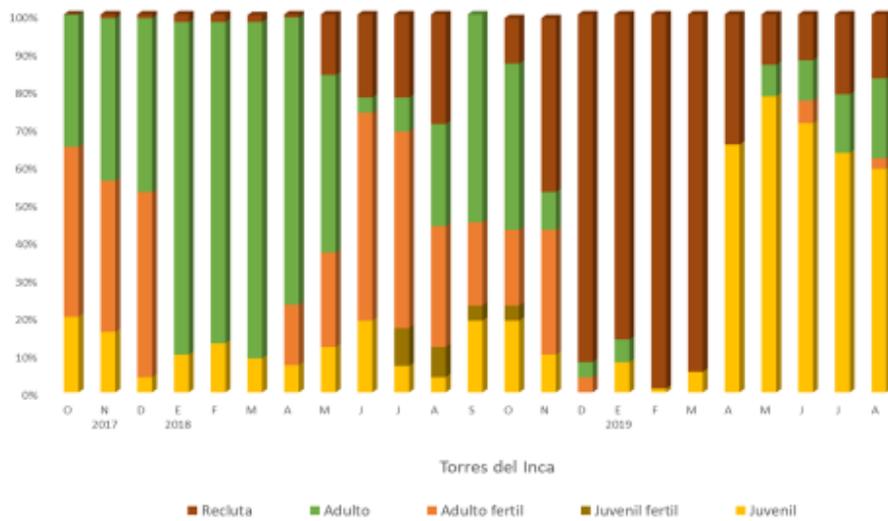


Fig. 1 Dinámica poblacional sector Torres de Inca.

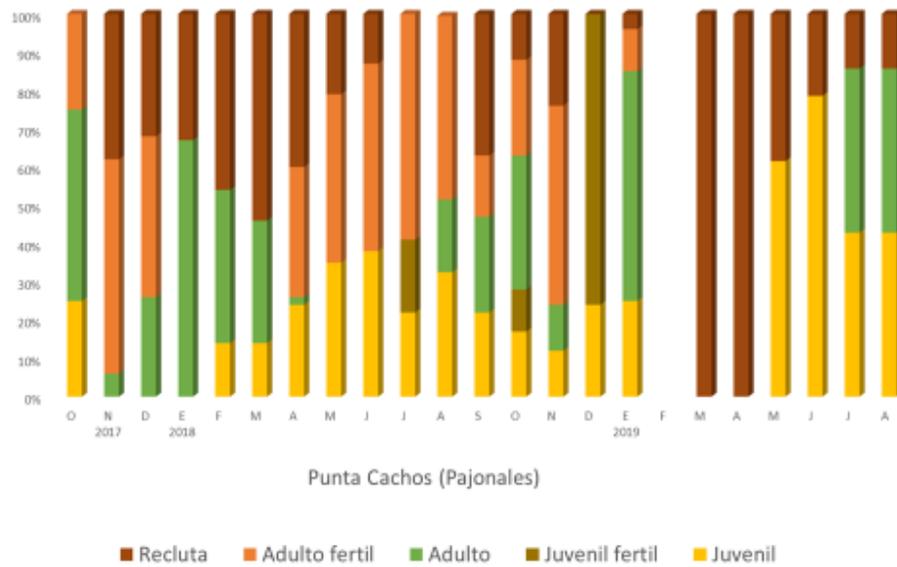


Fig. 2 Dinámica poblacional Pajonales (sector Punta de Cacho).

Despeje de plantas adultas en dinámica



4. Cultivo Vía Esporas

4.1 Siembra 1

Frondas reproductivas de *Lessonia berteroana*, se colectaron en los diferentes lugares de muestreo donde se realizó el proyecto. La metodología de trabajo para la producción de esporas, formación de gametofitos y de esporofitos se encuentra descrita en Westermeier et. al. (2006).

Los resultados que se presentan en la fig. 1 se obtuvieron de 5 meses de cultivo, activándose en octubre del 2018.

Los mejores resultados fueron obtenidos en Pajonales, Sector Punta Cachos, sin embargo, sus discos de fijación son muy pequeños, se destruyeron con facilidad y no se adhieren, por lo tanto, a las rocas. Como consecuencia de lo anterior se procedió con las producciones de Torres del Inca y Cisne.

La Fig. 1 representa los resultados obtenidos de las plantas colectadas desde Pan de Azúcar a Pajonales. De ellas se eligieron los cultivos procedentes de Torres del Inca y Cisne las que fueron puestas a crecer en el laboratorio de la Universidad Austral de Chile, en las empresas instaladas en Caldera de San Cristóbal e Hidrocultivos quienes facilitaron sus dependencias de cultivo para ello. Un total aproximado de 3500 plantas fueron producidas en esta siembra; un total de 1000 fueron recibidas en los laboratorios de San Cristóbal e Hidrocultivos. Unas 700 fueron llevadas a los diferentes lugares de experimentación, de las cuales un número importante de estas plantas se destruyeron en el laboratorio y en el mar.

Las plantas procedentes de la “engorda” realizada en la empresa San Cristóbal se presenta en la Fig.2. Allí se describen los resultados de las plántulas sembradas en Torres del Inca y Las Lisas. El diámetro del disco de 1 cm fue puesto a cultivar en el mar en abril del 2018, permaneciendo por 15 meses en control. Los máximos valores de los discos se presentaron en las procedentes de Torres del Inca que alcanzó a 8 cm de diámetro y de 6,5 cm en las sembradas en Las Lisas.

El número de estipes para Torres del Inca fue de 25 (+- 20) en abril del 2019, mientras que para Las Lisas estas alcanzaron aproximadamente 30 (+-20) estipes.

En relación al crecimiento luego de 10 meses, estas plantas, alcanzaron a 200 (+-50) cm de longitud para los provenientes de Torres del Inca. Las plántulas de Las Lisas controladas entre los 9 y 10 meses alcanzaron tamaños de 120 (+- 60) cm.

Luego que alcanzan estos tamaños las plantas comienzan a descomponerse y detienen su crecimiento, lo que implica cosechas y desarrollar un talo de mayor tamaño en el laboratorio para la siembra correspondiente. Las plantas procedentes de la engorda en los laboratorios de la Universidad Austral de

Chile en Puerto Montt, partiendo también con discos de fijación de 1 cm y luego de 13 meses, los diámetros del disco en Torres del Inca alcanzaron los 12 cm, mientras que en Las Lisas 10 cm aproximadamente.

El número de estipes es mayor en las plantas procedentes y cultivadas en Las Lisas con aproximadamente 50 (+25) en 11 meses. Las plantas de Torres del Inca luego de 12 meses logran 35 (+25) estipes.

En relación a las longitudes que alcanzan las plantas partiendo aproximadamente de 10 cm, alcanzan a los 12 meses en Torres del Inca los 250 (+75) cm, mientras que las sembradas en Las Lisas luego de 13 meses alcanzan sobre 160 (+80) cm.

Las sobrevivencias entre 12% y 20 % en todo el periodo de muestreo.

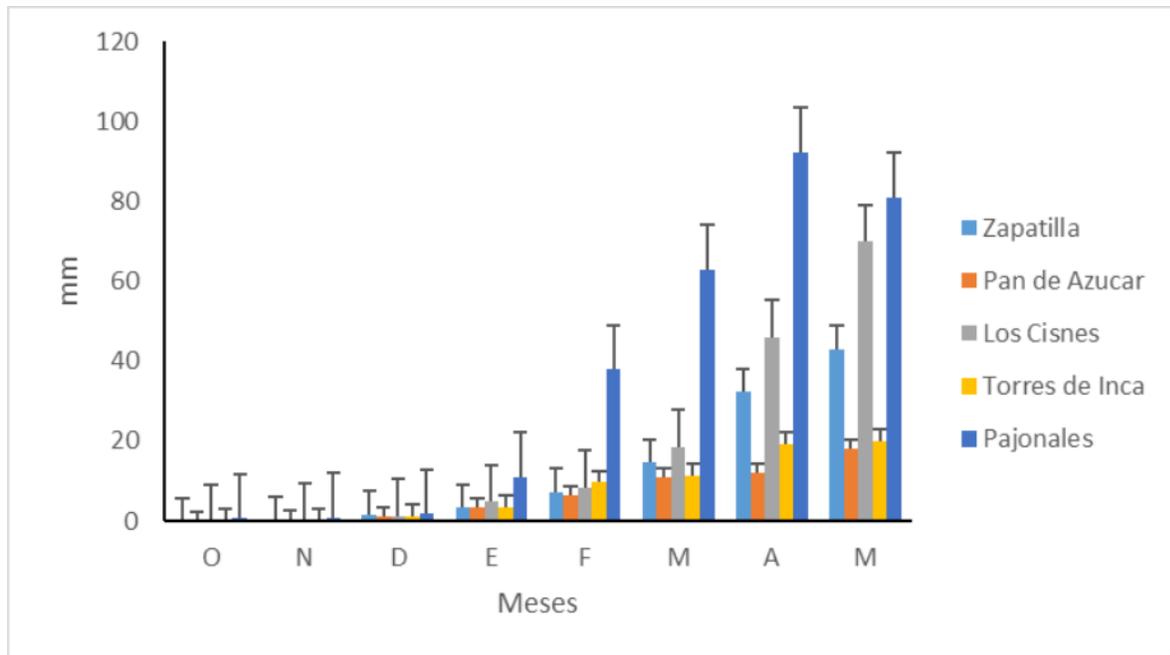


Fig.1 Cultivo de espora en laboratorio de las diferentes procedencias, primera siembra.

