



Brotes Científicos

Revista de Investigaciones Escolares



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE



PRESENTACIÓN

La revista Brotes Científicos es una publicación creada en 2016 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 de la Universidad de Santiago de Chile. Su primer número salió a circulación a fines de marzo de 2017.

El objetivo principal de esta publicación, es ofrecer un espacio que permita dar a conocer a nivel nacional, las investigaciones de los estudiantes de Educación Básica y Media, que hayan participado en alguna de las instancias de investigación científica escolar u otros eventos, organizados por los Proyectos Asociativos EXPLORA a lo largo de todo Chile.

Con este número iniciamos el cuarto año de existencia de la revista. Se presentan 5 investigaciones escolares provenientes de diversos sectores y comunas de nuestro país, tales como Puerto Aysén, Chimbarongo, Santiago, Alto Hospicio y Huentelauquén. En este complejo escenario derivado de la pandemia que nos afecta, queremos felicitar a los 11 alumnos autores de los trabajos (5 hombres y 6 mujeres), los 5 profesores guía (todos hombres), los 4 asesores científicos (3 hombres y 1 mujer) y los 5 evaluadores (3 hombres y 2 mujeres), ya que sin la participación de todos ellos, estos artículos no estarían siendo publicados en este número. Además, damos la bienvenida a los nuevos integrantes del Comité Editorial que estará desde ahora integrado por 16 destacados académicos (8 mujeres y 8 hombres).

En esta oportunidad contamos con el saludo editorial de la Dra. Helia Molina, Decana de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Santiago de Chile; la columna de opinión del Dr. Rodrigo Martín, Universidad de Santiago de Chile y la entrevista a la Dra. Anahí Urquiza, Universidad de Chile. De forma adicional presentamos el reportaje centrado en los dos laboratorios que realizan exámenes de PCR de la Universidad de Santiago de Chile. Finalmente 6 profesoras de colegios de la Región Metropolitana nos responden la pregunta ¿De qué forma están realizando sus actividades docentes en medio de la Cuarentena?

PUBLICADA POR

Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad de Santiago de Chile
Proyecto Asociativo Regional, PAR EXPLORA Región Metropolitana Sur Poniente
Proyecto Asociativo Regional, PAR EXPLORA Región Metropolitana Norte
Brotes Científicos | Revista de Investigaciones Escolares
ISSN 0719-8566 Versión Impresa | ISSN 0719-8558 Versión en Línea | Vol. 4 | N° 1 (2020)

EDITOR GENERAL

José Luis Martínez

COMITÉ EDITORIAL

Paola Arias
Alexis Aspée
Diana Aurenque
Manuel Azócar
Oscar Bustos
Giugliana Campos
Alexandre Carbonnel
Claudia Córdoba
Angélica Ganga
Alejandro Reyes
Ricardo Salazar
Carol San Martín
Elia Soto
Lorena Sulz
Fernando Valiente
Raúl Vinet

EDICIÓN PERIODÍSTICA

Nadia Politis

DISEÑO Y PRODUCCIÓN

Francisco Rodríguez

CORRECTORES DE PRUEBA

Nadia Politis
Héctor Ríos

ADMINISTRADOR WEB

Héctor Ríos

CONTACTO

brotescientificos@usach.cl

Todas las fotografías o imágenes de los artículos son de exclusiva responsabilidad de los mismos autores.



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE



EDITORIAL

6

Helia Molina

Pasión científica en tiempos de pandemia

COLUMNA DE OPINIÓN

7

Rodrigo Martin

Ciudad y Coronavirus

REPORTAJE

8

**Ana María Sandino, Mónica Imarai,
Marcelo Cortez, Francisco Cubillos y
Yesseny Vásquez**

Científicas y científicos en apoyo
al sistema de salud del país

ENTREVISTA

12

Anahí Urquiza

"La pandemia nos evidencia que se puede vivir de
manera distinta, que el mundo puede cambiar"



CIENCIAS NATURALES

16

**Las propiedades antifúngicas de la *Gunnera tinctoria*
(nalca) en *Aspergillus niger* y *Penicillium* sp**

Martina Morales • Bastián Pacheco

17

**Diferencias en la ingesta de restos de origen antrópico por parte
de *Lycalopex culpaeus* y *Lycalopex griseus* entre zonas de alta y
baja afluencia de público en el Parque Nacional Río Clarillo**

Sofía Fuenzalida • Laura Carrasco

29

**Factores bióticos y abióticos que afectan la actividad
biofiltradora de *Diplodon chilensis* (bivalvia: hyriidae)**

Roberto Vásquez • Ricardo Medina

39

Lo que esconde tu ropa

Sofía Godoy • Matías Riquelme

49

**Avifauna y conservación de una charca estacional
en el sitio Ramsar las Salinas de Huentelauquén**

Ignacio Barraza • Llanka Cordero • Alejandra Navea

53

¿De qué forma está realizando sus actividades docentes en medio de la cuarentena?

Melissa Cancino

Colegio Polivalente San Pedro de Quilicura

María del Pilar Silva

Liceo A-4 Isaura Dinator de Guzmán

Magdalena Andrade

Subercaseaux College

Cynthia Silva

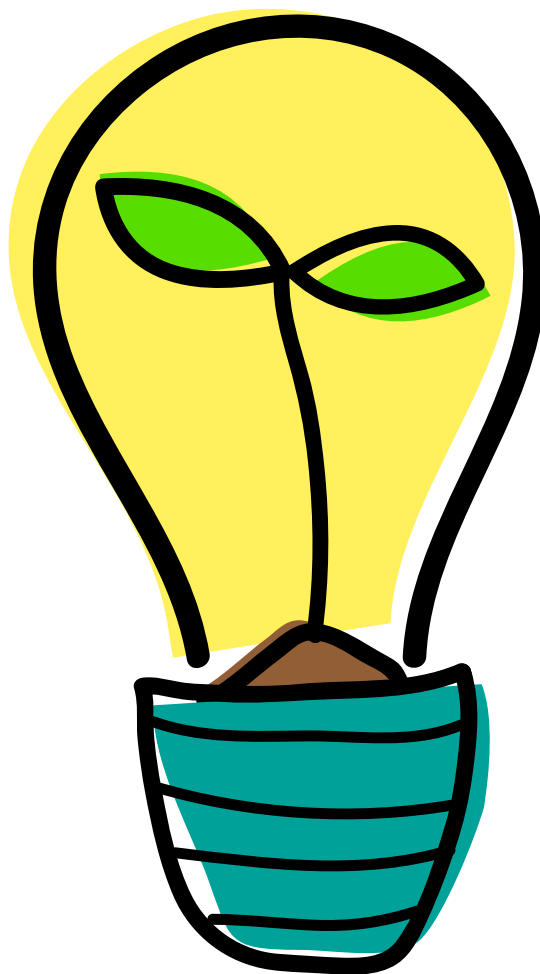
Centro Educacional Escritores de Chile

Paulina Galaz

Colegio Santa Bárbara HS

Cristhy González

Liceo miguel Rafael Prado





PASIÓN CIENTÍFICA EN TIEMPOS DE PANDEMIA

La pandemia por Covid-19 es una tragedia sanitaria, social y económica que ha impactado profundamente la vida de las personas en su contexto de vida cotidiana. Es fundamental que la transmisión del riesgo sea muy clara para lograr una conciencia ciudadana que facilite el control del contagio, la conciencia y disciplina ciudadana es fundamental.

