

Brotos Científicos

Revista de Investigaciones Escolares



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE



explora
Un Programa CONICYT

PAREXPLORA
RIMNORTE
PROYECTO ASOCIATIVO REGIONAL



FACULTAD DE MATEMÁTICAS
PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CHILE

PRESENTACIÓN

La revista Brotes Científicos es una publicación creada en conjunto por el Proyecto Asociativo Regional, PAR Explora de CONICYT Región Metropolitana Norte, de la Facultad de Matemáticas de la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo e Innovación, VRIDEI, de la Universidad de Santiago de Chile.

El objetivo principal de esta publicación es ofrecer un espacio que permita iniciar el camino de dar a conocer a nivel nacional, las investigaciones de estudiantes de Educación Básica y Media, que hayan participado en distintas instancias de investigación científica escolar, tales como los Congresos Regionales Escolares de la Ciencia y la Tecnología, organizados por los proyectos Explora a lo largo de todo Chile, u otros eventos realizados en el país.

En esta primera edición, Brotes Científicos presenta 10 artículos, tanto del área de las ciencias naturales (9) como sociales (1), provenientes de las regiones de Antofagasta, Metropolitana, del Libertador Bernardo O'Higgins, de la Araucanía, de Los Lagos y de Magallanes. Felicitamos y agradecemos a los 10 equipos de estudiantes y docentes por ser pioneros en este importante logro, que espera proyectarse en el tiempo con cada vez más investigaciones escolares.

En esta oportunidad contamos, además, con el saludo editorial del Presidente de CONICYT, Dr. Mario Hamuy; la columna de opinión sobre ciencia y educación, de la Dra. María Cecilia Hidalgo, del Instituto de Neurociencia Biomédica (BNI) de la Universidad de Chile; y un bloque de entrevistas a la Dra. Beatrice Ávalos, Premio Nacional de Educación 2013 y a Maritza Soto, joven astrónoma de la Universidad de Chile. Por último, ofrecemos breves testimonios de científicas y científicos sobre las distintas motivaciones que tuvieron para estudiar ciencia.

PUBLICADA POR

Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad de Santiago de Chile
Proyecto Asociativo Regional, PAR Explora de CONICYT Región Metropolitana Norte
Brotos Científicos | Revista de Investigaciones Escolares
ISSN 0719-8566 Versión Impresa | ISSN 0719-8558 Versión en Línea | Vol. 1 | N° 1 (2017)

EDITOR GENERAL

José Luis Martínez

COMITÉ EDITORIAL

Alexandre Carbonnel
Claudia Córdoba
Felipe Cussen
Angélica Ganga
Mario Ponce
Alejandro Reyes
Miguel Ríos
Ricardo Salazar
Guillermo Sánchez
Elia Soto
Lorena Sulz

EDITOR PERIODÍSTICO

Valeria Osorio

CORRECTORES DE PRUEBA

Verónica Morán
Valeria Osorio
Jaime Jiménez

DISEÑO Y PRODUCCIÓN

Francisco Rodríguez
Darío Cuellar
Paula Pérez

DIAGRAMACIÓN

Rodrigo Calderón

ADMINISTRADOR WEB

Héctor Ríos

CONTACTO

brotescientificos@usach.cl



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE



explora
Un Programa CONICYT

PAR EXPLORA
RMNORTE
PROYECTO ASOCIATIVO REGIONAL



FACULTAD DE MATEMÁTICAS
PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CHILE

EDITORIAL

6

Dr. Mario Hamuy Wackenhut
Crear una cultura científica

COLUMNA DE OPINIÓN

7

Dra. María Cecilia Hidalgo Tapia
Ciencia en la Educación Chilena

ENTREVISTA

8

Dra. Beatrice Ávalos Davidson
No segregar: la clave del éxito del modelo educativo



CIENCIAS NATURALES

11

Riqueza y diversidad de aves en la ciudad de Rancagua
Diego Brito • Nicolás Brossard • Matías Bueno
Sebastián Díaz • Alicia Herrera • Amalia Villegas

13

Control natural del hongo de pudrición parda, *Botrytis cinerea*, por medio de compuestos volátiles
Felipe Venegas • Alejandro Saavedra

19

Diferencias temporales entre ciclos reproductivos de *Aptenodytes patagonicus* en islas subantárticas
Juan Pablo Asencio • Javier Oporto

27

Aumento de temperatura en Magallanes y su incidencia en la migración de la avispa (*Vespula germanica*)
Pía Carrasco • Diego Yévenes

35

Preparación de inóculos bacterianos para la bioestimulación de plantas del desierto florido de Antofagasta, Chile
Andrea Jara • Carolina Cubillos • Catalina Bazaes • Héctor Barrazas
Carlos Godoy • Gabriela O'Shee • Arantxa Ruz • Sharey Martínez
Víctor O'Shee • Franshesca Barraza • David Morales • Pablo Morales

41

Caracterización de macroinvertebrados dulceacuícolas en Río Los Ciervos, Magallanes, Chile y su rol como bioindicadores
Amanda Almonacid • Giarella Cavallieri

47

Medición de las concentraciones de CO₂ emanados de cigarrillos convencionales y electrónicos
Benjamín Muñoz • María Jesús Matus • Karla Echeverría • Francisco Canales

53

Efecto que tiene un centro de cultivos de salmónidos sobre el crecimiento de *Gracilaria chilensis* (Gracilariales Rhodophyta) en el Seno de Reloncaví
Javiera Gálvez • Antonia Leal

65

Evaluación de la resistencia de *Ulva compressa* a concentraciones de cadmio y arsénico, y su capacidad antioxidante
Rocío Barra • Francisca Bascuñán

71

77

ENTREVISTA

Maritza Soto Vásquez

"Si les gusta la ciencia, atrevanse"



80

CIENCIAS SOCIALES

81

Mis ojos en tus ojos: construcción del imaginario social del territorio antártico chileno

Matías Paredes • Nicolás Soto

91

BREVES

¿Por qué estudiaste Ciencia?

Antonio Vega Gálvez

Universidad de La Serena

Alexis Salas Burgos

Universidad de Concepción

Patricia Burgos Hitschfeld

Universidad Austral de Chile

Felipe Cussen Abud

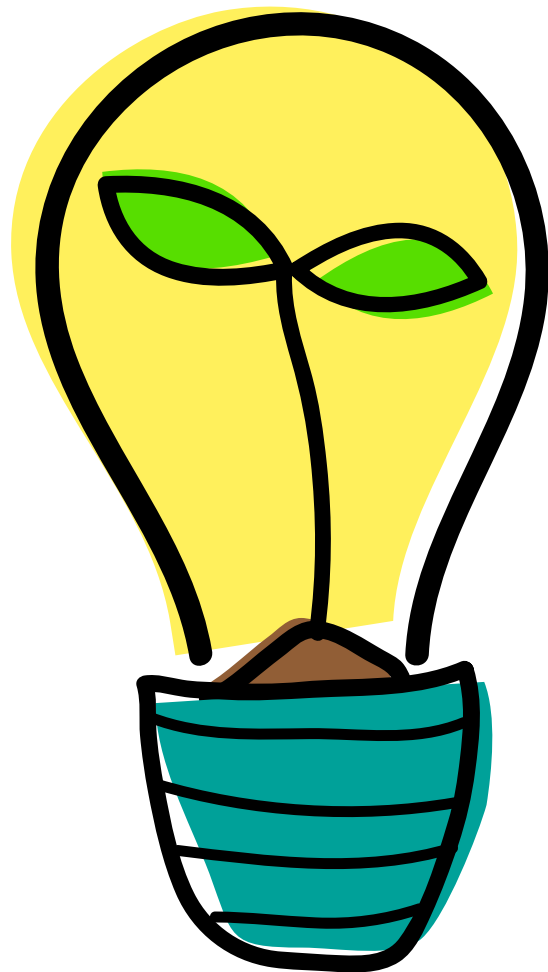
Universidad de Santiago de Chile

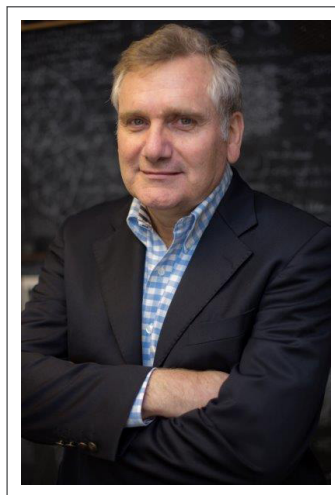
Francisco Chávez Espinosa

Universidad de Chile

Cristian Vilos Ortiz

Universidad Andrés Bello





CREAR UNA CULTURA CIENTÍFICA

Con apenas 17 años, Albert Einstein se hizo una pregunta que cambiaría no solo el curso de su vida, sino también la forma de entender el universo que hasta entonces tenía la humanidad: ¿Qué pasaría si pudiera perseguir la luz y, finalmente, consiguiera adelantarla? Con esta interrogante, cuando Einstein estaba todavía en el colegio, comenzaba la historia de uno de los postulados científicos más importantes de todos los tiempos: el de la Teoría de la Relatividad General.

La clave no fueron las ecuaciones, ni las observaciones, ni la capacidad extraordinaria del científico, ni tampoco las respuestas que entregaban sus teorías: el motor de todo fueron las preguntas que se planteó desde muy temprana edad. Al igual que hizo Einstein, cada año cientos de estudiantes a lo largo de todo Chile se plantean inquietudes cuyas respuestas pueden llegar a ser la semilla de grandes cambios.

Verdaderos “brotes científicos” que emergen de los Congresos nacionales y regionales organizados por el Programa Explora de CONICYT para estudiantes de enseñanza básica y media de todo el país, los mismos que más tarde podrían florecer a través de inventos o soluciones con el potencial de mejorar la calidad de vida de todos los chilenos y chilenas.

Un sistema para predecir terremotos con varios segundos de anticipación, un mecanismo para degradar colillas de cigarrillo utilizando hongos, un dispositivo para secar la leña húmeda en el sur de Chile usando energías renovables, son solo algunos ejemplos de las ideas que han desarrollado los estudiantes en Congresos recientes.

Una labor que en gran medida es posible no solo por el esfuerzo, las ganas y el entusiasmo de los alumnos y alumnas, como también de sus profesores por la ciencia, sino también por la dedicación que ponen los **Proyectos Asociativos Regionales del Programa Explora**, una labor que resulta fundamental para poder coordinar el trabajo de alumnos, profesores, y científicos asesores de investigaciones como las que presentamos en esta publicación.

Para CONICYT, el contenido de esta revista refleja de manera fiel los objetivos que, como institución, hemos estado abrazando desde la creación del Programa Explora en 1995: crear una cultura científica en la sociedad y ampliar la manera de ver el mundo de las nuevas generaciones mediante experiencias que les permitan entender y vivenciar los beneficios que la ciencia reporta en la vida cotidiana de las personas y, en definitiva, para el desarrollo del país.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mario Hamuy Wackenhut', written over a horizontal line.

Dr. Mario Hamuy Wackenhut
Presidente del Consejo de CONICYT

CIENCIA

EN LA EDUCACIÓN CHILENA



Fotografía: Alejandra Fuenzalida, prensa U.Chile

Dra. María Cecilia Hidalgo Tapia

Instituto de Neurociencia Biomédica (BNI), CEMC,
Programa de Fisiología y Biofísica, ICBM, Facultad de
Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
Email: chidalgo@med.uchile.cl

Lo primero que me parece importante abordar, antes de entrar en el tema de la importancia de la educación en ciencia desde temprana edad, es definir qué entendemos por ciencia y por qué es importante hacer ciencia en nuestro país.

La palabra ciencia proviene del latín *scientia*, que a su vez se origina en la palabra *scire*, que significa “conocer”. Por lo tanto, la ciencia tiene por objeto conocer el universo que nos rodea, los seres y elementos que lo componen, los fenómenos que ocurren en el universo y las leyes que rigen estos fenóme-

nos. La ciencia es una actividad del ser humano que se manifiesta desde los inicios de nuestra historia, pues los primeros habitantes de la tierra ya se preguntaban sobre la naturaleza del universo que habitamos. La ciencia genera conocimiento. Por lo tanto, la ciencia comprende todas las disciplinas que generan nuevos conocimientos, y que incluyen desde las disciplinas más teóricas, como la matemática y la física teórica, a la física experimental, las ciencias de la tierra, la astronomía, la química, la biología, las ciencias sociales, las humanidades y las artes.

El conocimiento generado por las diversas ramas de la ciencia contribuye a generar productos que usamos a diario. Como ejemplo, el conocimiento generado a través de la investigación científica ha generado los aparatos electrónicos que usamos todos los días y los medicamentos que han prolongado significativamente nuestra vida en los últimos 50 años. Y un punto no menos importante es que la ciencia nos hace tener una actitud crítica que es contraria a las posiciones fundamentalistas y que nos impulsa a estar siempre dispuestos a revisar nuestros avances en el conocimiento del mundo a la luz de nuevos descubrimientos.

¿Y por qué es importante hacer ciencia en nuestro país? Si como país renunciáramos a hacer ciencia estaríamos negando un aspecto muy profundo de nuestra esencia y renunciaríamos a buscar respuestas tendientes a comprender el mundo en que vivimos. Enfrentamos, además, desafíos como país que solo los podremos resolver nosotros generando nuevo conocimiento. Entre ellos cabe mencionar el cambio climático, que nos amenaza con una grave sequía en más de la mitad de nuestro territorio. Tenemos que generar productos con mayor valor agregado para dejar de ser un país que solo exporta materias primas con grave daño al medio ambiente. Nuestra población está envejeciendo al ritmo de los países más desarrollados del mundo, y por lo tanto tenemos que generar nuevos conocimientos para asegurar que la gente que envejece lo haga en condiciones dignas, con buenos programas sociales y de salud y con un entorno urbano amable que responda a sus necesidades. Los chilenos hemos logrado sobrellevar grandes desastres naturales generando soluciones creativas. Existe entonces en el país el germen del espíritu creativo y solo falta impulsarlo. Y una forma muy efectiva de hacerlo es exponer a los niños a la actividad científica desde sus primeros años.

Los niños son curiosos; esta curiosidad los lleva a formularse preguntas importantes sobre su entorno. Por lo tanto, es vital exponerlos desde temprana edad a la ciencia, e impulsarlos a hacer observaciones que les permitan sacar sus propias conclusiones sobre el mundo que los rodea. No hacerlo implica frustrar su natural inclinación a la indagación y representa un empobrecimiento lamentable de sus capacidades como seres humanos. Hay muchos ejemplos en el mundo, y también en nuestro país, de iniciativas exitosas para involucrar a los niños en la ciencia. Estos programas indican que los niños están ávidos de experimentar y que sienten gran alegría cuando descifran procesos simples haciendo sus propias mediciones.

— NO SEGREGAR: —

LA CLAVE DEL ÉXITO DEL MODELO EDUCATIVO

Por Valeria Osorio Ureta

Premio Nacional de Educación (2013), Dra. Beatrice Ávalos Davidson, aborda el valor de las disciplinas científicas en la vida de las personas, la complejidad que enfrentan los docentes y el proyecto que realizan con la Universidad de Helsinki, donde buscan identificar prácticas pedagógicas que resultan más atractivas para los estudiantes y las cuales facilitan su involucramiento; información que podrá ser de utilidad para actividades de formación docente inicial y continua.

Dra. Beatrice Ávalos Davidson
Premio Nacional de Educación (2013)



Poseer una comprensión básica de las ciencias es una destreza necesaria para cualquier ciudadano, sin embargo, llevar adelante este requerimiento y poder materializarlo implica, antes, poder resolver una serie de inconvenientes que se presentan tanto en las aulas de clases como fuera de ellas. Parte de estos problemas tiene que ver, por ejemplo, con el escaso número de personas que están interesadas en estudiar pedagogías vinculadas a disciplinas científicas y, por otra parte, con las oportunidades de aprendizaje efectivo que tienen los alumnos en relación a este tipo de conocimientos.

La Dra. Beatrice Ávalos, académica del Centro de Investigación Avanzada en Educación de la Universidad de Chile y Premio Nacional de Ciencias de la Educación 2013, trabaja en un proyecto conjunto con la Universidad de Helsinki, Finlandia, país reconocido mundialmente por tener uno de los sistemas educativos más exitosos de Europa.

La investigación permitirá a un equipo multidisciplinario, también integrado por académicos de la Universidad de Santiago de Chile y de la Unidad de Curriculum del Ministerio de Educación, indagar en el rol de las emociones, el compromiso e interés de los estudiantes en clases del área STEM, es decir, ciencia, tecnología, ingeniería y matemática, por su acrónimo en inglés.

El módulo curricular integra campos de la física y la biología y pone el acento en la participación activa de los estudiantes en la construcción del conocimiento, buscando determinar, mediante comentarios grabados en el celular, qué actividades o momentos de la clase logran concitar más el interés de los y las alumnas.

Ciencias para la vida y para todos y todas

La investigadora plantea que es importante entender la educación y la enseñanza, más allá de la entrega de contenidos y del énfasis en logros cognitivos, como procesos que implican el compromiso también afectivo de los estudiantes con los contenidos que se les enseña.

“Tú puedes entender cada disciplina como la disciplina en sí y su contenido, y afirmar la importancia de que cada estudiante en cada curso de cada colegio aprenda ese contenido que va a ser medido en un SIMCE o en una PSU. Pero ese contenido no solo es procesado por el intelecto sino que también por la parte emotiva”, explica la Dra. Ávalos.

Según lo explica la especialista, es importante que los alumnos puedan comprender que las materias que aprenden pueden tener una utilidad para la vida.

“Un estudiante puede decir: ‘a mí no me interesa la física porque me interesan las artes. Por tanto, yo voy a clases, escucho lo que hay que escuchar, aprendo lo que hay que aprender, y doy la prueba’. Pero si ese estudiante entiende que la física lo va a ayudar a mejorar su comprensión de las artes, que hay matemáticos que han sido músicos, o sea, que hay algo más allá del conocimiento en su sentido utilitario, entonces podemos tener una enseñanza distinta”, señala.

Para la investigadora, el proyecto en el que trabaja puede aportar en este sentido, ya que permitirá evaluar si en las aulas chilenas los y las alumnas están entendiendo el porqué de las ciencias. Además, el proyecto podrá proporcionar elementos para comprender la relación afectiva con la ciencia y la percepción de su utilidad.

Este proyecto fue piloteado durante el 2016 en las mejores condiciones que ofrece el sistema escolar chileno, es decir, en un colegio particular pagado, con un docente altamente motivado y con un número de alumnos reducido. Sobre la base de lo aprendido en este piloto, se procederá en los próximos dos años a realizar el estudio en establecimientos con distinta configuración socio-económica y logros educativos.

Rol del profesor y pruebas estandarizadas

De acuerdo a los últimos resultados de la prueba PISA (Programme for International Student Assessment), que evalúa conocimientos académicos de los jóvenes de 15 años, en 65 países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), se pudo apreciar que más de 130 mil estudiantes chilenos tuvieron un bajo rendimiento en matemáticas,

mientras 62 mil presentaron un bajo rendimiento en las tres asignaturas: matemáticas, lectura y ciencias. Específicamente en ciencia, el porcentaje fue de 34%, mientras que el promedio de la OCDE es de 12%.

Para la Premio Nacional de Educación, los resultados de este tipo de pruebas tienen mucho que ver con el desarrollo profesional de los docentes y con la falta de profesores formados en las ciencias. Esto, se debe en parte, a que quienes tienen habilidades e interés por las ciencias no estudian pedagogía, dadas las inadecuadas condiciones de trabajo de los docentes, optando por seguir otro camino.

“Los que tienen las habilidades científicas llegan a la conclusión que no les sirve, que pueden estudiar otra carrera que les aporta más en términos de reconocimiento social y reconocimiento económico”, sentencia la Dra. Ávalos.

Un elemento que podría ayudar a reivindicar esta profesión y su rol en la sociedad, es la entrada en vigencia del Sistema de Desarrollo Profesional Docente, en la medida en que mejora las condiciones salariales especialmente al comienzo de la carrera. Al respecto se observó un incremento del 28% en las carreras de Pedagogía en la admisión 2017, pero no se tienen datos precisos aún de cuántos de estos estudiantes habrán optado por especializaciones científicas.

“Si logramos que esta ley, al implementarse, sirva para mostrar una cara diferente de la profesión docente, y si dejamos de calificar como ‘malos’ en general a los profesores, cuando se publican resultados de las evaluaciones estandarizadas y de lo mala que es la educación en Chile, a lo mejor vamos a tener mejores profesores. Tenemos profesores que están aburridos, cansados, y no muy eficaces en su trabajo, pero también tenemos muchos que son buenos e innovadores. Entonces, construyamos una mirada de la profesión docente desde los buenos profesores y no desde los que no lo hacen bien”, enfatiza.

“Hay un elemento de verdad en la crítica, en la medida en que los docentes no están bien preparados para

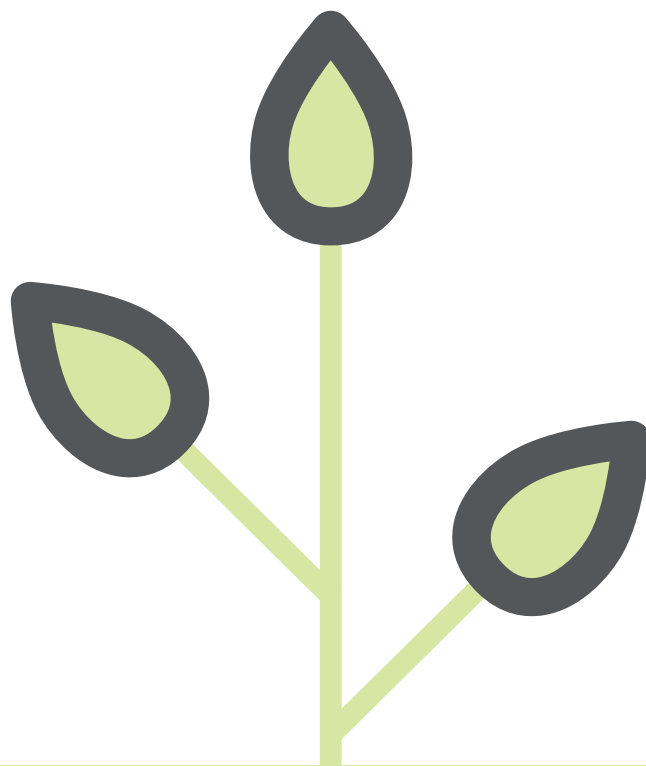
manejar la diversidad en la sala de clases. Hay ayuda hoy en día para los niños más difíciles, que son los profesores de Educación Diferencial, pero, en general, reconocer la diversidad significa poder enseñar de manera distinta, según la receptividad de los alumnos, y eso es complicado e implica tiempo”, enfatiza.

Respecto al aporte de pruebas como la INICIA, aplicada a egresados de la formación docente desde hace unos seis años, la académica comenta que nunca estuvo de acuerdo con ella, por impactar más en los egresados y su calidad que en la institución formadora. Es decir, “si se espera que entregue una retroalimentación a la institución formadora, ella llega muy tarde para beneficiar a los egresados o a los por egresar”.

Para la investigadora el tema es claro: si este tipo de evaluaciones se usa para comparar instituciones, sólo contribuye a aumentar la competitividad y no necesariamente la calidad. Pero si se usa para que la institución pueda determinar las materias que le están costando más aprender a los estudiantes, puede ser de utilidad para el mejoramiento curricular y los procesos de formación. “Todo va de la mano con la manera cómo se manejen las políticas públicas vinculadas al área”, indica.

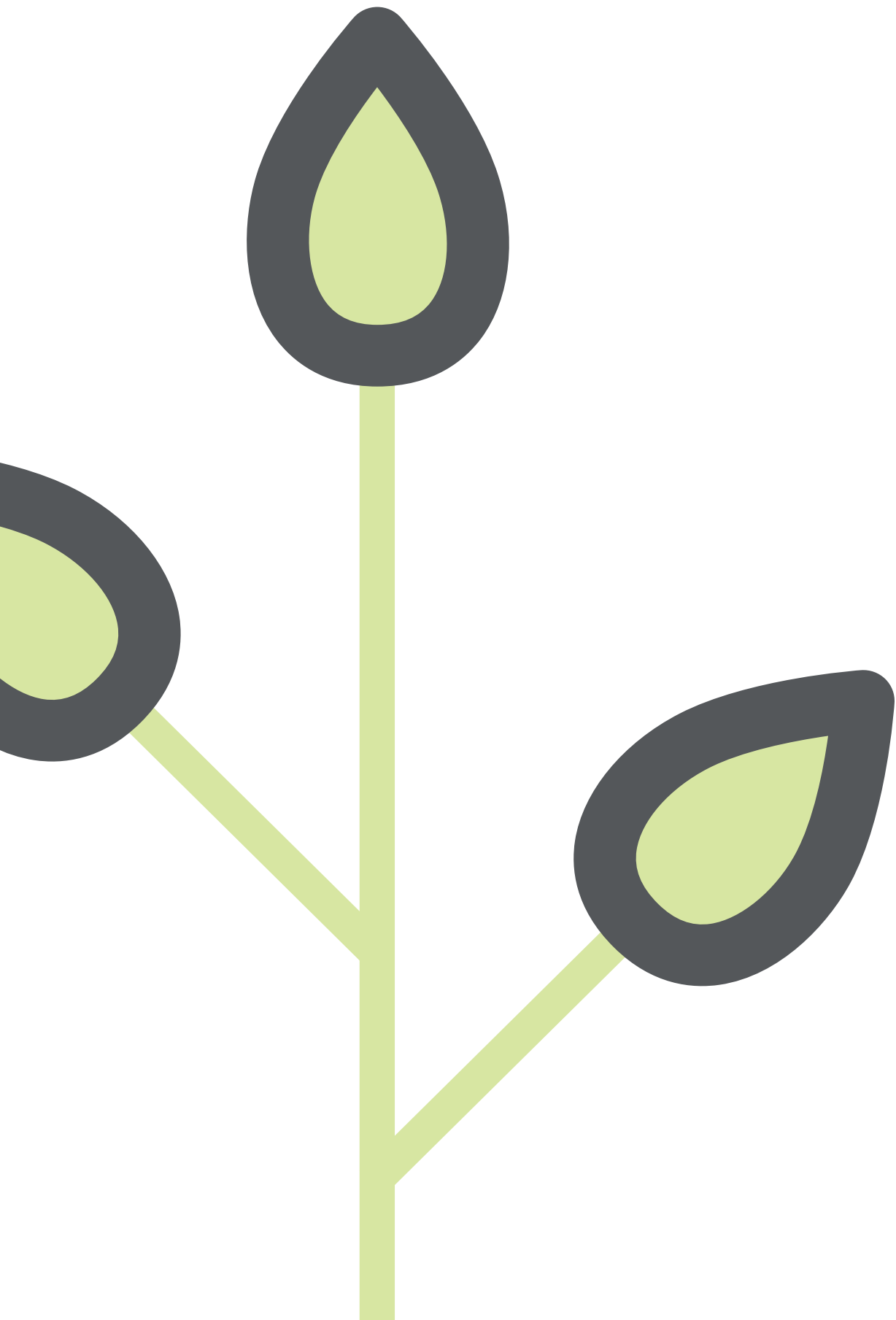
Ante la necesidad de mejorar la educación, los expertos chilenos apelan constantemente a los modelos exitosos en el mundo en el ámbito educacional, como por ejemplo, el modelo finlandés. Pero, no siempre se considera el conjunto de los elementos de estos sistemas. La principal característica de éste es que no segrega a sus estudiantes. Casi todas las escuelas son públicas y no se comparan públicamente a través de rankings. No existen pruebas o exámenes estandarizados, tienen menos horas de clases y menos deberes, los profesores están muy bien remunerados y tienen una alta cualificación.

Por ahora, el escenario chileno es distinto y los desafíos son mejorar en plazos razonables la calidad, acceso y equidad de la educación, implementando bien los cambios estructurados en la nueva legislación educacional.



CIENCIAS NATURALES

11



RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE AVES EN LA CIUDAD DE RANCAGUA

WEALTH AND DIVERSITY OF BIRDS IN THE CITY OF RANCAGUA

Diego Brito • Nicolás Brossard • Matías Bueno • Sebastián Díaz • Alicia Herrera • Amalia Villegas
Profesora Guía: Sara Rojas
Liceo Bicentenario Oscar Castro Zúñiga • Rancagua
sara.rojas@liceooscarcastro.cl

Resumen

El avistamiento de aves en la ciudad se debe a la presencia de islas vegetacionales, como los parques urbanos. Durante los meses de mayo y septiembre se realizó un censo de aves en dos áreas verdes de la ciudad de Rancagua, en donde se estimó la riqueza y la abundancia relativa en ambos parques de la ciudad: El Parque Comunal y El Parque Patricio Mekis. Registramos un total de 28 especies, de las cuales dos fueron aves exóticas. La riqueza en ambos parques varió entre 27 y 19 especies, siendo el Parque Comunal el área con mayor riqueza y abundancia. En ambos parques la diversidad de especies fue alta y la biodiversidad específica fue 1,97 en el Parque Comunal y 1,88 en el Parque Patricio Mekis.

Palabras claves: aves, islas vegetacionales y ciudad de Rancagua.

Abstract

The bird watching in the city is due to the presence of vegetation islands, such as urban parks. During the months of may and september a bird census was carried out in two green areas of the city of Rancagua, where the wealth and relative abundance in both parks of the city were estimated: In the Comunal Park and Patricio Mekis Park. We recorded a total of 28 species, of which two were exotic birds. The wealth in both parks varied between 27 and 19 species, being the Communal Park the park with greater wealth and abundance. In both parks the diversity of species was high and the specific biodiversity was 1,97 in Comunal Park and 1,88 in Patricio Mekis Park .

Keywords: birds, vegetation islands, Rancagua city.



Introducción

La presencia de aves nativas dentro de zonas urbanas, se debe a la existencia de áreas verdes. Estas representan a islas vegetacionales que pueden influir de manera significativa en la riqueza y abundancia de especies. (Begon *et al.*, 1990). Sin embargo, el proceso de urbanización es un factor que genera procesos de degradación y fragmentación de hábitat naturales, y a su vez, tiende a disminuir la riqueza y diversidad de especies (Bessinger & Osborne, 1982), o bien puede arrojar una alta riqueza de especies pero no asegura su mantención a lo largo del tiempo (Garden *et al.*, 2010). Las aves que habitan en zonas urbanas, posiblemente han sufrido procesos adaptativos a los factores antrópicos y que podrían ser diferenciados con sus semejantes que habitan en zonas naturales (Ditchkoff *et al.*, 2006).

Estudios han demostrado que hay una correlación positiva entre riqueza de especies y áreas verdes (Gavreski, 1976). Pero la perturbación humana es el principal elemento regulador de las comunidades de aves en la ciudad.

La importancia de tener el conocimiento de la presencia de avifauna nativa en la ciudad de Rancagua, se debe a que la ciudad, va creando continuamente nuevos hábitats y situaciones para que las especies nativas puedan ser favorecidas o limitadas por el diseño de: edificaciones, plazas y jardines. Además, las aves representan un grupo ecológico y taxonómico muy diverso (Jaramillo, 2005). Ellas pueden desempeñar diversos roles ecológicos, como por ejemplo, pueden ser especies indicadoras de la capacidad de la ciudades para albergar fauna nativa, controladoras de plagas,

polinizadoras, entre otras. Otra característica de estos organismos es que son muy sensibles a cambios ambientales, como por ejemplo, la urbanización, que puede ser favorable o perjudicial para distintos grupos de aves. Sin embargo, la disponibilidad de áreas verdes con árboles, arbustos, jardines y edificios, pueden representar hábitats, sitios de refugio, así como también barreras para distintas especies. Por lo tanto, se puede plantear la hipótesis de que es frecuente el avistamiento de aves dentro del entramado urbano de la ciudad de Rancagua, puesto que se encuentra rodeada de entornos naturales. El principal objetivo de nuestro trabajo fue identificar las especies de aves y su diversidad en áreas verdes de la ciudad de Rancagua, utilizando índices de riqueza y homogeneidad en ambos parques en estudio.

Metodología

En la ciudad de Rancagua, se seleccionaron dos áreas verdes, el Parque Comunal de Rancagua con un área de 14 há, y el Parque Patricio Mekis (también conocido como Complejo Deportivo Patricio Mekis), su área es de 1 há. La elección de estos dos parques, se debe a que poseen una amplia superficie y una gran cantidad de árboles nativos. Además, el Parque Comunal de Rancagua, posee una laguna artificial, ecosistema que atrae a varias especies de aves. En ambos sectores hay presencia de personas y están cercanas a grandes avenidas.

Esta investigación es de carácter exploratoria, y se llevó a cabo durante los meses de mayo a septiembre del año 2016, en cada parque se escogieron seis pun-



tos de observación al azar, para abarcar la superficie de cada parque. Los puntos están a una distancia de 500 m y, en cada uno, una pareja de estudiantes identificó y contó las aves. Los puntos, escogidos al azar, fueron constantes en el tiempo. La identificación se realizó visualmente (también se toma en cuenta el patrón de vuelo y la silueta del ave), utilizando el libro Aves de Chile de Álvaro Jaramillo y binoculares Up Close G2 10x25. Complementariamente se identificaron de manera auditiva el canto del ave, durante un tiempo de 10 minutos. Los muestreos se llevaron a cabo una vez a la semana en cada parque, entre 10:30 a 12:00 horas de la mañana, evitando los días de lluvia. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente con la herramienta Microsoft Excel año 2010. Se calculó la riqueza específica, abundancia relativa, índice de diversidad de Shannon & Wiener y el Índice de Simpson en cada parque.

Resultados y Discusión

La riqueza específica entre los dos parques fue de 28 especies. El parque que presentó mayor riqueza fue el Parque comunal con 27 especies (Ver tabla 1), en cambio, en el Parque Patricio Mekis hubo una riqueza de 19 especies. De las especies censadas, el orden que predomina más en ambos parques es el Passeriforme, con un total de 14 especies (50%), seguido con el orden Columbiformes con tres especies (10,7%) y los Falconiformes con dos especies (7,1%). Además, se registraron dos especies introducidas, la *Columba livia* (Paloma), el *Passer domesticus* (Gorrión), en cada uno de los parques. También se identificó un ejemplar *Streptopelia decaocto* (Tórtola turca) en el Parque Comunal.

La abundancia total de individuos registrada en el Parque Comunal fue de 1664 individuos, en cambio en el Parque Patricio Mekis se registraron 578 individuos. Además, la especie con mayor frecuencia de avistamiento corresponde a la *Tachycineta leucopyga* (golondrina chilena), con un número de 489 individuos. Las especies menos abundantes fueron *Anairetes parulus* (chachudito), *Falco sparverius*, (Cernícalo), *Geranoaetus polyosoma* (Aguilucho), *Lessonia rufa* (Colegial).

En relación a la dominancia, en el Parque Comunal mostró un índice de diversidad de Simpson de $D = 0,84$

y el Parque Patricio Mekis de $D = 0,78$. Sin embargo, el índice de homogeneidad de Shannon & Wiener en el Parque Comunal, $S = 1,96$ en el Parque Patricio Mekis el índice $S = 1,89$.

Durante los meses de agosto y septiembre, se pudo ver un aumento de la población de aves en las especies tales como *Turdus falcklandii* (Tordo), *Columba livia* (Paloma) y *Venellus chilensis* (Queltehue).