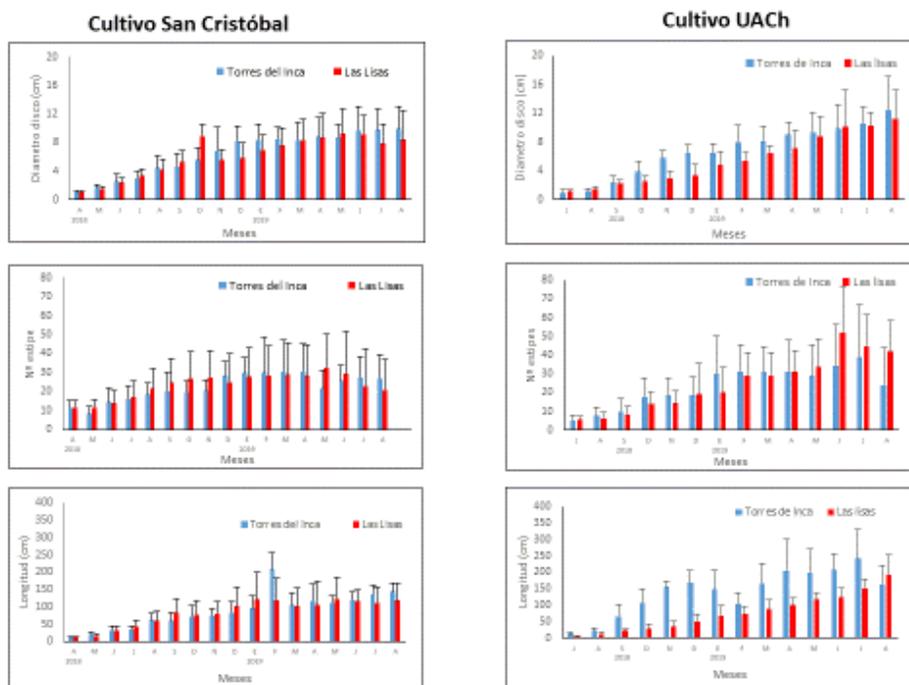


Fig. 2 Cultivo en el mar de plántulas cultivadas desde esporas en el laboratorio UACH y “engordadas” en este mismo lugar en San Cristóbal, Caldera.



Las Lisas



Torres de Inca

4.2 Siembra 2

Las plántulas de estos cultivos de laboratorio son de procedencia de la siembra 1 en laboratorio. Sin embargo, ellas se mantuvieron (las esporas) por un tiempo retenidos en los laboratorios de la Universidad Austral de Chile, en Puerto Montt.

De este set se produjeron aproximadamente 3000 plantas de las cuales se llevaron 1000 a la empresa San Cristóbal y a la empresa Hidrocultivos. Aproximadamente 2000 plantas se mantuvieron en los laboratorios de la Universidad y después fueron trasladadas a la III región en la medida que alcanzaron los tamaños en el disco de fijación.

Un total aproximado de 850 plántulas fueron sembradas, las que muestran crecimientos sustancialmente menores comparadas con los reclutas.

Factores como el tamaño, lo frágil de los talos, la baja sobrevivencia y la acción de herbívoros en plantas más fáciles de pastorear, ramonear podrían ser los principales factores que hacen esta diferencia.

También pareciera que la diferencia encontrada entre la siembra 1 y 2 pudiese estar influida por un mayor tiempo de las esporas retenidas en el laboratorio.

Los antecedentes reportados para esta siembra 2, los diámetros del disco en 13 meses de cultivo en el mar partiendo de diámetros de 1 cm, se logran para Torres del Inca un diámetro de 12 cm (+5), en el caso de las plántulas sembradas en Las Lisas estos valores son cercanos a 10 cm.

En relación a la dinámica de producción de estipes partiendo con 5, se logra luego en 11 meses un total de 50 estipes en Las Lisas (+25) y en Torres del Inca se llega aproximadamente a 35 (+25).

Las longitudes son marcadamente superiores en todos los meses para el cultivo de Torres del Inca, salvo el último mes de control. Estos valores son de 240 y 170 cm en Las Lisas.

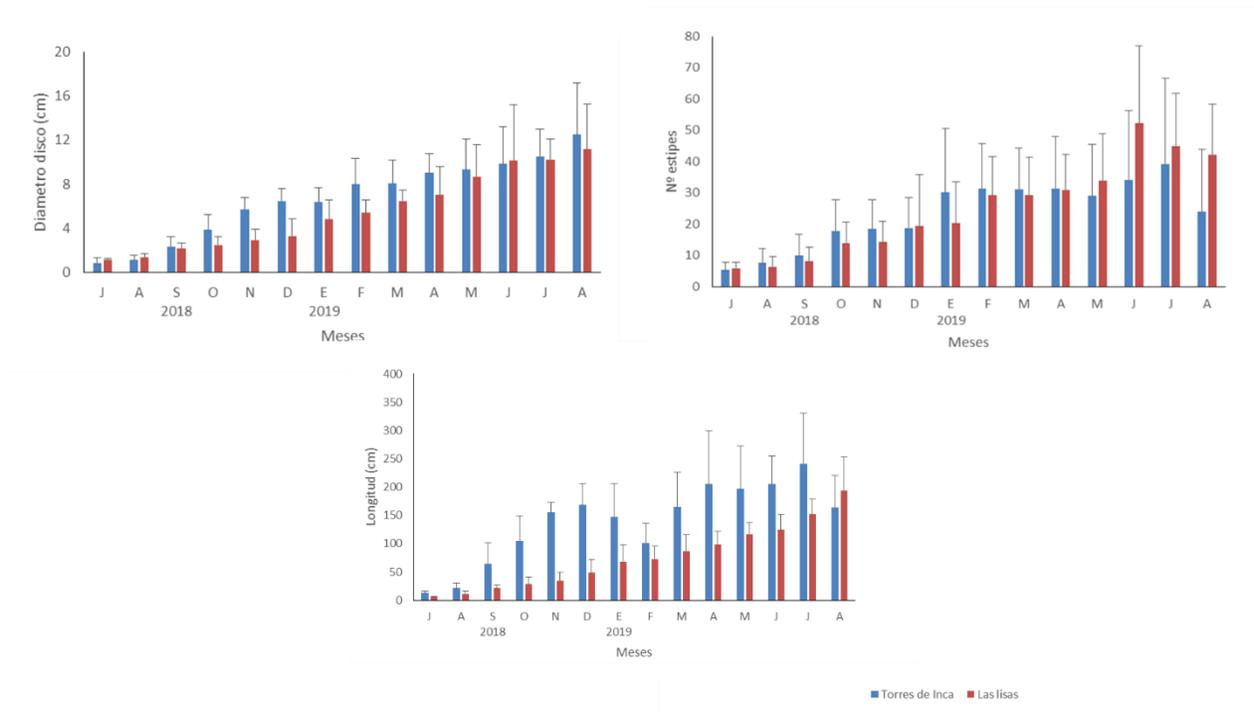


Fig. 3 Cultivo en el mar de plántulas cultivadas desde esporas en el laboratorio UCh segunda siembra.



4.3 Siembra 3

Este experimento se desarrolló a partir de plantas fértiles del repoblamiento realizado en la primera siembra de los lugares involucrados en el proyecto.

La metodología de producción de esporas a partir de las frondas fértiles colectadas, formación de gametofitos y esporofitos se desarrolló de acuerdo a lo descrito en Westermeier et. al. (2006).

El desarrollo en el laboratorio de las muestras colectadas en Pan de Azúcar, Torres del Inca, Las Lisas y Punta Cachos se presentan en la Fig.1. El control del crecimiento de esporofitos fue por 9 meses desde septiembre a mayo del 2018- 2019. Los mayores crecimientos reportados en mayo para Pan de Azúcar de 37 mm, mientras que para Punta Cachos y Las Lisas se obtienen cerca de 90 mm de longitud. Torres del Inca alcanzó 80 mm aproximadamente.

Luego de mantener aproximadamente 2000 plantas en la Universidad en Puerto Montt, se trasladan las plantas, sembrándose aproximadamente 1000 en Torres del Inca y Las Lisas en los meses de abril y mayo. La Fig. 2 presenta los diámetros del disco alcanzado con valores levemente mayores para Las Lisas con 2 cm y 1,5 cm para Torres del Inca.

El número de estipes alcanzó luego de 4 meses en el mar 8,5 para Las Lisas y aproximadamente 7 para Torres del Inca.

La longitud de los talos muestra la misma tendencia que las anteriores con 17 cm para Las Lisas y 7 cm de longitud en Torres del Inca.