Es por ello que publicaciones como Brote Científico son tan necesarios en estos tiempos en donde la ciencia y la salud pública son los protagonistas. Por este motivo es que a través de este proyecto de la Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo e Innovación de nuestra casa de estudios, se busca dar espacio a los grupos escolares que se están iniciando en el camino de la investigación y la ciencia. Una iniciativa que celebro y espero que se pueda conocer en todo el país y que será fuertemente apoyada por la Facultad de Ciencias Médicas.

Es así, como en estas páginas, podremos conocer investigaciones científicas escolares como la propiedades antifúngicas de la *Gunnera tinctoria* (nalca) en *Aspergillus niger* y *Penicillium* spp, realizada por estudiantes de Aysén. Nos acercaremos a la avifauna y conservación en el sitio Ramsar Las Salinas de Huentelauquén, y desde Chimbarongo conoceremos una propuesta de factores bióticos y abióticos que afectan la actividad biofiltradora de *Diplodon chilensis*, entre otras investigaciones.

Por supuesto que tras estos jóvenes brillantes están sus familias y profesores, con una mirada que va más allá de sus aprendizajes curriculares. Son estos aprendizajes significativos los que marcarán la formación de niños y niñas, formándolos con pensamiento crítico, indagación, y pasión por los desafíos. La ciencia es pasión y compromiso, como el adquirido por nuestras científicas y científicos que se unieron a la Red de Laboratorios Universitarios Covid-19, reconvirtiendo sus espacios de investigación para apoyar al país en el diagnóstico de Covid.

Los invito a conocer este nuevo número de Brote Científico, dedicado al impacto del Covid-19 en nuestra sociedad, y las investigaciones que nuestros jóvenes están realizando en distintos lugares del país.

Dra. Helia Molina

Decana de la Facultad de Ciencias Médicas
Universidad de Santiago de Chile

CIUDAD Y CORONAVIRUS



Rodrigo Martín / Arquitecto
Escuela de Arquitectura
Universidad de Santiago de Chile

A principios del 2020, la noticia sobre un virus peligroso que aparecía en China era difundida por los medios de comunicación. La eventualidad de generar una amenaza a escala planetaria era una posibilidad observada como distante aún. Hoy, luego de más de seis meses, esta amenaza se ha transformado en una realidad dramática y ha impactado la forma de vida de prácticamente todos los habitantes del planeta. La actual pandemia ha transformado nuestras vidas, nuestra forma de usar la ciudad, y probablemente generará un cambio en las ciudades a escala mundial.

Durante el periodo más intenso de contagios, se ha hecho necesario aislarnos en nuestras casas y mantener cuarentenas durante semanas, e incluso hasta meses. Las acciones de respuesta para mantener nuestras vidas funcionando en este confinamiento se han tenido que desarrollar de forma acelerada, pero también improvisada, obligándonos a prácticas a las que no estábamos acostumbrados, y en las que hemos tenido que aprender sobre la marcha mecanismos para intentar mantener trabajo, educación y vida social.

La primera consecuencia con la que nos hemos encontrado de improviso, han sido la necesidad de conformar espacios de trabajo y estudio dentro de las propias viviendas. Por una parte, el tiempo que antes destinábamos al desplazamiento hacia nuestros

lugares de estudio y trabajo se ha anulado, pero, por otra parte, nos hemos visto desafiados a mantener un conjunto de actividades diversas de forma simultánea, en un espacio acotado: nuestras casas. La vivienda, que antes veíamos como espacios para compartir en familia, cocinar, comer y dormir, han tenido de reorganizarse para permitir espacios de trabajo o estudio para los diferentes miembros de la familia. Espacios destinados a comedor, se han transformado en oficinas improvisadas, dormitorios y cocinas en salas de clases, y rincones más silenciosos y privados en salas de reuniones. Esta reconfiguración de espacios y actividades, es la primera reacción a las restricciones que nos plantea la actual pandemia.

Pero tal como las viviendas han tenido que reformularse, en la medida en que tengamos que recuperar algún grado de funcionalidad regular, trasladaremos estas reformulaciones al espacio de la ciudad, y veremos las consecuencias de estos cambios de hábitos, en los espacios urbanos.

En un primer momento, las medidas de distanciamiento y control, serán las que definan nuestra forma de desplazarnos por la ciudad y relacionarnos unos con otros. El uso masivo de transporte público será algo que producirá temor, pero que será inevitable. Donde las distancias sugeridas como seguras de 1,5 metros entre persona y persona serán una tarea difícil de cumplir, pero

también muy difícil de fiscalizar. La demarcación de veredas, plazas y parques para informar a los habitantes de la ciudad sobre los mínimos de distancia segura, se transformarán en parte del paisaje urbano, y veremos círculos dibujados en el pavimento en la espera de semáforos, filas en locales comerciales y en el pasto de las aéreas verdes y parques. Sin embargo, es probable que tal como la incomodidad para lograr un espacio funcional dentro de la vivienda, en los espacios urbanos también existan dificultades para mantener estas distancias seguras.

Es por esto que, en el mediano plazo, deberán establecerse medidas más profundas para lograr distanciamiento seguro en los espacios urbanos. Primero, será necesario cambiar las dinámicas de funcionamiento de la ciudad, es decir, que tendremos que ajustar los horarios de funcionamiento de las distintas actividades para lograr que una nueva curva se "aplane", la curva de horas peak o de saturación, que hasta los días previos a la pandemia, nos presentaba dos momentos de mayor altura, el horario de ingreso al trabajo o estudio en la mañana, y el retorno a la casa en la tarde. Esta curva con dos cimas, se reproducía día tras día, con una regularidad constante, y era posible observar además la dirección de movimiento de esta saturación al comparar los andenes de metro en la mañana, repletos en dirección oriente, y en la tarde de forma opuesta. Para lograr distancias seguras en el espacio urbano será necesario distribuir esta saturación durante todo el día, aplanando esta curva, para que la cantidad de viajes necesarios para mantener la funcionalidad de la ciudad, se organicen durante toda la jornada diaria. Para esto, nuestros hábitos de trabajo y estudio se verán cuestionados, los horarios de ingreso y salida, la necesidad de presencia física se reducirá al mínimo, y tenderemos a buscar ritmos de desplazamiento que eviten al máximo el encuentro con grupos de otras personas.

En el futuro es posible que nuestra experiencia de la ciudad, sea una experiencia más "solitaria" o al menos más distante unos de otros. Esto contradice una de las funciones y valores más importantes de toda ciudad, que es la de generar la posibilidad de encuentro y la socialización con otros. Así los desafíos que enfrentaremos serán el pensar una forma de reconstruir los espacios de encuentro y el diseñar el nuevo espacio público de nuestras ciudades y sociedades.

Los laboratorios de investigación Usach transformaron su infraestructura tras pandemia por COVID-19:

CIENTÍFICAS Y CIENTÍFICOS EN APOYO AL SISTEMA DE SALUD DEL PAÍS

La emergencia sanitaria por el virus responsable de COVID-19, obligó a paralizar las actividades académicas al interior del campus de la Universidad de Santiago. Sin embargo, al interior de sus laboratorios, académicos, investigadores y egresados comenzaron una carrera contra el tiempo convirtiendo su equipamiento científico en infraestructura para el diagnóstico del virus Sars-Cov-2 en muestras humanas.