Además, se pudo observar aves de ecosistemas marinos y de humedales como *Larus dominicanus* (Gaviota Dominicana), *Lessonia rufa* (Colegial) y *Phalacrocorax brasilianus* (Yeco).

En ambos parques se pudieron registrar especies de aves nativas. Sin embargo, el parque que obtuvo mayor abundancia fue el Parque Comunal. Este parque, a diferencia del Patricio Mekis, posee un área de 14 há, una laguna, árboles nativos como también especies exóticas. Además, posee varios sectores en donde diversas especies de aves pueden ocupar el suelo para encontrar su alimento, ya sean estas semillas o insectos. En el otro sector en estudio, la presencia de aves nativas fue menor respecto al Parque Comunal, puesto que ésta posee un área de 1 há, y la mayor cantidad de árboles son exóticos. Estas características de los parques influyeron en ellos (Emlen, 1974). Sin embargo, en la riqueza de especies hubo variación; en el Parque Comunal la riqueza fue de 27 y en el otro parque fue de 19 especies. Ambos parques se encuentran en sectores con mucha intervención humana y las especies que se registraron con mayor frecuencia fueron *T. falcklandii*, *Z. auriculata*, *T. leucopyga*, *C. livia* y *P. domesticus*, de las cuales, las dos últimas son especies introducidas y todas ellas son comunes de registrar en parques urbanos, especies mencionadas en la investigación de Urquiza & Mella (2002).

En cuanto a la diversidad de especies para ambos parques resultó ser alta. Lo mencionado concuerda con la investigación de Urquiza & Mella (2002). En cambio, el índice de Shannon & Wiener fue bajo. Este último dato nos indica que en ambos parques la riqueza de avifauna no se encuentra igualmente representada y la biodiversidad de aves es baja.





Imagen satelital del Parque Comunal



Imagen satelital del Centro Deportivo Patricio Mekis

TABLA 1

Especies	Parque Comunal	Parque Patricio Mekis
Zorzal (<i>Turdus falcklandii</i>)	152	33
Tiuque (<i>Milvago chimango</i>)	80	31
Tórtola (<i>Zenaida auriculata</i>)	322	33
Chercán (<i>Troglodytes aedon</i>)	11	30
Paloma (<i>Columba livia</i>)	260	247
Picaflor Chico (<i>Sephanoides sephanoides</i>)	12	45
Queltehue (<i>Venellus chilensis</i>)	70	44
Gorrión (<i>Passer domesticus</i>)	115	25
Tordo (<i>Curaeus curaeus</i>)	83	12
Golondrina Chilena (<i>Tachycineta leucopyga</i>)	453	36
Garza Chica (<i>Egretta thula</i>)	4	0
Yeco (<i>Phalacrocorax brasilianus</i>)	4	0
Cachudito (<i>Anairetes parulus</i>)	13	1
Jilguero (<i>Spinus barbata</i>)	42	7
Tortolita (<i>Columbina picui</i>)	5	1
Cernícalo (<i>Falco sparverius</i>)	5	9
Gaviota Dominicana (<i>Larus dominicanus</i>)	1	1
Garza grande (<i>Ardela alba</i>)	5	0
Rara (<i>Phytotoma rara</i>)	1	0
Mirlo (<i>Molothrus bonariensis</i>)	14	5
Peuco (<i>Parabuteo unicinctus</i>)	1	0
Tijeral (<i>Leptasthenura aegithaloides</i>)	2	1
Diucón (<i>Xolmis pyrope</i>)	2	0
Tenca (<i>Mimus thenca</i>)	2	1
Codorniz (<i>Callipepla californica</i>)	2	0
Chirihue (<i>Sicalis luteola</i>)	2	0
Aguilucho (<i>Geranoaetus polysoma</i>)	0	2
Colegial (<i>Lessonia rufa</i>)	1	0



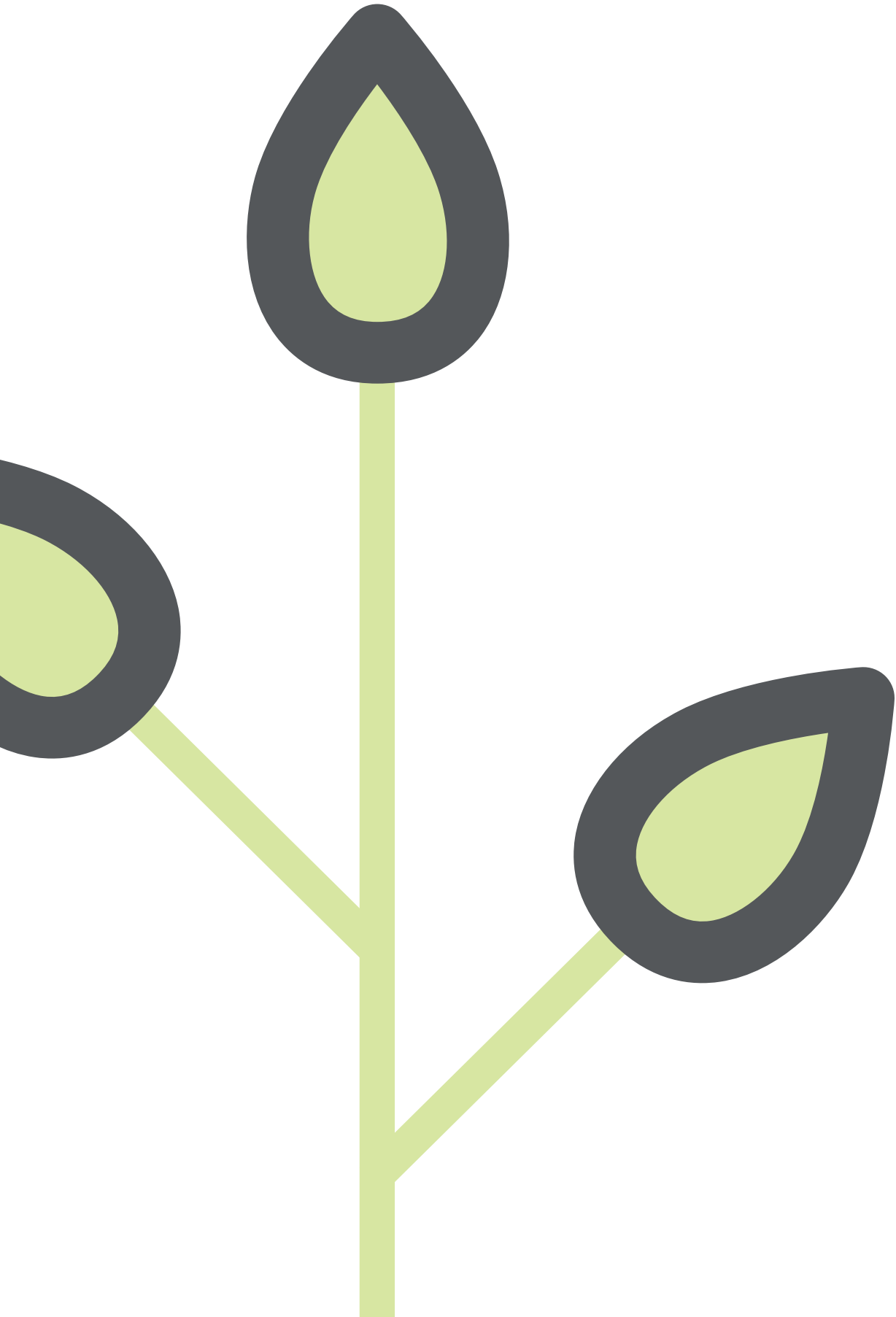
Conclusión

En los parques urbanos de la ciudad de Rancagua, es posible identificar y estimar la riqueza y diversidad de avifauna. En cada sector, los índices de diversidad son altos, por lo tanto, la presencia de islas vegetacionales y la cercanía de la ciudad a sectores naturales, influyen en la presencia de aves nativas y exóticas, proporcionándoles refugio, alimento, sectores de apareamiento, nidificación y crianza.

Bibliografía

- Begon M, Harper JL, Townsend CR. 1990. Ecology: Individuals, populations and communities. Blackwell Scientific Publication, Oxford, UK.
- Bessinger S, Osborne D. 1982. Effects of urbanization on avian community organization. Condor 84: 75 - 83.
- Ditchkoff S, Saalfeld S, Gibson C. 2006. Animal behavior in urban ecosystems: Modifications due to human-induced stress. Urban Ecosystems 9: 5 - 12.
- Emlen C. 1974. An urban bird community in Tucson, Arizona: derivation, structure, regulation. Condor 76: 182 - 197.
- Garden J, Mcalpine C, Possingham H. 2010. Multi-scaled habitat considerations for conserving urban biodiversity: native reptiles and small mammals in Brisbane, Australia. Landscape Ecology 25: 1013 - 1028.
- Gavareski C. 1976. Relation of park size and vegetation to urban bird populations in Seattle, Washington. Condor 78: 375 - 382.
- Jaramillo A. 2005. Aves de Chile. Ed. Lynx Editions, Barcelona, España.
- Urquiza A, Mella E. 2002. Riqueza y diversidad de aves en parques de Santiago durante el periodo estival. Boletín Chileno de Ornitología 9: 12 - 21.





CONTROL NATURAL DEL HONGO DE PUDRICIÓN PARDA, *Botrytis cinerea*, POR MEDIO DE COMPUESTOS VOLÁTILES

NATURAL CONTROL OF THE BROWN ROT FUNGUS, *Botrytis cinerea*, BYE MEANS OF VOLATILE COMPOUNDS

Felipe Venegas • Alejandro Saavedra
 Profesores Guías: Darly Arellano • Jonathan Canales
 Asesor Científico: Andrés Quiroz
 Colegio The Forest School Pitrufquén • IX Región de Araucanía
 d.arellano01@ufromail.cl

Resumen

En Chile, la *Botrytis* es el principal problema de índole fitopatológico, que afecta a la uva de mesa y berries de exportación. Para combatirla se utilizan fungicidas sintéticos. Sin embargo, ha desarrollado resistencia específica hacia ellos. En este sentido, los hongos saprófitos liberan al ambiente compuestos orgánicos volátiles antifúngicos. Por lo anterior, el objetivo general de esta propuesta consiste en evaluar el efecto antifúngico de hongos saprófitos nativos sobre cepas de *B. cinerea*. Para comprobar este efecto antifúngico de hongos saprófitos, se trabajó con 6 muestras de hongos nativos de Pitrufquén. Se realizaron bioensayos de antagonismo, poniendo en contacto el hongo de la fruta (*Botrytis cinerea*) con las 6 especies de hongos saprófitos, para observar cuál o cuáles de ellos produce inhibición de la *Botrytis*. De las 6 muestras de hongos, dos de ellas, rotuladas M2 y M3 inhibieron tanto la producción de esporas de *Botrytis* como el crecimiento del micelio.

Palabras claves: *Botrytis cinerea*, compuestos volátiles, hongos saprófitos, micelio, esporas.

Abstract

In Chile, the *Botrytis* is the main problem of phytopathological nature affecting exportation fruits, such as strawberry, raspberry and table grape. To attack the *Botrytis*, synthetic fungicides are used. However, the *Botrytis* has developed specific resistance towards them. In this sense, saprophytic fungi releases to the environment organic volatile compounds with antifungal activity. For this reason, the general objective of this proposal consisted in evaluating the antifungal effect of the saprophytic fungi on *Botrytis cinerea* strains. To prove this antifungal effect of the saprophytic fungi, in this proposal worked with 6 samples of native fungi from Pitrufquén, where the fungus of the fruit was contacted with the 6 samples, for observing which of them produce inhibition against the *Botrytis*. From the 6 samples of fungi, two of them rotulated as M2 and M3 inhibited the production of spores and the mycelium growth of the fungus.

Keywords: *Botrytis cinerea*, volatile compounds, saprophytic fungi, mycelium, spores.



Introducción

Botrytis cinerea, también conocido como hongo de pudrición o moho gris, es un hongo fitopatógeno altamente polífago, responsable del mayor porcentaje de pérdidas económicas en la industria de frutas y hortalizas frescas a nivel mundial. Se estima que las pérdidas alcanzan un 20% de la producción mundial de estos productos, equivalente a USD 130 billones por temporada. En Chile es el principal problema de índole fitopatológico que afecta a la uva de mesa de exportación, provocando en algunas temporadas, importantes pérdidas las que se visualizan durante la post-cosecha y al arribo a los mercados de destino de la producción, lo que significa no percibir US\$ 252 millones por concepto de exportación de la uva (Esterio *et al.*, 2011).

Considerando que más del 10% de los fungicidas desarrollados y comercializados por la industria de agroquímicos son para el control de *B. cinerea*, esta oferta es insuficiente. Esto se debe a que *Botrytis* ha desarrollado distintos niveles de resistencia a diversos productos fitosanitarios, como los pertenecientes a los grupos de las dicarboximidias, anilinoimidazoles e hidroxianilidas, entre otros. Su control comprende un manejo integrado de prácticas culturales y un control químico preventivo, mediante el uso de botryticidas sobre los estadios más susceptibles a la infección, tales como floración, envero y pre-cosecha y, en post-cosecha, mediante el uso de anhídrido sulfuroso. Sin embargo, aunque se realicen todas estas prácticas, su control no ha resultado satisfactorio (Esterio *et al.*, 2006). El principal problema, derivado del uso de fungicidas químicos, es el incremento en la resistencia genética de *B. cinerea* a fungicidas, debido a un plan de aplicación deficiente. Además, actualmente se requiere la

aplicación de nuevos productos sustentables, debido a las estrictas normas de exportación vigentes para berries y frutales en general, que regulan el uso de estas sustancias químicas sintéticas. Adicionalmente, dado el notable poder adaptativo del patógeno, es necesario que las estrategias de manejo de la enfermedad evolucionen permanentemente hacia nuevas alternativas de control. Estas no sólo deben ser eficientes sino, además, causar un mínimo impacto negativo al medio ambiente. Como alternativa al uso de fungicidas de síntesis se ha propuesto a nivel mundial, el empleo de biocontroladores como *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* spp. El biofungicida más ampliamente empleado en Chile para combatir esta enfermedad corresponde a Serenade® (Bayer). Este fungicida biológico interfiere en la adherencia del patógeno, inhibe la germinación de esporas, interrumpiendo el crecimiento del hongo. Por otro lado, se han probado diversas especies de hongos antagonistas a *B. cinerea*, a nivel de ensayos de laboratorio, tales como *Trichoderma harzianum* (Zimand *et al.*, 1996), *Trichoderma viride* y *Trichoderma longibrachiatum* (Bendahmane *et al.*, 2012).

Trichoderma atroviride (Freeman *et al.*, 2004) y *Trichoderma* sp (Molina *et al.*, 2006; Bogumil *et al.*, 2013). En nuestro país, la Empresa Bionativa comercializa el producto Trichonativa® (Reg. SAG N° 2587) que es un producto biotecnológico, registrado como biofungicida de formulación líquida en base a 3 cepas de *Trichoderma* spp. Este producto ha disminuido considerablemente la incidencia y severidad del ataque de *B. cinerea* en el estado fenológico de pre-apriete y pre-cosecha de uva de mesa.



Debido a lo anterior, urge la búsqueda de medidas de control alternativas de esta enfermedad. Una interesante y promisoría fuente de compuestos orgánicos volátiles antifúngicos son los producidos por hongos saprófitos, debido al ambiente altamente competitivo en el que se desarrollan, presentándose este tipo de producto como nueva alternativa sustentable con el medio ambiente y con un gran potencial como antifúngico natural (Schalchli *et al.*, 2011). Es por ello que la biodiversidad fúngica que presentan los bosques de la Región de La Araucanía motivó a este equipo de trabajo a buscar, identificar e investigar el potencial antifúngico que presentan hongos saprófitos asociados a bosque nativo de la Región de La Araucanía. Además, la preocupación por la preservación del medio ambiente, el otorgar un valor agregado a los productos frutícolas que se generan en esta Región, son motivaciones importantes que permitieron generar y proponer esta idea.

Para ello se implementaron las siguientes metodologías de investigación: 1) Prospección de bosques con porcentaje significativo de especies nativas, 2) colecta de hongos saprófitos, 3) aislamiento del micelio, 4) ensayos de inhibición del crecimiento de *B. cinerea*.

La presente propuesta pretende responder a la siguiente pregunta: ¿Pueden los hongos saprófitos nativos a través de la liberación de compuestos volátiles inhibir el crecimiento de *B. cinerea*?

Hipótesis

Hongos saprófitos recolectados de la Comuna de Pitrufquén liberan compuestos orgánicos volátiles que inhiben el crecimiento del hongo de la fruta *Botrytis cinerea*.

Objetivo General

Evaluar el efecto antifúngico de compuestos orgánicos volátiles de hongos saprófitos nativos sobre cepas de *Botrytis cinerea*.

Objetivos Específicos

1. Conocer las características reproductivas de los hongos saprófitos de Chile.
2. Describir el comportamiento de *Botrytis cinerea*.
3. Analizar las características fungicidas de los hongos saprófitos nativos.

Metodología

La investigación se llevó a cabo mediante un estudio bibliográfico y experimental cualitativo y cuantitativo, en el que se describió las características de los hongos y posteriormente se comprobó experimentalmente si es posible la inhibición de *Botrytis cinerea*.

Para esta investigación se trabajó con 6 especies de hongos recolectados en la comuna de Pitrufquén en el sector "Los Galpones". Las muestras fueron seleccionadas de acuerdo a su ubicación dentro del bosque, es decir, a una distancia no menor de 5 metros entre una y otra, con el objetivo de evitar la contaminación cruzada. Las muestras fueron introducidas en bolsas plásticas rotuladas. Para su traslado al laboratorio se utilizó un sistema refrigerado (5-10° C).

En esta investigación se midió el halo de inhibición de crecimiento del hongo fitopatógeno *Botrytis cinerea*.

La investigación en la parte experimental se realizó en los laboratorios de la Universidad de la Frontera, mediante el siguiente procedimiento.

Semana 21 de junio: Se realizó la recolección de 6 especies de hongos del sector "Los Galpones", utilizando técnicas de recolección específica para hongos: cadena de frío, rotulación de muestras, guantes de látex y bolsas plásticas de multiuso.

Los hongos fueron recolectados por los dos estudiantes en diferentes lugares del bosque, llegando como máximo a 30 metros, desde la carretera hacia el interior del último hongo extraído.

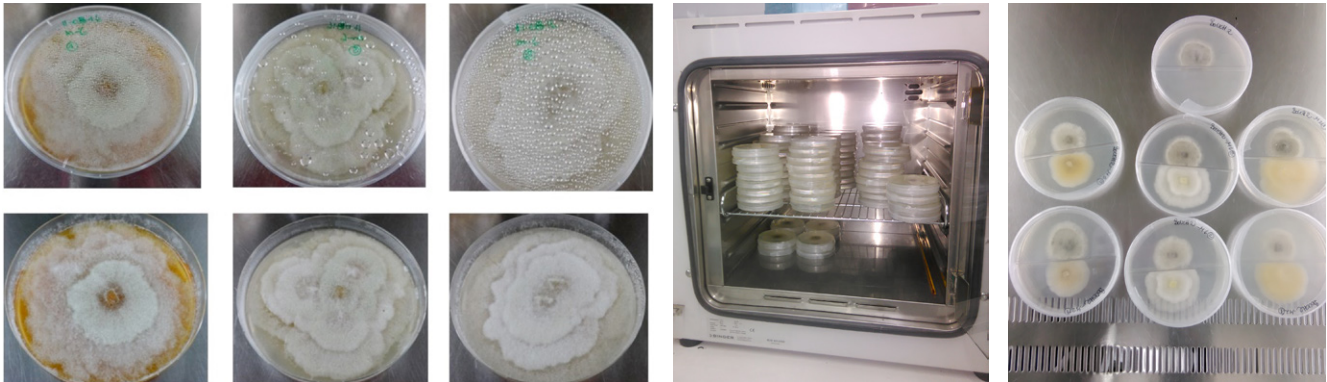
Semana 07 de julio: Se realizó la primera etapa experimental del proyecto en el Laboratorio de Química Ecológica de la Universidad de La Frontera, con la ayuda del Dr. Andrés Quiroz.

Trabajo realizado: Aislación de hongos extraídos del sector "Los Galpones".

Materiales:

- Solución de Agar papa dextrosa como medio de cultivo.
- Placas de Petri (90 x 15 mm).
- Bisturí.
- Muestras (6 especies de hongos).
- Parafilm.
- Alcohol 70°.
- Cámara de flujo laminar.
- Estufa de incubación.





Procedimiento:

1. Esterilizar la cámara de flujo laminar con alcohol al 70%.
2. Limpiar hongos con agua destilada.
3. Extraer micelio de cada muestra de hongo, utilizando el bisturí, para posteriormente incubar la muestra en una placa Petri con Agar. Procedimiento que se llevó a cabo en la cámara de flujo laminar. Por cada hongo se extrajeron 3 muestras de micelio.
4. Sellar las placas de Petri con Parafilm.
5. Incubar las muestras de micelio en la estufa de incubación a 27° C, por una semana.

Semana del 12 de julio: Se realizó la segunda etapa de la investigación en el Laboratorio de Química Ecológica de la Universidad de la Frontera.

Trabajo realizado: Aislación de micelio de hongos saprófitos.

Materiales:

- Solución de Agar papa dextrosa como medio de cultivo.
- Placas de Petri (90 x 15 mm).
- Bisturí.
- Muestras de hongos aislados en la etapa anterior.
- Parafilm.
- Alcohol al 70%.
- Cámara de flujo laminar.
- Estufa de incubación.

Procedimiento:

1. Esterilizar la cámara de flujo laminar con alcohol al 70%
2. Realizar un pequeño corte de la parte del micelio más purificada y nueva de las muestras de hongos previamente trabajado.
3. Incubar la parte del micelio en una placa de Petri con medio de cultivo nutritivo con agar-agar.

4. Sellar muestras con Parafilm.

5. Incubar las muestras de micelio en la estufa de incubación a 27° C.

Semanas 18 de Julio y 29 de Julio. Se realizó la purificación del micelio mediante repliques.

Materiales:

Los mismos utilizados en aislamiento de micelio de hongos saprófitos.

Procedimiento:

Similar al de aislamiento de micelio de hongos saprófitos, con la diferencia que se tomó parte del micelio y se volvió a sembrar en placas de Petri con Agar Papa Dextrosa (PDA).

Semana del 22 de Agosto: Se realizó el ensayo de inhibición en los laboratorios de la Universidad de la Frontera.

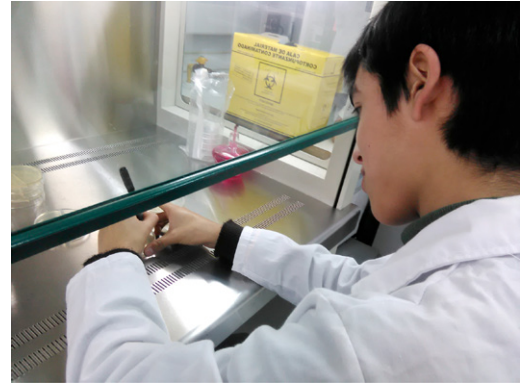
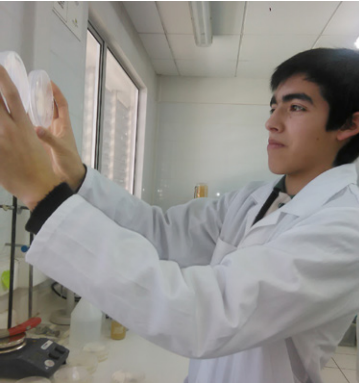
Materiales:

1. Los mismos utilizados anteriormente.
2. Cuatro muestras diferentes de *Botrytis cinerea*, facilitadas por la Universidad de Chile, con diferentes susceptibilidades a la presencia de compuestos volátiles.

Procedimiento:

1. Realizar 8 placas de Petri como control de las 4 muestras de *Botrytis*, rotuladas (BoUCH 1, BoUCH 2, BoUCH 3 y BoUCH 4).
2. Realizar en placas de Petri bicompartida 56 pruebas de inhibición con los cuatro tipos de *Botrytis* y las 6 especies de hongos previamente trabajadas y purificadas.
3. Incubar muestras en estufa de incubación a 27° C.





Semana del 29 de agosto se realizó un bioensayo de las muestras que revelaron resultados de inhibición en el procedimiento anterior.

Materiales:

Los mismos utilizados anteriormente.

Procedimiento:

1. Analizar las placas realizadas el 22 de agosto, y determinar cuáles de ellas mostraron un cambio en el desarrollo de la *Botrytis*.
2. Replicar las muestras de control de las *Botrytis* 1, 2 y 3.
3. Realizar bioensayo de interacción a través de compuestos volátiles utilizando el sistema de placas de Petri y las siguientes interacciones: BoUCH 1-M3, BoUCH 2-M3, BoUCH 3-M3 y BoUCH 3-M2.
4. Incubar muestras en estufa de incubación a 27° C.
5. Analizar resultados finales.

Resultados Cualitativos

Los resultados obtenidos cualitativamente, es decir, a simple vista al realizar el ensayo de inhibición de *B. cinerea* a través de la liberación de compuestos orgánicos volátiles de hongos saprófitos fueron los siguientes:

En las cepas de la *B. cinerea* de las muestras BoUCH2 y BoUCH3 se contemplaron las siguientes alteraciones: La zona micelial disminuyó en poca proporción en el caso de BoUCH 2. Lo relacionado con la esporulación, es decir, el medio reproductivo de los hongos de manera asexual (las esporas) se vio disminuido en BoUCH2 y BoUCH3 (la zona de color oscuro con apariencia de pelusa observada en la fotografía control).

En la cepa de *B. cinerea* BoUCH1, solo se pudo observar una disminución del diámetro del micelio.

En la cepa de *B. cinerea* BoUCH4 no ocurrió ningún cambio.

Análisis y discusión

Los resultados presentados anteriormente indican la diferente susceptibilidad de las cepas de *B. cinerea* al efecto de compuestos orgánicos volátiles emitidos por los hongos saprófitos extraídos de la región de La Araucanía comuna de Pitrufquén, lo cual se demuestra a través de la disminución de la capacidad reproductiva, por la alteración de sus estructuras, tanto a nivel de crecimiento de micelio como de esporulación. Lo anterior se demuestra a través de la interacción de BoUCH1 y M3, donde se observa una disminución del desarrollo del micelio. Adicionalmente, en la interacción de BoUCH2 y M3, disminuye el diámetro del micelio, pero se observa una amplia inhibición de la esporulación de esta cepa de *B. cinerea*, demostrando la capacidad de los volátiles, emitidos por M3, de inhibir el crecimiento a través de la inhibición de ambas estructuras reproductivas (esporas y micelio), a diferencia del ejemplo anterior. Sin embargo, en el caso de interacción de BoUCH3 con M2 y M3, solo se observó una disminución de esporas y finalmente, BoUCH4 no presentó alteración alguna. Lo anteriormente señalado, sugirió una acción específica de los compuestos orgánicos volátiles, emitidos por las cepas de hongos saprófitos, sobre las diferentes cepas de *B. cinerea*, debido a la susceptibilidad dada por esta.

Estos resultados indican que dos de los seis hongos trabajados durante esta investigación lograron inhibir



a la *B. cinerea*, por medio de los compuestos orgánicos volátiles liberados por ellos, lo que se comprueba con la técnica utilizada para realizar los bioensayos de in-

hibición: “placas divididas donde se obtiene una interacción entre *B. cinerea* con M3 y M2, solo por contacto aéreo, que es lo que permite este tipo de técnica”.

Cepa de <i>Botrytis</i> 1, 2 y 3	Diámetro Cepa de <i>Botrytis</i> incubada control (Cm)		Diámetro Cepa de <i>Botrytis</i> incubada con hongo saprófito (Cm)		Muestra de hongo
BoUCH 1 Día 1	6,3	5,8	4,8	5,5	M3
BoUCH 1 Día 2	6,5	6	5	5,7	M3
BoUCH 2 Día 1	4,6	4,4	4,4	3,8	M3
BoUCH 2 Día 2	4,7	4,5	4,5	3,9	M3
BoUCH 3 Día 1	4,9	4,7	4,9	4,6	M2
			4,9	5	M3
BoUCH 3 Día 2	5	4,9	5,1	4,7	M2
			5,2	5,2	M3

Tabla 1: Comparación de los diámetros de los micelios de *Botrytis cinerea*.

Conclusión

Terminado el proceso de investigación de aceptar nuestra hipótesis, que dice relación con que “Hongos saprófitos recolectados de la Comuna de Pitrufquén liberan compuestos orgánicos volátiles que inhiben el crecimiento del hongo de la fruta *Botrytis cinerea*”. Verificando la inhibición de la *B. cinerea* con dos de los seis hongos recolectados, dando cumplimiento al objetivo general y a los específicos, por medio de la revisión bibliográfica y evidencia experimental. Se debe tener en cuenta que *B. cinerea* es un hongo patógeno que afecta la fruta tanto en Chile como a nivel mundial, que provoca grandes pérdidas económicas y que por diversas razones se hace cada día más difícil de controlar, lo que hace necesario buscar nuevas alternativas de control como la planteada en esta investigación: compuestos orgánicos volátiles derivados de hongos saprófitos pertenecientes a nuestra flora chilena.

De nuestra pregunta de investigación “¿Pueden los hongos saprófitos nativos a través de la liberación de compuestos volátiles, inhibir el crecimiento de *B. cinerea*?”

Se puede responder con base experimental y científica, que se inhibe el crecimiento de la *Botrytis cinerea*, ya que se comprueba que dos de los seis hongos recolectados influyen en la disminución de producción de esporas y micelio, que son parte del sistema reproductivo de los hongos, lo que permite controlar esta enfermedad que afecta a muchos países del mundo. En la actualidad, no existe un producto basado en compuestos volátiles, por lo cual este trabajo es un hallazgo científico-tecnológico importante para la industria agraria-frutícola, que se proyecta a un trabajo de investigación en la identificación específica de los hongos M2 y M3, en base a la extracción de su ADN e identificar por métodos químicos las moléculas volátiles que liberan estos dos hongos, que causaron la inhibición de *B. cinerea*.



Bibliografía

Bendahmane BS, Mahiout D, Benzohra IE, Benkada MY. 2012. Antagonism of three *Trichoderma* species against *Botrytis fabae* and *B. cinerea*, the causal agents of chocolate spot of faba bean (*Vicia faba* L.) in Algeria. *World Applied Sciences Journal* 17: 278 - 283.

Bogumił A, Sas L, Lisek A, Trzciński P, Harbuzov A. 2013. Identification of new *Trichoderma* strains with antagonistic activity against *Botrytis cinerea*. *Folia Horticulturae* 25: 123 - 132.

Esterio M, Ramos C, Auger J, Munitiz R, Nitsche J. 2006. Eficacia diferencial de boscalid, boscalid y pyraclostrobin y cyprodinil y fludioxonil, sobre genotipos de *Botrytis cinerea*: transposa, vacuma y boty. En: Resúmenes XVI Congreso Nacional de Fitopatología SOCHI-FIT. La Serena, Chile.

Esterio M, Auger J, Ramos C, Araneda J. 2011 *Botrytis* en uva de mesa de exportación: PCR en Tiempo Real, una innovadora herramienta tecnológica para la detección oportuna de resistencia a fungicidas. *Revista el Fruticultor* 5: enero 2011.

Molina G, Zaldúa S, González G, Sanfuentes E. 2006. Selección de hongos antagonistas para el control biológico de *Botrytis cinerea* en viveros forestales en Chile. *Bosque* 27: 126 -134

Freeman S, Minz D, Kolesnik I, Barbul O, Zveibil A, Maymon M, Nitzani Y, Kirshner B, Rav-David D, Bilu A, Dag A, Shafir S, Elad Y. 2004. *Trichoderma* biocontrol of *Colletotrichum acutatum* and *Botrytis cinerea* and survival in strawberry. *European Journal of Plant Pathology* 110: 361 - 370.

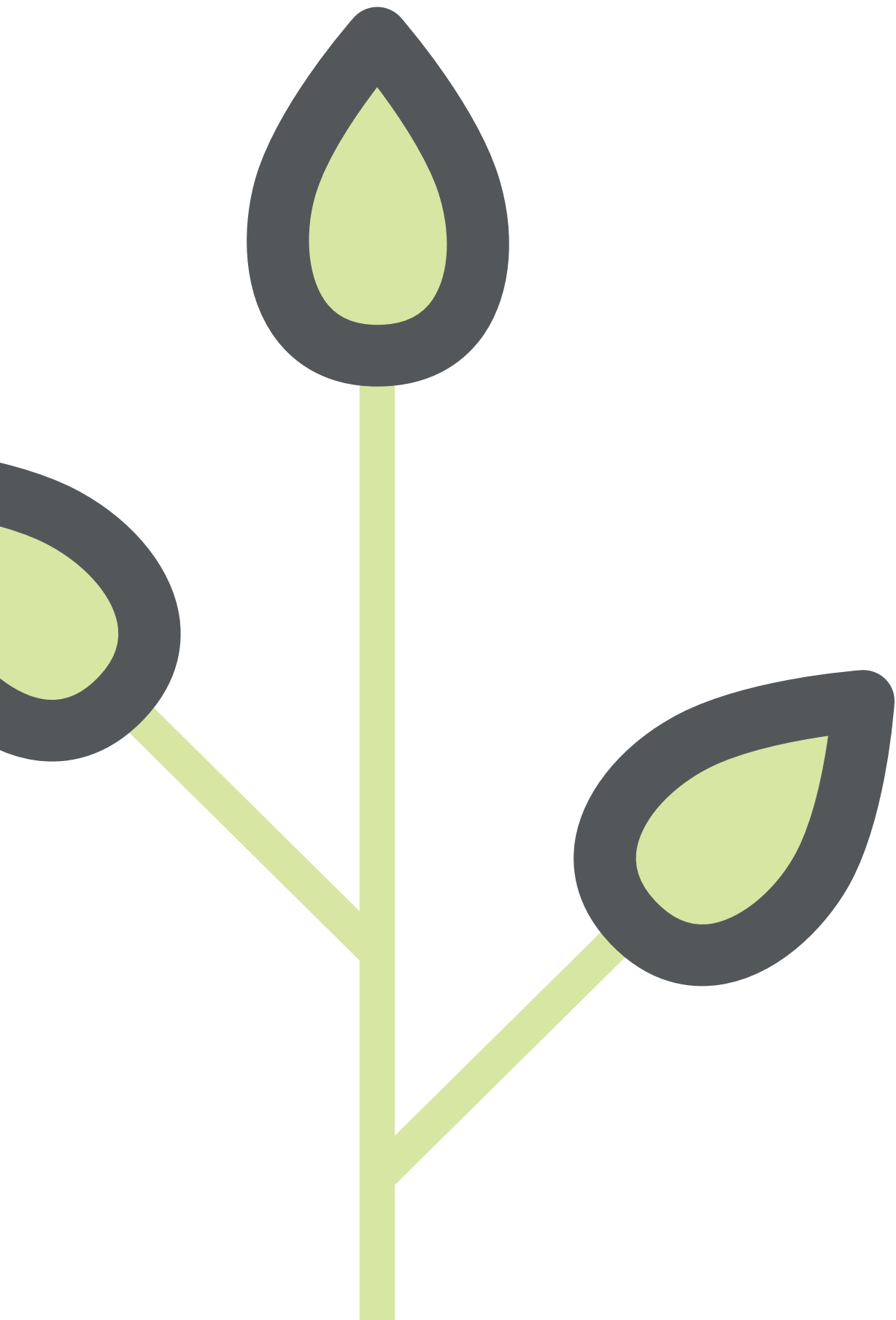
Schalchli H, Hormazabal E, Becerra J, Birkett M, Alvear M, Vidal J, Quiroz A. 2011. Antifungal activity of volatile metabolites emitted by mycelia cultures of saprophytic fungi. *Chemistry and Ecology* 27: 503 - 513.