Estos datos corresponden a experimentos del año 2019.

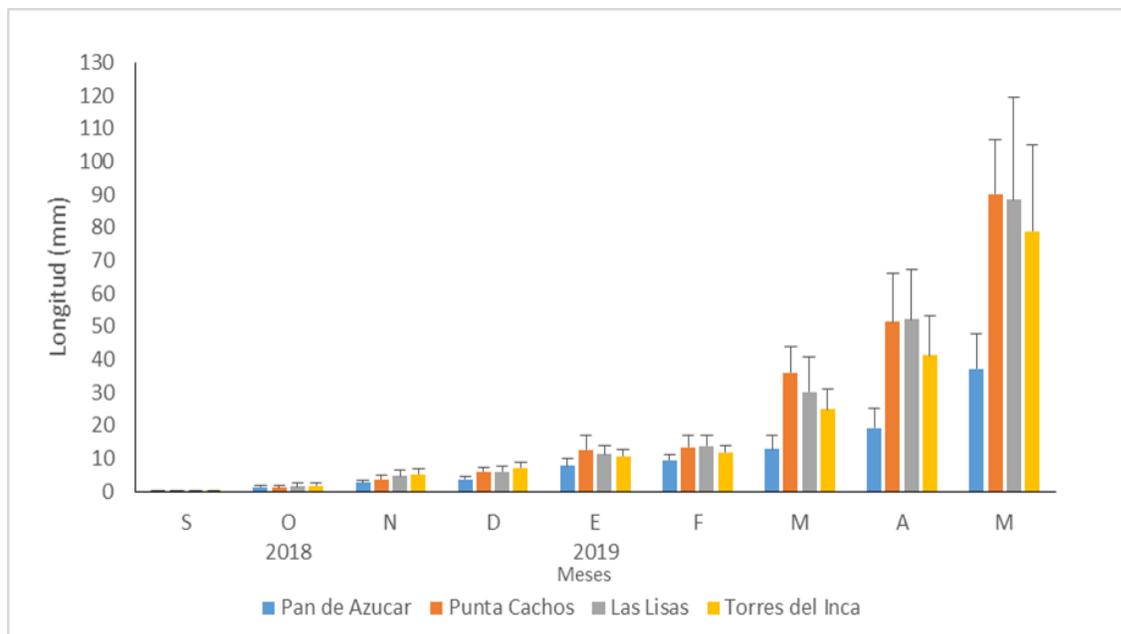


Fig. 1 Cultivo de espora en laboratorio de las diferentes procedencias de la primera siembra de reclutas repobladas.

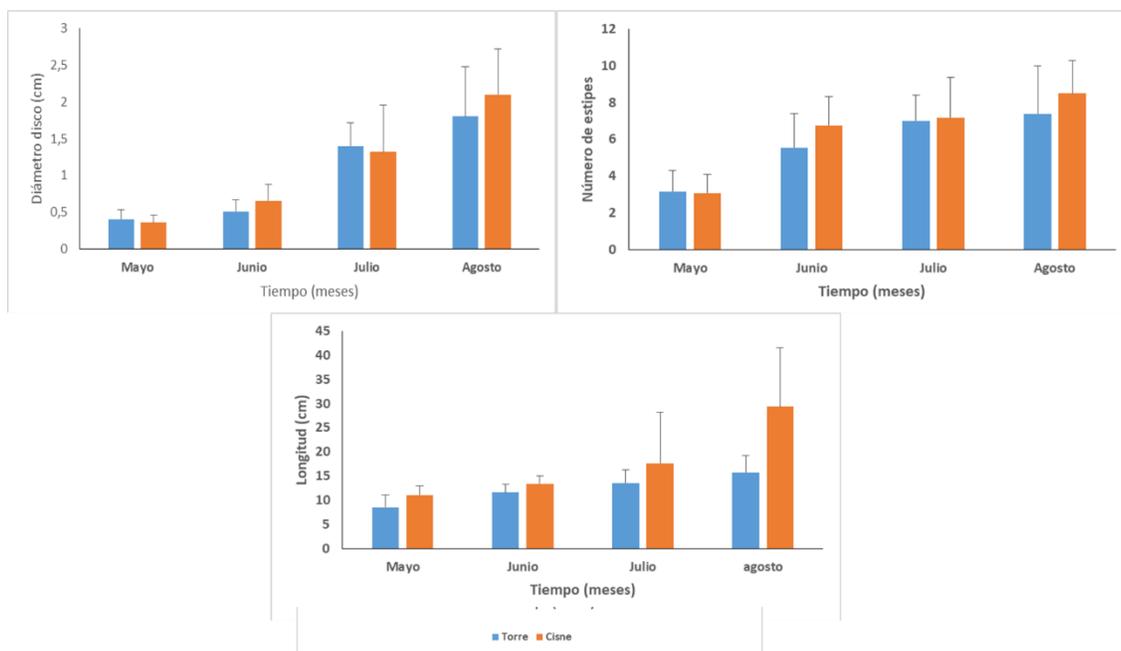
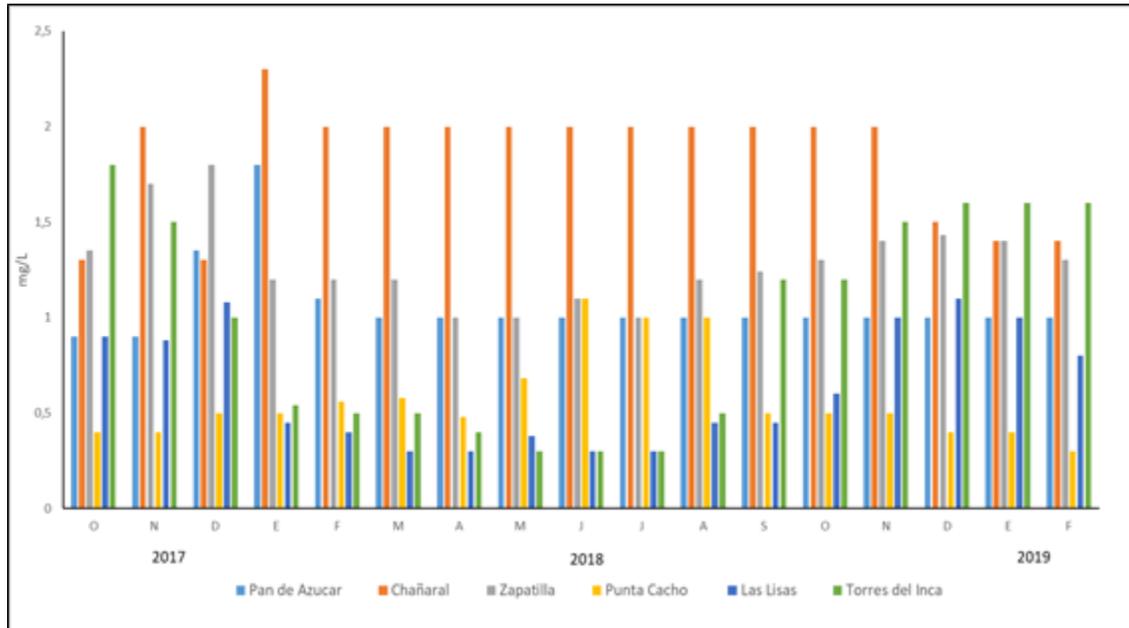


Fig. 2 Cultivo en el mar de Plántulas cultivadas desde espora en el laboratorio.