Por Irma Fernández, Ignacio Vallejos y Nadia Politis



En medio de la cuarentena salen de sus hogares, toman sus implementos de seguridad, se despiden de sus familias, y emprenden el viaje. Saben que toman un riesgo, pero dicen que vale la pena. Continuar con la rutina de trabajo les permite integrar un grupo de colaboración nacional, que ha sido fundamental en el apoyo a los servicios de salud afectados por la pandemia. Conversamos con los directores de laboratorios de la Usach que se sumaron al desafío, e integraron una iniciativa inédita. En estas páginas relatan parte de sus reflexiones y el rol que debería tomar la ciencia en la vida de los chilenos.

La historia parte con dos laboratorios, de nombre similares, pero con equipos diversos: Primero, fue el Laboratorio de Virología del Centro de

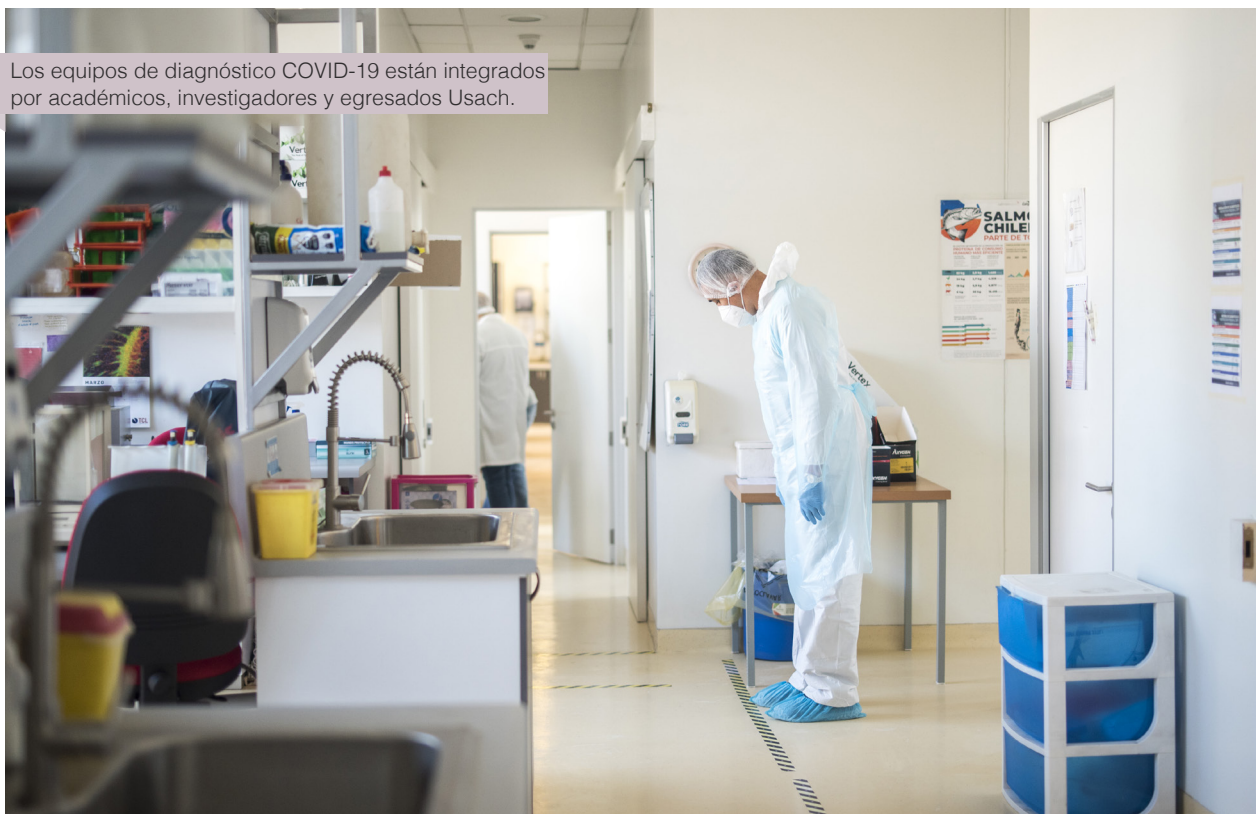
Biotecnología Acuícola (CBA-Usach) y después, el Laboratorio de Virología Molecular y Control de Patógenos de la Facultad de Química y Biología de la misma casa de estudios. Sus directores tomaron la decisión de unirse a la Red de Laboratorios Universitarios COVID-19, coordinada por los Ministerios de Ciencia y Salud.

Reorganizaron a sus equipos, implementaron las medidas de seguridad, y comenzaron los análisis de diagnóstico COVID-19. “Usamos el PCR muchas veces, hace muchos años, y entonces reclutamos gente que son los mismos chiquillos que trabajaron en nuestro laboratorio, o que de alguna manera estuvieron vinculados a él. Armamos el grupo y empezamos a probar. Fue así, muy rápido, sin siquiera pensarlo, y en

la medida que íbamos avanzando, este iba creciendo”, señala la doctora Ana María Sandino, encargada del primer laboratorio COVID de la Usach en recibir la aprobación del Instituto de Salud Pública de Chile (ISP).

La académica destaca que uno de los aspectos más importantes para lograr el éxito, en cualquier nivel, se debe al trabajo mancomunado de los casi 30 profesionales que desarrollan las tareas de diagnóstico. “Creo que una cosa común de este grupo de jóvenes es que ellos se han formado para ser profesionales, con el gusto de hacer investigación, y de trabajar en estos temas con un sello de servicio público. Yo creo que eso es una característica que representa una oportunidad de aportar al país en un momento de necesidad”, afirma la Dra. Sandino.

Los equipos de diagnóstico COVID-19 están integrados por académicos, investigadores y egresados Usach.



Fotografía: Héctor Millán / Ministerio de Ciencia

Concuerda con esta idea el Director del Laboratorio de Virología Molecular y Control de Patógenos, de la Facultad de Química y Biología Usach, Dr. Marcelo Cortez. El responsable del segundo laboratorio de la universidad en recibir la aprobación de la autoridad sanitaria, reorganizó los equipos de trabajo con los académicos Dra. Yesseny Vásquez y Dr. Francisco Cubillos, para poner en marcha la detección: “Una de las cosas que uno aprende inmediatamente introduciéndose en el mundo de las ciencias, o el mundo del laboratorio, es que el científico solitario no existe. Se debe tener una red de colaboración interna, nacional e internacional, y siempre es fundamental contar con un colega, un estudiante o quien quiera apoyar, para lograr un buen trabajo”.

“El mayor desafío de la reconversión fue preparar en poco tiempo un equipo de trabajo muy coordinado, que trabajara en condiciones muy rigurosas, que velaran tanto por la seguridad personal como también

que asegurara una alta confiabilidad de los resultados generados. Todos nos sentimos muy comprometidos y responsables del rol que cumpliríamos, por lo que sentimos la presión de responder de la mejor manera posible a este desafío, sin dar cabida a equivocaciones”, señala la Dra. Yesseny Vásquez.