Zimand G, Elad Y, Chet I. 1996. Effect of *Trichoderma harzianum* on *Botrytis cinerea* pathogenicity. *Phytopathology* 86: 1255 - 1260.



Trabajo de recolección de hongos saprófitos en la comuna de Pitrufuquén





DIFERENCIAS TEMPORALES ENTRE CICLOS REPRODUCTIVOS DE *Aptenodytes patagonicus* EN ISLAS SUBANTÁRTICAS

TEMPORAL DIFFERENCES BETWEEN REPRODUCTIVE CYCLES OF *Aptenodytes patagonicus* IN SUBANTARCTIC ISLANDS

Juan Pablo Asencio • Javier Oporto
 Profesor Guía: Carlos Zurita
 Asesor Científico: Paulina Rojas
 Colegio Sagrados Corazones de Alameda • Santiago
 prof.czurita@gmail.com

Resumen

Se registró las distintas etapas del ciclo reproductivo de *Aptenodytes patagonicus* en la población que ocupa Bahía Inútil en Tierra del Fuego, Chile, como el asentamiento, postura de huevos, crianza de polluelos y forrajeo de los progenitores. Se recopiló datos bibliográficos del ciclo anual reproductivo en las islas Falkland y Georgias del Sur y luego se comparó las poblaciones de *Aptenodytes patagonicus* en los tres sitios de estudio. Se evidenció un retraso en el inicio del ciclo reproductivo en la población de Tierra del Fuego y, además, se encontró incompleto, debido a alta mortalidad de polluelos en épocas invernales entre los años 2014 y 2016.

Palabras claves: *Aptenodytes patagonicus*, ciclo reproductivo, Tierra del Fuego, Falkland, Georgias del Sur.

Abstract

The different stages of the reproductive cycle of *Aptenodytes patagonicus* in the population of Bahía Inútil on Tierra del Fuego, Chile, like the settlement, egg laying, chicks breeding and the progenitor's foraging were registered. Bibliographic data were collected from the annual reproductive cycle on Falkland and South Georgias islands and then the populations of *Aptenodytes patagonicus* of the three sites of study were compared. A delay on the beginning of the reproductive cycle of the population of Tierra del Fuego was evidenced and further, it was found incompleting due to the high mortality of the chicks on Winter times between 2014 and 2016.

Keywords: *Aptenodytes patagonicus*, reproductive cycle, Tierra del Fuego, Falkland, South Georgias.



Introducción

Aptenodytes patagonicus (Miller, 1778), conocido como Pingüino Rey, tiene un ciclo de reproducción y muda de 15 a 17 meses, desde el cortejo hasta el cambio de plumaje de los polluelos y su posterior independización, debido a que sus polluelos ayunan durante el invierno (García y Boersma, 2015). Luego de la independización, continúa con el ciclo de desarrollo del pingüino ya juvenil, el cual inicia sus viajes de alimentación como organismo independiente, para posteriormente cambiar sus plumas de pingüino juvenil a las de un pingüino adulto, culminando su desarrollo.

Otley (2007), estudió en detalle su ciclo reproductivo en las islas Falkland y Stonehouse (1960) en las islas Georgias del Sur. Ambos coincidieron que comienza a fines de invierno con el cortejo, seguido de la postura de huevos entre los meses de noviembre y febrero. Una pareja pone un único huevo, incubándolo hasta su eclosión, luego de ello y en paralelo, ocurre una crianza-forrajeo por turnos entre los padres, alternando sus roles cada dos semanas, desarrollando un cuidado biparental (Descamps, 2002).

La alimentación del Pingüino Rey se basa principalmente en peces mictófidios para las poblaciones de Islas Falkland y Georgias del Sur (García y Boersman, 2015) y en *Loligo gahi* (calamar patagónico) para la población de Tierra del Fuego (C. Godoy, 2014, comunicación verbal). Durante el invierno, la proporción de calamar patagónico aumenta en la dieta hasta un 64% en biomasa en aquellas aves que se encuentran alimentando pichones (Cherel *et al.*, 1996). El pingüino rey puede agregar otros peces pelágicos a su dieta, como los peces de hielo (*Champscephalus gunnari*).

El éxito reproductivo de *Aptenodytes patagonicus* depende de varios factores. Uno de ellos es la disponibilidad de alimento en sus lugares de forrajeo. Otro aspecto importante es el factor latitudinal que se puede apreciar a continuación:

Lugar	-Latitud sur
	-Longitud oeste
Islas Falkland	51° 47' 46,511"
	59° 31' 25,006"
Islas Georgias del Sur	54° 19' 0,001"
	36° 38' 59,999"
Extremo Este Bahía Inútil	57° 27' 47,09"
	69° 18' 31,98"

Estas islas se encuentran relativamente a la misma latitud Sur en la región subantártica, por lo que se esperaría que las condiciones alimenticias fueran relativamente similares.

En el supuesto que tuviesen la misma disponibilidad alimenticia se espera que los ciclos reproductivos estén relativamente sincronizados, sin embargo, aunque en Chile los peces mictófidios, el principal ítem dietario de Pingüino Rey, se ha registrado hasta la región de Coquimbo (Rodríguez y Castro, 2000), no hay registro de ellos en Tierra del Fuego, ni en literatura científica ni en los registros de SERNAPESCA, por lo que la fuente alimenticia de los pingüinos en Bahía Inútil, debe ser diferente a la de las poblaciones en las otras islas y esto se debiera reflejar en un ciclo reproductivo diferente.



Por otra parte, es sabido que, durante el periodo de crianza, la alimentación juega un rol importante, puesto que insuficientes reservas energéticas en el cuerpo inducen a un retraso en el ciclo reproductivo o su total fallo (Gauthier-Clerc *et al.*, 2001). Ésta última idea es la que motiva nuestra investigación.

Y por último, los depredadores descritos en las islas subantárticas de Malvinas y Georgias del Sur son: Orcas (*Orcinus orca*), Focas leopardo (*Hydrurga leptonyx*), Lobo marino sudamericano (*Otaria flavescens*), Petreles gigantes (*Macronectes halli*), Caranchos (*Carracara plancus*). De los anteriormente mencionados, en Tierra del Fuego solo se encuentran: Lobo marino sudamericano, Petreles y Caranchos.

Objetivo General: Comparar el ciclo reproductivo de *Aptenodytes patagonicus* en las islas Falkland, Georgias del Sur y Tierra del Fuego.

Objetivos Específicos:

1. Registrar ciclo reproductivo de *Aptenodytes patagonicus* en Tierra del Fuego.
2. Recopilar datos bibliográficos del ciclo reproductivo de *Aptenodytes patagonicus* en las islas Falkland, y Georgias del Sur.
3. Comparar ciclos anuales reproductivos de los sitios de estudio.

Hipótesis: Dado que el ciclo de desarrollo de *Aptenodytes patagonicus* depende, entre otras cosas, del recurso alimenticio, existirá un desfase entre los ciclos de desarrollo de las poblaciones de las islas Falkland, Georgias del Sur y Tierra del Fuego, siendo el inicio del ciclo (postura de huevos) después en Tierra del Fuego,



Imagen 1: Progenitor cuidando de su polluelo (pichón) en el mes de junio de 2016. El otro progenitor se encontraba en su viaje de alimentación en el mar para luego intercambiar roles con el otro progenitor.

que en Islas Falkland y Georgias del Sur, debido principalmente al factor dietario.

Metodología

Para el registro de ciclo reproductivo de *Aptenodytes patagonicus* en Tierra del Fuego, se desarrolló un trabajo de campo que se llevó a cabo en el Parque Pingüino Rey, ubicado en el extremo este de Bahía Inútil en Tierra del Fuego, Región de Magallanes y Antártica Chilena, Provincia de Tierra Del Fuego, comuna de Porvenir. Su clima seco estepario se caracteriza por fuertes vientos, abundantes precipitaciones y temperaturas bajas (Anuario Climatológico, Dirección Meteorológica de Chile, 2000). Su localización georeferenciada es 57° 27' 47.09" de latitud sur y 69° 18' 31.98" de longitud oeste, siguiendo el protocolo de observación de pingüinos propuesto por la Global Penguin Society que establece 50 metros de distancia de observación. Se realizaron 10 observaciones de campo entre marzo de 2014 y septiembre de 2016 (abarcando un período de 2 años y 6 meses), que incluyeron para ello: registro de datos, observación a simple vista, uso de instrumentos oculares de acercamiento, y cámaras fotográficas, donde se observó y registró: el asentamiento (cortejo), postura de huevos, crianza de polluelos, cambio de plumaje del polluelo, forrajeo de progenitores. Además, se registró el número de individuos por rango etario.

Para recopilar datos bibliográficos del ciclo reproductivo de *Aptenodytes patagonicus* en las islas Falkland, y Georgias del Sur se utilizó Google Académico, ocupando como criterios de búsqueda las siguientes palabras:



Imagen 2: Progenitor cuidando de su único huevo, a la espera de su eclosión en el mes de enero de 2016.



- *Aptenodytes patagonicus* + Falkland.
- *Aptenodytes patagonicus* + South Georgia.
- *Aptenodytes patagonicus* + Falkland + reproductive cycle.
- *Aptenodytes patagonicus* + South Georgia + reproductive cycle.

Se seleccionó, sin filtro de año, los cinco primeros artículos por búsqueda.

Para comparar ciclos anuales reproductivos de los diferentes sitios de estudio, se confeccionaron esquemas redondos que permitieron comparar los lugares de estudio.

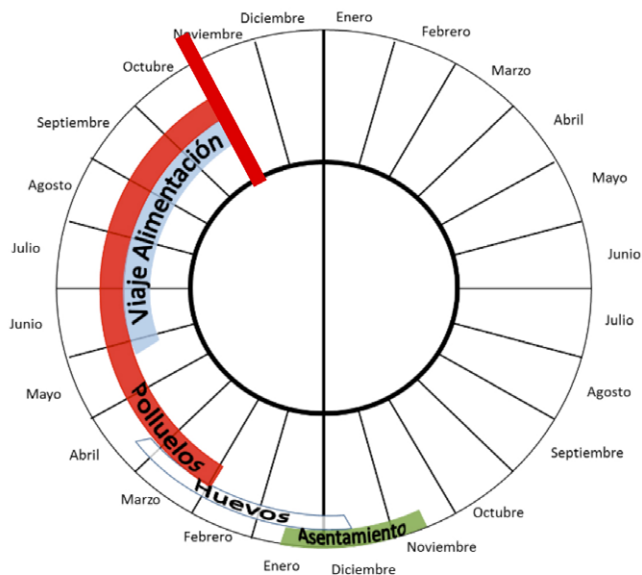
Resultados y discusión

Resultado 1: Número de individuos por muestreo.

Muestreos	Rango etario			
	Polluelo	Juvenil	Adulto	Total
N° 1 (Enero 2014)	0	41	115	156
N° 2 (Junio 2014)	1	0	81	82
N° 3 (Julio 2014)	1	5	98	104
N° 4 (Julio 2014)	1	0	108	109
N° 5 (Octubre 2014)	1	15	97	113
N° 6 (Enero 2015)	0	28	91	119
N° 7 (Abril 2015)	2	3	94	99
N° 8 (Mayo 2015)	2	3	108	113
N° 9 (Abril 2016)	22	0	66	88
N° 10 (Junio 2016)	18	0	58	76
N° 11 (Septiembre 2016)	12	0	54	66

Resultado 2: Ciclo reproductivo de *A. patagonicus* registrado en Bahía Inútil en Tierra del Fuego.

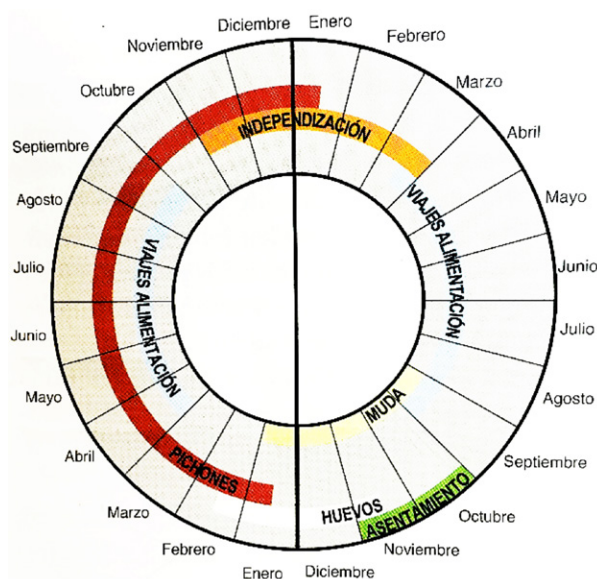
Alta Mortalidad de polluelos

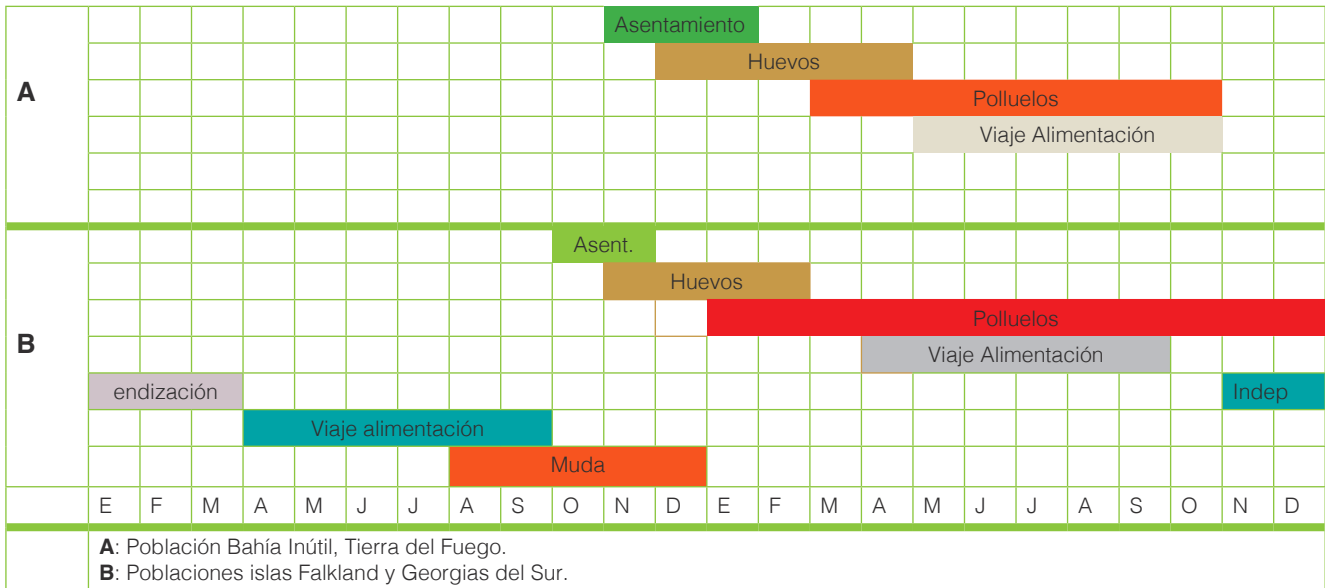


Este gráfico se obtuvo con observación en terreno, donde los únicos procesos que son evidenciados, y que forman parte del ciclo reproductivo son el asentamiento (cortejo), postura de huevos, crianza de polluelo paralelo al forrajeo de los progenitores. Los polluelos no completan las etapas de crianza debido a una alta mortalidad registrada en los últimos 3 años.

Estas etapas corresponden a un promedio de los muestreos realizados entre 2014 y 2016.

Resultado 3: Ciclo reproductivo de *A. patagonicus* en las islas Falkland y Georgias del Sur.





Este gráfico muestra el ciclo completo anual reproductivo de Pingüino Rey. No se encontraron diferencias entre los ciclos de islas Falkland y Georgias del sur, por lo que se construyó un solo gráfico. Es posible evidenciar el ciclo completo para *Aptenodytes patagonicus*, que incluye las etapas de asentamiento, postura de huevos, crianza de los pichones paralelos a viajes de forrajeo, independización de los polluelos (caracterizado por el cambio del plumaje café por uno blanco con negro provisorio que le permitirá la capacidad de buceo), viajes de alimentación de los juveniles y la muda definitiva. Los datos más recientes para la confección de este gráfico se obtuvieron de Otlej (2007), sin variación del mismo hasta la última fecha de estudio en el año 2016, por García y Boersma.

Resultado 4: Comparación de los ciclos reproductivos de *A. patagonicus* entre la población de Tierra del Fuego y las islas Falkland y Georgias del Sur.

La gráfica muestra un desfase temporal entre la población de Tierra del Fuego comparada con las islas Falkland y Georgias del Sur. En Tierra del Fuego, el asentamiento inicia unas 6 semanas después, la postura de huevos inicia 5 semanas después, el inicio de la crianza inicia 7 semanas después y el forrajeo de los progenitores inicia 8 semanas después, en comparación con las islas Falkland y Georgias del Sur.

A partir de los resultados obtenidos, se evidencia una diferencia temporal entre los ciclos de *Aptenodytes patagonicus* de las poblaciones de Tierra del Fuego y las islas Falkland y Georgias del Sur, existiendo un

retraso en el ciclo de la población de Tierra del Fuego, iniciando tardíamente el cortejo y posterior postura de huevos (al menos 4 semanas de desfase). Para iniciar el cortejo y posterior postura de huevos, los Pingüinos Rey adultos deben llegar a la colonia con grandes reservas corporales, aproximadamente 4 kilogramos (Weimerskirch et al., 1992), ya que deben ayunar durante la primera fase de reproducción, cortejo e incubación. En Bahía Inútil este último aspecto no se evidencia, puesto que los organismos adultos llegan con reservas de 1,5 kilogramos de contenido estomacal, basado, en su mayoría, en proteínas aportadas por calamares patagónicos (Godoy 2016, Comunicación verbal). Estos organismos se tratan de reproductores tardíos que llegan a la colonia luego de nadar largas distancias, ocupando en ello gran cantidad de reservas energéticas. La falta de suficientes reservas puede inducir un retraso del ciclo reproductivo o su total fracaso (Gauthier-Clerc, 2001).

En Bahía Inútil los polluelos no completan el ciclo pues existe alta mortalidad de ellos, estimamos que puede deberse al escaso aporte calórico del alimento regurgitado, principalmente calamar patagónico (*Loligo gahi*) por parte de los progenitores, puesto que su principal ítem dietario (peces mictófidios) no se encuentra en Bahía Inútil (Godoy 2016, comunicación verbal). El aporte calórico de los peces mictófidios es significativamente más alto que el de los calamares patagónicos (*Loligo gahi*). El aporte de este estudio radica en comprobar la influencia directa del ítem dietario sobre las distintas etapas del ciclo reproductivo.



Se infiere entonces que la dieta de los polluelos de Tierra del Fuego se basa en un alimento que no les permite acumular reservas de grasa para el invierno, implica que inician la temporada invernal sin las reservas energéticas necesarias en su cuerpo para sobrellevar esta época, siendo esta su principal causa de muerte, a raíz del retraso del ciclo reproductivo. La depredación en Bahía Inútil no es un factor determinante en su ciclo reproductivo, puesto que no se ha evidenciado ataques por parte de los depredadores presentes a los organismos que habitan Tierra del Fuego. Las características que tiene esta zona, dificultan la llegada de depredadores marinos al sitio

de asentamiento. A pesar de los fuertes vientos predominantes, llegan los depredadores aéreos, pero no existen mayores interacciones entre ellos.

La influencia antropogénica es un factor trabajado por el Parque Pingüino Rey y la Global Penguin Society, debido a que se respeta el Reglamento General de observación de mamíferos, reptiles y aves hidrobiológicas y del Registro de avistamiento de cetáceos (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Subsecretaría de Pesca), en cuyo Título III, Art. 22 establece: “se deberá mantener una distancia mínima de 50 metros del ejemplar más próximo”.



Imagen 3: Población de *Aptenodytes patagonicus*, adultos y polluelos, en época de crianza y de viajes de alimentación en el mes de junio de 2016.



Conclusión

Al comparar las poblaciones de Pingüino Rey de islas subantárticas, se concluye que existe un retraso del ciclo reproductivo de los organismos que habitan Tierra del Fuego, por lo que se acepta la hipótesis de trabajo.

A partir de lo estudiado surge interés de proyectar nuevos estudios que indaguen la ausencia de peces mictófididos en Bahía Inútil, la influencia de la latitud y la longitud en el factor dietario de Pingüino Rey, el posible efecto de la industria pesquera en la disponibilidad de alimento para Pingüino Rey.

Bibliografía

Bost CA, Delord K, Barbraud C, Cherel Y, Pütz K, Cotté C, Péron C, Weimerskirch H. 2015. Pingüinos: historia natural y conservación. Pp 7-21

Cherel Y, Ridoux V, Rodhouse PG. 1996. Fish and squid in the diet of king penguin chicks, *Aptenodytes patagonicus*, during winter at sub-antarctic Crozet Islands. *Marine Biology* 126: 559 - 570.

Descamps S, Gauthier-Clerc M, Gendner JP, Le Maho Y. 2002. The annual breeding cycle of unbanded king penguins *Aptenodytes patagonicus* on Possession Island (Crozet). *Avian Science* 2: 87 - 98.

Gauthier-Clerc M, Gendner JP, Ribic CA, Fraser WR, Woehler EJ, Descamps S, Gilly C, Le Bohec C, Le Maho Y. 2004. Long-term effects of flipper bands on penguins. *Proceedings of the Royal Society B* 271: 423 - 426.

Gauthier-Clerc M, Le Maho Y, Gendner JP, Durant J, Handrich Y. 2001. State-dependent decisions in long-term fasting king penguins, *Aptenodytes patagonicus*, during courtship and incubation. *Animal Behaviour* 62: 661 -669.

Kusch A, Marín M. 2012. Sobre la distribución del Pingüino Rey *Aptenodytes patagonicus* (Aves: Spheniscidae) en Chile. *Anales Instituto Patagonia* 40: 157 - 163.

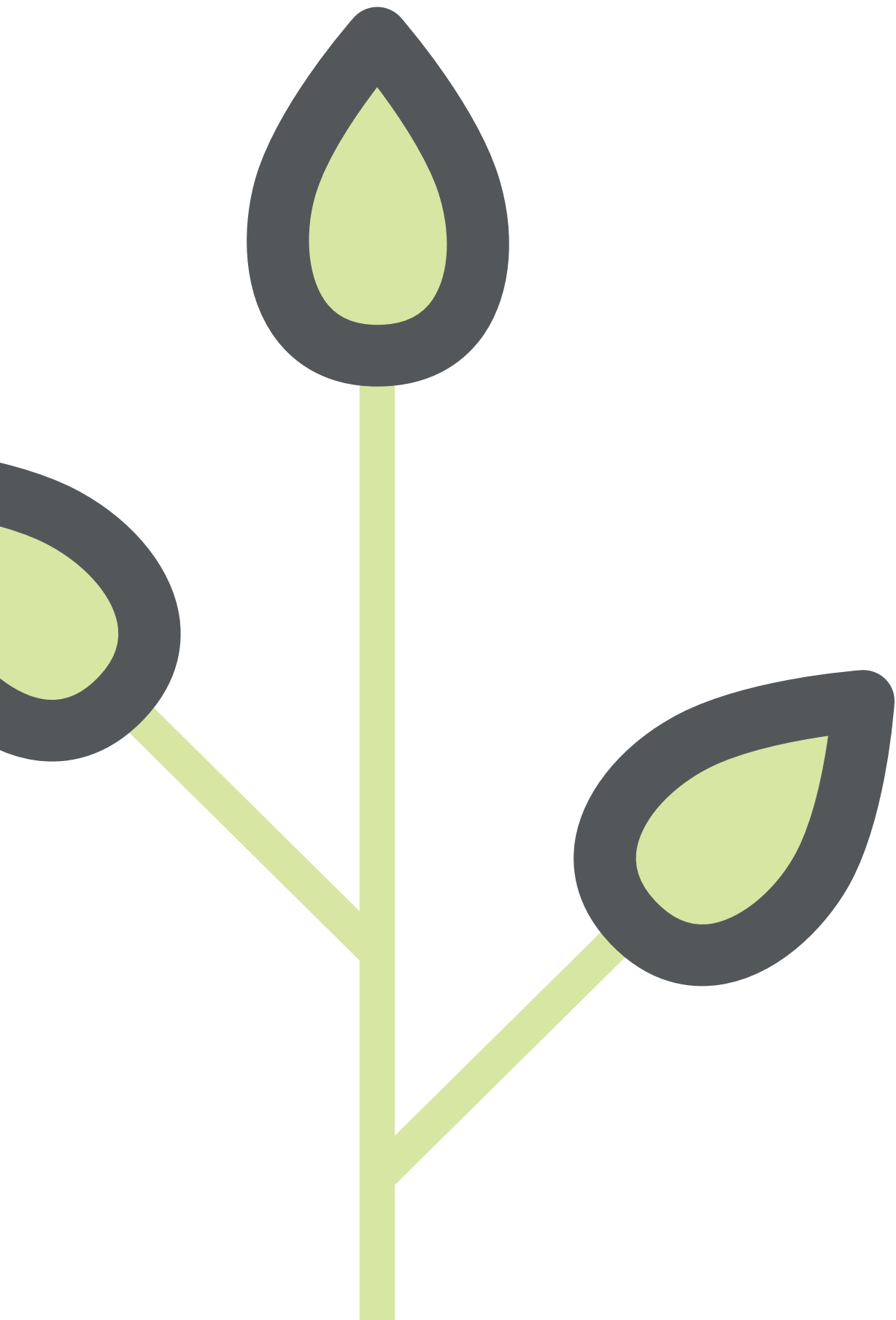
Rodríguez L, Castro L. 2000. Estudios en ecología de larvas de Mictófididos (Pisces, Myctophidae): Una propuesta para nuevas líneas de investigación en la corriente de Humboldt. *Gayana* 64: 219 – 233.

Stonehouse B. 1960. The king penguin *Aptenodytes patagonicus* at South Georgia. 1: Breeding behaviour and development. *Scientific report of the Falkland Islands. Dependent Survey* 23: 1 – 81.

Otley H, Clausen A, Christie D, Huin N, Pütz K. 2007. Breeding patterns of king penguins on the Falkland Islands. *Emu* 107: 156 - 164

Weimerskirch H, Stahl JC, Jouventin P. 1992. The breeding biology and population dynamics of king penguins *Aptenodytes patagonicus* on the Crozet Islands. *International Journal of Avian Science* 134: 107 -117.





AUMENTO DE TEMPERATURA EN MAGALLANES Y SU INCIDENCIA EN LA MIGRACIÓN DE LA AVISPA (*Vespula germanica*)

TEMPERATURE INCREASE IN MAGALLANES AND ITS INCIDENCE IN THE MIGRATION OF THE WASP (*Vespula germanica*)

Pía Carrasco • Diego Yévenes
Profesora Guía: Cynthia Diedrichs
Asesor Científico: Jaime Hernán Barría
Colegio Miguel de Cervantes • Punta Arenas
cynthiadiedrichs@gmail.com

Resumen

El propósito de la investigación es conocer los motivos de la migración de *Vespula germanica* a la región de Magallanes, ya que a pesar de estar distribuida por casi todo el país desde hace muchos años, su presencia en la zona es reciente. Se recopiló información meteorológica de la región de Auckland (Nueva Zelanda) y Punta Arenas (Chile) de los últimos 40 años, para comparar una zona con alta presencia de *Vespula germanica* y otra con baja presencia de esta, respectivamente. Se obtuvo como principal resultado un efecto climático limitante para el aumento del número de individuos de las colonias en la región, ya que ocurre un fenómeno llamado “El veranito del 18”, una anomalía climática, propia de esta zona, que disminuye la cantidad de reinas disponibles, lo que por consiguiente disminuye el número de panales e individuos por panal. Por lo anteriormente descrito, se concluyó que la aparición de la *Vespula germanica* en Magallanes no se debe al aumento gradual de la temperatura, ya que este no fue significativo a lo largo de los años y su adaptación en la región se debe al comportamiento plástico que presenta como especie.

Palabras claves: avispa, *Vespula germánica*, Magallanes, temperatura, colonia

Abstract

The purpose of the investigation is to know the reasons for the migration of *Vespula germanica* to the region of Magallanes, since despite being distributed throughout the country for many years; its presence in the area is recent. Meteorological information was collected from the region of Auckland (New Zealand) and Punta Arenas (Chile) from the last 40 years, to compare an area with high presence of *Vespula germanica* and another with low presence, respectively. The main result was a limiting climatic effect for the increase of the number of individuals of the colonies in the region, since a phenomenon called “El veranito del 18” occurs, a climatic anomaly, characteristic of this zone, that decreases the amount of queens available. Which consequently decreases the number of combs and individuals per honeycomb, as previously described. It was concluded that the appearance of *Vespula germanica* in Magallanes is not due to the gradual increase of temperature since this does not was significant over the years and its adaptation in the region is due to the plastic behavior that presents as a species.

Keywords: wasp, *Vespula germanica*, Magellan, temperature, colony



Introducción

Las obreras de la avispa chaqueta amarilla tienen un largo que fluctúa entre 12 a 16 mm, y la reina puede alcanzar hasta 22 mm. El cuerpo de la avispa adulta está dividido en tres partes: cabeza, tórax y abdomen. La cabeza tiene un ancho muy similar al del tórax, presentando antenas. Tanto la cabeza como el tórax presentan color negro con bandas de color amarillo y sus patas son de color negro (ver imagen 1), Tanto las obreras como la reina, poseen un aguijón con glándulas anexas, donde almacenan los compuestos que inyectan cada vez que pican (ver imagen 2) (Estay *et al.*, 2007).

Estudios realizados por el INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias) en el 2008 determinaron que la temperatura óptima para el vuelo de las reinas es de 10°C.

En la región de Magallanes es común encontrar temperaturas de 6 a 7 grados en promedio al año, lo cual se contradice totalmente con su temperatura óptima de vuelo, por consiguiente, vuelve muy extraño la presencia de *Vespula germanica* en la zona.

Vespula germanica es conocida como avispa chaqueta amarilla y actualmente es una de las potenciales plagas de nuestro país ya que ataca a personas y animales domésticos, una misma avispa puede picar varias veces ya que no pierde su aguijón. Además de picar, posee fuertes mandíbulas con las que muerde poderosamente. Ataca colmenas de abejas débiles, se alimenta de frutos maduros, afectando el rendimiento frutícola y posee una alta tasa reproductiva (Estay, 2011).

Es originario de Europa, Norte de África y Asia, donde el tipo de clima es mediterráneo y templado, a unos 22° aproximadamente, y la humedad que va variando con respecto a la distancia de la costa. Se encuentra presente además en Australia, Nueva Zelanda, Estados Unidos, Argentina y Chile. En Chile, se reporta por primera vez en la década de los 70's. Hoy en día se encuentra distribuida desde la III a la XII región, incluyendo la Isla de Juan Fernández y las Torres del Paine (Estay, 2011).

Su presencia en la región de Magallanes fue comunicada el año 2000 por el SAG (Pérez, 2000) y no se encontraron registros con anterioridad a esta fecha.

Conociendo las bajas temperaturas de la región de Magallanes se planteó la siguiente pregunta: ¿A qué se debe la aparición de la *Vespula germanica* en Magallanes?

Hipótesis: "La avispa *Vespula germanica* encontró las condiciones propicias para vivir en Magallanes debido a un aumento en la temperatura media de la región".

Objetivo general: Analizar si la temperatura media de la región de Magallanes aumentó en los últimos años, permitiendo la migración de *V. germanica*.

Objetivos específicos: Investigar las variaciones en la temperatura media en la región de Magallanes en los últimos 40 años.

Comparar las condiciones térmicas de la región con las de sobrevivencia de *V. germanica*.





Imagen 1



Imagen 2

Metodología

En este trabajo se realizó una investigación no experimental, mixta, sobre la temperatura media de la Región de Magallanes y el ciclo de vida de las avispas. Para ello se utilizaron los siguientes materiales y métodos:

Materiales:

Informes meteorológicos.

Fuentes de información de *Vespula germanica*.

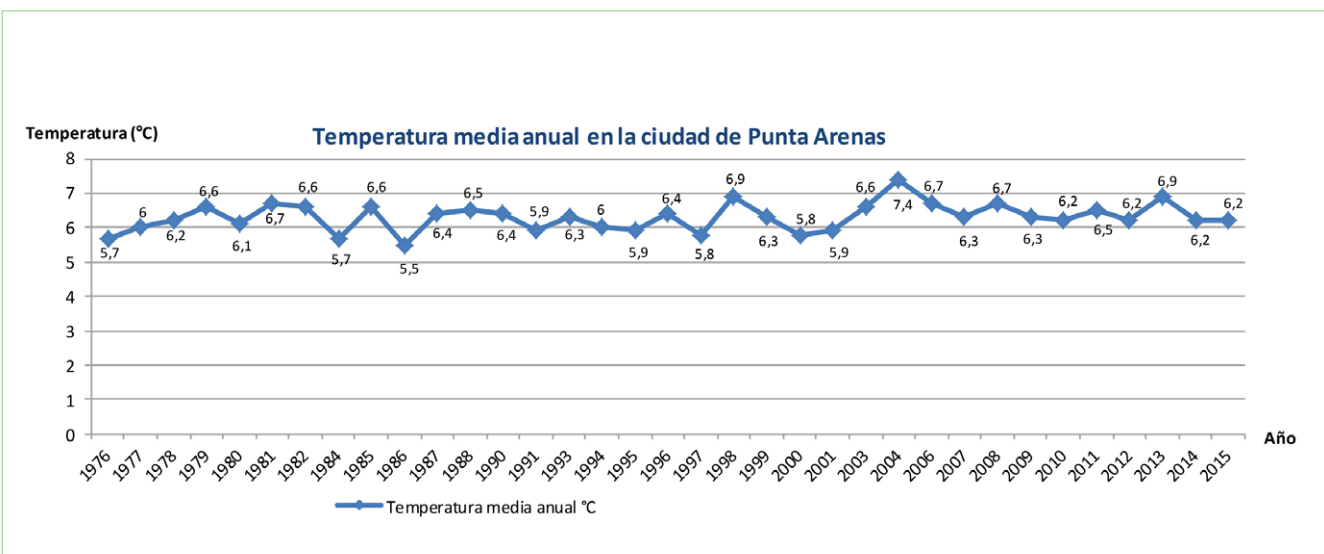
Métodos:

Recopilar información sobre el clima de la Región de Magallanes de los últimos 40 años.

Resultados y discusión

Se hicieron figuras con la información obtenida de temperatura media anual de la región en los últimos 40 años (ver gráfico 1). También se hicieron gráficos con la temperatura media mensual, en el año 2014, de Punta Arenas, donde Chile y Auckland, Nueva Zelanda (ver gráfico 2).