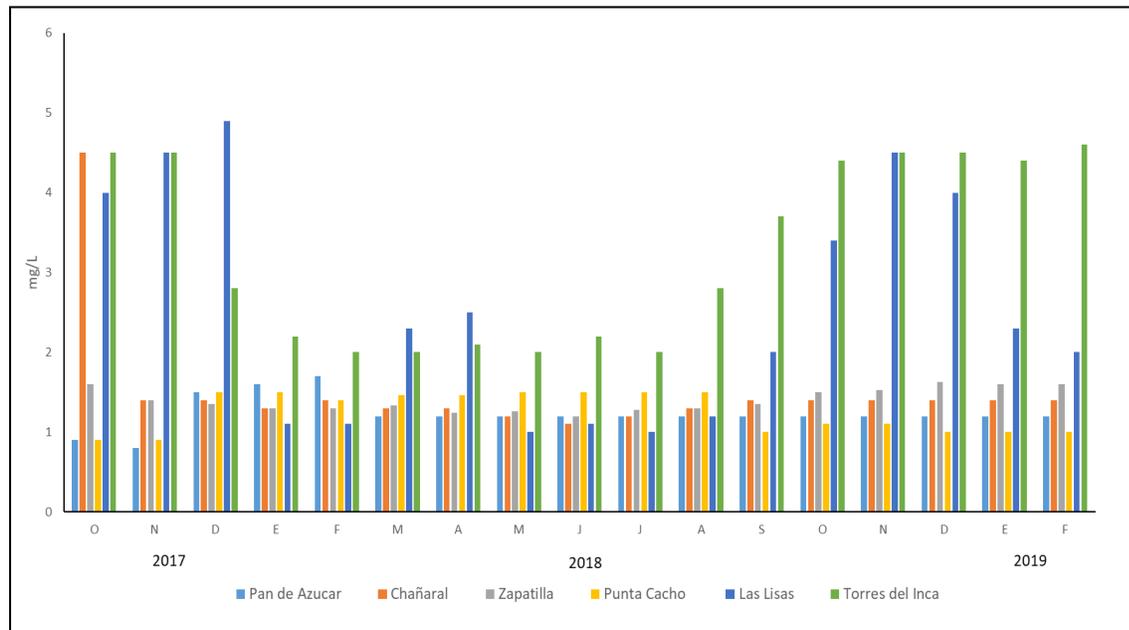
5. Anexos

5.1 Anexo 1

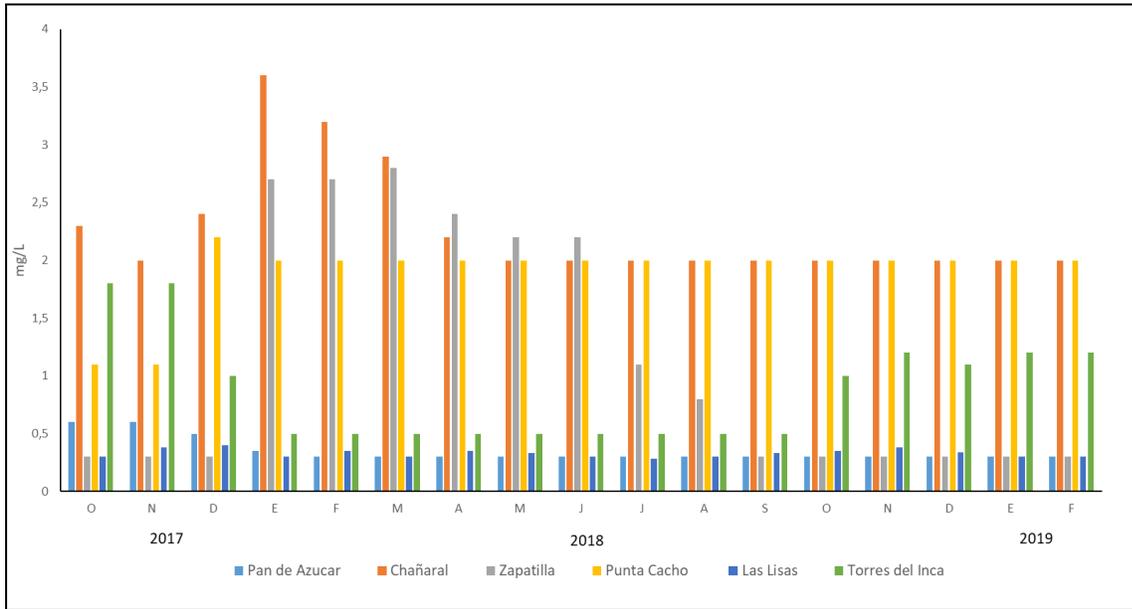
Variaciones de nutrientes en las muestras de agua de mar del área estudiada.



Concentraciones de nitrato (mg/l) en las diferentes localidades intervenidas.



Concentraciones de fosfato (mg/l), en las diferentes localidades intervenidas.



Concentración de amonio (mg/l) en la columna de agua de las localidades intervenidas.

5.2 Anexo 2

Variación de metales pesados en las muestras de agua de mar del área estudiada.

	Arsénico (mg/l As)	Plomo (mg/l Pb)	Cobre (mg/l Cu)	Mercurio (mg/l Hg)	Cadmio (mg/l Cd)	Aluminio (mg/l Al)
Chañaral	<0,005	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<1
Pan de Azúcar	<0,005	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<1
Zapatilla	<0,005	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<1
Punta Cachos (Pajonales)	<0,005	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<1
Las Lisas	<0,005	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<1
Torres del Inca	<0,005	<0,05	<0,05	<0,01	<0,05	<1

5.3 Anexo 3

Variación estacional (primavera) de metales pesados en los talos de *Lessonia berteroa*.

Disco	Arsénico (mg As/Kg)	Plomo (mg Pb/Kg)	Cobre (mg Cu/Kg)	Mercurio (mg Hg/Kg)	Cadmio (mg Cd/Kg)	Aluminio (mg Al/Kg)
Punta Cachos (Pajonales)	1,68	<0,5	2,98	0,033	5,71	80
Zapatilla	1,47	<0,5	<0,125	0,046	3,82	20,6
Las Lisas	2,24	<0,5	7,03	0,053	6,56	61,6
Torres del Inca	1,39	<0,5	11,3	0,039	7,41	159
Chañaral	2,77	2,12	77,8	0,054	1,22	237
Pan de Azúcar	5,35	1,30	12,9	0,071	4,30	1074

Estipes	Arsénico (mg As/Kg)	Plomo (mg Pb/Kg)	Cobre (mg Cu/Kg)	Mercurio (mg Hg/Kg)	Cadmio (mg Cd/Kg)	Aluminio (mg Al/Kg)
Punta Cachos (Pajonales)	0,911	<0,5	3,05	<0,025	4,07	12,4
Zapatilla	0,614	<0,5	<0,125	0,050	2,89	18,1
Las Lisas	0,553	<0,5	3,19	<0,025	4,97	29
Torres del Inca	0,819	<0,5	5,35	0,052	5,17	50,5
Chañaral	0,741	<0,5	99,1	0,033	0,686	3,59
Pan de Azúcar	0,506	<0,5	6,67	<0,025	1,87	21,3

Frondas	Arsénico (mg As/Kg)	Plomo (mg Pb/Kg)	Cobre (mg Cu/Kg)	Mercurio (mg Hg/Kg)	Cadmio (mg Cd/Kg)	Aluminio (mg Al/Kg)
Punta Cachos (Pajonales)	0,978	<0,5	3,37	0,037	5,81	32,6
Zapatilla	X	X	X	X	X	X
Las Lisas	0,845	<0,5	3,75	0,032	8	40,3
Torres del Inca	1,07	<0,5	7,44	0,100	7,38	17,7
Chañaral	1,22	<0,5	198	0,041	0,976	13
Pan de Azúcar	0,393	<0,5	11,6	<0,025	2,60	23,6

Variación estacional (verano) de metales pesado presente en los talos de *Lessonia berteroa*, Atacama.

Discos	Arsénico (mg As/Kg)	Plomo (mg Pb/Kg)	Cobre (mg Cu/Kg)	Mercurio (mg Hg/Kg)	Cadmio (mg Cd/Kg)	Aluminio (mg Al/Kg)
Punta Cachos (Pajonales)	1,33	11,9	6,02	0,101	7,66	248
Zapatilla	2,18	<0,5	5,03	0,172	5,13	9,30
Las Lisas	0,966	<0,5	10,1	0,103	6,33	210
Torres del Inca	0,949	<0,5	6,72	0,108	5,12	208
Chañaral	1,26	<0,5	24,4	0,055	1,51	289
Pan de Azúcar	3,33	1,40	22	0,118	5,64	738

Estipes	Arsénico (mg As/Kg)	Plomo (mg Pb/Kg)	Cobre (mg Cu/Kg)	Mercurio (mg Hg/Kg)	Cadmio (mg Cd/Kg)	Aluminio (mg Al/Kg)
Punta Cachos (Pajonales)	<0,025	0,796	3,44	0,073	6,76	30,6
Zapatilla	0,094	0,602	7,75	0,288	5,42	930
Las Lisas	0,768	<0,5	3,03	0,093	7,69	13,4
Torres del Inca	0,416	<0,5	4,09	<0,025	5,20	50,2
Chañaral	0,385	<0,5	60,4	0,072	0,449	20,1
Pan de Azúcar	0,294	<0,5	12,5	0,122	2,62	453

Frondas	Arsénico (mg As/Kg)	Plomo (mg Pb/Kg)	Cobre (mg Cu/Kg)	Mercurio (mg Hg/Kg)	Cadmio (mg Cd/Kg)	Aluminio (mg Al/Kg)
Punta Cachos (Pajonales)	1,01	5,19	3,64	0,081	12,2	140
Zapatilla	0,924	<0,5	5,84	0,135	7,60	35,9
Las Lisas	0,708	<0,5	7,04	0,102	8,89	46,4
Torres del Inca	0,870	<0,5	4,39	0,057	5,13	29,2
Chañaral	0,527	<0,5	96,1	0,065	0,852	19,0
Pan de Azúcar	0,090	<0,5	16,9	0,190	1,89	53,6

Variación estacional (otoño) de metales pesados presente en los talos de *Lessonia berteroa*, Atacama.