La Ciencia nos cambia la vida

Según los académicos Usach, la emergencia por COVID-19 ha puesto de manifiesto la contribución de la investigación, el desarrollo y la innovación a beneficio de las personas, las familias, y la sociedad. “Lo que faltaría evidenciar, es que



Fotografía: Héctor Millán / Ministerio de Ciencia

El equipo de investigadores e investigadoras Usach trabaja en el diagnóstico de muestras COVID-19 con los más altos estándares de seguridad, para prevenir cualquier tipo de emergencia.

ninguna de las cosas que se logran mediante la investigación y aplicación científica son azarosas o fruto de la improvisación, sino que obedecen a la constante formación de profesionales e investigadores capaces de poner sus conocimientos al servicio de los desafíos imperantes”, señala la Dra. Mónica Imarai, Directora del Centro de Biotecnología Acuícola (CBA-Usach).

En Chile no existen lugares donde fabricar vacunas a gran escala, y se depende de la capacidad productiva y stock de los otros países. Por lo que, considerando una alta demanda ante una vacuna contra el virus responsable de COVID-19 en todo el mundo, la reflexión -que surge desde los investigadores- es la necesidad de una promoción de políticas públicas que permitan un cierto nivel de auto-sustentabilidad. “Con respecto a la biotecnología, tenemos el conocimiento y el personal para poder hacer lo que queramos. A lo mejor no podemos hacer un cohete para llegar a Marte,

pero sí tenemos la capacidad humana para poder desarrollar vacunas, medicamentos y equipos médicos por ejemplo”, afirma el Dr. Marcelo Cortez.

En tanto que el Dr. Francisco Cubillos señala de qué forma la pandemia ha visibilizado el rol fundamental de la Ciencia en Chile: “El COVID-19 demuestra lo necesario que es tener capacidades desarrolladas y la generación de profesionales y expertos en diversas áreas de la ciencia, para hacer frente a estos desafíos. Afortunadamente, en la Universidad de Santiago de Chile contamos con las capacidades técnicas y el conocimiento necesario para responder, con un gran número de personas con un tremendo corazón e ímpetu para trabajar largas horas y poder diagnosticar a miles de personas”, sostiene.

La alfabetización científica, como una forma de acercar la ciencia a las personas, es otro de los grandes desafíos que ha evidenciado la

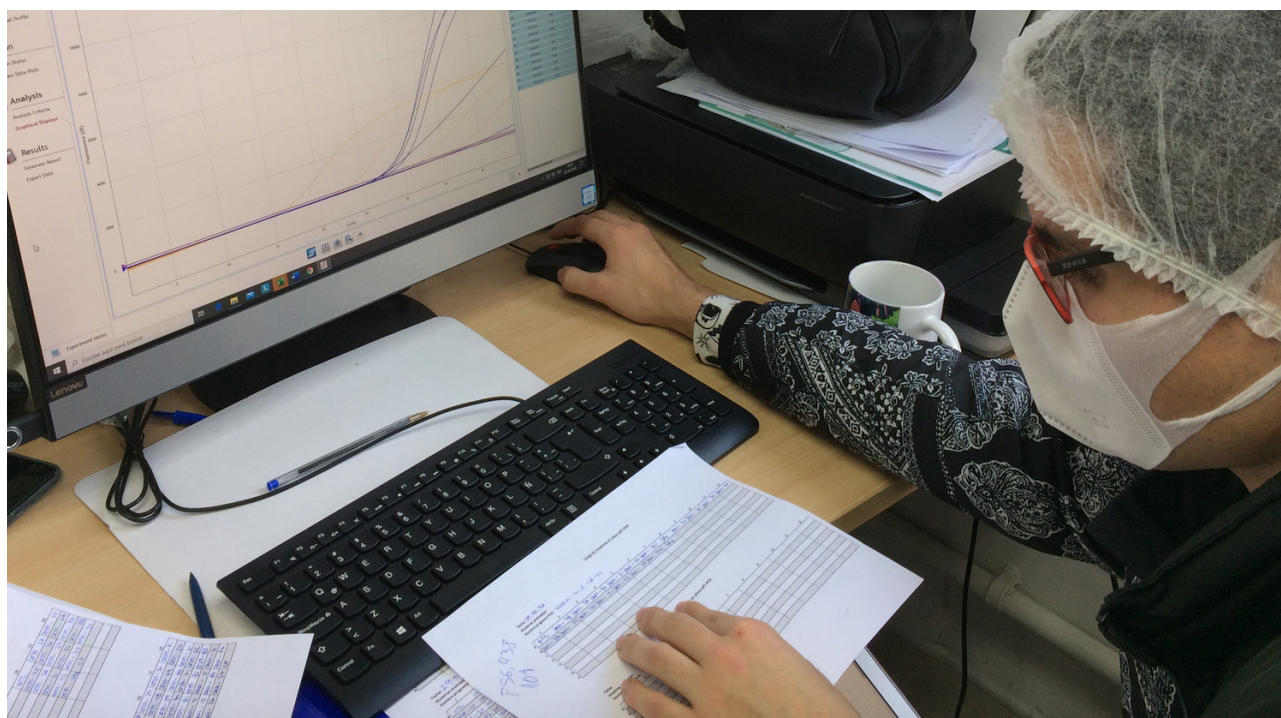
pandemia a juicio de la Dra. Mónica Imarai: “Si el ciudadano no sabe, por ejemplo, que un virus está en todas partes, que lo acarreamos en los zapatos, lo diseminamos cuando se estornuda, cuando tenemos las manos sucias y no le podemos transmitir esa idea a todas las personas, sucederá finalmente que el incremento de contagios ocurrirá por la falta de conciencia y de información en la población”, indica la investigadora.

Los profesores Cortez, Imarai y Sandino realizan un llamado a mirar la ciencia con ojos curiosos, y recordar que muchas veces las oportunidades de admiración se encuentran en la sala de clases. Con el trabajo con profesores, en talleres de experimentación o a través de la participación en congresos escolares. Instancias que conectan estudiantes con diversas realidades, y que pueden ser un invaluable punto de partida para incentivar a los científicos y científicas del futuro.



Fotografía: Dr. Marcelo Cortez

El registro de muestras, de suministros como reactivos, e insumos de laboratorio, son fundamentales para asegurar procedimientos diagnósticos exitosos.



Fotografía. Dr. Marcelo Cortez

Estudiantes egresados de la Usach trabajan en el Laboratorio de Virología Molecular y Control de Patógenos, de la Facultad de Química y Biología, en el diagnóstico de test PCR.