Al analizar la temperatura de la Región de Magallanes se observó un aumento, progresivo, específicamente en la ciudad de Punta Arenas, desde fines del siglo XIX ha aumentado la temperatura entre 0,3 y 0,6° C. Desde mediados de los 70's entre 0,2 y 0,3° C. Todo este aumento medido entre periodos de calentamiento al-



Nota: los años 1983, 1989, 1992, 2002 y 2005 no presentan datos disponibles.

Gráfico 1: Temperatura media anual en la ciudad de Punta Arenas desde 1976 a 2015, estación meteorológica: 859340 (SCCI).





Imagen 3

ternados por periodos de enfriamiento (ver gráfico 1). Dichos periodos son de diferente duración, pero la temperatura de manera general muestra una leve tendencia al aumento (Villalva *et al.*, 2003).

En el 2011 Patricia Estay, ingeniero agrónomo del INIA señala “Las reinas de las avispas chaqueta amarilla, tienen la característica de mantenerse fecundadas o inseminadas durante el invierno. Pueden soportar, sin actividad, temperaturas inferiores a un grado”, una condición que explica su presencia en zonas tales como la Región de Magallanes. Una vez que inician la formación del nido, salen en búsqueda del alimento para poner los huevos de la primera generación (ver imagen 3). En

dicha instancia, ya no son capaces de soportar en vuelo temperaturas inferiores a los 10 grados (Estay, 2011).

La avispa reina se mantiene viva durante todo el año, pero inicia su actividad en primavera, en un fenómeno llamado “El veranito del 18”, cuando alrededor de la quincena de septiembre, las reinas identifican con el clima que están las condiciones óptimas para emerger del nido, pero por una condición de estacionalidad de la zona se produce una reducción brusca de la temperatura e incluso la aparición de nieve alrededor de la primera semana de octubre. Se ha establecido por denuncias que la cantidad de nidos de la temporada se ve influido por este pequeño golpe climático. Ya que

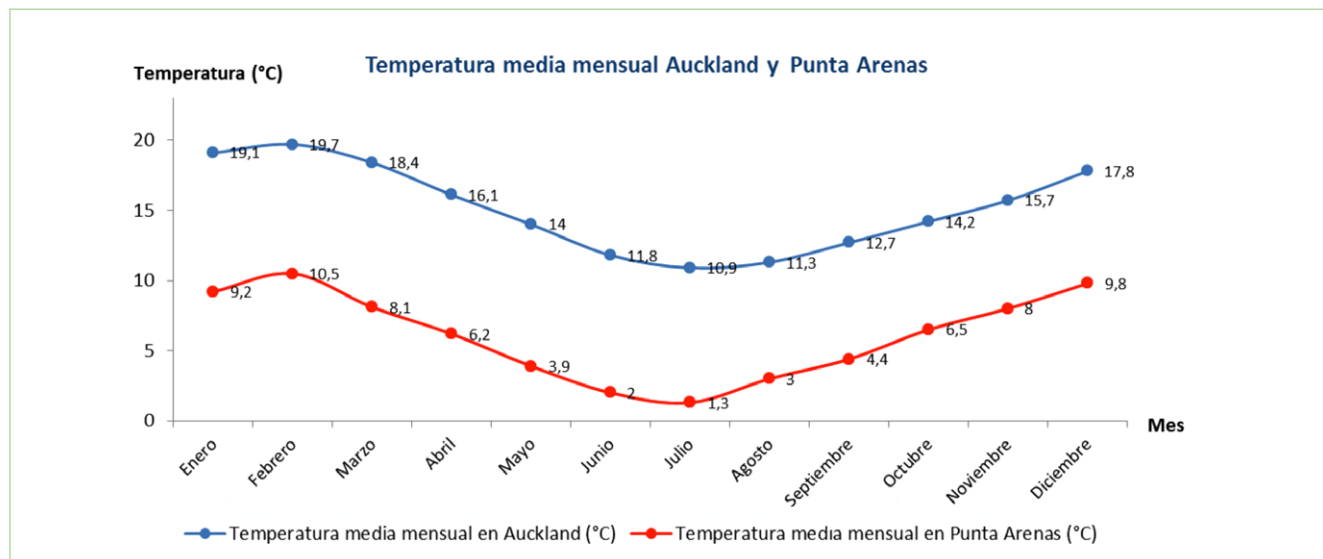


Gráfico 2: Comparación de la temperatura media mensual en Auckland, Nueva Zelanda durante el 2014 según Datos de NIWA, the National Institute of Water and Atmospheric Research, y Punta Arenas.



producto de esto, el número de reinas sobrevivientes son capaces de colocar sus huevos para que crezcan las larvas que, posteriormente, darían origen a las avispas obreras, formando una nueva colonia que es bastante reducida, en comparación a otras regiones más calurosas del país (*comunicación personal*, Barría 2016). La densidad de avispas en la Patagonia sería de unas 3 a 8 veces menor que en Nueva Zelanda, país en que esta especie está fuertemente establecida, con la presencia de colonias activas durante todo el año (ver gráfico 2) (Barría, 2007).

Las colonias regionales se mantienen en plena actividad durante los meses de diciembre, enero y febrero, donde la temperatura históricamente siempre ha sido más alta (ver gráfico 2).

El clima juega un papel fundamental ya que, aunque no influye en el sistema de colonización de la especie (esta se seguirá expandiendo por otras zonas de la región), sí incide en la velocidad de propagación de este y controlando el número poblacional del nido.

Y en cuanto a la razón de su adaptación a la región en el año 2000 y no antes, se debe a que la teoría más común de la aparición de *V. germanica* en Magallanes es que la especie se trasladó desde Argentina o la Décima Región, vía terrestre o marítima, (Pérez, 2000) ya que incluso antes de ese año el clima no ha tenido un aumento significativo, como para provocar por sí solo la migración de la especie a Magallanes (*comunicación personal*, Barría 2016).

Conclusión

Según nuestra recopilación de datos podemos concluir que: no se cumple nuestra hipótesis: “Si la temperatura media de la región aumentó progresivamente durante los años, entonces la avispa *Vespula germanica* encontró las condiciones propicias para vivir en Magallanes”, ya que aunque la temperatura sí aumentó, no lo hizo significativamente, así que su adaptación a las condiciones ambientales de la región se relaciona netamente con el comportamiento plástico de la especie, que le permite flexibilidad en los hábitos de nidificación y en la dieta, según sea necesario para su sobrevivencia.

Para investigaciones futuras, se recomienda estudiar el peligro que significa la introducción de esta especie invasora en el ecosistema de Magallanes.

Bibliografía

Barría J. 2007. Población de la avispa (*Vespula germánica*) (hymenoptera: Vespidae) en la región de Magallanes durante 2005-2006 (tesis de pregrado). Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile.

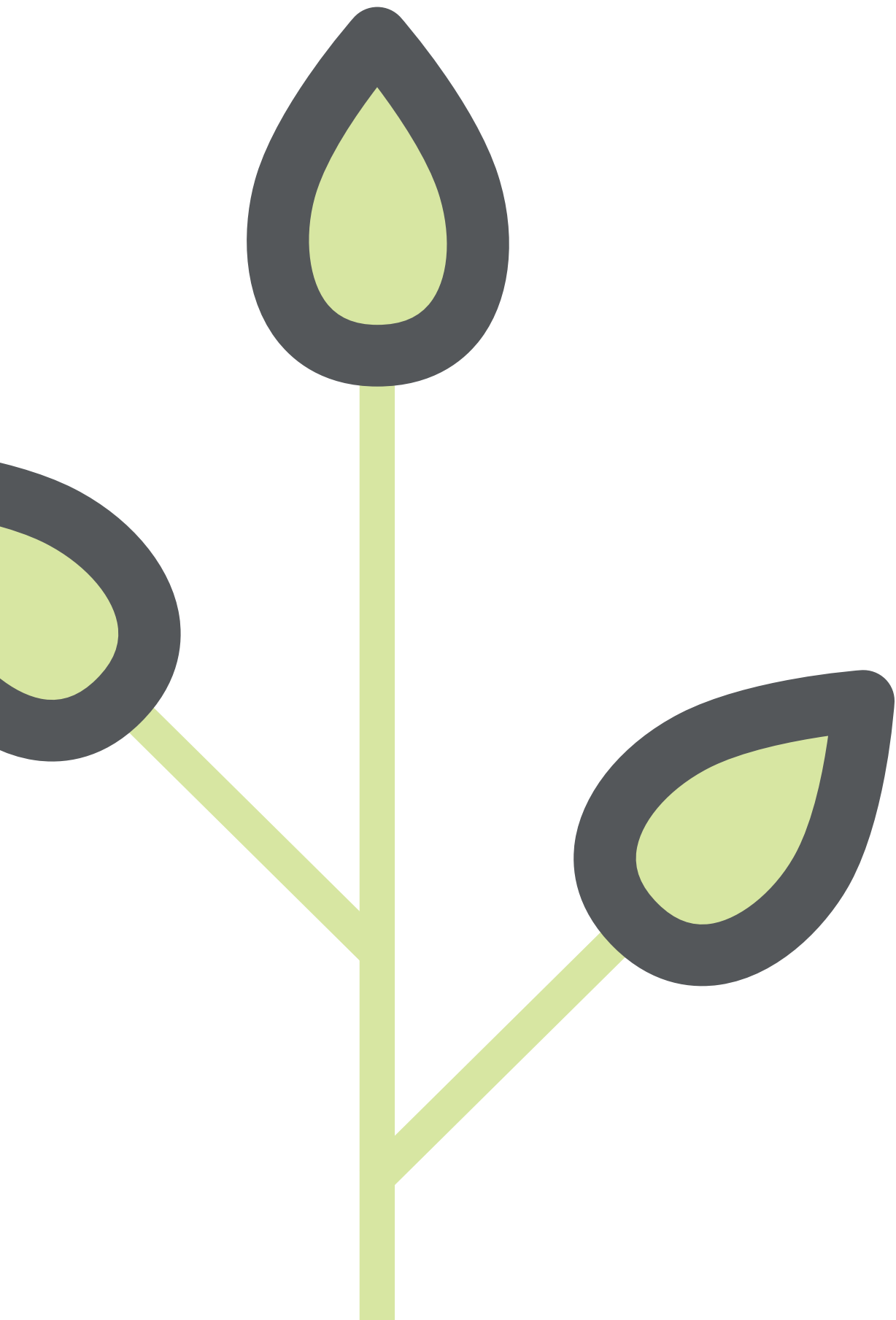
Estay P. 2011. Infoplagas: *Vespula germánica* se niega a desaparecer. Boletín Técnico de Anasac Control 23: 3.

Estay P, Ripa R, Gerding M, Areya J, Curkovic T. 2007. Manejo integrado de la avispa chaqueta amarilla *Vespula germanica* (Fabricius) (Hymenoptera: Vespidae). Boletín INIA 174: 74 p

Pérez V. 2000. La avispa “chaqueta amarilla” *Vespula germanica* (Hymenoptera: Vespidae), en la región de Magallanes. Anales del instituto de la Patagonia 28: 139 - 142.

Villalba R, Lara A, Bonisegna JA, Masiokas M, Delgado S, Aravena JC, Roig FA, Schmelter A, Wolodarsky A, Ripalta A. 2003. Large-scale temperatura changes across the Southern Andes: 20th century variations in the context of the past 400 years. Climatic change 59: 177 - 232.





PREPARACIÓN DE INÓCULOS BACTERIANOS PARA LA BIOESTIMULACIÓN DE PLANTAS DEL DESIERTO FLORIDO DE ANTOFAGASTA, CHILE

PREPARATION OF BACTERIAL INOCULA FOR THE BIOSTIMULATION OF “DESIERTO FLORIDO” PLANTS OF ANTOFAGASTA, CHILE.

Andrea Jara • Carolina Cubillos • Catalina Bazaes • Héctor Barrazas • Carlos Godoy • Gabriela O’Shee • Arantxa Ruz
 Sharey Martínez • Víctor O’Shee • Franchesca Barraza • David Morales • Pablo Morales
 Profesora Guía: Andrea Jara
 Asesor Científico: Carolina Cubillos
 Escuela República del Ecuador E-79 • Antofagasta
 ajarasandoval@gmail.com

Resumen

El fenómeno de florecimiento de los cerros del sector de la Chimba Alto “Los Arenales”, del año 2015, en la ciudad de Antofagasta, fue considerado un evento de alto interés para los ciudadanos antofagastinos. Los estudios científicos realizados hasta la fecha, abarcan temáticas meteorológicas, sismológicas y geológicas; sin embargo, no ha sido analizada microbiológicamente. Se planteó la interrogante de determinar que microorganismos habitan en los suelos del Desierto Florido Antofagastino, además, dilucidar el rol de los microorganismos en el florecimiento de estos suelos “estériles”, a través, del mecanismo de bioestimulación microbiana de las semillas presentes en dichos suelos. Para esto se realizó una salida a terreno, análisis de parámetros físicos-químicos de suelos, cultivo de microorganismos, aislamiento, identificación micro y macroscópica y ensayos de bioestimulación. Fueron obtenidos 27 aislados microbianos con características interesantes, como, color, dureza y con “olor a tierra”. De los resultados obtenidos en esta investigación, a través de los ensayos se determina la capacidad bioestimulante de las cepas obtenidas y marca un precedente en el interés científico y regional en la actualidad.

Palabras claves: desierto, bioestimulante, semillas, florecimiento.

Abstract

The phenomenon of flowering of the hills of the sector of Chimba Alto “Los Arenales”, of the year 2015, in the city of Antofagasta, was considered an event of high interest for the antofagastine citizens. Scientific studies carried out to date cover meteorological, seismological and geological topics; however, it has not been analyzed microbiologically. The question of determining what microorganisms inhabit the soils of the Antofagastine Flowering Desert, in addition, elucidate the role of microorganisms in the flowering of these “sterile” soils, through the microbial biostimulation mechanism of the seeds present in such soils. For this, a field trip was carried out, analysis of physical-chemical parameters of soils, cultivation of microorganisms, isolation, micro and macroscopic identification and biostimulation tests. 27 microbial isolates with interesting characteristics were obtained, such as color, hardness and “smell of earth”. From the results obtained in this research, the biostimulating capacity of the strains obtained is determined through the tests and sets a precedent in the scientific interest and Regional at present.

Keywords: desert, biostimulant, seeds, flowering.



Introducción

La ciudad de Antofagasta, se encuentra ubicada en la Segunda Región de Chile y se emplaza en una angosta franja costera, ubicada al pie del borde occidental de la Cordillera de la Costa del “Norte Grande”. Antofagasta, se encuentra inmersa en el Desierto de Atacama, este desierto es considerado el más seco y el más antiguo existente en la Tierra (Fuenzalida, 1965), sin embargo, los fenómenos meteorológicos de precipitaciones intensas ocasionales han permitido el florecimiento del conocido Desierto Florido de la Región de Atacama (Noy-Meir, 1973). En abril del año 2015, en la ciudad de Antofagasta se produce un fenómeno, similar al anteriormente mencionado, un manto de plantas y flores cubrieron los cerros en el Norte de la ciudad, denominado como “Desierto Florido Antofagastino”.

Este fenómeno se desarrolló después de la presencia de abundantes precipitaciones en dicha ciudad, de alrededor de 24,4 mm de agua caída (www.meteochile.gob.cl). Hasta la fecha, hay una ausencia de estudios microbiológicos relacionados a la zona. Los microorganismos, pueden ser considerados cosmopolitas, ya que se encuentran presentes en todos los hábitats del mundo (Baas-Becking, 1934). Las bacterias promotoras de crecimiento en plantas (BPCP) benefician a éstas, a través de diferentes mecanismos, la mayoría de los microorganismos se encuentran interactuando en el suelo alrededor de la raíz de la planta influenciada por su metabolismo, donde el ambiente es distinto del resto de la zona. En consecuencia, se plantea la siguiente hipótesis: Los microorganismos presentes en

los suelos con vegetación del Desierto Florido Antofagastino producirían la bioestimulación del crecimiento de plantas. Como objetivo general se plantea: obtener inóculos bacterianos del Desierto Florido Antofagastino, capaces de bioestimar el crecimiento de plantas.

Metodología

Se realizó una toma de muestra de 50 gramos de suelo en dos lugares de muestreo, un sitio con vegetación (CV) y otro sin vegetación (SV). Se midieron parámetros físico-químicos de suelos, como análisis de pH, humedad, se determinó la salinidad, concentración de sulfatos, cloruros, carbonatos, carbono total, fósforo total, nitrógeno total, fosfatos, nitratos y nitritos.

Obtención de microorganismos: se realizó una dilución seriada con dos medios de cultivo R2A y Luria Broth, posteriormente, desde cada tubo de ensayo se tomó 1 mL y fue agregado a una Placa Petri, con el mismo medio, pero en forma sólida. Desde los resultados obtenidos, se tomó una colonia y se sembró por estría dejándolo en una estufa a 37° C por 3 días, este procedimiento se realizó 3 veces.

Caracterización microscópica de aislados: Se realizó una tinción Gram, que consiste en agregar tinción de cristal violeta, luego lugol y posterior a esto safranina. Posteriormente, se caracterizaron los microorganismos por forma y tinción (Gram positiva, Gram negativa).



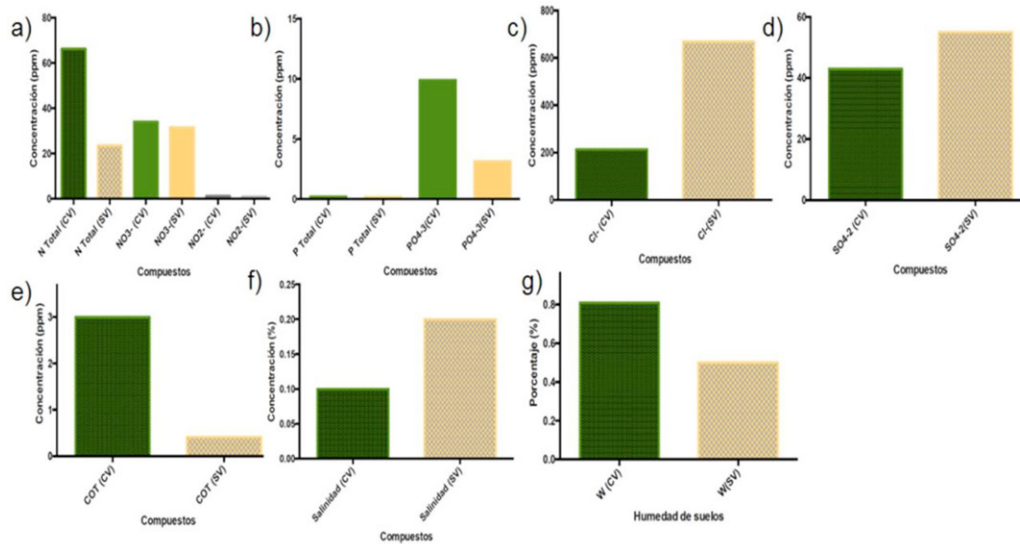


Figura 1. a) Concentración de compuestos nitrogenados, b) Fosfatados, c) Cloruros, d) Sulfatados, e) Carbono total, f) Salinidad y g) Porcentaje de humedad.

Ensayo de bioestimulación de germinación de porotos: El objetivo de este ensayo, fue dilucidar si los cultivos microbianos, obtenidos desde el Desierto Florido Antofagastino tendrían un rol estimulante en la germinación de semillas. Para esto fueron utilizadas semillas de porotos *Phaseolus vulgaris*. Se tomaron 9 semillas de porotos, los cuales fueron sometidos a un tratamiento de UV, por 15 minutos y lavados con etanol al 70%, siendo esto esencial para lograr la obtención de semillas estériles que no posean bacterias que interfieran con las bacterias utilizadas en el ensayo (Gonzalez-Dector, 2006). Cada poroto fue plantado en una placa de Petri con algodón estéril los cuales fueron regados periódicamente con agua potable estéril, y cultivos líquidos de las cepas, para después dejarlas al sol por dos semanas. Las cepas fueron las siguientes: R1, R2, R7, R9, R10, L1, L7 y L11.

Resultados y Discusión

A través de la medición de pH, se determinó que ambos sitios corresponden a un ambiente básico en el rango de pH 8. A nivel microbiano, los cambios de pH en la rizosfera puede afectar a las poblaciones microbianas (Acuña *et al.*, 2006). En la Figura 1, se muestran los resultados de los análisis químicos, los cuales presentan las características que diferencian un suelo con vegetación de un suelo sin vegetación, destacándose la cantidad de humedad y compuestos nitrogenados.

En suelos áridos y semiáridos, la densidad bacteriana no pasa de 10^3 a 10^4 células/g de suelo, lo que concuerda con los resultados de la Tabla 1.

Tabla 1. Recuento de unidades formadoras de colonias de sitio con vegetación (CV) y sitio sin vegetación (SV).

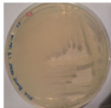
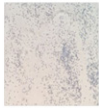
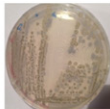
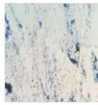
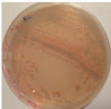
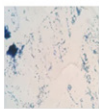
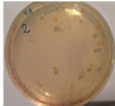
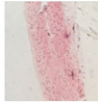
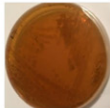

Medio de Cultivo			
Sitio de muestreo	Dilución	R2A (UFC/mL)	LB (UFC/mL)
Con Vegetación (CV)	-1	8,40E+04	3,80E+04
Sin Vegetación (SV)	0	4,80E+03	3,40E+03

Las cepas obtenidas, presentan diversas características, la más interesante es el color de las colonias que presentan tonalidades rojizas. La cepa R7 presenta color blanco y con un leve “olor a tierra”. La mayoría de estas colonias eran secas y duras (Tabla 2). El “olor a tierra” presentes en las cepas estudiadas, es llamado Geosmina, un metabolito volátil producido por *Streptomyces* (Nárdiz-Ávila, 2016).

Se realizó el ensayo de bioestimulación del crecimiento de semillas de porotos estériles, regados con la cepas bacterianas R7 y R2, presentaron los primeros brotes. Un aspecto a considerar, es que los porotos estériles regados con las cepas bacterianas presentaron creci-



Tabla 2.
Análisis macroscópico de los aislados seleccionados.






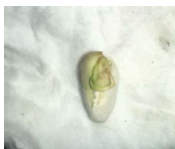
Cepa	Sitio de muestreo	Fotografía	Forma	Tinción	Cepa	Sitio de muestreo	Fotografía	Forma	Tinción
R1	Sin vegetación		Bacilo		R7	Sin vegetación		Bacilo	
R2	Sin vegetación		Bacilo		R9	Con vegetación		Coco	
					L7	Sin vegetación		Bacilo	

miento, en menos tiempo (6 días), al ser comparados con los porotos regados con agua, grupo control (14 días). La capacidad que poseen las bacterias de estimular el crecimiento de plantas, a través de la aceleración de la germinación, fue evidenciada anteriormente por Santillana *et al.* (2002). En consecuencia, debido a que los primeros brotes observados, fueron los porotos regados con las cepas R1, R2, R7, R9 y L7, esto podría ser atribuido a la posible capacidad bioestimulante de estas cepas del Desierto Florido Antofagastino;

sin embargo son necesarios ensayos posteriores. Cabe destacar que por espacio, solo son visualizados los resultados que presentaron mayor germinación que corresponde a las cepas R2 y R7.

Debido a lo anteriormente señalado, de acuerdo al crecimiento de la raíz de la semilla de poroto y a la aceleración en el crecimiento, en comparación con el control que no tenían cepas bacterianas del Desierto Florido Antofagastino, la hipótesis es aceptada.

Tabla 3.
Ensayo de bioestimulación del crecimiento de semillas de porotos estériles (*Phaseolus vulgaris*).

Sitio Muestreo	Cepa	Tiempo 1 (6 días)	Tiempo 2 (8 días)	Tiempo 3 (14 días)
CV	R2			
SV	R7			
-	Agua Control Negativo			



Conclusión

Esta investigación se trabajó en una temática regional de alto interés público, siendo posible cultivar aislados microbianos, como también determinar la carga microbiana presente. Fue posible determinar que la cepa R2 y R7 presentaban una posible capacidad bioestimulante. En conclusión, esta investigación marca un precedente, entregando a la comunidad en general y científica, los primeros análisis y datos microbiológicos de estos suelos e informar de la capacidad de microorganismos con potencial bioestimulante del proceso de germinación. Las proyecciones de esta investigación son: Cuantificar la carga bacteriana utilizada en el ensayo de bioestimulación, determinar e identificar las cepas obtenidas, a través de análisis de biología molecular, considerar la búsqueda de hongos, realizar ensayos de bioestimulación con otras semillas y determinar si sintetizan compuestos bioactivos, que puedan ser utilizados por la industria biotecnológica.

Bibliografía

Acuña O, Peña W, Serrano E, Pocasangre L, Rosales F, Delgado E, Ferrera-Cerrato Y, Pérez-Moreno J. 2006. La importancia de los microorganismos en la calidad y salud de suelos. XVII Reunión Internacional para la Cooperación en Investigaciones sobre Banano en el Caribe y América Tropical. ACORBAT 15: 222 - 233.

Baas-Becking LGM. 1934. Geobiologie of inleiding tot de milieukunde. Editorial Den Haag: WP Van Stockum & Zoon, The Hague, the Netherlands.

González-Dector D. 2006. Desinfección de semillas de alfalfa con luz ultravioleta de onda corta (UVC). Tesis. Universidad de las Américas, Puebla, México.

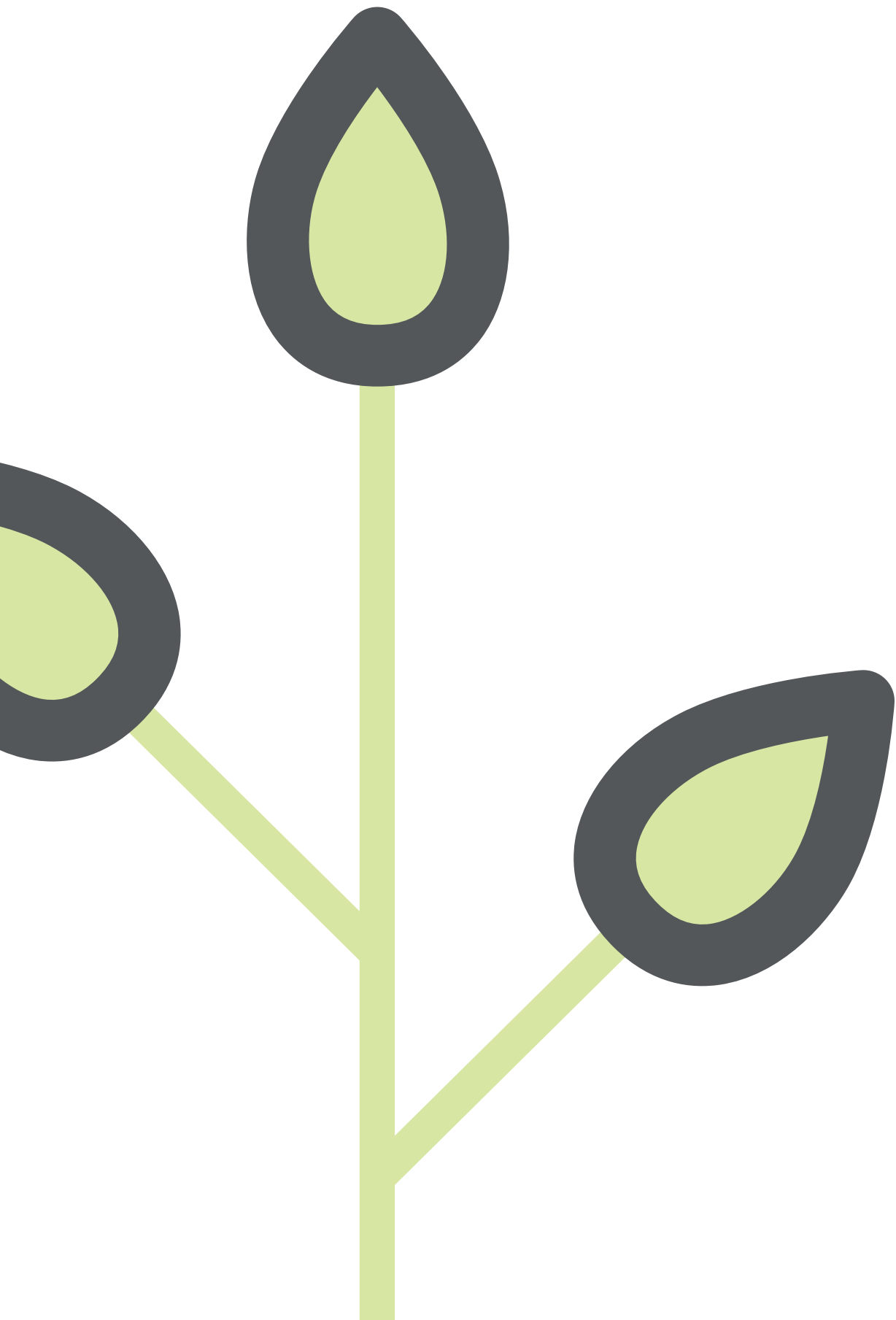
Fuenzalida P. 1965. Biogeografía. Geografía Económica de Chile. CORFO. Editorial Universitaria S.A., Santiago, Chile.

Noy-Meir I. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. Annual Review of Ecology and Systematics 4: 25 - 51.

Nárdiz-Ávila NM. 2016. Efecto de reguladores específicos y reguladores globales en la biosíntesis de antibióticos de *Streptomyces clavurigerus*. Tesis, Universidad de León, España.

Santillana N, Arellano C, Zúñiga D. 2005. Capacidad del *Rhizobium* de promover el crecimiento en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) PGPR Capacity of *Rhizobium* on *Lycopersicon esculentum* Miller. (Tomato). Ecología Aplicada 4: 1 - 2.





CARACTERIZACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS DULCEACUÍCOLAS EN RÍO LOS CIERVOS, MAGALLANES, CHILE Y SU ROL COMO BIOINDICADORES

CHARACTERIZATION OF FRESHWATER MACROINVERTEBRATES IN RIO LOS CIERVOS, MAGALLANES, CHILE AND THEIR ROLE AS BIOINDICATORS

Amanda Almonacid • Giarella Cavallieri
 Profesor Guía: Alan Maldonado
 Colegio Luterano • Punta Arenas
 profe.alan@live.cl

Resumen

Río Los Ciervos es un régimen fluvial perteneciente a la Región de Magallanes, que se encuentra dentro de los 132.000 km² de territorio regional, posee una fauna de macroinvertebrados dulceacuícolas relativamente pobre con 4 clases, Ephemeroptera, Diptera, Amphipoda, y Oligochaeta. Se desglosan en 4 familias Chironomidae y Simuliidae (Diptera), Hyalellidae (Amphipoda) y Leptophlebiidae (Ephemeroptera). Según Family Index Biotic y Biological Monitoring Working Party, clasificando este cauce fluvial, clasifica como perturbado, con mala calidad del agua y con presencia de polución orgánica.

Palabras claves: macroinvertebrados dulceacuícolas, índice biótico, bioindicadores.

Abstract

Río Los Ciervos is a river system belonging to the Region of Magallanes, which is located within the 132,000 km² of regional territory, has a relatively poor fauna of freshwater macroinvertebrates with 4 classes, Ephemeroptera, Diptera, Amphipoda, and Oligochaeta. They are broken down into 4 families Chironomidae and Simuliidae (Diptera), Hyalellidae (Amphipoda) and Leptophlebiidae (Ephemeroptera). According to the Family Index Biotic, Biological Monitoring Working Party, and the Berger-Parker Index, this riverbed classifies as disturbed, poor water quality and organic pollution.

Keywords: freshwater macroinvertebrates, biotic index, bioindicators.



Introducción

“Los ecosistemas dulceacuícolas son considerados uno de los recursos naturales renovables más importantes para la vida. En términos de su valor biológico, estos ecosistemas también se destacan por contener una biota rica y variada, incluyendo una alta diversidad de peces y otros vertebrados, y una mayor diversidad de invertebrados, plantas y algas” (Jonsson *et al.*, 2001). “El transporte de partículas disueltas y materia orgánica producida desde la cabecera hasta la desembocadura de los ecosistemas hídricos, genera una estrecha relación entre el río y el ecosistema terrestre” (Giller y Malmqvist, 1998). “De hecho la vegetación ribereña se encuentra más conectada a la vida que sucede dentro del río que a la que sucede fuera de él, ejerciendo un papel fundamental en la cadena trófica de estos ambientes” (Corbacho *et al.*, 2003).

“El creciente interés por conocer y proteger los ecosistemas fluviales y estudiar sus cambios en el tiempo, ha estimulado en las últimas décadas el desarrollo de criterios biológicos que permitan estimar el efecto de las intervenciones humanas en ellos” (Norris y Hawkins, 2000). Dentro de los indicadores biológicos más utilizados en las evaluaciones de los ecosistemas fluviales del mundo, destacan los macroinvertebrados bentónicos, debido a que presentan ventajas respecto a otros componentes de la biota acuática. Entre estas ventajas, Rosemberg y Resh (1993) destacan:

- a) Presencia en prácticamente todos los sistemas acuáticos continentales, lo cual posibilita realizar estudios comparativos.
- b) su naturaleza sedentaria, la que permite un análisis espacial de los efectos de las perturbaciones en el ambiente.

- c) los muestreos cuantitativos y análisis de las muestras, que pueden ser realizados con equipos simples y de bajo costo.
- d) la disponibilidad de métodos e índices para el análisis de datos, los que han sido validados en diferentes ríos del mundo.

Los macroinvertebrados de agua dulce son organismos invertebrados que viven en hábitats acuáticos en alguna etapa de su ciclo de vida, lo forman un grupo diverso de animales, en donde encontramos desde gusanos a crustáceos e insectos. Se pueden apreciar a simple vista y generalmente miden menos de 500 mm.

“Estos organismos pueden habitar sobre el fondo e incluso en el agua sobrenadante, aunque en estrecha relación con el sedimento, o bien dentro del mismo. En el primer caso se trata del epibentos, y en el segundo, del endobentos. También viven asociados a otros sustratos como arena, roca o lodo” (Arocena y Conde, 1999). Los macroinvertebrados pueden ser herbívoros, detritívoros (colectores o filtradores) o predadores cuyas víctimas pueden ser herbívoros, detritívoros u otros predadores, los detritívoros también pueden ser herbívoros.

Dadas las características que presentan estos organismos se puede presentar la siguiente hipótesis: “Río Los Ciervos, al ser un ecosistema fluvial cercano a la ciudad presenta poca riqueza de macroinvertebrados dulceacuícolas, producto de la acción antrópica presente en sus cercanías, lo que incide directamente en la calidad del agua”.



Prevalencia de capturas por Métodos y áreas

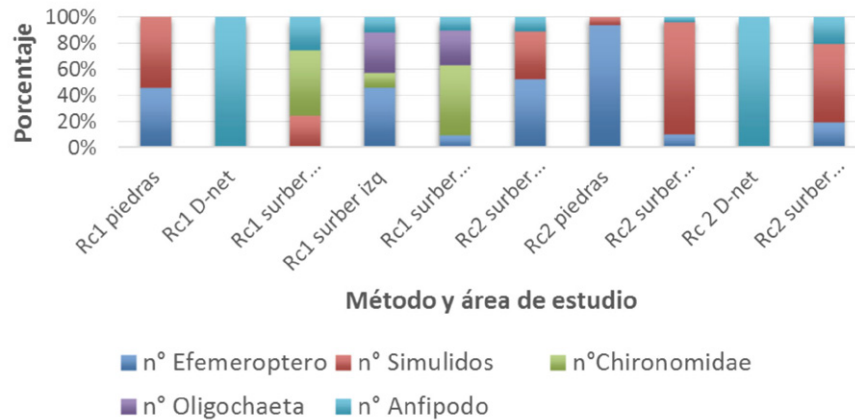


Gráfico 1. Porcentaje de individuos capturados por técnica y área de estudio.