Disco	Arsénico (mg As/Kg)	Plomo (mg Pb/Kg)	Cobre (mg Cu/Kg)	Mercurio (mg Hg/Kg)	Cadmio (mg Cd/Kg)	Aluminio (mg Al/Kg)
Punta Cachos (Pajonales)	2,30	3,42	7,29	0,094	7,10	114
Zapatilla	1,71	<0,5	4,78	0,084	4,86	39,5
Las Lisas	0,329	<0,5	5,02	0,051	4,26	28,5
Torres del Inca	0,764	<0,5	7,19	0,043	3,91	263
Chañaral	2,08	<0,5	84,1	0,081	1,19	161
Pan de Azúcar	0,304	<0,5	15,3	0,068	4,27	415

Estipes	Arsénico (mg As/Kg)	Plomo (mg Pb/Kg)	Cobre (mg Cu/Kg)	Mercurio (mg Hg/Kg)	Cadmio (mg Cd/Kg)	Aluminio (mg Al/Kg)
Punta Cachos (Pajonales)	0,588	<0,5	3,01	0,057	5,89	25,4
Zapatilla	0,574	<0,5	5,19	0,062	4,35	1025
Las Lisas	0,394	0,789	3,73	0,053	4,19	35,5
Torres del Inca	0,758	<0,5	5,10	0,042	4,59	291
Chañaral	0,441	<0,5	67,9	0,101	0,890	54,8
Pan de Azúcar	0,252	<0,5	7,72	0,057	1,65	253

Fronδας	Arsénico (mg As/Kg)	Plomo (mg Pb/Kg)	Cobre (mg Cu/Kg)	Mercurio (mg Hg/Kg)	Cadmio (mg Cd/Kg)	Aluminio (mg Al/Kg)
Punta Cachos (Pajonales)	0,511	<0,5	3,12	0,086	9,38	90,2
Zapatilla	1,35	<0,5	4,73	0,051	7,22	82,6
Las Lisas	0,807	<0,5	6,01	0,053	8,04	52,6
Torres del Inca	0,951	<0,5	4,21	<0,025	5,55	36,2
Chañaral	0,536	<0,5	119	0,072	0,642	62,7
Pan de Azúcar	0,294	<0,5	12,8	0,046	3,01	44,6

Variación estacional (invierno) de metales pesados presente en los talos de *Lessonia berteroa*, Atacama.

Discos	Arsénico (mg As/Kg)	Plomo (mg Pb/Kg)	Cobre (mg Cu/Kg)	Mercurio (mg Hg/Kg)	Cadmio (mg Cd/Kg)	Aluminio (mg Al/Kg)
Punta Cachos (Pajonales)	1,90	0,604	4,41	0,057	5,94	164
Zapatilla	1,45	<0,5	5,67	0,047	4,57	333
Las Lisas	1,79	<0,5	7,88	0,072	5,20	106
Torres del Inca	1,38	<0,5	5,85	0,040	4,29	59,5
Chañaral	1,27	<0,5	16,6	0,038	0,843	87,6
Pan de Azúcar	10,2	4,35	37,8	0,316	5,68	298

Estipes	Arsénico (mg As/Kg)	Plomo (mg Pb/Kg)	Cobre (mg Cu/Kg)	Mercurio (mg Hg/Kg)	Cadmio (mg Cd/Kg)	Aluminio (mg Al/Kg)
Punta Cachos (Pajonales)	0,898	<0,5	2,50	0,036	5,12	27,6
Zapatilla	0,578	<0,5	4,02	0,035	4,56	47,1
Las Lisas	0,993	<0,5	4,14	0,046	5,15	32,2
Torres del Inca	0,695	<0,5	5,22	0,036	4,50	36,4
Chañaral	0,920	<0,5	12,1	0,043	6,37	38,7
Pan de Azúcar	0,888	0,587	5,63	0,036	4,94	94,5

Fronδας	Arsénico (mg As/Kg)	Plomo (mg Pb/Kg)	Cobre (mg Cu/Kg)	Mercurio (mg Hg/Kg)	Cadmio (mg Cd/Kg)	Aluminio (mg Al/Kg)
Punta Cachos (Pajonales)	1,38	0,883	2,94	0,046	11,4	99,6
Zapatilla	1,97	<0,5	12,5	0,047	6,39	38,3
Las Lisas	1,29	<0,5	6,13	0,049	9,26	41,5
Torres del Inca	0,888	<0,5	7,98	0,039	8,56	54,8
Chañaral	0,990	<0,5	72,2	0,055	0,823	10,8
Pan de Azúcar	0,997	0,811	9,66	0,036	2,76	32,6

6. Actividades de Difusión.

Las actividades realizadas durante el proyecto correspondieron a:

6.1.- Ceremonia de Inauguración

Asisten autoridades del gobierno Regional representados por el Presidente del Core y otros miembros de ese Organismo Regional. Además, el Sr Hugo Rodríguez de la Unidad de Fomento Productivo.

Empresarios, funcionarios de Sernapesca, Municipalidades, Empresa, representantes de Carabineros de Chile, de la Armada, Policía de Investigaciones y algueros involucrados en el Proyecto. Se desarrolló el 9 de agosto de 2018 en la ciudad de Caldera.

Se realiza visita y conversación con el Sr. Juan Santana en las oficinas del Core en Copiapó a quien se le informa del proyecto y de la investigación en algas que realiza la Universidad Austral de Chile en Puerto Montt.

Se acompañan fotografías de esta inauguración.



Dr. Renato Westermeier, Director del Proyecto exponiendo los avances y objetivos de la iniciativa en el Portal del Inca, Caldera.



Listado de asistentes



CEREMONIA DE LANZAMIENTO DEL PROYECTO

"REPOBLAMIENTO DE HUFO NEGRO (LESSONIA BARTERDANA) EN ATACAMA"

FECHA:

LUGAR:

NOMBRE	INSTITUCION / EMPRESA	TELEFONO	E-MAIL	FIRMA
Francisco Longuel	PTI 11/2 P.Tovisco	988674650		
Yanika Ovalle	Municipalidad Caldera	52535560	yanika@caldera.cl	
Franco Buitrago	Seccion 1202	57745200	abram@seccion1202.cl	
Guillermo Mejias	SEMPRESA	52115390	guillermo@sempresa.cl	
Carolina Huelmo	INIA	93449308		
Aljondra Pizarro	Quila		aljondra@quilacorp.cl	
MIS Gloria Lewis	Aguasas	96540450	luis@aguasas.cl	
Rosaura Martin	Aguasas	98895992	Rosaura@aguasas.cl	

FECHA:

LUGAR:

NOMBRE	INSTITUCION / EMPRESA	TELEFONO	E-MAIL	FIRMA
WILSON BARRERA	AGRICULTURA WILSON BARRERA	994993309	wilsonbarrera@wilsonbarrera.cl	
Carlos Casapoa	Municipalidad Iquique	585071250	ccasapoa@munici.cl	
Carolina Huelmo	Municipalidad Caldera	707461039	carolina@caldera.cl	
Franco Buitrago	Municipalidad Caldera	51917026	Franco@caldera.cl	
Juan Carlos Contreras	COOP COAS	88003000	juan@coopcoas.cl	
Roberto Contreras	COOP	57377757	roberto@coopcoas.cl	
Diego Huelmo	Municipalidad TA	98033266	diego@munici.cl	
Francisco Lewis	Municipalidad Iquique	52782500	francisco@munici.cl	

Reportaje en el diario de Atacama



Corvina, huiro y piure: Los planes que van al rescate de productos marinos

Redacción

Una iniciativa de la Universidad Austral de Chile busca desarrollar el rubro pesquero y acuícola, como el de la Universidad Austral de Chile, para el rescate de productos marinos. El proyecto se centra en la producción de corvina, huiro y piure, especies que han sufrido un declive en la región de Atacama.

ATACAMA. Programa de la primera unidad de producción y cultivo de corvinas encabezado por la UDA, se une a otras iniciativas para desarrollar el rubro pesquero y acuícola, como el de la Universidad Austral de Chile que busca el repoblamiento del huiro negro en la región.



Un huiro negro en una producción sustentable.

El proyecto busca desarrollar el rubro pesquero y acuícola, como el de la Universidad Austral de Chile, para el rescate de productos marinos. El proyecto se centra en la producción de corvina, huiro y piure, especies que han sufrido un declive en la región de Atacama.

160 millones de pesos

El grupo incluye hasta 160 millones de pesos en inversión para el desarrollo de los cultivos de corvina, huiro y piure. El proyecto se centra en la producción de corvina, huiro y piure, especies que han sufrido un declive en la región de Atacama.

5 sectores de la costa atacameña

El proyecto se centra en la producción de corvina, huiro y piure, especies que han sufrido un declive en la región de Atacama. El proyecto se centra en la producción de corvina, huiro y piure, especies que han sufrido un declive en la región de Atacama.

Captan persecución de orca a lobos marinos

El video muestra a un grupo de lobos marinos siendo perseguido por una orca en el mar. El video fue grabado por un grupo de investigadores de la Universidad Austral de Chile.

Caldera, Serserpas destaca video en su Twitter

El video muestra a un grupo de lobos marinos siendo perseguido por una orca en el mar. El video fue grabado por un grupo de investigadores de la Universidad Austral de Chile.

Jardín "Desierto Florido" es el primero de Caldera en tener dispositivo Páiser

El Jardín "Desierto Florido" en Caldera es el primero en tener un dispositivo Páiser. Este dispositivo permite monitorear el nivel de humedad del suelo y optimizar el riego de las plantas.