INTEGRANTES DE LOS LABORATORIOS DE DIAGNÓSTICO USACH/COVID-19

Laboratorio de Virología del Centro de Biotecnología Acuícola (CBA-Usach)	
1	Valentina Wong Benito
2	Cristián Andrade
3	Alejandro Undurraga Rodríguez
4	Daniela Barría
5	Dr. Julio Cartagena Muñoz
6	Roberto Luraschi Vargas
7	Sebastián Tapia Pasten
8	Esteban Arenillas Salinas
9	Claudio Vergara Riggantti
10	Claudia Rioseco del Pino
11	Claudia Torrent Farías
12	Álvaro Santibáñez
13	Andrea Mella
14	Dr. Carlos Barrera
15	Felipe Hernández
16	Dr. Javier Mena
17	Javiera Alarcón
18	Javiera Cayunao
19	Maximiliano Figueroa Cuadra
20	Charlotte Astete Muñoz
21	Javiera Quiroz Zelada
22	Gaby Gutiérrez
23	Andrea Hein Tironi
24	Dra. Deborah Vargas
25	Daniel Valdés
26	Dr. Felipe Reyes-López
27	Dr. Claudio Acuña
28	Dra. Ana María Sandino
29	Dra. Mónica Imarai

Laboratorio de Virología Molecular y Control de Patógenos. Facultad de Química y Biología Usach	
1	Dr. Marcelo Andres Cortez San Martín
2	Dra. Yesseny Amneris Vásquez Martínez
3	Dr. Francisco Alberto Cubillos Riffo
4	Dra. Carla Ferrada Maass
5	Claudia Angélica Paz Galleguillos Becerra
6	Sofía Antonieta Michelson Quintana
7	Matías Ignacio Cárdenas Pérez
8	Valentina Estefanía Abarca Fuenzalida
9	Claudia Paola Villegas Pereira
10	Kamila Andrea Urbina Hillmer
11	Dr. Pablo Alfonso Villarreal Diaz
12	Dra. Claudia Melissa Muñoz Villagran
13	Dra. Jennifer Natalia Molinet Parada
14	Mariela Gladys Pilquini Retamal
15	Fabiola Ivette Michel Araya
16	Antonio Edgardo Molina Riffo
17	Dr. Carlos Alberto Villarroel Figueroa
18	Valeria Andrea Véjar Reyes
19	Noemy Andrea Alcayaga Pérez
20	Francisca María Jose Tapia Porras
21	Nicole Almendra Queirolo Diaz

Dra. Anahí Urquiza, Antropóloga

“LA PANDEMIA NOS EVIDENCIA QUE SE PUEDE VIVIR DE MANERA DISTINTA, QUE EL MUNDO PUEDE CAMBIAR”

Es la afirmación de la Antropóloga Anahí Urquiza, quien agrega que “eso permitirá entender mejor el mundo para tomar las decisiones políticas y económicas del mañana”

Por Catalina Moya Catalán

Anahí Urquiza es Antropóloga de formación inicial. Hizo su Magister en Antropología y Desarrollo, especialidad muy vinculada a las Ciencias Sociales Aplicadas. Realizó en Alemania su Doctorado en Sociología con una investigación sobre cambio climático. Su interés por los temas medio-ambientales empezó al finalizar el pregrado cuando se ocupó en entender cómo se organiza la sociedad contemporánea. Así descubrió que los problemas ambientales son vistos de manera muy diferente desde las distintas perspectivas (la empresa o la sociedad civil). Se interesó por cómo la sociedad se hace cargo de estos problemas desde el nivel global al nivel local, en diferentes escalas. De regreso en Chile, se incorporó al Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia CR2, con el desafío de construir conocimiento desde distintas disciplinas. Actualmente participa activamente en distintas iniciativas del PAR Explora RM Sur Poniente de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.



Anahí Urquiza, Doctora en Sociología



A nivel local ¿cómo crees que la pandemia pudiese ayudarnos a proyectar vivir mejor en medio de estos conflictos ambientales?

Lo primero que hay que entender es que los problemas ambientales son problemas de desigualdad, porque quienes más contaminan no son quienes van a sufrir las consecuencias de eso. Tanto en el uso de recursos como los residuos. En nuestro país, los problemas ambientales profundizan las desigualdades ya existentes, eso es algo que ha empezado a quedar con mucha evidencia en los últimos años. Sobre todo en el modelo que tenemos en Chile para el uso del agua, eso fue en alguna medida una semilla del estallido social porque es muy evidente la injusticia, ¿cómo no voy a poder tener agua para beber, para alimentar a mis hijos, mientras hay unas plantaciones de paltos brutales al lado mío que están completamente verdes? Ese nivel de injusticia empezó a tener una resonancia muy fuerte gracias al movimiento social. Igual que las zonas de sacrificio, ya llevamos un buen tiempo hablando de eso.

La pandemia es un líquido de contraste de todas estas realidades, nos muestra muy claramente que hay formas

muy distintas de vivir. No es lo mismo vivir una pandemia en hacinamiento, sin acceso a agua, sin empleo permanente que en casas cómodas, con todos los recursos, con capacidad de teletrabajo, niños que se pueden conectar para no perder clases, que pueden estudiar a distancia, frente a otra realidad que no tiene nada de eso. Son mundos completamente distintos. Me atrevería a decir que no vamos a poder seguir siendo los mismos de antes. La gente más privilegiada va a intentar que esto siga así, por lo difícil que es renunciar a los privilegios, van a hacer todo lo posible. Si llegan a lograr controlarlo, va a ser temporal porque ya no se sostiene, no tiene sentido.

Hay que tener cuidado de pensar que la desigualdad y la injusticia antes no existían, pensemos que, además, antes había esclavitud. La gran diferencia es que antes esas desigualdades eran legítimas, si nacías plebeyo eso era lo que te tocaba vivir, pero ése no es el mundo de ahora. Se ha ido afirmando la expectativa de igualdad, que viene de la Revolución Francesa y uno podría decir que a estas alturas está mucho más internalizado, como lo que está ocurriendo ahora con el racismo, no es aceptado por la sociedad.

En un mundo globalizado donde tenemos acceso a la información, podemos conocer de manera concreta sobre las injusticias. No es lo mismo saber que mataron a alguien que ver una grabación sobre cómo están matando a alguien. Eso hace que sea insostenible ese tipo de desigualdad.

¿Qué alternativa de reactivación deberíamos adoptar que apunte hacia un desarrollo más sustentable?

En las crisis económicas se baja la intensidad del consumo de los recursos y la intensidad de la contaminación, eso ha sido muy evidente. Sin embargo, la reactivación económica que viene después de grandes crisis es muy agresiva, en cuanto a emisiones de gases efecto invernadero y explotación de los recursos en general, eso debido a que se prioriza resolver problemas urgentes pero con las viejas alternativas. Esto tiene implicancias importantes en como se afecta el ecosistema en el que vivimos.

Esta pandemia nos enseña por una parte: que tenemos que ser más humildes, que somos mucho más vulnerables de lo que creíamos que éramos, y que podemos hacer las cosas distintas, es decir, que el mundo puede cambiar. Eso no estaba tan claro antes, costaba transmitir la posibilidad de una transformación. Otra cosa que puede pasar es que al avanzar rápido en temas urgentes como la pobreza puede que sea más difícil avanzar en la sustentabilidad.

Pensando en la pandemia y en lo que vendrá, ¿qué rol ocupa la ciencia hoy día? ¿Cómo la posicionamos de manera efectiva para una toma de decisiones basada en el conocimiento científico?

Hay que mirar la evolución de la humanidad, hasta no hace mucho y en algunos lugares del mundo quien define la verdad es Dios, es la religión la que da las explicaciones del mundo. Con el proceso de secularización cada vez más, y eso es parte del fenómeno que estamos viviendo hoy día, la explicación del mundo la da la ciencia y eso es porque es mucho más accesible, porque la ciencia permea a la sociedad, se incorpora a la toma de decisiones, pasa a ser relevante.