Dada la diversidad de macroinvertebrados que existe, esta investigación tiene como objetivos comparar técnicas de muestreo de macroinvertebrados, determinar macroinvertebrados presentes en Río Los Ciervos de Magallanes y aplicar índices biológicos de calidad de agua.

Material y métodos

El área de estudio corresponde a Río Los Ciervos, ubicado hacia el sur de la península de Brunswick, en la Región de Magallanes y Antártica chilena. (53°12'8.23"S, 70°56'18.81"O). El muestreo se realiza el día sábado 25 de junio del año 2016, con una temperatura ambiental de 6° C.

En el lugar de estudio se seleccionan dos puntos de estudio, con una separación lineal de 700 m, se designan con las Siglas RC1 Y RC2.

La recolección de muestra se realizó con tres técnicas diferentes: (1) red surber, con una entrada de 25 cm x 25 cm, se genera una línea en el río que cruza de orilla a orilla, se posiciona en tres puntos denominados derecha, medio e izquierda, esto por 15 minutos, el procedimiento se realiza en RC1 y RC2. (2) red D-net, con esta red se genera un barrido por el río abarcando la mayor superficie posible, se repite en RC1 y RC2. (3) recolección manual, esta técnica consiste en levantar 15 piedras en los sectores RC1 y RC2, se deposita en una bandeja y se extraen los individuos presentes.

La preservación y transporte de las muestras se realiza en bolsas plásticas con alcohol al 70% para cada técnica y punto de muestreo, luego en laboratorio se separan por características morfológicas, con ayuda de una lupa estereoscópica y se contabilizan la cantidad de individuos.

Para determinar el taxón de cada muestra se busca la literatura presente para la región de Magallanes y se contrasta con las muestras obtenidas, como base se toma la clave propuesta por Arocena y Conde (1999).

La aplicación de parámetros de macroinvertebrados como bioindicadores, se realiza en base a los siguientes índices: Índice Biótico de Familias (IBF) el cual se calcula según la siguiente ecuación:

$$IBF = 1/N \sum ni ti$$

Dónde N = número total de individuos en la muestra.
ni = número de individuos en una Familia.
ti = puntaje de tolerancia de cada Familia.

Biological Monitoring Working Party (BMWP), en el cual se les confiere valores de 1 a 10 a las diferentes familias de macroinvertebrados. Los más tolerantes a la contaminación reciben valores menores y los más sensibles valores mayores. La suma total de valores nos indica la calidad biológica de la comunidad.

Resultados

Río Los Ciervos presenta una baja variedad de clases: Ephemeroptera, Diptera, Amphipoda y Oligochaeta. Con los tres tipos de muestreos se pudieron contabilizar 287 individuos: 39% de Ephemeroptera, 28% de Diptera, 27% de Amphipoda y 6% de Oligochaeta.

Al nivel taxonómico más bajo que se pudo acceder fue la presencia de 4 familias, Chironomidae y Simuliidae (Diptera), Hyalellidae (Amphipoda) y Leptophlebiidae (Ephemeroptera). En el muestreo manual de levantamiento de piedras se contabilizaron 67 individuos, 49 Leptophlebiidae y 18 Simuliidae. Con la red D-net se



contabilizan 98 individuos pertenecientes a la familia Hyalellidae. Con la red Surber 159 individuos, 30 Leptophlebiidae, 42 Simuliidae, 23 Chironomidae, 16 Oligochaeta y 13 Hyalellidae (Gráfico 1).

Al calcular el Índice Biótico de Familias según los valores de Hauer & Lamberti (1996) y modificados por Figueroa *et al.* (2007), se obtuvo un valor 5,85, lo que indica para este cauce fluvial un estado de regular perturbado.

Al aplicar BMWP se basa en la asignación a las familias de macroinvertebrados acuáticos, de valores de tolerancia a la contaminación comprendidos entre 1 (familias muy tolerantes) y 10 (familias intolerantes). La suma de los valores obtenidos para cada familia, detectada en un punto, nos dará el grado de contaminación del punto estudiado. Con el valor correspondiente a cada Familia, salvo Oligochaeta que es contabilizado como clase según este parámetro, se obtiene un valor de 23, lo que clasifica como un río tipo IV, como muy malo con alta perturbación.

En el sitio RC1 se logran capturar 151 ejemplares y en el sitio RC2 se capturan 136 individuos.

Discusión

Los macroinvertebrados viven enterrados en sustrato, otros sobre él, adheridos a rocas, restos de vegetación, otros prefieren las orillas de los ríos y lagos, donde viven adheridos a la vegetación ribereña, unos nadan sobre la superficie del agua, en tanto otros se desempeñan como nadadores al igual que los peces, algunos prefieren corrientes rápidas y otros lentas, y, por último, unos prefieren fondos lodosos, en cambio, otros, fondos arenosos o pedregosos (Roldan-Pérez, 2008). Para abarcar la mayor cantidad de capturas de individuos

es necesario aplicar en conjunto diferentes técnicas de muestreo, ya que la tendencia de capturar Amphipoda se da con la red D-net, con el muestreo de piedras es posible capturar más Ephemeroptera, y con la red Surber, solo ahí se capturaron ejemplares de la familia Chironomidae, esto se puede explicar por la forma de vida de cada taxa y su distribución a lo largo del régimen fluvial.

“El conocimiento de los invertebrados dulceacuícolas chilenos ha quedado históricamente muy rezagado respecto del que se dispone para el caso de los vertebrados como por ejemplo, los peces” (Habit *et al.*, 2006). Esto se puede explicar por la falta de guías taxonómicas para su identificación, aun así se llegó a determinar 4 familias y un grupo de esta clase, lo que aún permite la aplicación de IBF y BMWP.

Al comparar el IBF y BMWP nos arroja que ambos índices clasificarían al Río Los Ciervos con una mala calidad del agua, dado perturbaciones presentes, esto en base a macroinvertebrados como bioindicadores, reflejados con la presencia de la familia Chironomidae que, según Muñoz *et al.* (2001) son ejemplares que toleran altos niveles de contaminación; al contrastar con el índice de Berger Parker igual se logra inferir la existencia de polución en el río.

Río Los Ciervos se encuentra a la salida de la ciudad de Punta Arenas, en él se pueden encontrar perturbaciones antrópicas debido al retiro de sedimentos para la construcción, lugar de esparcimiento y construcciones aledañas, como la cárcel de menores, entre otros efectos antrópicos, que pudiesen incidir en los resultados.

Estos resultados generan una contribución al estado de conocimientos de macroinvertebrados dulceacuícolas para la Región, en específico en el Río Los Ciervos.

Conclusión

Para caracterizar un ecosistema dulceacuícola es necesario la aplicación de diferentes técnicas y metodologías de muestreos, con esto se logra una óptima caracterización de macroinvertebrados del ecosistema en estudio, ya que difieren en sus nichos ecológicos las especies posibles de encontrar.

En Río Los Ciervos es posible contabilizar una baja cantidad de clases presentes de macroinvertebrados a las que corresponden: Ephemeroptera, Díptera, Amphipoda y Oligochaeta. La aplicación de taxonomía para cada una de estas clases se hace bastante compleja, ya que las investigaciones para la ciudad de Punta Arenas en cuanto a la determinación de macroinvertebrados dulceacuícolas es escasa, de esto se pueden desglosar la presencia de 4 familias, Chironomidae y Simuliidae (Diptera), Hyalellidae (Amphipoda) y Leptophlebiidae (Ephemeroptera).



Al comparar literatura de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua para la Región, ella fue prácticamente nula, dado que los estudios con este grupo de organismos para esta región es insuficiente o no existe, por lo cual este trabajo es pionero en esta arista. En países europeos ya está legislado el uso de macroinvertebrados como bioindicadores, e incluso deben ser considerados en los estudios de impacto ambiental, lo que no sucede en Chile.

Es posible la utilización de diversos índices biológicos de calidad de agua para la región, ya que es necesario caracterizar macroinvertebrados hasta el nivel familia. Dentro de estos índices destacan IBF y BMWP, que para Río Los Ciervos nos indican una mala calidad del agua.

En cuanto a la hipótesis, se afirma que es baja la diversidad de macroinvertebrados en Río Los Ciervos y que su calidad de agua es mala dado los índices biológicos aplicados, esto puede ser producto de acciones antrópicas, ya que se están retirando sedimentos del río, hay un basurero clandestino, lugar de esparcimiento no habilitado y está la presencia de la Cárcel de Menores.

Bibliografía

Arocena R, Conde D. 1999. Métodos en ecología de aguas continentales con ejemplos de Limnología en Uruguay. Facultad de Ciencias, Univeridad de La Republica, Montevideo, Uruguay.

Corbacho C, Sánchez JM, Costillo E. 2003. Patterns of structural complexity and human disturbance of riparian vegetation in agriculture landscapes of a Mediterranean area. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 13: 495 - 507.

Figueroa R, Palma A, Ruiz V, Niell X. 2007. Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región. *Revista Chilena de Historia Natural* 80: 225 - 242.

Giller PS, Malmqvist B. 1998. *The biology of streams and rivers*. Oxford University Press, Oxford, UK.

Habit E, Dyer B, Villa I. 2006. Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. *Gayana* 70: 100 - 113.

Hauer F, Lamberty G. 1996. *Methods in stream ecology*. Academic Press, New York, USA.

Jonsson M, Malmqvist B, Hoffsten PE. 2001. ¿Leaf litter breakdown rates in boreal streams: does shredder species richness matter? *Freshwater Biology* 46: 161 - 171.

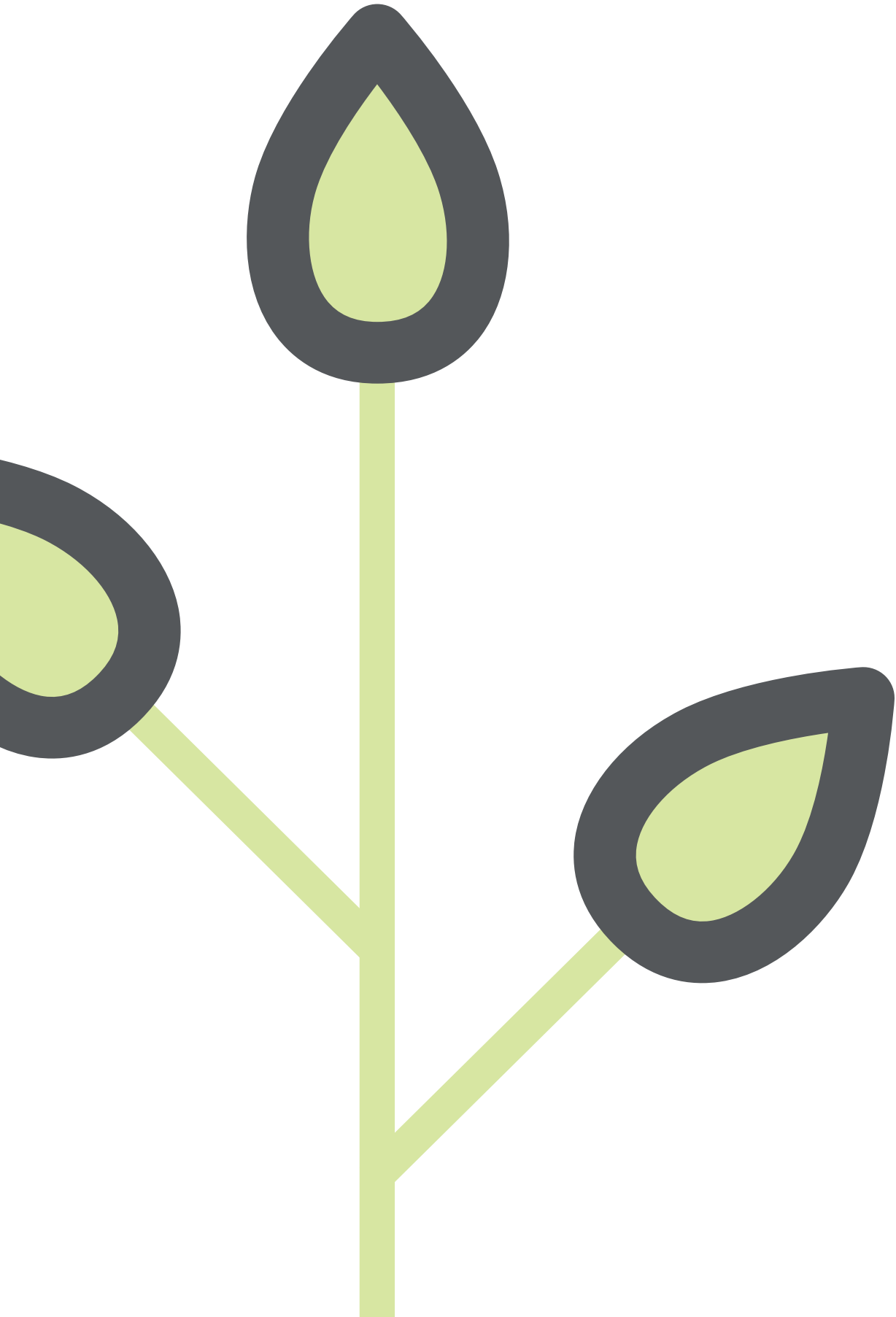
Muñoz S, Mendoza G, Valdovinos C. 2001. Evaluación rápida de la biodiversidad en cinco sistemas lenticos de Chile central; macroinvertebrados bentónicos. *Gayana Zoología* 65: 173 - 180.

Norris R, Hawkins C. 2000. Monitoring river health. *Hydrobiologia* 435: 5 - 17.

Roldan-Pérez G. 2008. *Fundamentos de limnología neotropical* (2° ed.). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Rosemberg DM, Resh VH. 1993. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall, New York, USA.





MEDICIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE CO₂ EMANADOS DE CIGARRILLOS CONVENCIONALES Y ELECTRÓNICOS

MEASUREMENT OF CO₂ CONCENTRATIONS FROM CONVENTIONAL AND ELECTRONIC CIGARETTES

Benjamín Muñoz • María Jesús Matus • Karla Echeverría • Francisco Canales
Benjamín Pacheco • Matías Pacheco
Profesora Guía: Karin González
Escuela Municipal Los Trigales • Temuco
blaukatzen@gmail.com

Resumen

El tabaquismo va en aumento a nivel mundial y en nuestro país la percepción del riesgo sigue siendo baja, pese a las campañas ministeriales. Analizar el humo del cigarrillo es importante ya que contiene sustancias tóxicas responsables de enfermedades. Se determinó la concentración de CO₂ (ppm), emanada de cigarrillos convencionales y electrónicos monitorizándolos con sensor durante 10 minutos. Se analizaron cinco variedades de cigarrillos convencionales: normal, light, mentol, click-on 1 y 2 clicks, incluyendo al cigarrillo electrónico descartable (e-hookah). El cigarrillo que más CO₂ emitió fue tipo normal (63.884 ppm, rango: 61.420), siguiéndolo el doble-click sabor uva (41.985 ppm, rango: 38.729), light (32.022 ppm, rango: 28.922), 1 click-mentol (29.206 ppm, rango: 26.076) y mentolado simple (20.872 ppm, rango: 17.938). El cigarrillo electrónico emitió 2664 ppm (rango: 1580). Esto confirma la hipótesis de que los cigarrillos convencionales, con filtro normal, emanan concentraciones mayores de CO₂ que otras variedades de cigarrillo, incluido el electrónico aunque este último supera el límite de confort.

Palabras claves: tabaquismo, CO₂, cigarrillos, e-hookah.

Abstract

Smoking is increasing worldwide and in our country the perception of risk remains low despite ministerial campaigns. Analyzing cigarette smoke is important as it contains toxic substances responsible for diseases. The concentration of CO₂ (ppm) emitted from conventional and electronic cigarettes was monitored with a sensor for 10 minutes. Five varieties of conventional cigarettes were analyzed: normal, light, menthol, click-on 1 and 2 clicks including the electronic disposable cigarette (e-hookah). The cigarette that produced the most CO₂ was normal type (63,884 ppm, range: 61,420), followed by double-click grape flavor (41,985 ppm, range: 38,729), light (32,022 ppm, range: 28,922), 1 click-menthol (29,206 ppm, Range: 26,076) and simple mentholate (20,872 ppm, range: 17,938). The electronic cigarette emitted 2664 ppm (range: 1580). This confirms the hypothesis that conventional cigarettes emanate higher concentrations of CO₂ than the electronic cigarette, although the latter exceeds the comfort limit.

Keywords: smoking, CO₂, cigarettes, e-hookah.



Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 63% de las muertes en todo el mundo se atribuyen a enfermedades crónicas, en donde el tabaquismo es uno de los principales factores de riesgo y más de 600.000 muertes ocurren entre personas no fumadoras, pero que sí están expuestas al humo de tabaco, lo que se considera como tabaquismo pasivo (OMS, 2016).

En Chile, el tabaquismo ha ido en aumento, pese a la incorporación de leyes antitabaco, y es que la evolución de la percepción del riesgo para el tabaco, entre los años 2000-2014, ha variado muy poco pese a las campañas ministeriales sobre los riesgos a la salud (SENDA, 2014).

En efecto, el XI Estudio Nacional de Drogas en Población General en Chile, elaborado por el Servicio Nacional para la Prevención y Rehabilitación del Consumo de Drogas y Alcohol (SENDA), informó que, si bien los adultos fumadores entre 18 y 44 años bajaron entre 2012 y 2014, los adolescentes de 12 a 18 años pasaron de 6,4% a 8,4%. Es decir, en el período evaluado, casi 640 mil chilenos comenzaron a consumir tabaco. De ellos, 1 de cada 3 es adolescente o joven, entre 18 y 25 años. Además, se aprecia una tendencia al alza en mujeres desde el año 2012 (SENDA, 2014).

Pese al alza nacional, en la Región de la Araucanía, desde el año 2002 al 2014, ha disminuido la prevalencia diaria de consumo de tabaco de 23,6 a 16,2, aunque existe un rango etario que sí tiende al alza en las prevalencias diarias y mensual (entre los 45 y 60 años). Si bien la región tiende a la baja, esto no es significativo ($p < 0,05$) en comparación a la prevalencia del nivel país,

debido a la tendencia de otras regiones que van en aumento. Cabe señalar, que además en la Región de la Araucanía, la prevalencia diaria de consumo de otras sustancias que se asocian al tabaco, como alcohol, marihuana, cocaína y pasta base, ha ido en aumento (SENDA, 2014).

Actualmente, se considera al tabaquismo como una enfermedad y no como un hábito puesto que sus consecuencias son similares a los narcóticos (OMS, 2016), por lo que es muy importante la evaluación del humo de los cigarrillos, ya que constituye una de las principales causas del cáncer de pulmón y contribuye a otras enfermedades, como trastornos cardiovasculares, respiratorios y repercusiones en la cavidad oral, por nombrar las más vinculantes.

La acción fisiopatológica de los humos del cigarrillo sobre otros órganos, aparatos, sistemas y tejidos también es un problema crónico que requiere estudios a nivel celular más específicos. Un ejemplo de daño a nivel celular es cuando se altera la fibra que contiene la información genética o ADN. Hay muchas formas en las que el ADN del núcleo puede sufrir daños; una de las lesiones más graves son las roturas de la doble cadena, lo que puede producir una mutación. Si bien algunos componentes del humo de los cigarrillos, como el benzo[a]pireno (B[a]P), no son genotóxicos en sí, pueden ser metabolizados por enzimas específicas de un tejido, como los citocromos P450 (CYP), y transformarse en especies reactivas. Estos compuestos reciben el nombre de protóxicos (Jeggio y Lobrich, 2007).



El humo de los cigarrillos posee una mezcla compleja que consta de más de 5.600 compuestos identificados. Estudios sugieren que la mezcla íntegra contiene más de 150 sustancias tóxicas conocidas, incluyendo compuestos clasificados como “carcinógenos para los humanos” (Cunningham *et al.*, 2011). Las sustancias más comunes son la nicotina (que causa adicción), alquitrán, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), benceno, hidrocarburos aromáticos, nitrosaminas, metales pesados, entre otros (Perfetti y Rodgman, 2011).

El humo emanado de los cigarrillos libera la mayor cantidad de estos gases y cerca de la mitad de todas las partículas que se desprenden. Al ser sustancias que se presentan tanto en forma de partículas, como gas o vapor, son fácilmente incorporados al organismo mediante la respiración.

La respiración es un intercambio gaseoso, que puede ser de manera directa cuando las células dejan pasar oxígeno (O₂) y dióxido de carbono (CO₂) directamente del medio ambiente a su organismo y viceversa. En una respiración indirecta, se distingue un intercambio de gases gracias a que en los glóbulos rojos existe la hemoglobina (Hb), un pigmento cuya misión es transportar casi todo el O₂ y la mayor parte del CO₂. Un correcto intercambio gaseoso permite correctos niveles de oxígeno celular, los que son controlados por el CO₂ alveolar y la respiración (Hernández, 2007).

Cuando se inhala CO₂ en vez de O₂, con el cigarrillo u otras fuentes, se altera este equilibrio, lo que puede generar radicales libres (oxidantes) debido a una respiración celular anaeróbica causada por la hipoxia celular. Las defensas hacia los antioxidantes del cuerpo humano también son reguladas por el CO₂ y la respiración (Abad y Guerrero, 1991).

Si bien el dióxido de carbono (CO₂) no es un contaminante grave, sí es un asfixiante simple, por el desplazamiento del oxígeno que genera en la hemoglobina del eritrocito, pero necesita de concentraciones elevadísimas para manifestar sus efectos. Cuando los niveles de CO₂ exceden de 800 a 1.000 ppm (partes por millón) en las áreas interiores, muchas personas comienzan a experimentar incomodidad, dolores de cabeza, cansancio y apatía general. Fumar en ambientes cerrados sin ventilación causa elevaciones de CO₂ aún mayores.

A diferencia del cigarrillo convencional, el cigarrillo electrónico es un sistema electrónico de liberación o no de nicotina. Estos dispositivos no tienen combustión de carbón; en su lugar se calienta eléctricamente un

líquido dulce que suele contener nicotina, para crear un aerosol que se inhala a continuación (OMS, 2015). Los que los comercializan defienden que tiene menos sustancias tóxicas que los cigarrillos comunes, tanto en sus fases de partículas como de vapor.

Debido a que en el establecimiento educacional la mayoría del equipo de trabajo tiene el hábito diario de fumar, este proyecto de investigación pretende sensibilizar sobre el desequilibrio respiratorio que conlleva inhalar concentraciones altas de CO₂. Para esto se monitoreó la concentración de CO₂, emanado de la ignición de cigarrillos convencionales en las variedades más comercializadas en Chile: normal, light, sabor mentolado y click-on (1 y 2 clicks) las que se compararon con el cigarrillo electrónico descartable (e-hookah), utilizando un “aparato fumador” de material reciclado y un sensor de CO₂ gaseoso (ppm). De este modo, se pretende confirmar la hipótesis de que los cigarrillos convencionales con filtro normal emanan concentraciones mayores de CO₂ gaseoso que las demás variedades de cigarrillos, incluido el electrónico, para responder al cuestionamiento ¿Es alta la concentración de CO₂ que inhala un fumador activo?

Hipótesis

Los cigarrillos convencionales, con filtro normal, emanan concentraciones mayores de CO₂ gaseoso que otras variedades de cigarrillos, incluido el electrónico.

Objetivo General:

Determinar la concentración de CO₂ gaseoso (ppm), emanado de cigarrillos convencionales en sus variedades normal, light, mentolado, click-on y cigarrillo electrónico.

Objetivos Específicos:

Monitorizar las concentraciones de CO₂ gaseoso (ppm) emanadas ante la ignición de cigarrillos convencionales en sus variedades: normal, light, mentolado y click-on. Monitorizar las concentraciones de CO₂ (ppm) emanados durante el encendido del cigarrillo electrónico (e-hookah).

Métodos

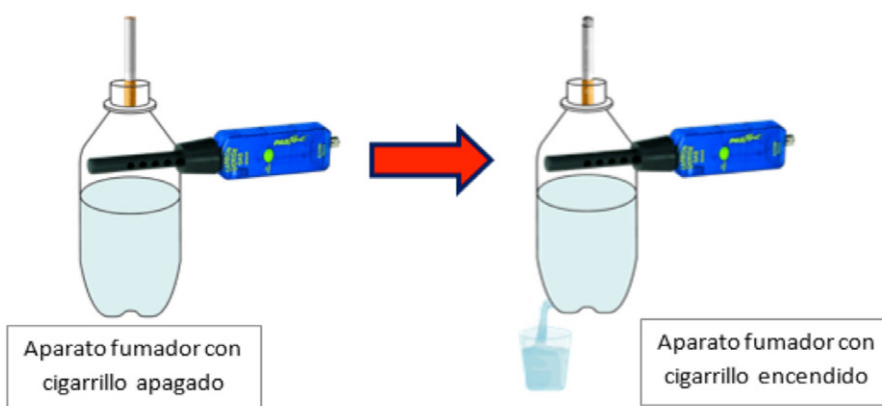
Este estudio es cuantitativo a nivel descriptivo y consta de dos etapas: teórica y práctica. La primera, consistió en una investigación bibliográfica sobre el contenido del humo del cigarrillo, las consecuencias para la salud y actualizaciones sobre el tabaquismo en Chile, entre otros.



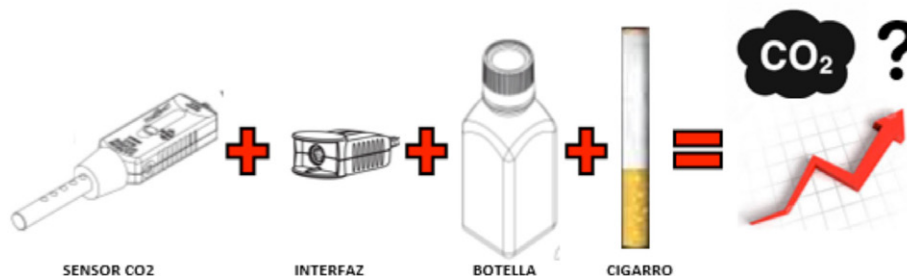
La parte experimental consistió en la monitorización de concentraciones de CO₂ gaseoso (ppm) en cinco tipos de cigarrillos convencionales, tamaño King Size en sus variedades: normal, light, sabor mentol y click-on (1 click-mentol, 2 clicks-mentol/uva) y en cigarrillo electrónico descartable (e-hookah).

Para la combustión de los cigarrillos se fabricó un "aparato fumador" con material de plástico reciclado (botella plástica graduada con 1600 mL de agua), al que se le colocaba un cigarrillo adosado a la tapa (y fijado con anillo de goma para evitar filtración) y el sensor de CO₂ taponando un orificio en la parte superior de la botella. Otro orificio pequeño, en la parte

contralateral inferior, fue diseñado para la salida del agua. El encendido del cigarrillo se logró gracias al vaciado de la botella, lo que generaba succión, quedando el humo retenido dentro de ésta, para así continuar con la ignición mediante la salida forzada de aire (por el orificio de descarga del agua equivalente a 500 mL), seguido de un taponamiento de la botella para generar más succión y consumir el cigarrillo. Esta dinámica se reiteró simulando la acción inhalatoria hasta combustionar todo el cigarrillo, demorando en todos los casos 5 min. Este mismo diseño y método se empleó en la monitorización de CO₂, liberado del cigarrillo electrónico.



Para la monitorización de las concentraciones de CO₂, se empleó un sensor de CO₂ gaseoso que permite realizar comparaciones cualitativas, el que conectado a una interfaz PASCO® permitió registrar los valores computacionalmente, mediante un software SPARKvue.



Tras ensayar por triplicado con las cinco variedades de cigarrillos a estudiar y comprobar la reproductividad del ensayo, se estandarizó el monitoreo de la siguiente manera:





Previa aclimatación del sensor (5 min sin medición, evitando mover y exponerlo a radiación solar directa para evitar fluctuaciones), las variedades de cigarrillos fueron monitorizadas a una frecuencia de 1Hz, incluyendo: medición basal, encendido y combustión total del cigarrillo (5 min promedio), alzas de CO₂ acumulado tras la ignición (hasta completar la fase de meseta y comenzado el descenso); lo que se completó a los 10 min (600 seg) promedio.

De este modo en el protocolo se diferencia:

De 0 a 1:00 min: Se monitorean concentraciones basales de CO₂ (cigarrillo apagado).

De 1:01 a 6:00 min: Se monitorean concentraciones de CO₂ emanadas durante el encendido e ignición completa del cigarrillo.

De 6:01 a 10:00 min: Se continúa monitorizando concentraciones de CO₂ acumuladas en la botella tras la combustión.

Los valores de la medición fueron expresados en partes por millón (ppm). Todas las mediciones finales fueron realizadas en el mismo rango de horario (sin presencia de luz solar) y mecanizado por la misma persona.

Los materiales utilizados fueron:

- Guantes, mascarillas, gorros desechables, delantal.
- Botellas plásticas desechables
- Probeta graduada (200 mL), Agua
- Cigarrillos convencionales, tamaño King size, variedades: normal, light, sabor mentolado, click-on (de 1 y 2 clicks)
- Cigarrillo electrónico descartable (e-hookah)

Instrumento de medición:

- Carbon Dioxide Gas Sensor (Sensor de CO₂ gaseoso)
- Interfaz PASCO (USB)
- Software SPARKvue®

Resultados y Discusión

Resultados:
Monitoreo de concentraciones de CO₂ gaseoso (ppm) emanados de cigarrillos convencionales y electrónico.

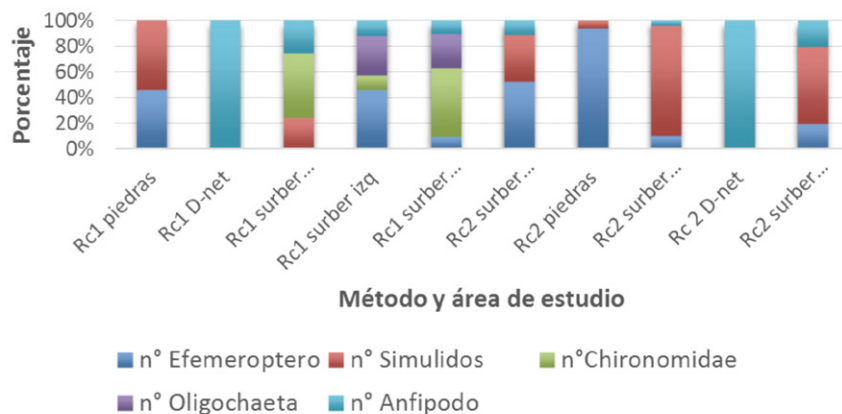


Figura 1. Perfil temporal de la emisión de CO₂ en la combustión de un cigarrillo convencional, variedad "Normal" en el modelo. El cuadro indica la ignición total del cigarrillo con llenado reiterado de la botella de aire, simulando varias aspiraciones.



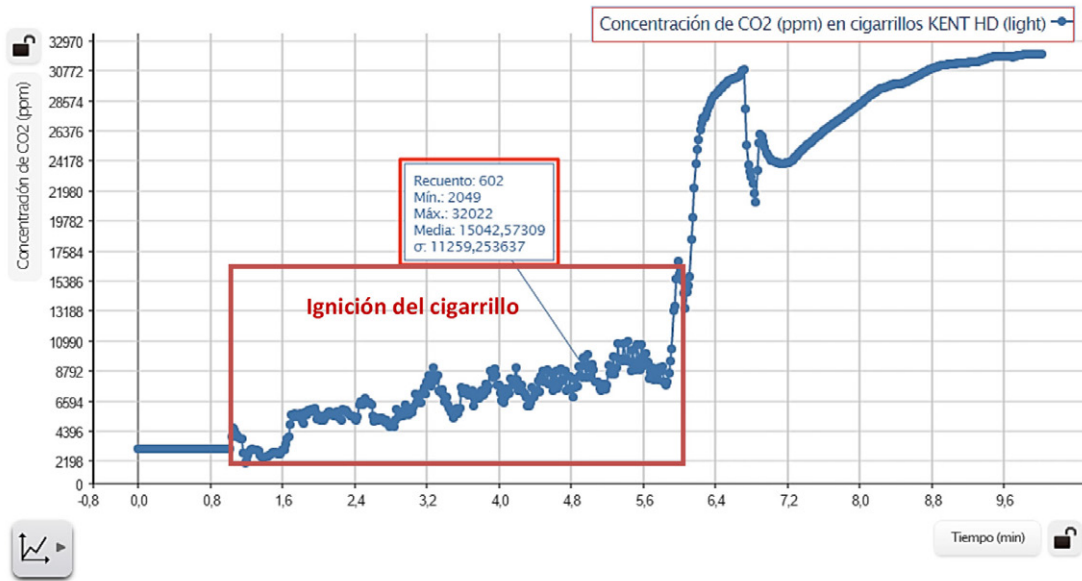


Figura 2. Perfil temporal de la emisión de CO₂ en la combustión de un cigarrillo convencional, variedad “Light” en el modelo. El cuadro indica la ignición total del cigarrillo con llenado reiterado de la botella de aire, simulando varias aspiraciones.

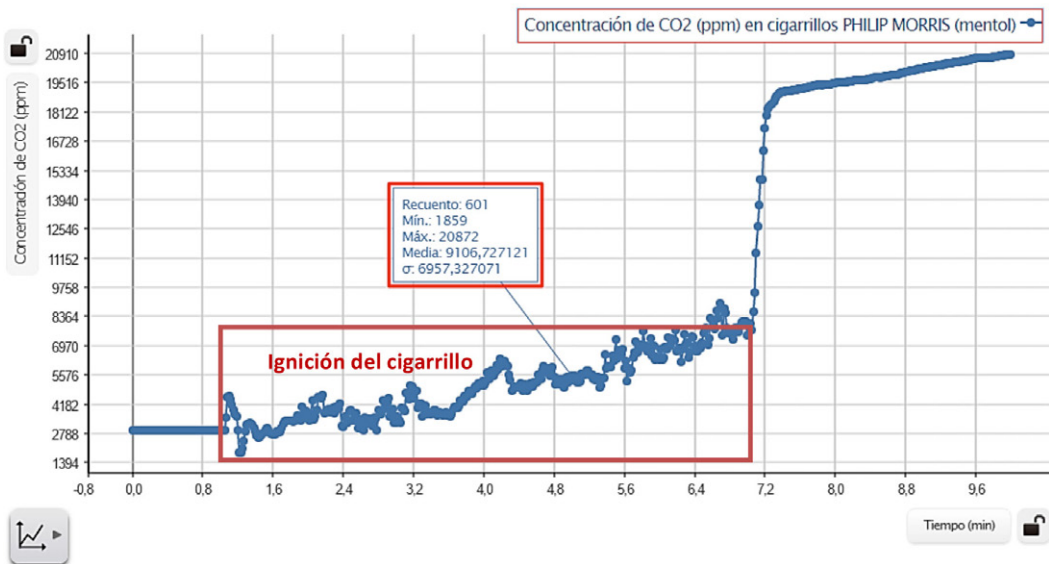


Figura 3. Perfil temporal de la emisión de CO₂ en la combustión de un cigarrillo convencional, variedad “Mentol” en el modelo. El cuadro indica la ignición total del cigarrillo con llenado reiterado de la botella de aire, simulando varias aspiraciones.