REPOBLAMIENTO

El proyecto busca desarrollar el rubro pesquero y acuícola, como el de la Universidad Austral de Chile, para el rescate de productos marinos. El proyecto se centra en la producción de corvina, huiro y piure, especies que han sufrido un declive en la región de Atacama.

Los que tienen la juventud

El proyecto busca desarrollar el rubro pesquero y acuícola, como el de la Universidad Austral de Chile, para el rescate de productos marinos. El proyecto se centra en la producción de corvina, huiro y piure, especies que han sufrido un declive en la región de Atacama.

TODOS LOS DOMINGOS DE 13:00 A 16:00 HRS.

INCLUYE MESÓN ANTIPASTO, SALAD BAR, VARIADAS CALIDADES, APERTIVO DE BIENVENIDA

\$22.900 ADULTO
\$10.900 NIÑOS

NIÑOS DE 1 A 6 AÑOS SOLO PUEDE BEBER LEITE

Scanned by CamScanner

6.2 Primer Taller en Torres del Inca:

Se realiza taller de trabajo con pescadores del área de manejo de Torres del Inca. Asiste don Hugo Rodríguez de la oficina de la Unidad de Fomento Productivo. La charla estuvo relacionada con la investigación que realiza el grupo de algas de la Universidad Austral de Chile, Puerto Montt. Al mismo tiempo de dar a conocer el Proyecto de Repoblamiento de Huiro Negro.



6.3 Ceremonia de Finalización

Esta actividad fue desarrollada el día 26 de septiembre en la ciudad de Caldera. Asistieron autoridades del Gobierno Regional, Empresarios, Funcionarios de Sernapesca, Municipalidades, Empresas, representantes de Carabineros de Chile, de la Armada, Policía de Investigaciones y algueros involucrados en el Proyecto Asisten autoridades del Consejo Regional. Asistió también el Secretario Ministerial del Trabajo Sr. Carlos Leal. Además, el Sr Hugo Rodríguez de la Unidad de Fomento Productivo.







PROGRAMA

10:30 - 11:00	INSCRIPCIÓN
11:00 - 11:30	INTRODUCCIÓN Dr. Renato Westermeier
11:30 - 11:45	PALABRAS Representante Gobierno Regional
11:45 - 12:30	INFORME FINAL DEL PROYECTO
12:30 - 13:00	CÓCTEL

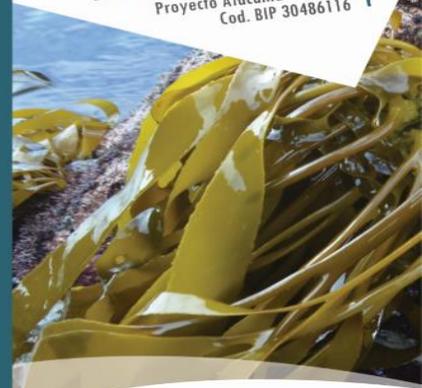
Proyecto Financiado con Apartes del Fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional FIC 2016 del Gobierno Regional de Atacama.



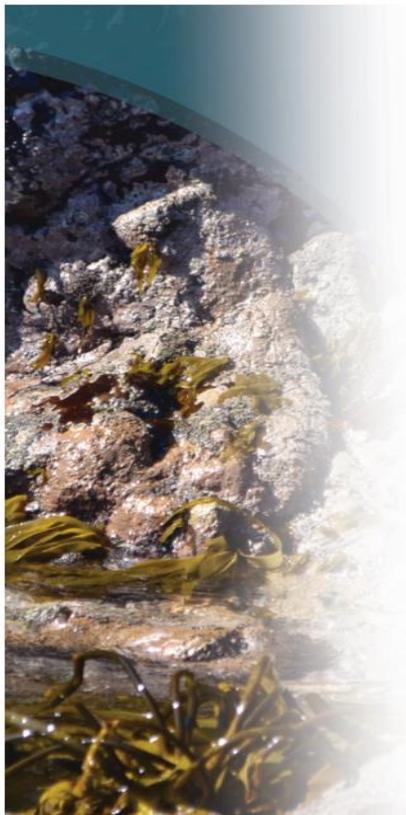
Sede Puerto Montt
Fono: 65 2 277100
Pelluco s/n. Puerto Montt
rwesterm@uach.cl

Repoblamiento de Huiro Negro en Atacama

Proyecto Atacama FIC 2016
Cod. BIP 30486116



Universidad Austral de Chile
Sede Puerto Montt



RESUMEN

La Bahía de Chañaral, en la región de Atacama, ha sido fuertemente perturbada por la adición de metales pesados, producto de la actividad minera del cobre, por los aluviones y el arrastre de sedimentos. La presencia de estos residuos mineros alteró la calidad del agua y del sedimento en esta localidad, disminuyendo considerablemente la abundancia y riqueza de especies marinas en el entorno. Hace algunos años, fue posible repoblar con el alga *L. berteroi* en una franja del roquerío expuesto de Chañaral norte, a través de diferentes técnicas de repoblamiento. Con ello, se formó una pequeña pradera de esta alga, la cual se mantiene desde hace 4 años. Como consecuencia de este desarrollo, se plantea en este proyecto continuar con el repoblamiento de esta especie en la zona de Chañaral y en otras áreas de manejo que están siendo fuertemente sobreexplotadas en el litoral de Atacama, con el fin de buscar la recuperación de ellas. Esta iniciativa contribuirá al beneficio de los pescadores artesanales y/o recolectores orilleros, ya que el objetivo general es aumentar la biomasa disponible de recursos algales de importancia ecológica y económica, como menciona el artículo 3 de la Ley de Bonificación para el repoblamiento y cultivo de algas, N° 20.925, donde a los grupos participantes serán capacitados, entregándoles las técnicas y herramientas necesarias para realizar futuros repoblamientos algales en la región.

Repoblamiento de Huiro Negro en Atacama
Proyecto Atacama FIC 2016
Cod. BIP 30486116

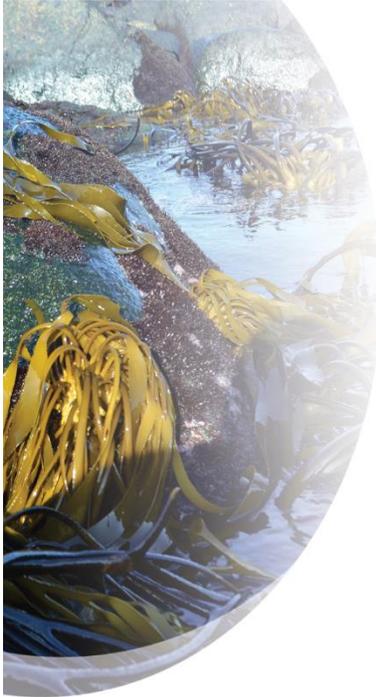


OBJETIVO GENERAL

Repoblamiento de *Lessonia berteroi* (Huiro negro) en la Región de Atacama

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Desarrollar técnicas de repoblamiento de huiro negro, de fácil y rápida implementación, que permitan dar estabilidad biológica, productiva a las poblaciones naturales de este recurso y extractiva del recurso.
2. Desarrollar técnicas de manejo de huiro negro con cosecha totales de áreas a determinar conociendo la fenología reproductiva de *L. berteroi* en las áreas de trabajo del presente proyecto.
3. Traspaso de los resultados a pescadores en áreas de manejo donde se desarrolla el proyecto y de otros grupos de pescadores no involucrados en el proyecto.
4. Desarrollar difusión de los métodos de siembra, manejo y repoblamiento más adecuado para cada escenario de la región de Atacama, que impliquen la transferencia de resultados a la mayor cantidad de actores involucrados, tanto pescadores, empresas y autoridades relacionadas con la administración del recurso.



Sr. Patricio Urquieta García, Intendente de la Región de Atacama, **Javier Castillo Julio**, Presidente Consejo Regional de Atacama, **Dr. Oscar Galindo Villarroel**, Rector Universidad Austral de Chile, **Dr. Renato Westermeier Hitschfeld**, Director de Proyecto, saludan cordialmente a Ud, y tienen el agrado de invitar a la ceremonia de cierre del proyecto **“Replanteamiento de Huiro Negro en Atacama” (FIC 2016)**.

La ceremonia se desarrollará el día 26 de septiembre de 2019 a las 11:30 horas en el Hotel Portal del Inca, ubicado en Calvallo 945 Caldera.

El día 27 de septiembre a las 12:00 horas se desarrollará un taller de trabajo relacionado con el recurso Huiro en la Caleta Torres del Inca, ubicada a 3 kilómetros al sur de Flamenco.

Esperamos contar con su valiosa presencia la que dará un mayor realce a este lanzamiento.

Proyecto Financiado con Aportes del Fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional FIC 2016 del Gobierno Regional de Atacama.