Hoy día cuando algo se comunica como cierto tiene que tener algún respaldo experto, el que lo está diciendo tiene algunas medallas, hay investigaciones a las que se pueden hacer referencia. Pero la incertidumbre es parte de la generación de conocimiento, entonces creamos conocimiento para complementar esa incertidumbre, que no es la línea que quisiera seguir en la política. Porque es verdad que la información que entrega la ciencia es entendida como “la verdad” pero sabemos que esa verdad tiene comillas, es verdad mientras dure porque en cualquier momento puede

dejar de serlo, pero desde la opinión pública, desde la política eso no es posible. Por ejemplo a los meteorólogos les carga que vengan los periodistas a preguntarle: este aluvión ¿es por el cambio climático? Es que eso no se puede decir, es mucho más complejo, porque este tipo de eventos son más frecuentes y pueden estar relacionados, pero no puedo hacer la linealidad de causa y efecto. Esa complejidad de la ciencia dentro de la opinión pública y de los tomadores de decisiones no se entiende bien. Porque alguien asume el riesgo de esa decisión, y ése es el político, entonces en ese sentido siempre se busca evidencia y es difícil pedirle algo así a la ciencia. Son racionalidades distintas.

Pero hay evidencia, hace un tiempo se viene hablando de disminuir emisiones, de tener economías sustentables, de trazar un camino diferente para el desarrollo. Hace años se está diciendo y no hay ambición de los gobiernos, eso es una realidad.

Pero, también hay que tomar en cuenta otros factores, yo me podría poner a reclamar que los políticos son irresponsables y eso es verdad. Yo lo hago cuando salgo a protestar como ciudadana, pero como científica tengo que tratar de entender qué es lo que está detrás de eso.

En Alemania, por ejemplo, la opinión pública tiene mucha información sobre el cambio climático, por lo tanto se exige cierta responsabilidad. Acá la opinión pública tiene muy poca información sobre estos temas, la gente no maneja bien la información. Los niveles de incertidumbre de la ciencia dejan ciertos márgenes, en el fondo siempre puedes mirar el riesgo menor para tomar una decisión. Pero el gran problema es que tienes que tomar decisiones hoy día para el beneficio del futuro y para otros, esa temporalidad requiere sacrificar o cambiar el rumbo y hacer las cosas de otra manera. Necesitamos que la opinión pública incorpore mucho más estos temas para intencionar el voto por ejemplo, y que esté en la agenda política de manera permanente. Si es que es la quinta, sexta, octava o décima prioridad nunca va a ser relevante. Entonces si ofreces un plan de reactivación verde, pero hacemos que todos los proyectos se aprueben pasando rápidamente por la Certificación Ambiental da igual, a nadie le va a importar porque todos están preocupados de que van a comer mañana. Es importante empezar con estos temas en el colegio, que se entienda la ciencia para que el adulto después pueda demandarle más a la política.

¿Cómo debiese involucrarse la juventud con estos temas? Pienso en la generación Fridays For Future ¿Cómo ves el cambio paradigmático en esa generación?

A mí me sorprende lo poco que los niños y jóvenes entienden del mundo que los rodea con ojos de ciencia,

que entiendan que al prender la luz hay un proceso fascinante detrás. Ellos mismos deberían reaccionar a ciertas cosas a partir del conocimiento científico, enfrentando el mundo desde ahí, porque al final toda esa generación va a estar en la toma de decisiones del mundo económico, político y es parte de su forma de entender el mundo. La pandemia pone en evidencia eso, desde marzo los expertos están diciendo actúen ahora, esto va a ser una catástrofe, pero no, tomaron ciertas proyecciones, las reajustaron porque los criterios políticos primaron sobre los otros. Hoy día estamos viendo un desastre que es muy peligroso. Uno escucha en el discurso político la desacreditación de la ciencia, en palabras del ex Ministro de Salud “todos los modelos que me mostraron en enero se derrumbaron”. Eso es algo muy peligroso, es el desprestigio del conocimiento científico para la toma de decisiones. Es peligroso porque en Chile gozamos de mucho prestigio aún en la ciencia.

¿Se manipula la información?

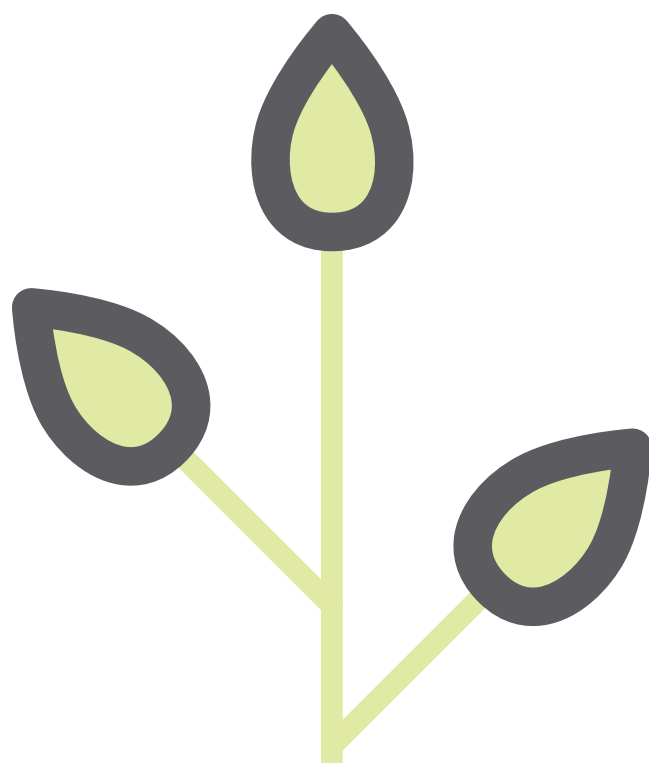
En otros países sí, Estados Unidos se afirma de esa incertidumbre, de esos márgenes de errores porque priman otros criterios, el petróleo, el crecimiento, etc. La ciencia te dice que eso no es viable en un mundo que es finito. A mí me preocupa que post pandemia nos pase algo así, porque por justificar malas decisiones es fácil echarle la culpa a la ciencia.

¿Cómo hacemos que la comunidad científica tome más protagonismo a la hora de comunicar a la sociedad sus conocimientos?

Ahí también hay todo por hacer. Partiendo porque el financiamiento para la ciencia en Chile es ridículo para el tipo de país y los desafíos que tenemos. No es llegar y tomar la ciencia desde afuera, lo que sucede en nuestro país es que tenemos que generar conocimiento que sea capaz de dialogar con la ciencia mundial pero que se genere acá.

Además del financiamiento creo que también se conjuga con los incentivos y condiciones necesarias para que los académicos incorporen ese conocimiento a la opinión pública. En la Universidad de Chile tenemos esa lógica del compromiso con lo público. A nivel general cuando haces un análisis del mundo científico en Chile ves que no hay incentivos para que el científico comunique a la comunidad lo que sabe, que baje el paper a las personas. Porque a los científicos nos miden solo por los paper que publicamos, la indexación y así hay mucha gente que solo se dedica a eso. Yo creo que ese sentido tiene que cambiar, debemos ser responsables tanto de generar conocimiento como de comunicarlo. Las universidades debiesen ser más activas en ese rol de transmisión, se debiesen fortalecer las unidades de comunicación de todas las universidades.