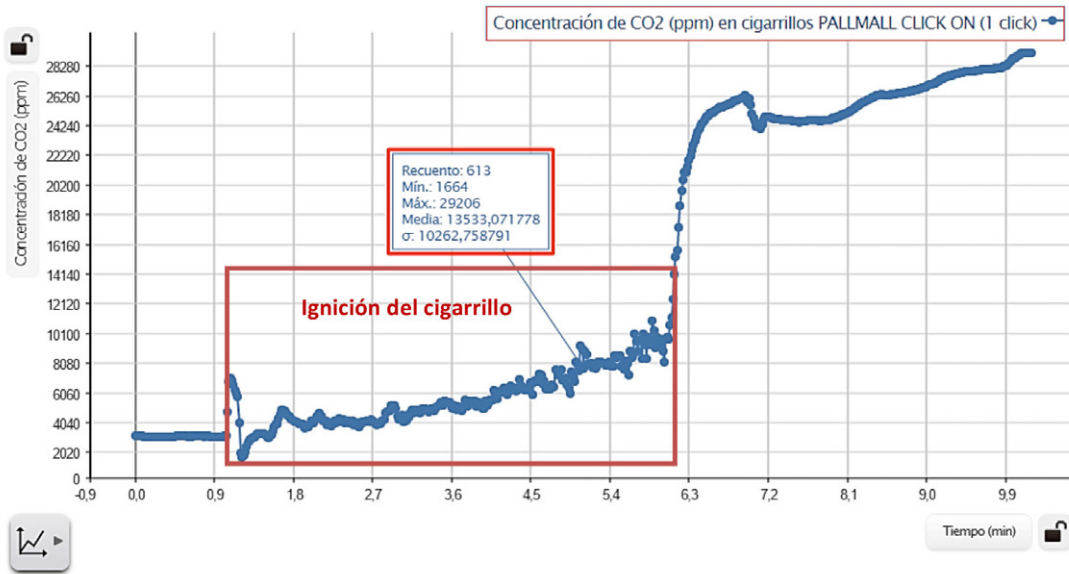


Figura 4. Perfil temporal de la emisión de CO₂ en la combustión de un cigarrillo convencional, variedad “Click-on, 1 click-mento!” en el modelo. El cuadro indica la ignición total del cigarrillo con llenado reiterado de la botella de aire, simulando varias aspiraciones.

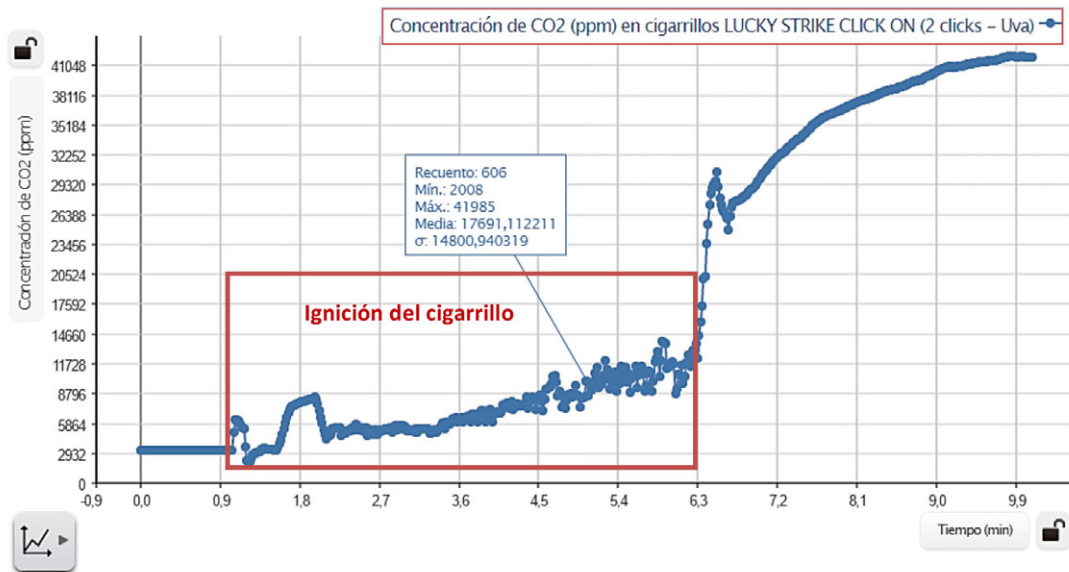


Figura 5. Perfil temporal de la emisión de CO₂ en la combustión de un cigarrillo convencional, variedad “Click-on, 2 clicks-uva” en el modelo. El cuadro indica la ignición total del cigarrillo con llenado reiterado de la botella de aire, simulando varias aspiraciones.



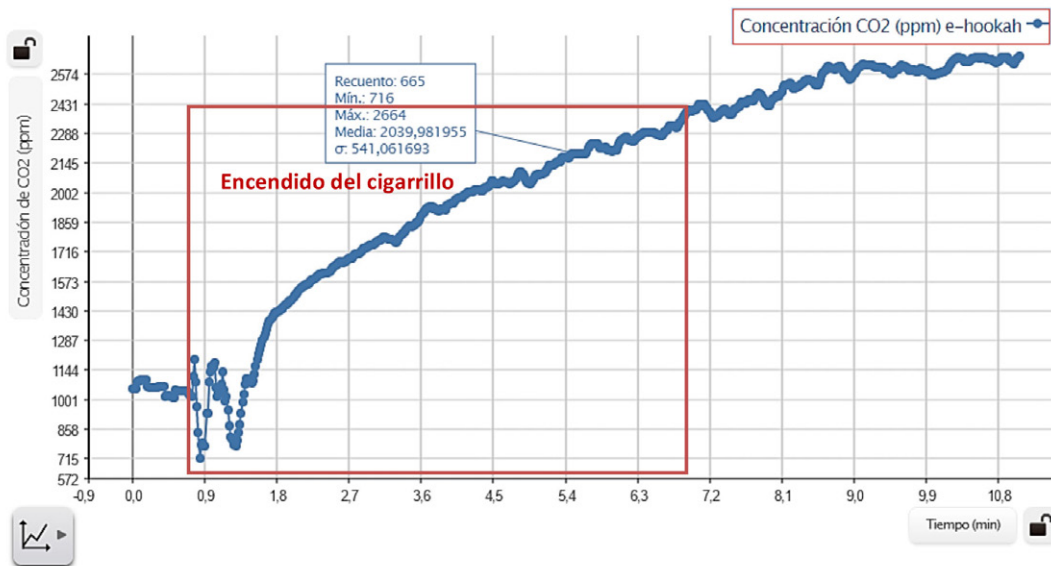


Figura 6. Perfil temporal de la emisión de CO₂ en la combustión de un cigarrillo electrónico “e-hookah” en el modelo. El cuadro indica el encendido del cigarrillo imitando una combustión con llenado reiterado de la botella de aire, simulando varias aspiraciones.

Tabla 1: Resumen de datos de la concentración de CO₂ (ppm) emanado de cigarrillos convencionales. Las casillas sin color representan mediciones sin combustión. En tonalidades más oscuras (1-1,5 min) se encuentran las concentraciones de CO₂, emanados durante el vaciado de la botella y en tonalidades más claras (2 a 6 min), la ignición de los cigarrillos con ventilación manual (salvo variedad mentol que termina de combustionar a los 7 min). Posteriormente (7 a 10 min), las concentraciones de CO₂ acumulados después de la ignición.

Tiempo (min)	Concentraciones de CO ₂ gaseoso (ppm)				
	Normal	Light	Mentol	CLICK-ON: 1 click-mentol	CLICK-ON 2 clicks-uva
0	2464	3100	2934	3130	3256
1	2480	3092	2940	3122	3256
1,5	2566	2862	2826	3114	3266
2	5332	5368	3601	4212	7806
3	6746	5618	3306	4248	5352
4	9270	7738	5064	5254	6766
5	9270	9036	5550	6884	8378
6	14998	15912	6302	8904	11866
7	48712	24374	7454	25628	29932
8	61249	28306	19494	24866	37020
9	63712	31280	20200	26888	40390
10	61739	32018	20872	29206	41879



Rango de concentraciones de CO₂ (ppm) en cigarrillos convencionales y electrónicos

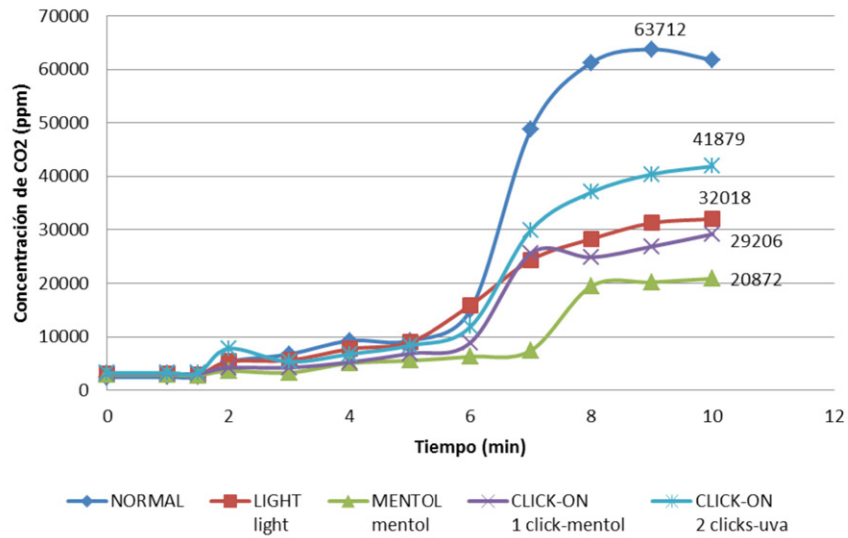


Gráfico 1: Concentraciones de CO₂ gaseoso (ppm), emanado de cigarrillos convencionales y electrónico.

CIGARRILLO	CATEGORÍA	CONCENTRACIÓN CO ₂ (ppm)
CONVENCIONAL	NORMAL	61420
	LIGHT	28922
	MENTOL	17938
	CLICK ON (1 click-mentol)	26076
	CLICK ON (2 clicks-uva)	38729
ELECTRÓNICO	E-HOOKAH	1580

Tabla 2: Rango total de concentraciones de CO₂ (ppm), alcanzado tras la ignición o encendido del cigarrillo.

Rango de concentraciones de CO₂ (ppm) en cigarrillos convencionales y electrónicos

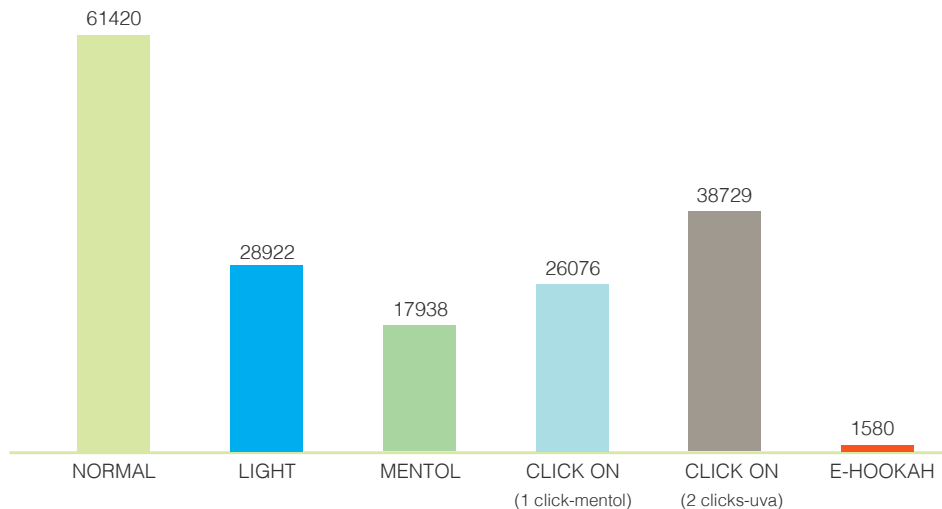


Gráfico 2: Representación del rango de la concentración de CO₂ (ppm), alcanzada en cada variedad de cigarrillo estudiado.



Discusión

Una adecuada respiración celular involucra inhalar aire fresco. El aire fresco contiene alrededor de un 21% de O₂ y un 0,04% de CO₂. El aire espirado, en cambio, contiene alrededor de un 16% de O₂ y un 4% de CO₂. Si escasea el oxígeno y hay un excedente de dióxido de carbono, primero se destruyen las neuronas, que son las células más sensibles de nuestro organismo; con un 20% de O₂ y un 0,07% (700 ppm) de CO₂, ya aparecen síntomas de fatiga, pérdida de rendimiento, dolor de cabeza y aumento del ritmo respiratorio; a medida que se agrava la situación, se producen dificultades respiratorias y finalmente, con un 15% de O₂ y un 5,4% de CO₂, la asfixia (Schneider, 2017).

Según los datos obtenidos, al combustionar cigarrillos, la concentración de CO₂ inhalado asciende a niveles muy por encima de lo saludable, existiendo diferencias de CO₂ emanado entre las variedades de cigarrillos estudiados.

El cigarrillo convencional que menos CO₂ emitió fue el mentolado, emanando un máximo de 20.872 ppm (rango: 17.938). Le sigue el cigarrillo Click-On, 1 click sabor mentol que registró un máximo de 29.206 ppm de CO₂ (rango: 26.076). El cigarrillo light emanó hasta 32.022 ppm (rango: 28.822). Según el Instituto de Bioconstrucción de Alemania (Institut für Baubiologie + Nachhaltigkeit, IBN), inhalar niveles cercanos a los 20.000 ppm de CO₂ genera tolerancia fisiológica por tiempo breve.

El cigarrillo doble click sabor uva emanó hasta 41.985 ppm (rango: 38.729). El IBN grafica niveles ambientales cercanos a 40.000 ppm, como provocador de “crecientes dificultades respiratorias”.

El cigarrillo convencional que más CO₂ emanó a la ignición fue el tipo Normal (etiqueta roja), con un máximo registrado de 63.884 ppm de CO₂ (rango: 61.420). Esto supera a las concentraciones de CO₂ normalmente espirado (50.000 ppm), pudiendo ocasionar hipercapnia. Niveles sobre eso, que bordeen los 80.000 ppm, generarían un fenómeno de parálisis (Schneider, 2017).

Como cualquier sustancia que se quema, al combustionar tabaco se producen pequeñas partículas mezcladas con gases, generándose humo. Según la British American Tobacco (2017), un filtro de cigarrillos atrapa algunas de estas partículas emanadas. Cuando un fumador sopla un cigarrillo, el humo que incluye partículas finas y gases, es aspirado a través de la barra de tabaco y el filtro. De este modo, los gases pasan a través del filtro y algunas partículas quedan atrapadas en él.

Los filtros, se hacen principalmente de las fibras del acetato de celulosa y se añade un plastificante de triacetina que ayuda al filtro a conservar su forma. Diferencias en la fabricación del filtro light podrían favorecer la retención de más partículas. Por ejemplo, el filtro de los cigarrillos estándar contiene quince mil fibras de acetato por filtro. En los cigarrillos light y en algunos cigarrillos fuertes, el filtro está perforado con pequeños agujeros que diluyen el humo con aire. Como consecuencia, el humo inhalado contiene menos alquitrán y nicotina. En teoría, esto debería hacer al cigarrillo “más seguro” que aquellos sin filtro. En la práctica, sin embargo, el fumador promedio lo compensa inhalando más profundamente o cubriendo parte de los agujeros con los dedos o labios. A consecuencia de esto, los fumadores de cigarrillos light pueden ser expuestos a iguales o mayores dosis de carcinógenos y alquitrán, que lo que estarían con cigarrillos con un nivel medio de alquitrán.

En contraste con los cigarrillos convencionales, el cigarrillo electrónico no combustiona tabaco. La medición del cigarrillo electrónico desechable (e-hookah) registró un máximo de 2664 ppm de CO₂, con un rango de 1580 ppm, muy por debajo de los cigarrillos convencionales. Si bien estos valores son incluso menores a los concentrados en una habitación cerrada por la mañana (2000 ppm), son levemente superiores al límite de confort (1000 ppm) señalado por el IBN, ya que se considera que el contenido de CO₂ no debería sobrepasar de forma duradera el 0,07% (700 ppm) (Schneider, 2017).



Conclusión

La ignición de cigarrillos libera concentraciones elevadas de CO₂ gaseoso (ppm), que son inhaladas en el momento en que es el oxígeno el que debe ser ingresado al pulmón, para un correcto intercambio gaseoso a nivel celular.

Todos los cigarrillos convencionales presentaron alzas de CO₂ considerables, aunque con diferencias entre los tipos de cigarrillo, siendo aquel con filtro normal el que más CO₂ emanó, superando las concentraciones de exhalación en la respiración. En contraste, los cigarrillos mentolados y con filtro light (de los convencionales) y electrónico, presentaron niveles menores de CO₂, aunque todos superando el límite de confort, por lo que se comprueba la hipótesis.

Bibliografía

Abad C, Guerrero G. 1991. Determinación del porcentaje de saturación con monóxido de carbono de la hemoglobina en fumadores. Tesis, Universidad de Cuenca, Ecuador. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/7865>

British American Tobacco-Cigarettes. 2017. http://www.bat.com/group/sites/UK__9D9KCY.nsf/vwPagesWebLive/DO6HHJ9F.

Cunningham F, Fiebelkorn S, Johnson M, Meredith C. 2011. A novel application of the margin of exposure approach: segregation of tobacco smoke toxicants. *Food and Chemical Toxicology* 49: 2921 - 2933.

Hernandez J. 2007. Determinación del contenido máximo de nicotina presente en las diferentes marcas de mayor consumo de cigarrillos en el país. Tesis de Licenciatura en Química y Farmacia, Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador. <http://docplayer.es/43268721-Universidad-de-el-salvador-facultad-de-quimica-y-farmacia-determinacion-del-contenido-maximo-de-nicotina-presente-en.html>

Joggo PA, Loblrich M. 2007. DNA double-strand breaks: their cellular and clinical impact? *Oncogene* 26: 7717 - 7719.

Organización Mundial de la Salud. 2015. Hoja informativa: la salud y el consumo de tabaco en pipa de agua. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/183356/1/WHO_NMH_PND_15.2_spa.pdf?ua=1

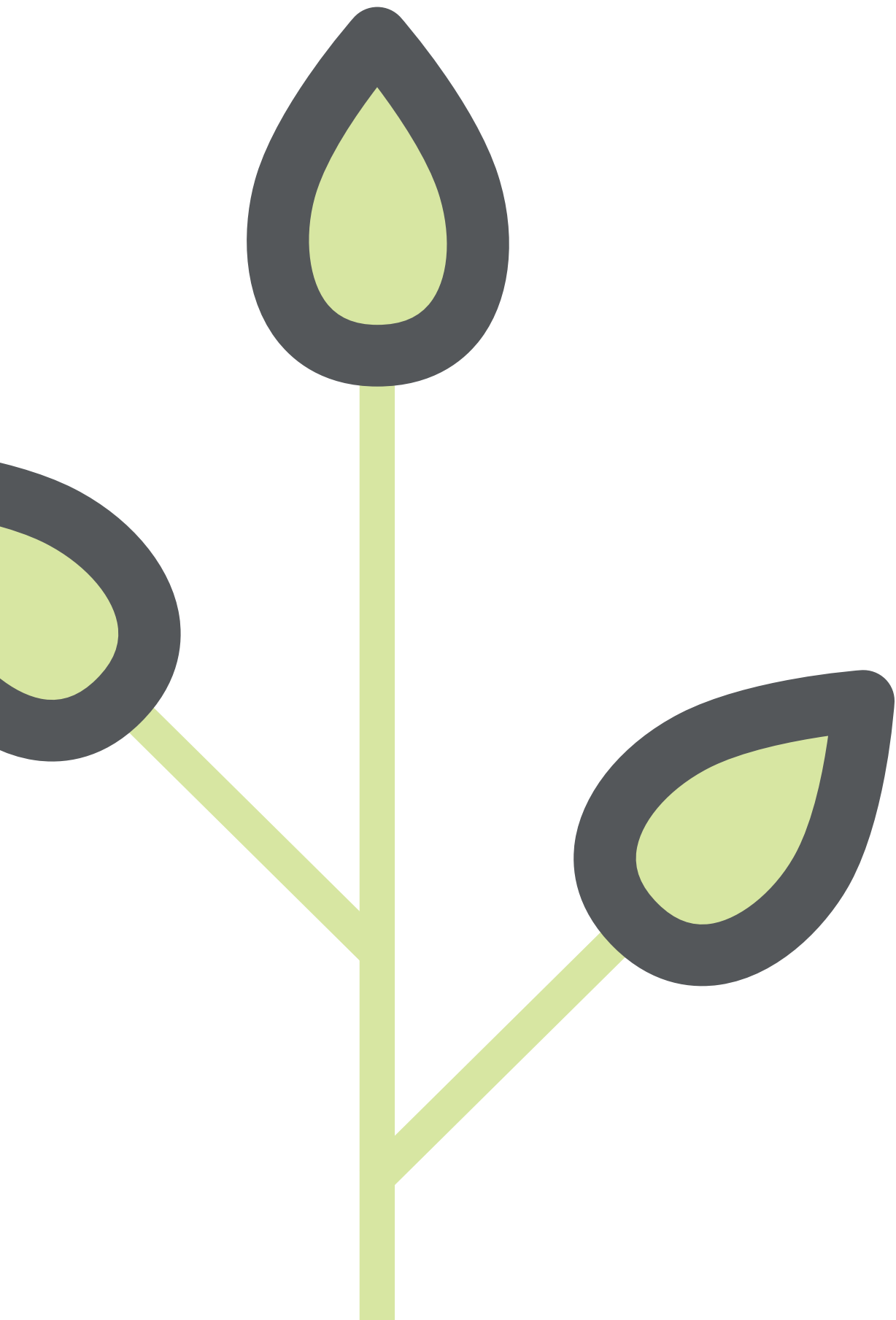
Organización Mundial de la Salud. 2016. Iniciativa liberarse del tabaco. Enfermedades no transmisibles y salud mental. Ginebra, Suiza. <http://www.who.int/tobacco/es/>

Perfetti TA, Rodgman A. 2011. The complexity of tobacco and tobacco smoke. *Contributions to Tobacco Research* 24: 215 - 232.

Schneider A. 2017. GeoSilex®. Efecto del CO₂ sobre la salud. Institut fur Baubiologie + Oekologie (IBN). <http://www.geosilex.com/ficheros/esp/DescargaCatalogos/3854B-F4E-7C21-81C8-171C-A2E9A0E20C31.pdf>

SENDA. 2014. Décimo Primer Estudio Nacional de Drogas en Población General de Chile. http://www.ipsuss.cl/ipsuss/site/artic/20150709/asocfile/20150709194341/resultados_d_cimo_primer_estudio_nacional_de_drogas_en_poblaci_n_general_de_chile_2014__senda.pdf





EFFECTO QUE TIENE UN CENTRO DE CULTIVOS DE SALMÓNIDOS SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Gracilaria chilensis* (GRACILARIALES, RHODOPHYTA) EN EL SENO DE RELONCAVÍ

EFFECT OF A SALMON CROP CENTER ON THE GROWTH OF *Gracilaria chilensis* (GRACILARIALES, RHODOPHYTA) WITHIN RELONCAVI SINUS

Javiera Gálvez • Antonia Leal
 Profesora Guía: Carmen Hernández
 Asesor Científico: Ricardo Riquelme
 Escuela Arturo Prat Chacón • Puerto Montt
 carmengloriahe@gmail.com

Resumen

El propósito de esta investigación es capacitar a los estudiantes sobre el conocimiento de las algas cuyo hábitat se encuentra en la costa de la Región de Los Lagos. Específicamente, trabajaremos con *Gracilaria chilensis*, investigando el efecto que tienen los efluentes de un centro de cultivos de salmones, sobre el crecimiento de este tipo de alga. Para ello, instalamos cultivos vegetativos de *Gracilaria chilensis*, las que se ubicaron en las cercanías de un centro de cultivo de salmones en la localidad de Chaica. También en Pelluhuin, en donde se encuentra el sitio de control, se instaló la misma cantidad de unidades de cultivo (cuelgas). Todas estas unidades experimentales arrojaron un peso promedio de 630 gramos. Cada 15 días se realizaron muestreos destructivos para determinar si existen diferencias significativas. Los resultados obtenidos no indican una clara tendencia, por lo que se añadirán nuevos muestreos con lo que se pretende llegar a una conclusión con mayor peso estadístico.

Palabras claves: *Gracilaria chilensis*, Seno de Reloncaví, salmónidos.

Abstract

The purpose of this research is to train students on the knowledge of algae whose habitat is found on the coast of the Los Lagos Region. Specifically, we will work with *Gracilaria chilensis* investigating the effect of effluents from a salmon farming center on the growth of this type of algae. For this we installed vegetative crops of *Gracilaria chilensis*, which were located in the vicinity of a salmon farming center in the town of Chaica. Also in Pelluhuin where the control site is located the same amount of units of culture (hanged) was installed. All these experimental units yielded an average weight of 630 grams. Destructive sampling was performed every 15 days to determine if there were any significant differences. The results obtained do not indicate a clear trend so new samples will be added which we pretend to arrive at a conclusion with greater statistical weight.

Keywords: *Gracilaria chilensis*, Reloncavi Sinus, salmon.



Introducción

Desde la década de los 70 y 80, en la Región de Los Lagos se inicia la extracción intensiva del recurso “pellillo”, nombre común de la especie.

Gracilaria chilensis (nombre científico) tolera un amplio rango de salinidad, pudiendo habitar en ambientes salinos o estuarinos, submareales o intermareales. Esta plasticidad de la especie permitió iniciar cultivos de forma intensiva en la Región.

Debido a problemas en el mercado, los cultivos de *Gracilaria* se encuentran en franco declive, desde inicios de los 2000 a la fecha.

Con una tecnología que no ha variado en los últimos 20 años, esta especie es el único ejemplo exitoso de transferencia de tecnología de cultivos a grupos costeros.

Un importante retorno para la región ha sido generado por la industria salmonera, ocupando como zona de operación el mar interior de Chiloé. Esta industria, en búsqueda de maximizar la ganancia, ha aumentado el tamaño de sus centros de cultivo y la densidad de los salmones en cada jaula. Compuestos nitrogenados son los principales desechos metabólicos desde los centros de cultivo. Se ha establecido que uno de los principales factores que limitan el crecimiento de las algas es la falta de nitrógeno y fósforo, siendo más importante el nitrógeno.

El proyecto pretende evaluar la productividad de *Gracilaria chilensis* en una zona influenciada por desechos

metabólicos de un centro de cultivo de salmones, en contraposición con una zona sin la influencia de un centro productor de salmones.

Hipótesis: Existe un incremento en la productividad de *Gracilaria chilensis* en las cercanías de un centro de cultivos de salmones.

Objetivo General: Determinar el efecto que tienen los efluentes de un centro de cultivos de salmones, sobre la productividad de *Gracilaria chilensis*.

Objetivo Específicos:

- 1 Establecer cultivos de *Gracilaria chilensis*.
- 2 Determinar la productividad de los cultivos de *Gracilaria chilensis*.
- 3 Capacitar a los estudiantes sobre biología de algas, cultivos tradicionales y multitróficos.

Métodos

Para evaluar la existencia de diferencias, se iniciaron cultivos en dos zonas del Seno de Reloncaví.

1.- Pelluhuin se encuentra a 4 kilómetros de Puerto Montt, donde se desarrollan los cultivos de *Gracilaria chilensis* en la zona intermareal.

2.- Chaica se encuentra a 30 kilómetros de Puerto Montt, donde se desarrollan actividades de cultivo de salmones, tanto en mar como en tierra (piscicultura).



La metodología de cultivo implementada fue a través del crecimiento vegetativo de los talos.

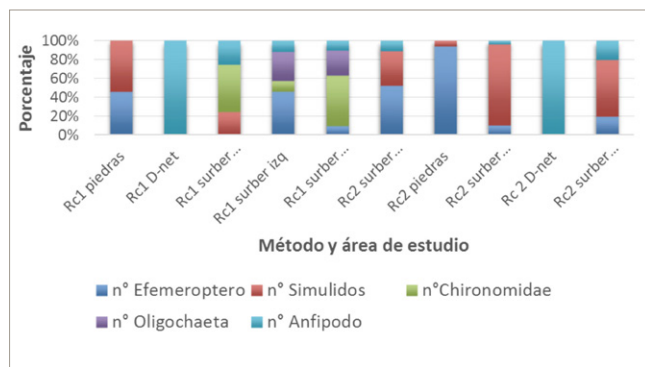
El material de cultivo fue colectado durante la baja marea, posteriormente, usando motores eléctricos, se tuercen tres hebras de pita rafia, dejando los talos de *Gracilaria chilensis* apretados entre las hebras.

Cada unidad de cultivo, mide 4 metros de largo y fue etiquetada y pesada previo a la instalación.

En cada sector (Pelluhuin y Chaica), se instalaron 15 unidades en forma perpendicular a la línea de costa fijando los extremos con estacas.

Quincenalmente, se retiran tres unidades experimentales que son transportadas al laboratorio de la Escuela, donde son pesadas.

Resultados



Los datos no son normales
(Test Shapiro $p < 0,05$)

Test No Paramétrico
Kruskal-wallis $p = 0,2238$

Se Acepta H_0

No existe un incremento en la productividad de *Gracilaria chilensis* en las cercanías de un centro de cultivos de salmones.

Los resultados obtenidos demuestran que no existen diferencias significativas entre los tipos de cultivos instalados, por lo que se acepta H_0 .

Discusión

Los contrastes de los datos obtenidos se basa, principalmente, en la diferencia de biomasa que se observa entre los centros de cultivos.

Frente a esto (Troell *et al.*, 1997) se iniciaron cultivos de *Gracilaria chilensis*, a 10 metros de una jaula de salmones durante la época de verano, encontrando que estos tuvieron un aumento de biomasa un 40% mayor, que cultivos iniciados a 150 metros y a un kilómetro desde la jaula de salmones. Nuestros cultivos se encuentran a una mayor distancia, a más de un kilómetro río abajo de un centro de cultivo de salmones en tierra y de un centro de mar. Es por esta razón que los resultados obtenidos (Troell *et al.*, 1997), no pueden ser comparados con los nuestros. Nuestros resultados aún no muestran una tendencia clara sobre cuál es el efecto real, por lo que esperamos complementarlos con otro muestreo, que ayude a establecer si existen diferencias entre los sitios evaluados.

Un aspecto relevante, que no pudo ser abordado en la ejecución de este proyecto, es la concentración de compuestos nitrogenados y fosfatos, y la trayectoria de la pluma.

Diversos estudios en cultivos multitrofos (IMTA), han establecido que los compuestos de desecho de cultivos, especialmente salmones, tienen un efecto sobre la productividad de un cultivo de pelillo (Buschmann *et al.*, 1994). Además, se ha establecido la extensión de los cultivos de *Gracilaria chilensis* para atrapar los compuestos nitrogenados del ambiente (Abreu *et al.*, 2009; Buschmann *et al.*, 2001).

Desarrollo del tema

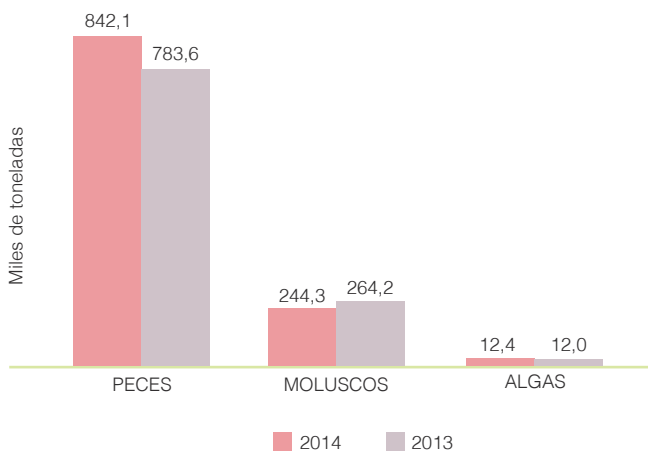
Esta investigación fue realizada por un grupo de 12 estudiantes de 2° ciclo (5° a 8° año básico). El objeto de estudio fueron los cultivos IMTA, método que permite secuestrar las intensas cargas de nutrientes aportados al mar producto, de las actividades acuícolas, factor que tiene implicancia en la eutrofización del mar en aquellas regiones donde se desarrolla a gran escala el cultivo de salmones en cautiverio (X y XI).

Otro factor que influyó para llevar a cabo la investigación tiene relación con las especies investigadas, salmónidos y alga gracilaria, que son recursos de gran importancia económica en la zona sur del país.

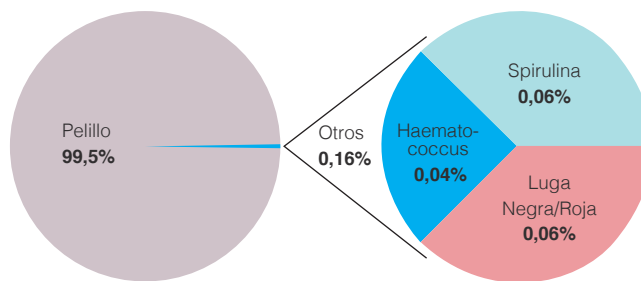


Cosecha Nacional de Acuicultura

El mayor % corresponde a peces
(datos obtenidos en el 2014)



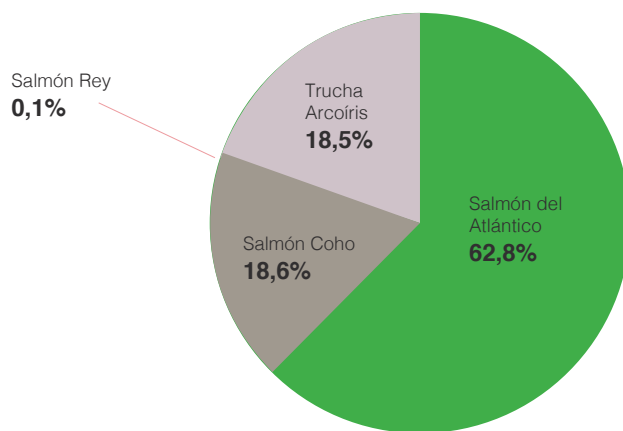
Composición de las cosechas de algas en Chile, 2013



El 99,5% corresponde a la cosecha de *Gracilaria chilensis* (Nombre común Pelillo o Lamilla).

Fuente: Anuario estadístico de Sernapesca, 2013 - 2014.

Composición de las cosechas de la Salmonicultura en Chile, 2013



Fuente: Anuario estadístico de Sernapesca, 2013.



Chile es el segundo país a nivel mundial en producción de salmones y el primer productor mundial de *Gracilaria chilensis*.

Para poder llevar a cabo este artículo fue necesario concientizar e informar a nuestros estudiantes, a través de la investigación científica escolar y la consulta de literatura especializada, sobre el impacto medio ambiental que produce la salmonicultura en la región.

El impacto medio ambiental en la zona, se produce por los siguientes agentes contaminantes de la industria del salmón:

- Excesiva descarga de materia orgánica al mar.
- Agotamiento de los peces locales utilizados para alimentar salmones.
- Uso desmedido de antibióticos y productos químicos.
- Acumulación de desechos y desperdicios proveniente de las salmoneras.