S.R.C.: rwesterm@uach.cl



Listado de asistentes



Universidad Austral de Chile
Conocimiento y Naturaleza



Seminario de Finalización

Proyecto FIC Atacama "Replamiento de Huiro Negro en Atacama Código BIP 30486116"

FECHA: 26 de septiembre de 2019

NOMBRE	INSTITUCION / EMPRESA	TELEFONO	E- MAIL	FIRMA
Pedro Cely		994905844		Pedro Cely
Osvaldo Torres		12369369-0	OSVALDOP6729@gmail.com	Osvaldo Torres
Mauricio Corraldo	CODEE	744990316	mauricio@codee.gob.cl	Mauricio Corraldo
Hugo Rodríguez	FORE FIC	954591545	hrodriguez@forefic.cl	Hugo Rodríguez
Patricia Concha		840555337		Patricia Concha
Juan Pablo Torres	Cooper de Chile	966890499	juan.pablo.torres@cooper.cl	Juan Pablo Torres
Elizabeth Moya Zamora	Cooper de Chile	52252125	Elizabeth.Moya@cooper.cl	Elizabeth Moya Zamora



Seminario de Finalización

Proyecto FIC Atacama "Repoblamiento de Huiro Negro en Atacama Código BIP 30486116"

FECHA: 26 de septiembre de 2019

NOMBRE	INSTITUCION / EMPRESA	TELEFONO	E-MAIL	FIRMA
Stephanie	Municipio Lddca	958037317		
Dany y Daphne	Cin. Dany y Daphne	983615767	PSG@UVA.CL	
Mario Muñoz	Caldera Vision	941696919		
Angelica Enayo	Caldera Vision	" " "		
Alexis Mora	Municipalidad ^{Urban}	961386911	emil@com...	
Juan Pablo Carrasco	Carabineros de Chile	52-2-552127		



Seminario de Finalización

Proyecto FIC Atacama "Repoblamiento de Huiro Negro en Atacama Código BIP 30486116"

FECHA: 26 de septiembre de 2019

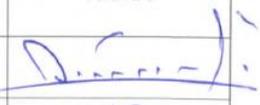
NOMBRE	INSTITUCION / EMPRESA	TELEFONO	E-MAIL	FIRMA
Patricio Arevalo M	CORE ATACAMA	+56 991660102	Patricio@coreatacama.cl	
Erico Castro Rojas	Hidrocultivos SA	998175524	eric@hidrocultivos.cl	
Hugo Rodriguez	CORE FIC	954591545	hrodriguez@coreatacama.cl	
Amanda Noza	I. Mun. CALDERA	963936737	Amanda@caldera.cl	
Blaspio Aisla	AAE	93649308	Blaspio@aae.cl	
Flavio Morales	P.D.T	97488461	flavio@pdt.cl	
Ruth Illanes	Core Atacama	995427976	ruth.illanes@coreatacama.cl	



Seminario de Finalización

Proyecto FIC Atacama "Replombamiento de Huiro Negro en Atacama Código BIP 30486116"

FECHA: 26 de septiembre de 2019

NOMBRE	INSTITUCION / EMPRESA	TELEFONO	E-MAIL	FIRMA
Hector Antonio Jofre (2019)	COFE	982241246	Hector Jofre ATACAMA	
Margarita Flores Cecilia Vera	Concejal Sociedad	893311159 965240000	margarita.flores@chile.com cecilia@concepcion.gov.cl	
Veronica Gallardo	Asesora Técnica	52-2212253	vgallardo@mutualgsc.cl	
Alexander Adán Novato	SEUMIA TRABAJO	52-2212253	A.ALEXANDER@SEUMIA.cl	
Leonarda Zapata	SEUMIA TRABAJO	52-2212253	Fern.zapata@live.com	
Alfonso Fedó	Sempresca	52-2315290	alfedo@sempresca.cl	

Reportaje Diario Chañarillo



PORTADA CRÓNICA POLÍTICA POLICIAL DEPORTES ECONOMÍA OPINIÓN

Chañarillo

Crónica

Publicado el 27/09/2013 08:04:00

Entregan resultados de investigación de proyecto de repoblamiento de huairo negro

TWITTER FACEBOOK

En una actividad y charla realizada en el Portal del Inca, en la comuna de Caldera, se llevó a efecto la clausura del proyecto de repoblamiento de huairo negro (Lessonia bentoniana), financiado por el Gobierno Regional de Atacama y que después de casi de dos años de investigación fueron presentados los resultados que se obtuvieron en cinco calatas con igual número de pescadores.

Así lo dio a conocer en entrevista con Diario Chañarillo, el doctor Renato Westermeyer Hirschfeld, de la Universidad Austral de Chile, con sede en Puerto Montt, en su calidad de académico e investigador en el proyecto impartió una charla en la que subrayó la importancia del desarrollo la aplicación de una nueva técnica para repoblar el huairo, la cual arrojó excelentes resultados, como además indicadores de cómo manejar en el futuro las poblaciones de huairo. Esto en el marco de una producción sustentable y medioambientalmente limpia de los recursos marinos de nuestro litoral.

"Nosotros creemos que cuando los huairos alcanzan entre los tres y tres metros y medios de longitud la planta está en condiciones de ser cosechada, lo que obviamente debe ir de la mano con las normas de la Subsecretaría de Pesca para ver como esto ocurre", sin embargo, indicó que en el fondo considera – a su juicio – que hay un divorcio entre lo que hace la investigación y lo que son a veces las leyes que se dictan y que lamentablemente no encajan con la investigación que se realiza, y en esa línea señaló que discrepaba con aquellos que dicen que las algas hay que mantenerlas en los espacios según la biodiversidad, entre algunos factores, no obstante, precisó que si bien está de acuerdo que pueden haber problemas, por ejemplo, con el cambio climático, señaló que de ahí en mantener las plantas durante años en las poblaciones naturales no tiene sentido. El experto con amplios conocimientos en el tema de las algas, basó precisamente su exposición en este proyecto, que viene a determinar que hay que cosechar para que las nuevas generaciones de plantas vengán a ocupar los espacios que quedarán libres.

Finalmente, cabe hacer presente que en la actividad estuvieron presentes consejeros regionales, secretarios regionales ministeriales, jefes de servicio, empresarios de la industria, pescadores artesanales y autoridades de Caldera.



6.4 Segundo Taller Torres del Inca

Se desarrolló el día 27 de septiembre con los beneficiarios del proyecto. En el se expusieron los principales resultados y conto con la participación del funcionario del Gobierno Regional, de la unidad de Fomento Productivo, Sr Hugo Rodríguez, además de personal de Carabineros y de la Armada.

Se adjuntan fotografías de la actividad:





Conclusiones

1. El cultivo de laboratorio de plantas originadas de siembras en el mar es viable desarrollándose a partir de las esporas el ciclo de vida completo.
2. Las plántulas originadas en el laboratorio son viables al cultivarlas en el mar.
3. La siembra de reclutas generadas de poblaciones naturales en el mar es exitosa, forma rápida y practica en el repoblamiento de *Lessonia berteroana*.
4. El uso de fragmentos de discos de otras plantas adultas es funcional, sin embargo es un proceso engorroso, muy lento desde su "cosecha" hasta la siembra en los roqueríos.
5. El desarrollo de las plantas sembradas presentó comportamientos y estacionalidades diferentes en los 6 lugares identificados.
6. Aun cuando el sistema metodológico de repoblamiento es exitoso, la sobrevivencia es de hasta un 60% en Las Lisas, Zapatilla y Pajonales, mientras que en otros lugares es menor, llegando al 10% en algunos casos.
7. Los cambios de sobrevivencia pueden relacionarse al efecto de pastoreo por moluscos y peces herbívoros. El efecto del tamaño de la plántula a sembrar también podrían influir en la sobrevivencia.
8. La herbivoría disminuye y la sobrevivencia se hace mayor cuando las plantas sembradas presentan sobre el metro de longitud y la población está establecida.
9. La morfología de los talos presentan diferencias en los distintos lugares de siembra. Así la morfología de plantas de Torres del Inca y las Lisas son semejantes, mientras la de Pajonales y Zapatilla constituyen otra morfología. Los primeros con un mayor número de estipes mientras que la segunda que presenta un mayor disco de fijación. Las plantas sembradas en Pan de Azúcar tiene una morfología intermedia de los anteriores mientras que las de Chañaral son diferentes a todas las formas experimentadas.
10. Las mayores longitudes de los talos se reportan en Pan de Azúcar, Torres del Inca, Las Lisas con valores que sobrepasan los 4 metros de longitud. Los valores menores son medidos en Chañaral.
11. De acuerdo a los datos de crecimiento reportados, las plantas de Torres del Inca y Las Lisas deberían ser cosechadas a los 16 meses, mientras que en Pan de Azúcar a los 18 meses de realizada la siembra.
12. En el caso de Zapatilla y Pajonales a los 16 meses logran los 3 metros de longitud y las plantas deberían ser cosechadas.