CIENCIAS NATURALES

16

LAS PROPIEDADES ANTIFÚNGICAS DE LA *GUNNERA TINCTORIA* (NALCA) EN *ASPERGILLUS NIGER* Y *PENICILLIUM* SP

THE ANTIFUNGAL PROPERTIES OF *GUNNERA TINCTORIA* (NALCA) TOWARDS *ASPERGILLUS NIGER* AND *PENICILLIUM* SP

Martina Morales • Bastián Pacheco
 Profesor Guía: Pablo Rodríguez
 Liceo Mañihuales, Puerto Aysén
 Asesor Científico: Soraya Villagrán
 Evaluador: Alberto González

Resumen

Se investigó sobre la propiedad antifúngica que posee la nalca, considerando la molestia de la presencia de los mohos en frutas y verduras. Se desea comprobar el efecto de la nalca en el crecimiento de *Aspergillus niger* (moho del tomate) y *Penicillium* sp (moho del limón), debido al crecimiento fúngico en poco tiempo. La pregunta de investigación es: “¿Cuánto tiempo demora el crecimiento de hongos en tomates y limones con y sin la aplicación de un spray en base a un extracto acuoso de nalca?”. Se espera que demore más tiempo o no aparezca nunca en limones y tomates con la aplicación de la nalca. Se elaboró un extracto acuoso de nalca por medio de la maceración en agua. Se efectuaron varias pruebas y comparaciones, tanto para determinar el tiempo de crecimiento de los hongos, como el efecto del extracto en distintas concentraciones. Los Resultados indican que evita el crecimiento de *Aspergillus niger* y *Penicillium* sp, dependiendo de la concentración y la calidad de la nalca que contiene. Con la cantidad adecuada evita el crecimiento total de hongo. Se puede determinar que la nalca es un potencial antifúngico que retrasa y/o evita el crecimiento de los hongos en tomates y limones.

Palabras claves: Propiedad antifúngica; Nalca; Moho del tomate; Moho del limón

Abstract

In the present work, the antifungal activity of nalca aqueous extracts was tested, due to the fastidious presence of molds in fruits and vegetables. The target fungi will be *Aspergillus niger* (tomato mold) and *Penicillium* sp (lemon mold). These fungi were selected for its growth in short time. The research question is: How long will take mold apparition in tomatoes and lemons with or without the application of an aqueous nalca extract?. The expected effect of nalca extract will be a delay or a suppression in mold growth. An aqueous extract from nalca was prepared by means of maceration. Several tests determined the fungi growth time as well as the dose – response relationship. Nalca aqueous extract inhibit *A. niger* and *Penicillium* sp growth, depending on the concentration and quality of nalca. Nalca is a promising antifungal bioproduct, which delay and/or suppress mold growth in tomatoes and lemons.

Keywords: Antifungal property; Nalca; Tomato mold; Lemon mold

El Proyecto participó en:

- * XIII Congreso Regional de las Ciencias y Tecnología Explora de CONICYT Región de Aysén 2018 (1^{er} Lugar Enseñanza Básica)
- * XIX Congreso Nacional de las Ciencias y Tecnología Explora de CONICYT Región Bio-Bio 2018



Introducción

En la región de Aysén, considerando los altos índices de humedad de la zona, existe la presencia de grandes cantidades de nalcas o pangues. Es habitual visualizarla a la orilla de los caminos de la carretera austral, en coexistencia con musgos, helechos y otras especies cercanas a ríos o cascadas. En la localidad de Villa Mañihuales, ubicada en la carretera austral norte a 60 km de Puerto Aysén, se encuentra una marcada presencia la planta de la nalca, conocida científicamente como *Gunnera tinctoria*, nombre de la especie de nalca más abundante en la zona sur de Chile.

Debido a la observación de nalcas alrededor de los caminos, se generan las primeras preguntas, ya que suelen estar presente la mayor parte del año y su tallo es consumido abundantemente. Bajo este contexto, existen personas que mencionan efectos curativos de la nalca y otros usos conocidos por ellos. De acuerdo a lo descrito por Besoain (2016) se elaboran subproductos de la nalca como jugos, ensaladas y mermeladas. Se determina que es un producto utilizado con habitualidad, lo que genera el interés de investigar sus propiedades.

Dentro de las primeras propiedades investigadas de la nalca, aparece la acción antioxidante. En la investigación llevaba a cabo por Castro y Baeza (2009) se determinó y comprobó la capacidad antioxidante de la nalca. Además, esta investigación indica que las personas utilizan la nalca como antidiarreico, ya que en el tallo existe presencia de hidratos de carbono y taninos, siendo uno de estos el factor de su consumo.

Basado en los conocimientos adquiridos y a los beneficios que posee la nalca, se investigan más caracte-

rísticas que presenta la planta mencionada. Debido a la investigación de Montecinos (2014) se comprueba que la nalca posee la propiedad antibacterial al generar un efecto inhibidor en el desarrollo de *Helicobacter pylori* j99 y *Escherichia coli* cuando son aisladas agregando un extracto de nalca.

Finalmente, en la investigación de Zamorano *et al.* (2018) posterior a un análisis químico de la nalca, se determinó la cantidad de polifenoles totales, cuyo valor fue 7291.1 ± 224 mg GAE/100 g BS, lo cual es un llamado de atención considerando que frutos conocidos por su gran capacidad antioxidante presentan menores cantidad de polifenoles. El calafate (*Berberis microphylla*) presenta 6553 mg GAE/100 g BS investigado por Ramirez *et al.* (2015) y el maqui (*Aristotelia chilensis*) presenta 4900 mg GAE/100 g BS investigado por Genshowsky *et al.* (2016). Por consiguiente, Zamorano *et al.* (2018) asocia el efecto antifúngico al contenido de polifenoles totales, ya que estos compuestos pueden atravesar la membrana celular de hongos y bacterias comprometiendo la viabilidad de estos. Además, indica que la nalca tiene un efecto fungicida, capaz de eliminar a los hongos.

Por medio de la información recopilada, se inicia esta experiencia para comprobar el efecto antifúngico de forma macroscópica en frutas y/o verduras de uso común. Esto implica observar el efecto de la nalca en los frutos en un periodo determinado de tiempo, entre 15 a 40 días, considerando el tiempo de crecimiento de hongos en condiciones normales de presión y temperatura. Para así visualizar cambios o conservación que tengan las especies analizadas.



Se decide trabajar con dos frutos utilizados con frecuencia en nuestras vidas cotidianas, el tomate (*Solanum lycopersicum*) y el limón (*Citrus x limon*), debido a que se conoce y es posible observar la aparición temprana de mohos en estos frutos, el *Aspergillus niger* (moho del tomate) y el *Penicillium* sp (moho del limón)

Se requiere realizar una secuencia adecuada para la comprobación de la actividad antifúngica de la nalca en *A. niger* y *Penicillium*. Para esto, se preparará un extracto acuoso, por medio de maceración en agua, para que impida o retrase el crecimiento de hongos. Debido a la propiedad antifúngica presente en la nalca que es atribuido a la cantidad de polifenoles que posee (Perez *et al.*, 2008). La elaboración de un antifúngico natural por medio de un extracto acuoso de nalca entrega la siguiente pregunta de investigación, ¿Cuánto tiempo demora el crecimiento de hongos en tomates y limones con y sin la aplicación de un spray en base a un extracto acuoso de nalca? De tener una respuesta positiva, se entregará la información a la comunidad para que puedan utilizar el antifúngico en sus huertas o en los mismos frutos, obteniendo así un rango más amplio de testeo del producto preparado, logrando una proyección del trabajo. Mientras tanto, patentar el producto elaborado como un antifúngico natural de Villa Mañihuales. Por otro lado, lograr traspasar y reproducir la información en diferentes medios de difusión.