La investigación tiene como objetivo determinar el efecto que tienen los efluentes de un centro de cultivo

de salmones sobre la productividad de *Gracilaria chilensis*, en términos de crecimiento en biomasa y la importancia que tienen los cultivos IMTA en el secuestro de nutrientes.

La Acuicultura Multi-Trópica Integrada (IMTA) es una práctica en la cual los subproductos (desechos) de algunas especies son reciclados, para que sirvan como insumos (fertilizantes, alimento) para otros.

Investigaciones en cultivos multitróficos (IMTA), han establecido que los desechos de cultivos, en especial de salmones, tienen un efecto sobre la productividad de un cultivo de pelillo (Buschmann *et al.*, 1994). También, se ha establecido la extensión necesaria de los cultivos de *Gracilaria chilensis*, para atrapar los compuestos nitrogenados liberados al ambiente por un centro de salmones (Abreu *et al.*, 2009; Buschmann *et al.*, 2001).

La instalación de cuelgas de *Gracilaria chilensis* que se ubicaron en dos sectores del Estuario de Reloncaví, corresponde a un cultivo de tipo IMTA.

El siguiente cuadro muestra el impacto ambiental de la acuicultura y los efectos que tiene.

Impacto:

- Aumento de Nitrógeno
- Aumento de materia orgánica
- Liberación de químicos al mar

Efectos:

- Eutrofización
- Disminución del O₂
- Floración de algas tóxicas

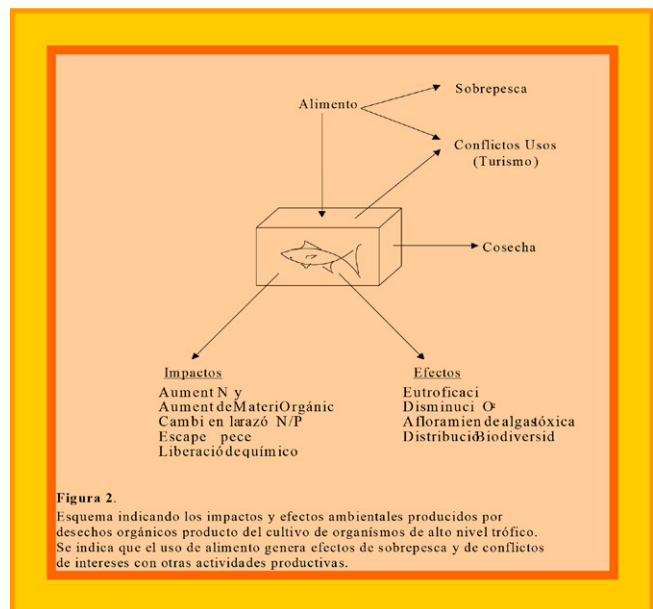
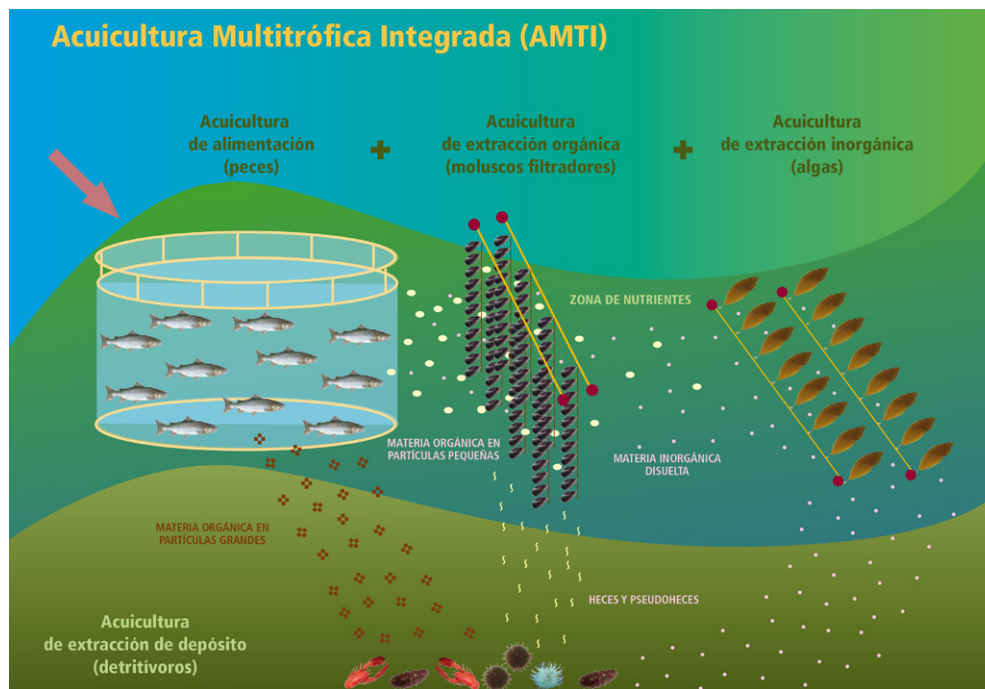


Figura Original: Alejandro H. Bushmann (2001)
Impacto ambiental de la Acuicultura





Algunos componentes de las excretas de los salmónidos sirven como abono natural para el crecimiento de *Gracilaria chilensis* (Club científico Escolar Escuela Arturo Prat 2015)

Conclusión

La investigación concluye que no existen diferencias significativas en la productividad de los cultivos de *Gracilaria chilensis*, iniciados en ambas localidades durante la época de primavera.

Un aspecto relevante, que no pudo ser abordado en la ejecución de este proyecto, es la concentración de compuestos nitrogenados y fosfatos, y la trayectoria de los desechos provenientes del centro de salmones.

Bibliografía

Abreu ML, Abreu MH, Varela DA, Henríquez L, Villarroel A, Yarish C, Sousa-Pinto I, Buschmann AH. 2009. Traditional vs. integrated multi-trophic aquaculture of *Gracilaria chilensis* C. J. Bird, J.

McLachlan & E. C. Oliveira: Productivity and physiological performance. *Aquaculture* 293: 211 - 220.

Buschmann AH, Mora OA, Gómez P, Böttger M, Buitano S, Retamales C, Vergara PA, Gutiérrez A. 1994. *Gracilaria chilensis* outdoor tank cultivation in Chile: use of land-based salmon culture effluents. *Aquaculture Engineering* 13: 283 - 300.

Buschmann AH, Troell M, Kautsky N. 2001. Integrated algal farming: a review. *Cahiers de Biologie Marine* 42: 83 - 90.

Troell M, Halling C, Nilsson A, Buschmann AH, Kautsky N, Kautsky L. 1997. Integrated marine cultivation of *Gracilaria chilensis* (Gracilariales, Rhodophyta) and salmon cages for reduced environmental impact and increased economic output. *Aquaculture* 156: 45 - 61.



EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE *Ulva compressa* A CONCENTRACIONES DE CADMIO Y ARSÉNICO, Y SU CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

EVALUATION OF THE RESISTANCE OF *Ulva compressa* TO CONCENTRATIONS OF CADMIUM AND ARSENIC, AND ITS ANTIOXIDANT CAPACITY.

Rocío Barra • Francisca Bascuñán
 Profesora Guía: Roxana Nahuelcura
 Asesor Científico: Alberto González
 Liceo N° 1 Javiera Carrera • Santiago
 roxananahuelcura@liceo1.cl

Resumen

La contaminación de aguas por metales pesados representa un problema a nivel mundial, debido a lo tóxico que son para el medio ambiente. El cadmio y el arsénico son metales pesados contaminantes de las aguas, principalmente, por la actividad minera en el norte del país. Ante este problema y con la intención de generar un método de fitorremediación, es que la investigación tiene por propósito estudiar si el alga *Ulva compressa* es capaz de resistir la contaminación de metales pesados del norte del país y fitorremediar las aguas. A partir de la hipótesis "*Ulva compressa* presenta resistencia a arsénico y cadmio", se trabaja con una metodología experimental para observar en la realidad, y a escala, como la *Ulva compressa* reacciona ante estos metales pesados. En esta investigación, se logró comprobar la hipótesis que el alga es capaz de resistir a altos niveles de $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ y NaAsO_4 .

Palabras claves: *Ulva compressa*, alga, fitorremediación, capacidad antioxidante, metales pesados.

Abstract

The contamination of water by heavy metals represents a global problem due to the toxic nature for the environment. Cadmium and arsenic are heavy metals that pollute water mainly from mining activity in the north of the country. Faced with this problem and with the intention of generating a method of phytoremediation is that the purpose of the research is to study whether the alga *Ulva compressa* is capable of resisting the heavy metal contamination of the north of the country and phytoremediate the waters. From the hypothesis "*Ulva compressa* presents resistance to arsenic and cadmium", we work with an experimental methodology to observe in reality and to scale as *Ulva compressa* reacts to these heavy metals. In this research, it was possible to test the hypothesis that the alga is able to withstand high levels of $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ and NaAsO_4 .

Keywords: *Ulva compressa*, alga, phytoremediation, antioxidant capacity, heavy metals.



Introducción

El agua es un recurso natural esencial para la vida en la biósfera, pues los organismos y ecosistemas existentes, necesitan de ella para su buen funcionamiento. Por ello, es fundamental mantenerla protegida de contaminantes que interfieran en la función que esta cumple.

A pesar de la descripción citada, hoy en día la condición del agua es crítica, ya que la mayor parte de los desechos generados por las actividades industriales y urbanas se liberan hacia cursos de agua, contaminándolas.

Al contrario de muchos contaminantes metálicos, los metales pesados generalmente no se eliminan de los ecosistemas acuáticos por procesos naturales, debido a que no son biodegradables, por lo cual permanecen de manera indefinida por cientos de años (Murray, 1996).

Un proyecto promedio de mega minería consume un caudal permanente, es decir, durante las 24 horas del día y durante todo el año, entre 600 y 1000 litros por segundo (IEETM, 2013).

El norte de Chile es una zona que constantemente se ve afectada por los residuos de la actividad minera, principalmente metales como el arsénico, plomo, cobre, manganeso, molibdeno, sulfatos, cadmio, níquel, cromo y otros elementos metálicos y no metálicos. Esta contaminación es un peligro latente para el ecosistema, afectando flora, fauna y seres humanos, la cual además afecta considerablemente el medio ambiente y a las costas de nuestro país (Tchernitchin, 2010).

Así es como surge la motivación de estudiar un organismo que presente una capacidad de resistencia a un

medio con alta presencia de contaminantes, y además que pueda colaborar con la descontaminación de aguas, como es el caso del alga verde *Ulva compressa*, la cual posee la capacidad de fitorremediación. Se ha investigado anteriormente con cobre ante 10 μM de concentración del metal, en el cual se descubrió que utilizaba un mecanismo de resistencia en que actuaban las proteínas metalotioneína y fitoquelatina, activando de esa forma su actividad antioxidante (González *et al.*, 2010). Pero nunca con cadmio y arsénico que son altamente corrosivos para la salud de los seres vivos y el medio ambiente. Para esto se trabajó con una metodología experimental, la siguiente pregunta de investigación: ¿Es *Ulva compressa* capaz de presentar una resistencia alta ante los metales arsénico y cadmio?

Objetivos

General: Conocer la tolerancia y capacidad antioxidante de *Ulva compressa* en un medio con presencia de arsénico y cadmio.

Específicos:

- 1) Evaluar la sobrevivencia de *Ulva compressa* en distintas concentraciones de arsénico y cadmio.
- 2) Determinar actividad antioxidante relacionada a la sobrevivencia ante concentraciones de arsénico y cadmio.

Hipótesis

Ulva compressa presenta una alta resistencia ante los metales arsénico y cadmio.



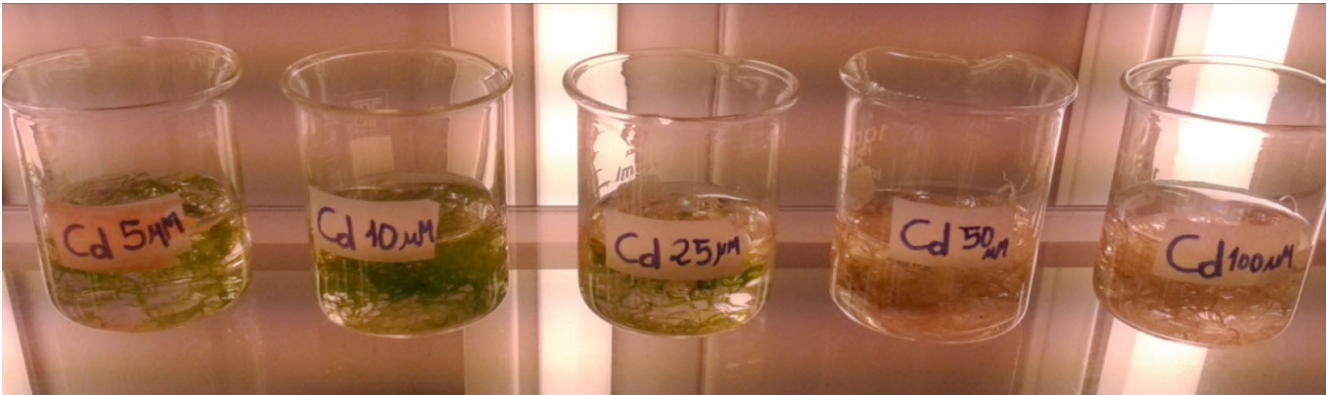


Imagen 1: Cultivo de *Ulva Compressa* con presencia de Cadmio (Séptimo día de cultivo).

Metodología

Materiales utilizados:

Micropipetas (P10, P20, P200 y P1000)

Vasos de precipitados

Placas de Petri

Tubos Falcón (15 y 50 mL)

Tubos Eppendorf (1,7 mL)

Cámaras de cultivo con fotoperiodo

Metales: $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ y NaAsO_4

Nitrógeno líquido

Buffer fosfato de sodio

Alga *Ulva compressa*

Reactivo de Bradford

Espectrofotómetro

Centrifuga

Balanza

Método:

Se comenzó con una recopilación de información bibliográfica, detallada y completa, para así llevar a cabo, con una mejor comprensión de términos, la metodología experimental.

1. Preparación de cultivos

Se prepararon cultivos consistentes en 0,75 g de alga en volumen de 50 mL de agua de mar, previamente filtrada, que contienen concentraciones de 0 μM , 5 μM ,

10 μM , 25 μM , 50 μM y 100 μM de $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ o 0 μM , 5 μM , 10 μM , 25 μM , 50 μM y 100 μM de NaAsO_4 .

Los cultivos se mantuvieron dentro de cámaras de cultivo, a 14° C con 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad, durante 7 días.

2. Extracción de proteínas de *Ulva compressa*

El alga obtenida de los cultivos con Cd y As, es seca con papel para quitar el exceso de agua, luego el tejido se pulverizó con nitrógeno líquido y se homogenizó con buffer fosfato de sodio 50 mM (pH 7,4, 20% glicerol, 2 mM beta-mercaptoetanol). Después se centrifugó la preparación 14000 rpm, durante 5 minutos y se rescató el sobrenadante. Se cuantificó la cantidad de proteínas de cada extracto, utilizando reactivo de Bradford y midiendo espectrofotométricamente a 595 nm.

3. Determinación de la capacidad antioxidante

Para determinar la capacidad enzimática antioxidante del alga expuesta a metales pesados, se procedió a medir la actividad guayacol peroxidasa. Se preparó una mezcla de reacción que contiene 15 μg de proteína, 5 μL del reactivo guayacol 0.3 mM, 10 μL de H_2O_2 1 mM y completando hasta 1 mL con buffer fosfato de sodio 50 mM. Se incubó durante 5 minutos a temperatura ambiente y se midió absorbancia a 470 nm por formación de tetrahidroguaieno.



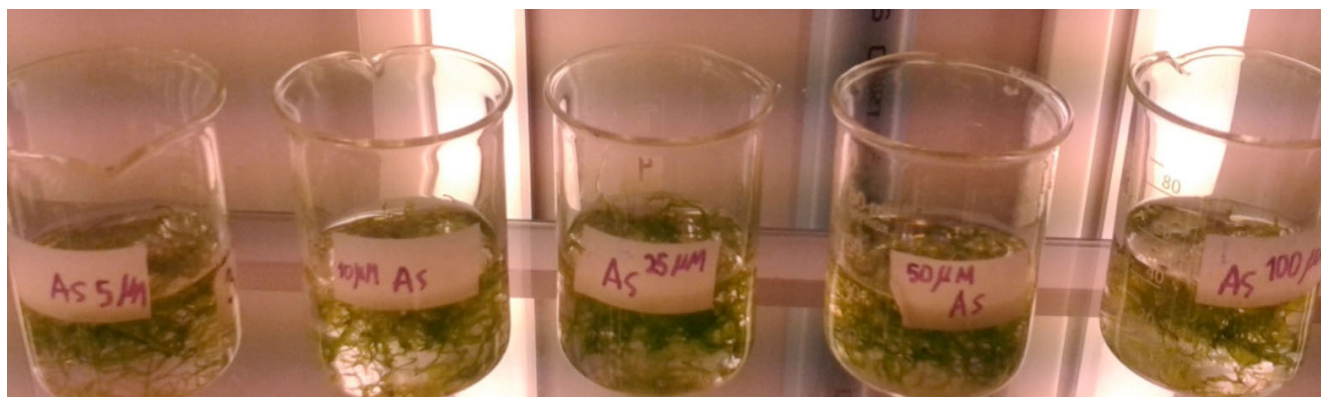


Imagen 2: Cultivo de *Ulva compressa* con presencia de arsénico (Séptimo día de cultivo)

Resultados

Resultados de resistencia a diversas concentraciones de cadmio y arsénico.

Cultivos con cadmio

El alga se mantiene saludable, con pigmentación y aspecto similares al día inicial. En cambio ante la concentración de 50 y 100 μM , perdieron toda su pigmentación y el alga no sobrevive (Ver imagen 1).

Cultivos con arsénico

El alga se mantuvo saludable hasta el séptimo día de cultivo y ninguna de las concentraciones produjo la muerte del alga (Ver imagen 2).

Resultados capacidad antioxidante

Al exponer *Ulva compressa* a medios con arsénico y cadmio se obtuvieron los siguientes resultados expuestos en la Tabla (Ver Tabla N° 1).

*GPX: Capacidad antioxidante total, de un conjunto de enzimas capaces de oxidar el sustrato guayacol que son parte de los mecanismos de defensa antioxidante, para evitar el daño producido por las especies reactivas de oxígeno durante eventos de estrés.

Resultados GPX

La actividad antioxidante ante diferentes concentraciones de arsénico no varió tan drásticamente, lo que puede explicar su resistencia en todos los cultivos realizados. (Ver gráfico 1).

Tabla 1		
	Concentración del contaminante (μM)	Actividad Antioxidante ($\mu\text{mol}/\text{min} \cdot \text{mgproteína}$)
Arsénico	0	2,3
	5	9
	10	10
	25	4,9
	50	5,1
	100	4,4
Cadmio	0	3,0
	5	24,1
	10	39,7
	25	3,3
	50	Alga no resiste
	10	Alga no resiste

En los cultivos en que el alga no resiste a concentraciones de cadmio o arsénico, no se mide la actividad antioxidante, ya que al estar en presencia de estos metales *Ulva compressa* no presenta ningún mecanismo de defensa, por lo que el alga muere.



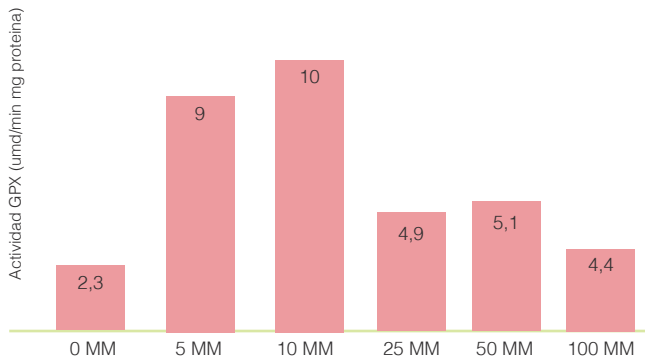


Gráfico 1: Actividad de Guayacol Peroxidasa en cultivo con arsénico.

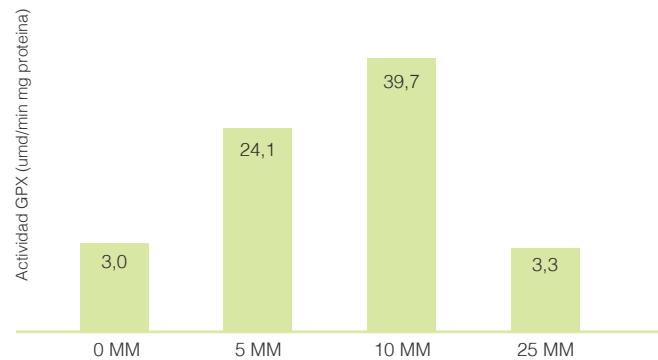


Gráfico 2: Actividad de Guayacol Peroxidasa en cultivo con cadmio.

La actividad antioxidante ante diferentes concentraciones de cadmio varió drásticamente solo en las concentraciones de 5 y 10 μM , lo que puede explicar su resistencia solo en algunos de los cultivos realizados (Ver gráfico 2).

Discusión

Tras los datos obtenidos en la investigación realizada, queda claramente en evidencia que *Ulva compressa* tiene una potencial resistencia ante los metales cadmio y arsénico, ya que comparando las concentraciones a las que soportó ante cobre en la investigación señalada anteriormente (González *et al.*, 2010). En el caso de arsénico, el alga logró aumentar diez veces la concentración a la que resistía con cobre. Esto evidencia que puede ser una muy buena candidata para un posterior estudio con metales pesados, que tengan similar comportamiento a los que ya resiste.

Además, realizando una relación de esta resistencia con la actividad antioxidante; se concluye que a mayor concentración de metales el alga necesita mejorar su mecanismo de defensa ante este medio, por lo que es en estos casos en que utilizan las proteínas fitoquelatina y metalotioneína (González *et al.*, 2012); que son partes del mecanismo de defensa antioxidante, con el fin de captar los metales y sintetizarlos, para así sobrevivir en medios con presencia de cadmio y arsénico.

Es por esto que se atribuye una relación, entre la capacidad antioxidante y la capacidad de resistencia que tenga el alga, ya que para resistir debe activar el mecanismo de defensa, compuesto por estas proteínas que evitan una oxidación al capturar los cationes metálicos, para almacenarlos o expulsarlos de la célula.

Se puede observar además, que la actividad antioxidante del alga no fue plenamente en ascenso al aumentar la cantidad de concentración del metal, por lo que podría estar utilizando otro mecanismo de defensa no relacionado con las proteínas estudiadas, ya que sobrevive ante concentraciones muy altas, pero llega a un peak y su actividad antioxidante baja, en medios donde se pensaría que debería utilizar con mayor razón este mecanismo de defensa.

Además, a partir de los metales con los cuales se experimentó, se podría establecer una relación entre los metales ensayados en este trabajo y otros elementos químicos a los cuales *Ulva compressa* podría ser tolerante. Por ejemplo, el arsénico tiene propiedades químicas similares al azufre, fósforo, antimonio y estaño, por lo cual *Ulva* podría descontaminar aguas afectadas con estos contaminantes. Así como el cadmio, que posee propiedades parecidas a las del zinc, mercurio y cobre, metales pesados altamente tóxicos, tanto para el ambiente como para los seres humanos.



Conclusión

Se logró responder la pregunta de investigación, ya que el alga verde *Ulva compressa* puede resistir a un ambiente contaminado por arsénico y cadmio, gracias a su capacidad antioxidante que le ayuda a sobrevivir en medios de hasta 100 μM de As y 25 μM de Cd.

También se puede concluir que el alga presenta una mayor capacidad antioxidante en los cultivos de arsénico de 5 μM y 10 μM y una actividad moderada en los cultivos de 25 μM , 50 μM y 100 μM . Por otro lado, el alga presentó una gran capacidad antioxidante hasta 10 μM , que disminuyó drásticamente en el cultivo de 25 μM .

Queda como proyección, el estudio de *Ulva compressa* para una posible fitorremediación. Posterior a eso, comprobar si el alga efectivamente puede reducir la cantidad de contaminantes del medio y especies metálicas que puede internalizar.

También a largo plazo, se puede postular cultivos de *Ulva* en piscinas de cultivo en el norte y zonas habitadas de nuestro país, para así descontaminar aguas, siempre y cuando se le proporcionen una salinidad, temperatura y pH estables, con los cuales puedan realizar de forma más eficaz y fácil la limpieza del agua.

Y además, se propone estudiar si el cadmio interfiere con la biosíntesis de la clorofila, la cual necesita magnesio, que es un catión bivalente, lo que permitiría explicar la pérdida de pigmentación en los cultivos de altas concentraciones de metales.

Agradecimientos

Grupo de investigación del Laboratorio de Biotecnología Marina de la Universidad de Santiago por el apoyo presentado para la realización de este trabajo.

Bibliografía

Tchernitchin AN. 2010. Informe sobre los efectos en salud causados por metales pesados y otros compuestos provenientes del traslado de concentrados de cobre al puerto de Antofagasta. www.diarioantofagasta.cl

González A, Vera J, Castro J, Dennett G, Mellado M, Morales B, ... & Moenne A. 2010. Co-occurring increases of calcium and organellar reactive oxygen species determine differential activation of antioxidant and defense enzymes in *Ulva compressa* (Chlorophyta) exposed to copper excess. *Plant, cell & environment* 33: 1627 - 1640.

González A, Cabrera M, Henríquez MJ, Contreras RA, Morales B, Moenne A. 2012. Cross talk among calcium, hydrogen peroxide, and nitric oxide and activation of gene expression involving calmodulins and calcium-dependent protein kinases in *Ulva compressa* exposed to copper excess. *Plant Physiology* 158: 1451 - 1462.

IEETM. 2013. Minería sin agua y energía, imposible. Entrevista a Lucio Cuenca, del Observatorio latinoamericano de conflictos ambientales. olca.cl/articulo/nota.php?id=103188.

Murray KS. 1996. Statistical comparisons of heavy-metal concentrations in river sediments. *Environmental Geology* 27:



— “SI LES GUSTA LA CIENCIA,

ATRÉVANSE” —

Maritza Soto Vásquez
Astrónoma



Tras cuatro meses en la Universidad de Cambridge, Reino Unido, la estudiante del Doctorado en Ciencias, mención Astronomía, de la Universidad de Chile, Maritza Soto, regresó al país con nuevos conocimientos que le permitirán desempeñarse en nuevas líneas de investigación. La joven se hizo conocida el año 2015, cuando tenía 25 años, tras descubrir un nuevo planeta.

Los antecedentes fueron recogidos en el Observatorio de La Silla, ubicado en la Región de Coquimbo, cuyos datos tomó desde la página del European Southern Observatory (ESO), alcanzando el sistema HD 110014, donde se encuentra la estrella en torno a la cual gira el planeta que descubrió, y cuyo tamaño es dos veces más grande que el Sol.

Dos años luego de este suceso, que marcó un hito en su carrera científica, la joven habla con la Revista Brotes Científicos sobre sus inicios y sus proyecciones en este ámbito.

¿Cuándo supiste que querías dedicarte a la ciencia?

En realidad, nunca lo dudé mucho. Me gustaba leer cosas de astronomía, por lo tanto, quería ser astrónoma. Una decisión que tuve clara a los 10 o 12 años. No podría haber estudiado otra cosa, porque no me gustaba.

Tus padres son abogados, entonces ¿cómo surge tu vínculo con las ciencias?

Mis papás nunca me dijeron qué estudiar. A mí me gusta aprender pero no estudiar para los controles, me carga, y era como cualquier niña que estudiaba para la prueba el día anterior.

La diferencia es que en matemática, si hacíamos cierta cantidad de problemas nos regalaban décimas para las pruebas. Yo -claramente-, los hacía todos, porque necesitaba esas décimas para tener buenas notas. Prefiero aprender antes de tener que memorizar algo.

¿Cuál es el problema de los estudiantes cuando se enfrentan a las ciencias?

Creo que tiene que ver con que los estudiantes piensan que será como historia o castellano, donde tienen que memorizar las cosas, pero en las ciencias se requiere ir un poco más allá, para entender lo que se está haciendo y saber cómo resolver los problemas.

Cuando estudiaba física con mis compañeros, trataba de explicarles que primero tenían que identificar el problema y luego aplicar las fórmulas, y eso es lo que muchas veces le cuesta más a la gente.

¿Qué mensaje darías a los niños y jóvenes que se interesan en las ciencias?

Lo que yo les digo a los niños es que si les gusta la ciencia que se atrevan y lo intenten, y después se preocupan de todos los otros problemas.

Además, que se informen de la realidad de la ciencia en Chile. Se puede entender lo que pasa sin necesariamente tener que estudiar ciencia.

Desde tu experiencia como científica ¿te ha tocado vivir la discriminación?

Creo que soy un mal ejemplo para eso. Jamás dudé que por ser mujer no iba a poder ser científica, mis papás jamás me lo preguntaron.

Ellos me preguntaron ¿te gusta la ciencia? ¿Te gusta la astronomía? Entonces te vamos a comprar todos los libros que podamos para que sigas aprendiendo de astronomía.

Y esa fue mi actitud durante toda la enseñanza media y la universidad. Llegué hasta aquí así que puedo seguir. En mi caso, nunca he vivido una situación que me haya hecho sentir discriminada por ser mujer. Si ha pasado, yo no lo he notado.

Obviamente hay instancias en donde las mujeres se les discrimina por ser mujer, y eso va a hacer que no te quieras dedicar a la ciencia.

¿Qué recuerdos tienes del descubrimiento del planeta?

Estaba feliz, porque me habían aceptado el paper y era el primero en que iba como primera autora. Feliz con el descubrimiento, pero sigamos. Ya estaba pensando en mi siguiente trabajo y tuve que volver a pensar esto cuando salió en televisión.

Llegué a pensar, en un momento, que hubiese sido mejor si no hubiese aparecido en televisión. Soy una persona que necesita seguir su rutina, entonces que me sacaran de mi rutina por una semana fue complejo. Además, soy de bajo perfil.

Ahora, lo positivo de eso fue que se mostró que en Chile se hace ciencia y eso puede motivar a mucha gente y a muchas niñas, para que puedan estudiar ciencia. Eso es lo que rescato de esa experiencia.

Respecto al descubrimiento mismo, hay como 2 mil planetas descubiertos y este fue uno más, entonces por eso me cuesta el reconocimiento, porque no lo encuentro algo tan importante y me cuesta hablar de eso.

¿Qué problema hay en Chile para hacer ciencia?

Claramente el financiamiento, porque uno necesita fondos para hacer sus proyectos, porque la ciencia no te paga, no te va a dar plata para el supermercado. Uno necesita tener fondos para comprar sus instrumentos y si esos fondos no están, no tenemos nada. Necesitamos tener más fondos, porque si no la gente se va a tener que salir de la ciencia.

Y si dejas de hacer ciencia ¿En qué trabajarás?

Eso es lo difícil, aún me lo estoy preguntando.

Haciendo difusión, utilizando las capacidades profesionales que uno obtuvo en el pregrado y postgrado, pero es algo que aún estamos buscando: las posibilidades laborales fuera de la ciencia.

¿Y realizar tu carrera en el extranjero?

El problema de la ciencia es que es muy inestable. Tú puedes ir al extranjero por dos años, si encuentras una posición postdoctoral, luego puedes ir otros dos años a otro lugar, pero ¿en qué momento te asientas, en qué momento generas tu proyecto de vida?, y ese es el problema con la ciencia en el mundo.

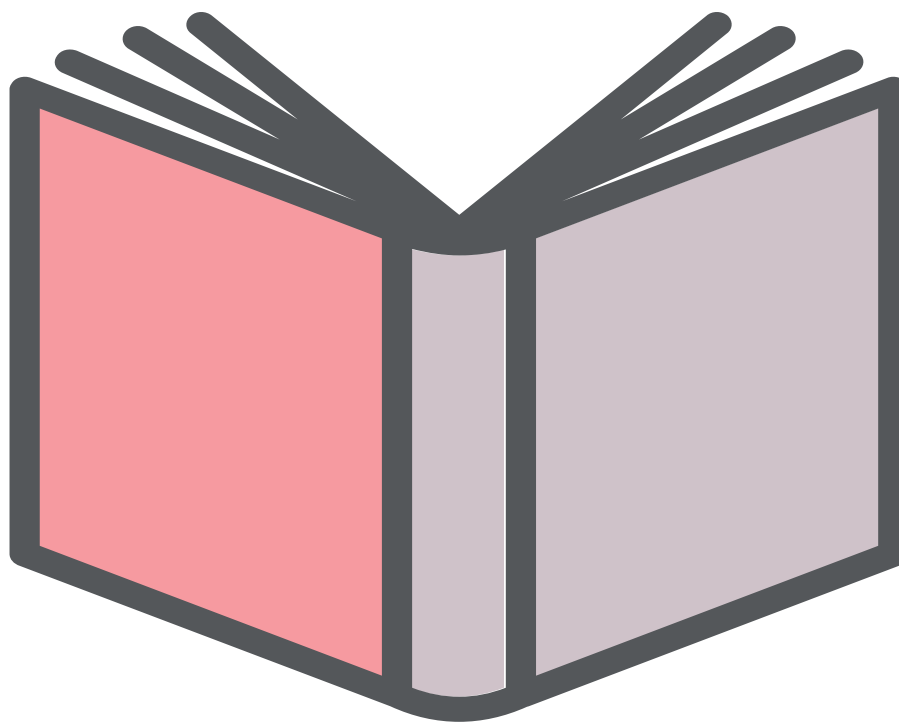
Sería bueno que la inserción de los científicos fuera algo más fácil, que a las empresas se les enseñe que los científicos no son solo personas que saben mirar por el telescopio, sino que son personas que tienen una serie de capacidades que pueden aportar a la industria.

¿Qué rol juega el científico en la divulgación de la ciencia?

La gente común cree que lo que hace el astrónomo es solo mirar por el telescopio, hay que dar más cabida a lo que hacen los científicos en los medios de comunicación, para cambiar los estereotipos existentes.

Como no aparece la ciencia todos los días en la televisión existen estos estereotipos que no son reales hoy en día, hay que dar charlas, hay que acercarse a la gente para entregar estos conocimientos.





CIENCIAS SOCIALES

80

MIS OJOS EN TUS OJOS: CONSTRUCCIÓN DEL IMAGINARIO SOCIAL DEL TERRITORIO ANTÁRTICO CHILENO

MY EYES IN YOUR EYES: CONSTRUCTION OF THE SOCIAL IMAGINARY OF THE CHILEAN ANTARCTIC TERRITORY.

Matías Paredes • Nicolás Soto
 Profesora Guía: Carmen Luz Monsalve
 Asesor Científico: Antonia Santos Pérez
 Colegio Cristobal Colón • Conchalí
 carmenluzmonsalve@gmail.com

Resumen

Esta es una primera aproximación a los imaginarios colectivos acerca del Territorio Antártico Chileno. En este aspecto existen diversas visiones sobre este continente dependiendo, principalmente, del grupo etario de la población consultada. Para ello, se usó una encuesta como instrumento de recogida de información y el análisis bibliográfico del concepto de imaginario social. Juega un rol importante los medios de comunicación, en cuanto a la generación de las percepciones e imágenes del Territorio Antártico, sobre todo para los niños. Resulta un elemento fundamental, pues muchos niños han construido su representación del territorio a partir de relatos fantásticos y basados en imágenes no pertenecientes propiamente al Territorio Antártico que los medios de comunicación muestran erróneamente, generando una imagen limitada y deformada del territorio. La encuesta resultó ser un instrumento valioso para tener una primera visión sobre el Territorio Antártico Chileno desde el punto de vista social y descubrir los errores que genera en la imaginación de las personas un lugar de difícil acceso para la población normal.