13. Estas productividades están relacionadas con los periodos de siembras, sin embargo se recomienda que el repoblamiento con reclutas debería ser continuo en el año.
14. En todas las siembras de reclutas realizadas las frondas son reproductivas entre los 3 y 5 meses y las esporas son viables.
15. El número total de reclutas producidas fue de 300 plántulas en un área aproximadamente de 900 m² por lugar. Los mayores reclutamientos fueron en Zapatillas y Pajonales. En Chañaral no se produce el reclutamiento.
16. Los resultados de la dinámica poblacional determinó que el área de manejo de Torres de Inca deben realizarse la cosechas frecuentes con el propósito que los reclutas estén presentes, como se demuestra en Pajonales que permite la presencia de todo el grupo etario investigado en ese lugar.
17. La dinámica de nutrientes de Nitrato, Amonio y Fosfato presenta valores semejantes a otras áreas investigadas. Hace excepción la muestra procedente de Chañaral donde la concentración de Nitrato es mayor a los otros lugares investigados. En general estas concentraciones de nutrientes presentan estacionalidad.
18. Las concentraciones de metales pesados en las muestras de agua son muy semejantes en todos los lugares. La metodología utilizada en esta determinación arroja valores dentro de amplios rangos
19. La proyección de los resultados, para el manejo de este recurso, debe considerar lo siguiente:
 - El número de reclutas por metro cuadrado debe ser de máximo 3 individuos, cosechando los restantes y sembrando en lugares cercanos.
 - Cosechar plantas que sobrepasen los 3 metros de longitud, ya que el roce con los roqueríos producen destrucción y es reconocido que el talo comienza a deteriorarse.
 - El envejecimiento de los discos de fijación es otro elemento a considerar que se está en presencia de una planta pronta a desprenderse.
 - La rotación de áreas es una forma de cosecha a considerar en el manejo de estas poblaciones de Huiro Negro.
 - Otra forma de cosecha a considerar es el raleo de plantas de longitudes superiores a 3mt.
 - El no extraer las plantas adultas, puede llevar a que los talos sean infectados por hongos, lo que se observó en todos los lugares de trabajo a excepción de Pajonales donde la extracción de plantas adultas es frecuente.

20. En general la concentración de metales pesados es mayor en el disco de fijación, en comparación con los estipes y frondas. Al mismo tiempo estos valores presentan estacionalidad.
21. La concentración de metales pesados en los diferentes órganos de *L. berteriana* presenta altos valores de Cobre en Chañaral tanto para el disco de fijación, estipes y frondas en las diferentes estaciones del año muestreados.
22. Los valores de Cadmio determinados presenta en general valores altos en todos los lugares investigados, estacionalmente y por órgano analizado. Hace excepción a esta situación las muestras de Chañaral, que presentan una relación antagónica entre el Cadmio y el Cobre.

Referencias Bibliográficas

Anantharaman et al (2010). Recent Research in Science and Technology , 52 (10) 66-71

Cancino, J. & B. Santelices. 1981. Ecological importance of kelp-like holdfasts as a habitat of invertebrates in central Chile. II. Factors affecting community organization. In: T. Levring (ed.). Xth International Seaweed Symposium. Walter de Gruyter & Co, New York, pp. 241-246.

Cancino J, Santelices B (1984) Importancia ecológica de los discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. Rev. Chile. Hist. Nat. 56: 23-33.

Carney LT. 2003. Factors limiting the restoration of *Nereocystis luetkeana* (Mertens) Postels et Ruprecht (bull kelp). MS Thesis, University of Washington, Seattle.

Carney LT, J R Waaland, T Klinger & K Ewing. 2005. Restoration of the bull kelp *Nereocystis luetkeana* in nearshore rocky habitats. Mar Ecol Prog Ser 302: 49–61

Correa J, Lagos, Medina, Castilla , Cerda , Ramírez , Martínez , Faugeron , Andrade , Pinto & Contreras. 2006. Experimental transplants of the large kelp *Lessonia nigrescens* (Phaeophyceae) in high-energy wave exposed rocky intertidal habitats of northern Chile: Experimental, restoration and management applications. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 335 (2006) 13–18

D.G. Muller, P Murua, R Westermeier. (2019). Reproductive strategies of *Lessonia berteroa* (Laminariales Phaeophyceae) gametophytes from Chile: Apogamy, parthenogenesis and cross-fertility with *L. spicata*. J Appl. Phycol. 31: 1475-1481

Hernández-Carmona G, Garcia O, Robledo D, Foster M (2000) Restoration techniques for *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyceae) populations at the southern limit of their distribution in Mexico. Bot Mar 43:273–284

Mahasneh & Mahasneh. (1985). Marine Environments Research 16: 96-102

Murua P, Westermeier R, Patiño DJ & Muller DG. (2013). Culture studies on early development of *Lessonia trabeculata* (Phaeophyceae: Laminariales): Seasonality and acclimation to light and temperatura. Phycological Research 61: 145-153

North W.J; 1979. Evaluación, manejo y cultivo de praderas de *Macrocystis*. In Santelices B (ed.), Actas Primer Symposium Algas Marinas Chilenas, Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, Santiago, pp. 75–128

North W.J, 1968. Effects of canopy cutting of kelp growth, comparison of experimentation with theory in utilization of Kelp-Bew resources in Southern California. Ed. W.J. North. J. Phycol. 4: 1-96

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.b

Sernapesca 2017.

Terawaki T, Hasegawa H, Arai S, Ohno M (2001) Management-free techniques for restoration of *Eisenia* and *Ecklonia* beds along the central Pacific coast of Japan. J Appl Phycol 13:13–17

Vasquez, JA & B. Santelices 1984. Comunidades de macroinvertebrados en discos de adhesión de *Lessonia nigrescens* en Chile central. Revista Chilena de Historia Natural 57: 131-154.

Vásquez, JA & B. Santelices. 1990. Ecological effects of harvesting *Lessonia* (Laminariales, Phaeophyta) in central Chile. Hydrobiologia 204/205: 41-47

Vasquez, JA & F Tala. 1995. Repopulation of intertidal areas with *Lessonia nigrescens* in northern Chile. Journal Applied phycology 7: 374-379

Wahbeh (1985) Marine Environment Reseach 95-102

Westermeier R., D. G. Müller, I. Gomez, Rivera P. J. & H. Wenzel. 1994. Population biology of *Durvillaea antarctica* and *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta) on the rocky shores of southern Chile. Mar. Ecol. Prog. Ser. 110, 187–194

Westermeier, R., Patiño D., Piel M.I., Maier I. & D.G. Müller. 2006. A new approach to kelp mariculture in Chile: production of free-floating sporophyte seedlings from gametophyte cultures of *Lessonia trabeculata* and *Macrocystis pyrifera*. Aquaculture Research 37, 164-171

Westermeier R. P Murua, DJ Patiño, L Muñoz, A Ruiz & DG Müller. (2013) Utilization of holdfast fragments for vegetative propagation in *Macrocystis integrifolia*. Atacama, Chile. Journal of Applied Phycology 25:145-153

Westermeier R, Murua P, Patiño DJ, Muñoz L, Ruiz A, Atero C & Muller DG (2014) Repopulation techniques for *Macrocystis integrifolia* (Phaeophyceae: Laminariales) in Atacama, Chile. Journal Of Applied Phycology DOI 10.1007/s10811-013- 0069-5

Westermeier R, Murua P, Patiño DJ, Muñoz & Muller DG (2014). Giant kelp (*Macrocystis*) fishery in Atacama (northern Chile): biological basis for management of the *integrifolia* morph. Journal Of Applied Phycology 26:1071-1079

Westermeier R, Murúa P, Patiño DJ, Muñoz L, Dieter Müller D. (2016). Holdfast fragmentation of *Macrocystis pyrifera* (*integrifolia* morph) and *Lessonia berteriana* in Atacama (Chile): a novel approach for kelp bed restoration. J Appl Phycol DOI 10.1007/s 10811-016-0827-2

Westermeier R, Murua P, Patiño DJ, Dieter G. Müller. (2017). Population biology and long- term mariculture studies in the brown alga *Lessonia trabeculata* in Atacama, Chile. J Appl Phycol DOI10.1007/s 10811- 016-1019-9

Westermeier, R & Murua, Pedro & Patiño, David & Manoli, Gabriela & G Muller, Dieter. (2019). Evaluation of kelp harvest strategies: recovery of *Lessonia berteroana* (phaeophyceae, Laminariales) in Pan de Azúcar, Atacama, Chile. Journal of Applied Phycology 10.1007/s 10811-018-1500-8 Pp 1-11

AGRADECIMIENTOS

Al Gobierno Regional de Atacama por el apoyo otorgado al proyecto “Replamiento de Huiro Negro”.

A los Señores Nibaldo Guaita y Hugo Rodríguez por su cordial trato y siempre buena disposición a solucionar alguna dificultad que se haya suscitado en la marcha del proyecto. Nuestro reconocimiento y agradecimiento.

Al equipo de trabajo en especial a los algueros, pescadores de Torres del Inca, Zapatilla y Pan de Azúcar por su compromiso en el desarrollo y control de experimentos en sus respectivas áreas de manejo y lugares.

A las empresas Hidrocultivo y San Cristóbal por colocar a disposición sus laboratorios en el crecimiento de plántulas de *L. berteroana*.

A los Señores David Patiño y Carlos Atero, fundamentales en el trabajo de terreno desplegado en estos dos años.

A la Señora Lucia Barros por su trabajo administrativo en el proyecto.