Palabras claves: Antártica, imaginario social, percepciones, encuesta

Abstract

This is a first approximation to the collective imaginaries about the Chilean Antarctic Territory. In this aspect there are different visions on this continent depending, mainly, of the age group of the consulted population. For this purpose, a survey was used as an instrument for collecting information and the bibliographic analysis of the concept of social imagery. The media plays an important role in generating perceptions and images of the Antarctic Territory, especially for children. It is a fundamental element, since many children have constructed their representation of the territory from fanciful contents and based on images not belonging properly to the Antarctic Territory that the media show erroneously, generating a limited and deformed image of the territory. The survey turned out to be a valuable tool to have a first view on the Chilean Antarctic Territory from the social point of view and to discover the errors that generates in the imagination of the people a place of difficult access for the normal population.

Keywords: Antarctic, social imaginary, perceptions, survey



Introducción

La sociedad actual se enfrenta a diferentes desafíos y oportunidades que le entrega el contexto de la globalización: entre las oportunidades, se encuentra la instantaneidad de las relaciones humanas, donde la información está a un solo clic de “distancia” y donde las barreras geográficas han ido quedando eliminadas, sobre todo, considerando la inconmensurable información disponible en la web, como el mecanismo principal de información en el mundo. En cuanto a los desafíos que esta situación genera, es importante destacar el hecho de que una imagen puede construir realidad y de esta manera perpetuarse en el tiempo. No obstante, muchas veces dicha realidad no termina siendo la realidad única de un hecho o un espacio, sino simplemente la expresión de la totalización de lo captado por un lente, esto es, la referencia a una sola imagen sin contexto ni expresión alguna, simplemente tomada como imagen que, por sí sola entrega lo que expresa.

Así, esta investigación se sustenta en la siguiente estructura:

Hipótesis: la existencia del imaginario social de la Antártica Chilena se sustenta principalmente en estereotipos, fantasías y creaciones irreales, en parte influenciada por los medios de comunicación. Además, a nivel educacional, son escasas las oportunidades curriculares que existen para el tratamiento de este territorio.

Objetivo: Analizar el imaginario social del Territorio Antártico Chileno, por medio de la opinión de diferentes grupos etarios.

Pregunta de Investigación: ¿existen diversas visiones sobre el continente Antártico en función de los diferentes grupos etarios?

Metodología

Es una investigación cuantitativa, donde la recogida de información se realizará a través del instrumento de la encuesta¹, por medio de 12 preguntas cerradas y una pregunta abierta, donde principalmente los encuestados dibujarán o generarán un relato, acerca de cómo sería un día en la Antártica. Para complementar la investigación, se analizarán fuentes bibliográficas del concepto de Imaginario Social.

El espacio geográfico donde se realizó la encuesta es en un establecimiento de una comuna urbana de Santiago de Chile.

Como ya se dijo, realizamos encuestas con preguntas sobre la percepción y el conocimiento de la Antártica, desde alumnos de pre-kinder hasta los trabajadores del establecimiento, para hacer una comparación de rangos etarios. Luego, una vez realizadas las encuestas, tabulamos y graficamos los resultados, para así

¹ La construcción de la encuesta se sustentó en los Mitos de la Antártica: tierra fértil para la ciencia ficción, propuesto desde el Instituto Antártico Chilenos.



Grupo	1 Grupo 5-8 años Estudiantes	2 Grupo 8-11 años Estudiantes	3 Grupo 11-14 años Estudiantes	4 Grupo 14-18 años Estudiantes	5 Grupo 25-65 años Funcionarios del Colegio
Total Matrícula	169	211	176	297	80
Encuestados	101	126	105	178	49

- Total de universo encuestado: 933 personas
- Muestra: 559 personas
- Nivel de confianza: 97,38%
- Margen de error: 2,52%

construir el imaginario que los datos arrojan. Finalmente, para contrastar las diferentes respuestas, separamos a los encuestados en 5 grupos etarios.

Marco Teórico - Conceptual

La construcción del imaginario está vinculada a varios aspectos y conocimientos. A partir de ello, Díaz (2016) nos comenta:

“Los imaginarios sociales producen valores, las apreciaciones, los gustos, los ideales y las conductas de las personas que conforman una cultura. El imaginario es el efecto de una compleja red de relaciones entre discursos y prácticas sociales, interactúa con las individualidades. Se constituye a partir de las coincidencias valorativas de las personas, se manifiesta en lo simbólico a través del lenguaje y en el accionar concreto entre las personas”

Esto complejiza el concepto de imaginario social, pues genera tensión entre el discurso y las prácticas sociales, donde lo simbólico tiene un rol fundamental para la comprensión de un espacio o un objeto.

En relación a lo antes descrito, García Canclini (2007) expone:

“En términos muy generales, se puede decir que imaginamos lo que no conocemos, o lo que no es o lo que aún no es. En otras palabras, lo imaginario remite a un campo de imágenes diferenciadas de lo empíricamente observable. Los imaginarios corresponden a elaboraciones simbólicas de lo que observamos o de lo que nos atemoriza o deseamos que existiera”

Esto se centra en el imaginario social, que a su vez corresponde a la construcción de un espacio, realizada por la imaginación de la sociedad. Finalmente, esta representación del espacio, la sociedad, las creencias, etc., implica construirlo todo imaginariamente.

Así, aquello que se conoce o se cree que es una realidad, se encuentra lleno de subjetividad y es desde ahí donde se construye el imaginario: no solamente a partir de un objeto o un espacio físico en el cual se ha estado de forma presente, sino también principalmente desde la acumulación de imágenes, conocimientos teóricos o simplemente aquello reproducido por otro individuo. Estos son los elementos que crean una realidad sobre un espacio, generando posteriormente una connotación, que le entrega al individuo esta posibilidad de construcción, como la materialización de profundas relaciones o simplemente de teorías construidas a partir de un pequeño o un gran conocimiento.

Por otra parte, es importante señalar lo que expone Miranda (2014) en relación a quién acuña el concepto de lo imaginario:

“Para Castoriadis, un imaginario social es una construcción socio-histórica que abarca el conjunto de instituciones, normas y símbolos que comparte un determinado grupo social y, que, pese a su carácter imaginado, opera en la realidad ofreciendo tanto oportunidades como restricciones para el accionar de los sujetos”.

Los símbolos son fundamentales en la construcción del imaginario, porque son compartidos por un grupo social, transformando a la percepción en una realidad: es ahí donde los medios de comunicación, principalmente a partir de las instituciones que determinan el tipo de imágenes a difundir, contribuyen en la formación y finalmente en la creación y mantenimiento de conocimientos irreales y fantasiosos.

En las siguientes líneas, se evidenciará cómo se ha construido el imaginario del Territorio Antártico Chileno, desde el rol de los medios de comunicación y las diferentes instituciones que los rigen.



Resultados

Las siguientes informaciones son producto de la encuesta aplicada a los diferentes actores educativos. Se evidencia un desconocimiento sobre el Territorio Antártico Chileno, donde el imaginario se sustenta en ideas vagas, erradas e inventadas.

El imaginario se sustenta en las siguientes percepciones: en relación al espacio territorial, la alternativa seleccionada por la mayoría de los encuestados es la investigación, aunque llama la atención que algunos de los grupos piensen que existe explotación de recursos: esto evidencia un total desconocimiento al Tratado Antártico de 1959: “el uso pacífico de la Antártica; la cooperación para la investigación científica; intercambio de informaciones...” (INACH, 2016a y b).

Por otro lado, la pregunta que busca saber dónde viven las personas, es una de las más importantes para la investigación, pues se evidencia la influencia de los medios de comunicación desde el hemisferio norte, donde los grupos etarios más pequeños centran sus percepciones en los iglúes. Esto ha sido influenciado por películas y series de televisión del hemisferio norte, generando una confusión entre el Polo Norte y Polo Sur. En relación a la pregunta de las actividades en el tiempo libre, se evidencia una tendencia a creer que existen actividades de caza y pesca, lo que trasunta un desconocimiento de la fauna marina, generando finalmente una dicotomía al responder: que no se puede salir por el frío, enfatizando la mirada en el aislamiento como efecto del clima, transformándolo en el factor totalizador de intercambio social.

En relación al rol del Estado, los encuestados prácticamente no manejan información, cabe señalar que el grupo más pequeño no maneja a cabalidad el concep-

to de Estado, el cual fue explicado por los encuestadores, siendo un importante desafío para la Educación, por medio de sus planes y programas de estudio y para el Instituto Antártico Chileno.

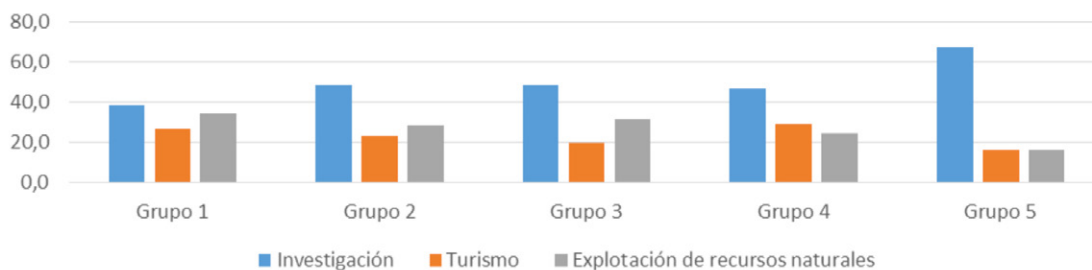
Además, como ya se adelantó, existe una confusión preocupante entre el Polo Norte y el Polo Sur (por ejemplo, el oso polar sigue siendo situado como viviendo en la Antártica, siendo que nunca ha estado en ese espacio, sino en el Polo Norte) Por otro lado, el pingüino sigue siendo el animal icónico del Territorio, incluso usándose como fetiche publicitario, lo que genera el ser conocido por la comunidad educativa del Colegio.

Otro importante aspecto a destacar, es la percepción de que no existen espacios de encuentro y que cada uno de los habitantes están aislados, donde el frío cumple un rol fundamental para la generación de aquel imaginario.

La producción de energía en el Territorio es un tema de cuestionamiento: sorprende que una mayoría de los encuestados piense que existen cables desde el Chile Territorial, pues evidencia un total desconocimiento de la distancia entre Chile Continental y Chile Antártico.

Para los encuestados, los investigadores son principalmente los que viven en el Territorio Antártico: nuevamente, no deja de sorprender que todos los grupos etarios piensen en la existencia de esquimales, otra evidencia de la confusión entre los diferentes polos. Por último, el color blanco es el que se impone en el Territorio, no dejando posibilidad que los seres humanos, animales y algas, entre otros, puedan generar sus propios espacios multicolores.

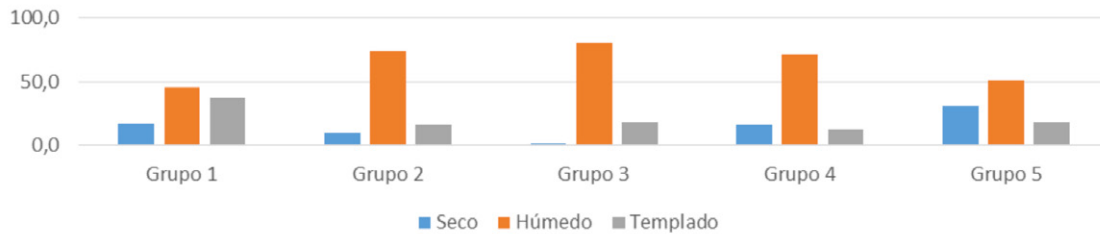
1. ¿Qué función crees que cumple el Territorio Antártico Chileno?



En esta primera pregunta, podemos observar que la respuesta que marca una tendencia es sobre el rol de la investigación en el espacio geográfico. Cabe señalar que en el Grupo 1 existe una mayor diversidad entre las opciones y en el otro extremo se encuentra el Grupo 5, que evidencia la investigación como la principal función del Territorio.



2. ¿Cómo es el suelo del Territorio Antártico Chileno?



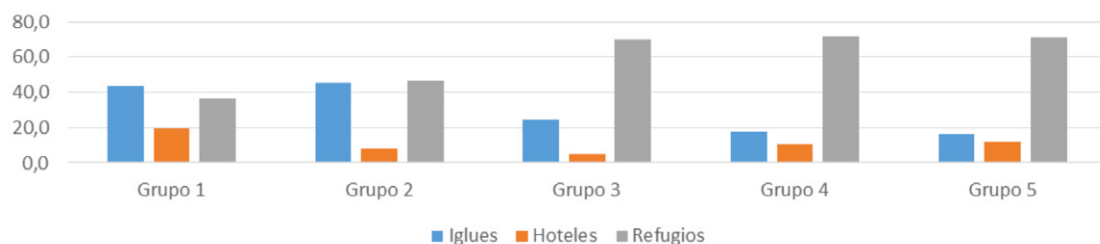
En todos los grupos podemos ver que la percepción del suelo de la Antártica es de una tendencia más húmeda. Sin embargo, en los grupos 1 y 5 se ven otras opciones también: en el caso del Grupo 1, un 38% de los encuestados opinaron que era un suelo templado, mientras que en el Grupo 5, un 31% de los encuestados cree que se trata de un suelo seco.

3. Según tus conocimientos ¿de qué se alimentan los habitantes del Territorio Antártico Chileno?



En los grupos 1, 2, 3 y 4, las personas creen mayoritariamente que los habitantes de la Antártida se alimentan de pescados o comida del mar, como mariscos y otros. En el Grupo 5, se cree que la principal alimentación es a base de conservas, comida enlatada y finalmente, en un porcentaje menor se encuentra la alternativa que se imagina que los habitantes poseen una alimentación normal, tal como en el contexto de una ciudad convencional.

4. Según tus conocimientos ¿dónde viven las personas en el Territorio Antártico Chileno?



Los grupos más pequeños de encuestados (como el 1 y el 2) tienen casi un empate porcentual, en su creencia de que los habitantes de la Antártida viven en refugios (36% y 46%, respectivamente) y que viven en iglúes (43% y 46%). En los grupos mayores, la gran mayoría cree que habitan en refugios, mientras que en un porcentaje minoritario está presente la respuesta de que existe algún hotel en la Antártica.

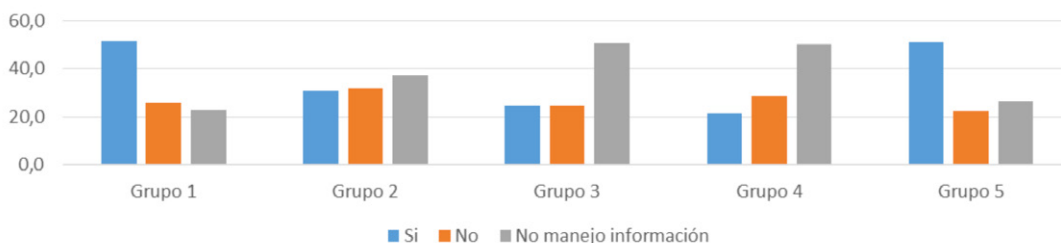


5. Según tus conocimientos ¿qué actividades crees que realizan los habitantes del Territorio Antártico Chileno en su tiempo libre?



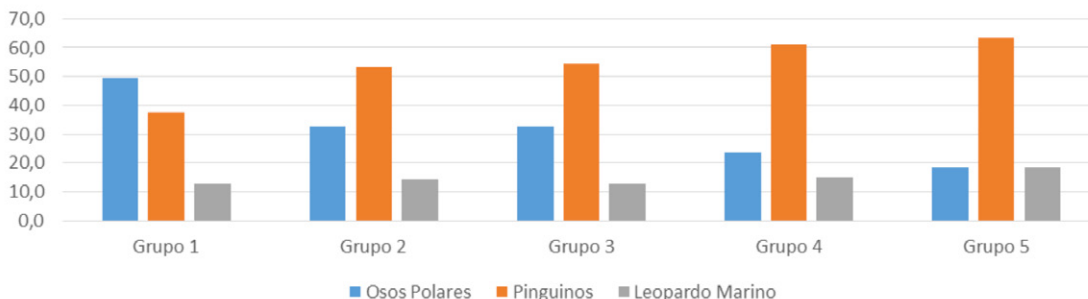
Los encuestados más pequeños (Grupo 1) creen que la gente de la Antártica no puede salir a realizar actividades a causa del frío. En los grupos intermedios (2, 3 y 4) creen que su actividad más recurrida es la caza y la pesca y, finalmente, en el Grupo 5, su opción seleccionada es la realización de actividades de los habitantes en su tiempo libre, como deportes y ejercicios.

6. ¿Crees que el Estado se hace cargo del Territorio Antártico Chileno?



En este gráfico, no se considera a los encuestados más pequeños que, muy probablemente, aún no poseen una idea clara sobre lo que es el Estado. No obstante, en los demás encuestados se puede apreciar que la tendencia en los grupos 2, 3 y 4, indica que no manejan información suficiente para saber si el Estado se hace cargo del Territorio Antártico Chileno, mientras que en el grupo 5, se refleja de manera notoria que la respuesta es que el Estado sí se hace cargo del territorio, considerándolo como tal.

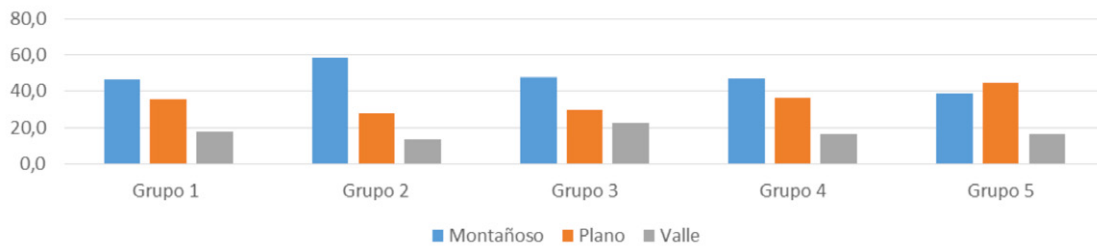
7. ¿Qué animales crees que viven en el Territorio Antártico Chileno?



El Grupo 1 se inclina por la tendencia de que el animal más característico de la Antártida es el oso polar, mientras que, en el resto de grupos, todos optaron por los pingüinos como el animal principal. Por último, el leopardo marino pasa a un tercer plano, siendo un importante animal del espacio.

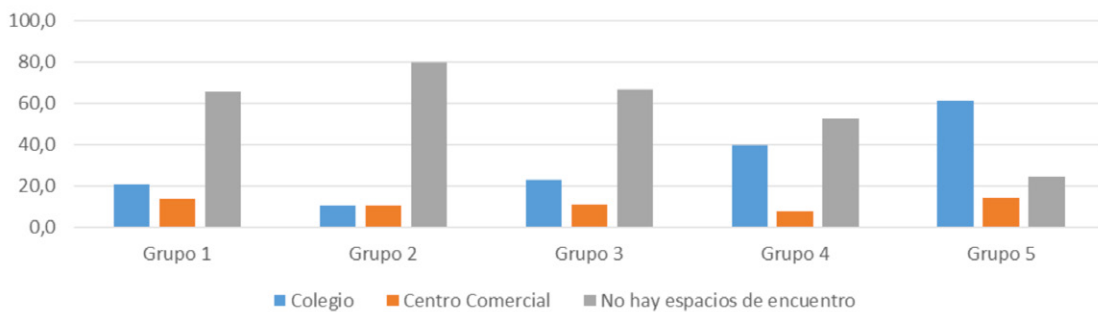


8. ¿Qué tipo de relieves crees que existen en el Territorio Antártico Chileno?



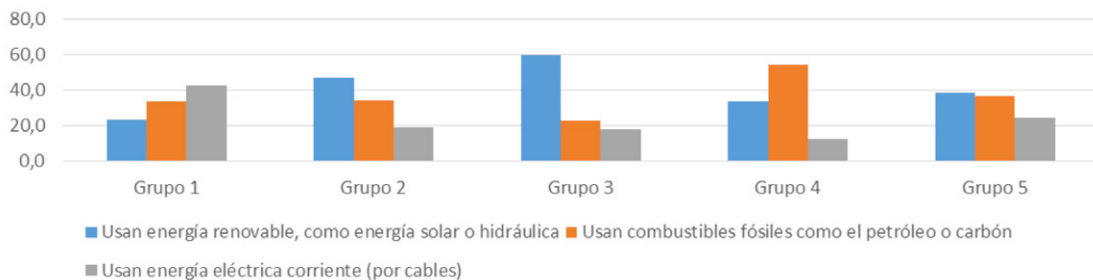
En los grupos 1, 2, 3 y 4, la mayoría de los encuestados cree que el Territorio Antártico es montañoso. En el Grupo 5, un 45% de los encuestados cree que el Territorio Antártico es plano, mientras que un menor porcentaje de los encuestados considera que la Antártica es similar a un valle.

9. ¿Qué espacios de encuentro crees que hay en el Territorio Antártico Chileno?



En los grupos 1, 2, 3 y 4, la mayoría de los encuestados creen que no existen espacios de encuentro en la Antártida. Sin embargo, en el Grupo 4 se nota una mayor cantidad de encuestados que cree que existe al menos un colegio. En el Grupo 5, un 61% de los encuestados cree que existe al menos un colegio, pero que además es el espacio de encuentro entre las personas.

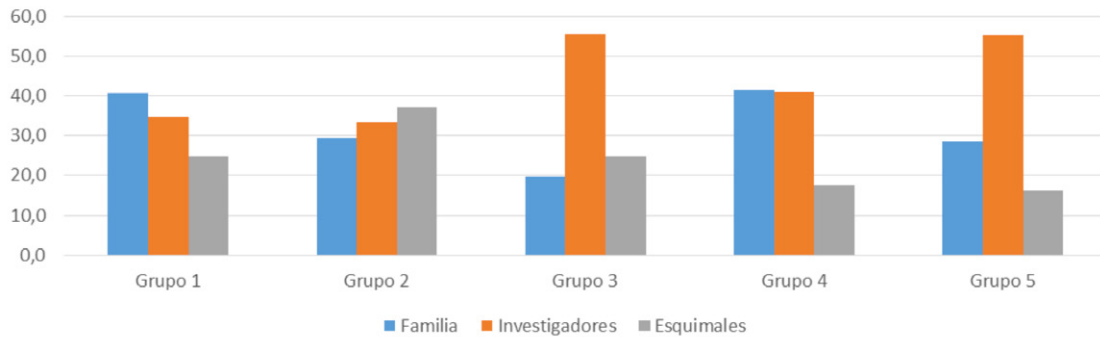
10. ¿Qué energía crees que se utiliza en el Territorio Antártico Chileno?



El Grupo 1 cree que la forma más común de obtención de energía en el Territorio Antártico es por cables traídos desde el continente. Los grupos 2, 3 y 4, creen mayoritariamente que se utiliza energía renovable. Sin embargo, el Grupo 5 está casi empatado con los combustibles fósiles. En el Grupo 4, un 53% de los encuestados cree que se utilizan combustibles fósiles, como petróleo o carbón.

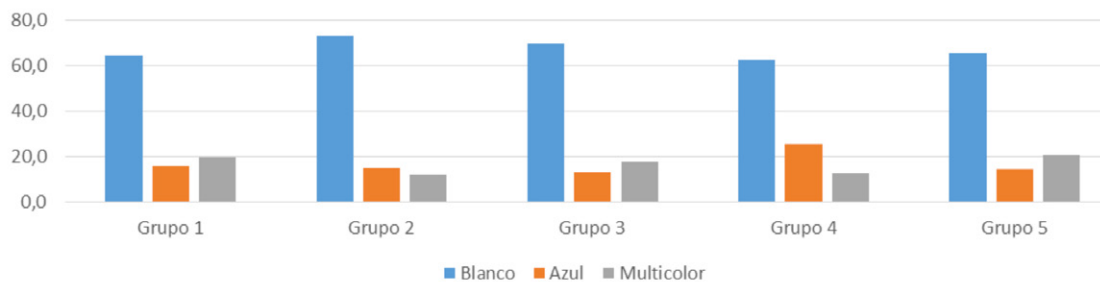


11. ¿Qué grupos sociales crees que viven en el Territorio Antártico Chileno?



Los grupos 1 y 4 creen que la mayoría de los habitantes de la Antártida son familias que viven ahí comúnmente. Sin embargo, ambos grupos están casi empatados en la opción de que los habitantes son investigadores. El Grupo 2 cree que mayoritariamente viven esquimales. En los grupos 3 y 5, se cree por mucha diferencia que la mayoría de los habitantes son investigadores.

12. ¿Con qué color crees que se representan las diferentes descripciones gráficas del Territorio Antártico Chileno? (mapas, dibujos, paisajes, etc)



No hay variación en estos gráficos, pues en todos se nota la clara preferencia a creer que el color blanco es el representativo, aunque las otras dos alternativas minoritarias reflejan otro pensamiento, donde se cree que la Antártica sí posee color.



Pregunta N°13 (abierta)

En relación a la pregunta abierta, no existió una gran diferencia en cuanto a la construcción del imaginario antártico, donde la idea central estaba en el frío, lo helado, lo blanco y lo majestuoso del territorio.

En el grupo más pequeño, se evidenció la influencia de los medios de comunicación, especialmente las películas infantiles del hemisferio norte y su representación con el pingüino y el color blanco. Por otra parte, el grupo de adultos evidenció una falta de conocimiento, al llegar a visualizar el espacio solamente por el frío que representa y las pocas oportunidades que creen que esto genera. Cabe destacar que en sus respuestas,

los adultos están cargados de conocimientos externos, entregados por familiares, profesores y gente común.

Por tanto, queda un importante desafío para la educación chilena de cómo construir una imagen asertiva del espacio y no una llena de mitos o miradas vagas o derechamente basadas en fantasías. Al respecto, es necesario, sobre todo, mejorar la difusión de los medios de comunicación, pues las imágenes que circulan en el contexto de la globalización han marcado la forma de ver lo majestuoso, imponente y lleno de colores que es el Territorio Antártico Chileno.



Esta recopilación de imágenes que se encuentran a continuación, hacen referencia a la pregunta N°13: ¿cómo te imaginas un día en la Antártica? donde los encuestados eran libres de expresar sus emociones con el continente. Seleccionamos las más las imágenes más representativas (creación del grupo de investigadores).



Conclusión

Hemos llegado a la última etapa del proceso de investigación, donde nos formulamos preguntas interesantes, tales como: ¿existen diversas visiones sobre la Antártica en función de los diferentes grupos etarios?, ¿qué grado de información poseen las personas sobre el Territorio Antártico Chileno y el continente en general, según su edad?

Como grupo investigativo, hemos concluido que existen fuertes diferencias en la forma cómo se ha construido el imaginario social del espacio Antártico, con énfasis en diferentes aspectos, que nos permiten concluir que existe un conocimiento bastante superficial del Territorio, donde los medios de comunicación desde el hemisferio norte y las difusiones de imágenes erradas han marcado la forma de verlo, y a lo que se suma la nula creación de materiales desde el territorio nacional chileno.

No obstante, aunque los encuestados no conocen la Antártica, lograron plantear una visión sobre ella: esto quiere decir que, ante la falta de evidencia empírica, se crea una imagen simbólica, finalmente el imaginario colectivo como tal. Por otro lado, los más pequeños tienen una visión más fantasiosa, mientras que los mayores poseen mayor información concreta. Se evidencian pensamientos no reales en todos los grupos etarios, acerca de habitantes tales como los esquimales y los osos polares. Asimismo, se observan diferentes visiones sobre la Antártica en función de la edad. Se asocia el frío con el aislamiento. La imagen más común sobre la Antártica es el pingüino, siendo el símbolo de promoción a nivel país.

Entre las más importantes proyecciones para continuar con la investigación, es la posibilidad de ir contrastándola con los otros grupos sociales y regionales, y así crear un Taller de Investigación Antártica, en diferentes centros educacionales.

Para finalizar, evidentemente nos queda un importante desafío como sociedad: ir generando diferentes instancias de aprendizaje, donde los centros educativos, los medios de comunicación y las instituciones cumplen un rol formativo desde sus diferentes esferas de acción.

Bibliografía

Díaz E. 2016. ¿Qué es el imaginario social? http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/blog/docentes/trabajos/2107_15066.pdf

INACH 2016a. Mitos de la Antártica: tierra fértil <http://www.inach.cl/inach/?p=15234>.

INACH 2016b. Sistema de Tratado Antártico. http://www.inach.cl/inach/?page_id=2.

García Canclini N. 2007. ¿Qué son los imaginarios y cómo actúan en la ciudad? *Revista Eure* 33: 89 - 99.

Miranda. EA. 2014. El imaginario social bajo la perspectiva de Cornelius Castoriadis y su proyección en las representaciones culturales de Cartagena de Indias. <http://190.242.62.234:8080/jspui/handle/11227/1966>.



¿POR QUÉ ESTUDIASTE CIENCIA?



Antonio Vega Gálvez | Universidad de La Serena

Desde muy pequeño me interesó el por qué de las cosas. No me quedaba con dudas o explicaciones débiles por parte de adultos o amigos que sabían un poco más del tema que me interesaba en ese momento. Todo lo de la naturaleza siempre me ha llamado la atención, lo perfecta que es, el milagro de la vida y del crecimiento animal, vegetal y humano. No entiendo como aún no hemos descubierto un planeta como La Tierra, de seguro no somos únicos en el Cosmos. Con respecto a mi área de estudio Ciencia y Tecnología de Alimentos, es un mundo por descubrir pero sigue siendo una molécula de conocimiento para el SABER y desde que realicé mi doctorado en España me propuse aportar en esto con parte de esa molécula de conocimiento desde mi Chile querido. Ahora ya como investigador consolidado en el área, trato de transmitir y aportar todo lo que pueda a las nuevas generaciones ya que los alimentos son fundamentales para mantener una buena salud, mejorar la calidad de vida y por ende la felicidad de las personas. La salud es lo primero, luego viene todo lo demás.

Alexis Salas Burgos | Universidad de Concepción

Mis motivos para estudiar ciencia fueron alimentados desde una temprana edad, por la curiosidad de comprender como funciona nuestro alrededor y, posteriormente, fue una excelente decisión para mantener latente el asombro frente al descubrimiento de nuevos eventos, a escala donde el hombre nunca antes había visto, hacia el espacio y hacia el interior de la célula. Por otra parte, la ciencia es una convención sobre cómo transferimos estos descubrimientos, la ciencia es dinámica y es una herramienta fundamental para establecer un mecanismo para compartir ese asombro y conocimientos, lo que nos permite desenvolvernos mejor como personas y sociedad.





Patricia Burgos Hitschfeld | Universidad Austral de Chile

Estudí Bioquímica por mi gusto por la biología y las matemáticas, sin embargo, nunca imaginé que sería científica, principalmente ya que no conocía a ningún científico, ni siquiera en la televisión de entonces. Cuando finalicé mis cursos básicos tuve que decidirme por una tesis, la primera vez donde me vería enfrentada a la ciencia de cerca. Durante ese período comenzó mi fascinación por la ciencia, no quizás por el tema específico que investigaba, sino por darme cuenta que la ciencia me permitía entretenerme con preguntas que surgían de discusiones de pasillo, no planificadas, que se elaboraban sólo con el tener ganas de pensar y leer. La adrenalina venía cuando eras capaz, con trabajo duro, de responderlas. Al siguiente día ya comenzaba una nueva. Luego de repetir esa dinámica en diferentes lugares y con gente absolutamente distinta culturalmente, inclusive en un idioma que no era el que mejor manejaba, me di cuenta que era lo que quería hacer el resto de mi vida. Responder preguntas que me interesan y tener la libertad de hacerlo en mi propio estilo. Esa es mi definición de ser un científico.

Felipe Cussen Abud | Universidad de Santiago de Chile

No considero que mi ámbito de investigación sea específicamente la ciencia, sino más bien las distintas formas de experiencia estética. En ese sentido, creo que lo que me ha impulsado es algo muy sencillo: me gusta leer libros, escuchar música, ver películas, asistir a exposiciones, y he querido indagar y profundizar en qué es lo que ocurre en esos momentos, qué ocurre con nuestras percepciones sensoriales y cuáles son los distintos efectos emotivos y reflexivos que nos suscitan.





Francisco Chávez Espinosa | Universidad de Chile

Lo que me motivó a estudiar ciencia fue la curiosidad por entender los fenómenos que me rodeaban cuando niño. Recuerdo que en mi país existían muchas luciérnagas y qué, persona que conoce estos maravillosos insectos no se pregunta ¿por qué se iluminan de ese bello color verde sus ojos? Situaciones como esas me sucedían a diario y gracias a que estudié bioquímica hoy día puedo comprender los fenómenos moleculares que le permiten a la luciferasa producir esa bella luz verde, y no solo eso, sino cómo podemos utilizar biotecnológicamente estos aspectos moleculares para comprender mejor los procesos naturales y moleculares de una célula. Incluso al conocer molecularmente las bases funcionales de cómo es captada la luz y qué cambios trae consigo la misma, podemos crear circuitos optogenéticos (regulados por la luz) con los que podemos hacer aplicaciones muy variadas.

Cristian Vilos Ortiz | Universidad Andrés Bello

Mi amor por la ciencia nació en las aulas del Liceo de Hombres Luis Cruz Martínez de Curicó. Recuerdo que mientras cursaba segundo año medio, junto a mi gran amigo/hermano Dr. Mario Cantín (Q.E.P.D.) pasábamos largas horas en los laboratorios de biología mirando preparaciones, reactivos y antiguos equipos, que por ese entonces representaban todo un mundo nuevo para nosotros. En la medida en que más comprendíamos de la complejidad del cuerpo humano y sus maravillas, nuestra pasión por aprender más, y descubrir sobre la biología del cuerpo humano, crecía de manera insostenible. Por cierto, el estudiar y entender el ¿cómo funcionan las cosas? ha sido un motor interno que me ha dirigido durante toda mi carrera científica. A lo largo del camino recorrido en ciencia, mis motivaciones han ido tomando nuevas directrices (conocer nuevas tecnologías, trabajar y compartir con científicos de renombre a nivel mundial, establecer mi laboratorio y sus líneas de investigación, etc.), todas ellas han estado siempre fundamentadas en el deseo genuino de investigar. Hoy en día, lo que más me motiva es hacer ciencia de excelencia y al nivel de los países del primer mundo, en torno a la nanomedicina, todo esto para poder ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas enfermas y contribuir a la sociedad; ya que las nuevas estrategias terapéuticas basadas en nanopartículas poliméricas, prometen ocupar un lugar significativo en la medicina del futuro.



Fotografía: Universidad Nacional Andrés Bello, UNAB



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE



explora
Un Programa CONICYT

PAREXPLORA
RMNORTE
PROYECTO ASOCIATIVO REGIONAL



FACULTAD DE MATEMÁTICAS
PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CHILE





Brotos Científicos

Revista de Investigaciones Escolares

brotescientificos.usach.cl



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE



explora
Un Programa CONICYT

PARAEXPLORA
RMNORTE
PROYECTO ASISTENTE REGIONAL



FACULTAD DE MATEMÁTICAS
PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CHILE