Hipótesis

El spray en base a un extracto acuoso de nalca (*Gunnera tinctoria*) actúa como inhibidor o retardante en el crecimiento de hongos en limones y tomates en condiciones normales.

Objetivo general

Comprobar las propiedades antifúngicas de la nalca (*Gunnera tinctoria*) impidiendo o retardando el crecimiento de hongos como *Aspergillus niger* y *Penicillium* sp, presentes en tomates y limones respectivamente, en condiciones normales.

Objetivos específicos

- Elaborar un producto spray en base a un extracto acuoso de nalca por medio de una maceración en agua.
- Describir el efecto antifúngico presente en la nalca considerando distintos periodos de extracción de la planta.

- Evaluar el efecto antifúngico de la nalca en frutas, como el tomate y el limón, donde crecen hongos en condiciones normales.

Metodología

1) Muestreo de Nalcas

Para comenzar con el análisis de las propiedades antifúngicas de la nalca se efectuaron dos periodos de extracciones, la primera el 9 de agosto del 2018, al tratarse del periodo de invierno, es complejo encontrar nalca en condiciones óptimas, ya que se encuentra muerta y vuelve a crecer a finales de agosto. No obstante, se extrajo nalca en este estado, con las siguientes características, hojas secas, tallos húmedos, color. Se apreciaba un color café claro sin presencia de hongos. La segunda extracción fue el 4 de septiembre del 2018, extrayendo una nalca juvenil (en crecimiento), con un color verde oscuro en las hojas, con tallos muy cortos y de color verde amarillento.

Para analizar visualmente las diferentes extracciones de nalca y separarlas en distintas partes, se realizaron fotografías en cámara y microscopios. Para las fotografías en microscopio se utilizó un microscopio digital USB marca Microlab. Posteriormente, las muestras se dejaron guardadas en bolsas herméticas transparentes, en donde se mantuvieron por todo el periodo de evaluación.

Dentro de las distintas muestras, se organizó una forma para clasificarlas, considerando sus partes como hoja, tallo y raíz, y su edad separándola en "nalca senescente" y "nalca juvenil" para su observación microscópica. Se realiza una observación del cambio que tiene la nalca en distintas condiciones, al estar segmentada en una placa Petri con presencia de agua y en otra sin ella, en condiciones normales de presión y temperatura (en el laboratorio se considera unos 15°C aproximado).

2) Infección de tomates con el hongo

Por otra parte, se estimuló el crecimiento de hongos. Para esto, se utilizó un tomate y se fragmentó en varias partes. Se realizaron diversas pruebas colocando un trozo de tomate seco, un trozo de tomate en agua, un trozo de tomate con nalca en seco y un trozo de tomate con nalca en agua. Estos tomates se observan y se analizan cada 2 días. Al encontrar presencia de un hongo, se combina un trozo de tallo de nalca juvenil con un trozo del tomate infectado, de esta forma se genera dos nuevas muestras; la primera solo el tallo de la nalca juvenil y la segunda el tallo de nalca con el



trozo de tomate con hongos. Se observa lo ocurrido desde este momento. Nuevamente, se realizan observaciones cada 2 días por un periodo de dos semanas. Mientras tanto, se sigue observando los otros tomates hasta completar un periodo de 1 mes dentro de la placa Petri.

3) Elaboración de macerado de nalca en agua

Para comprobar el efecto antifúngico que posee la nalca se realiza una maceración en agua para lograr la extracción de sus principios activos. Se realizan dos macerados de nalca utilizando sus tallos combinados con pequeños trozos de hoja, tanto de la nalca senescente como la nalca juvenil, en dos vasos precipitados de 250 mL. Para el procedimiento se utilizó 100 g de nalca y se enrasó hasta 250 mL con agua destilada. Estos fueron dejados en reposo durante una semana, luego el líquido es filtrado en un recipiente con atomizador.

4) Tratamiento de limones y tomates con el extracto acuoso de nalca

Para evidenciar la acción antifúngica de forma observable en limones y tomates, se efectúa una experiencia que contiene 4 vasos precipitados de 100 mL para el limón y 4 vasos precipitados de la misma medida para el tomate. Se realiza la siguiente secuencia:

a) Para el Limón

- Vaso pp.1: Control (trozo de limón con base empapada en agua)
- Vaso pp.2: Trozo de limón rociado con extracto de nalca senescente
- Vaso pp.3: Trozo de limón rociado con extracto de nalca juvenil
- Vaso pp.4: Trozo de limón rociado con extracto de nalca juvenil cada dos días.

b) Para el Tomate

- Vaso pp.1: Control (trozo de tomate con base empapada en agua)
- Vaso pp.2: Trozo de tomate rociado con extracto de nalca senescente
- Vaso pp.3: Trozo de tomate rociado con extracto de nalca juvenil

- Vaso pp.4: Trozo de tomate rociado con extracto de nalca juvenil cada dos días.

Es importante destacar, que cada trozo de limón y tomate pertenecen al mismo fruto y son cortados en tamaños similares. Se realiza una observación diaria, sacando fotografías con alta resolución (16:9, 18 MP, 5664x3184) por medio de cámara fotográfica del teléfono celular Samsung Galaxy J7 Pro y una cámara digital microscópica USB microlab para poder ver detalles del crecimiento fúngico en alguna parte en específico del tomate y del limón. La observación se realiza en un periodo de 18 días. Además, se realizan dos repeticiones en distintos lugares; uno en el laboratorio del Liceo Mañihuales, a una temperatura aproximada de 15°C y otra en la casa de uno de los integrantes del grupo en donde la temperatura ambiente es de 22°C.

5) Efecto de la concentración del extracto de nalca en el crecimiento de hongos

Para determinar el efecto de la concentración del extracto acuoso de nalca en el crecimiento de los hongos del tomate (*A. niger*), se efectúa una última prueba. En tres vasos precipitados de 250 mL se agregan tres trozos del mismo tomate, en distintas disoluciones:

- Trozo de tomate con agua destilada
- Trozo de tomate con extracto acuoso de nalca diluido en agua
- Trozo de tomate con extracto acuoso de nalca concentrado

La principal diferencia que posee el extracto acuoso de nalca diluido del concentrado es la cantidad de agua utilizada para su preparación. El extracto acuoso de nalca diluido fue macerado y luego al ser filtrado se enrasó hasta llegar a los 250 mL con agua destilada. Por otro lado, el extracto acuoso concentrado fue sacado directamente del macerado sin agregar más agua. Esta prueba se realiza en un periodo de 12 días, para comprobar si el crecimiento de hongos es afectado por la concentración del extracto acuoso de nalca preparado.

Resultados y Analisis

Por medio de fotografías microscópicas, como se aprecia en la Figura N° 1, se observan las siguientes diferencias entre la nalca senescente (invierno 2018) y nalca juvenil (primavera 2018).





(A) Hoja de Nalca senescente extraído en invierno 2018



(B) Tallo de nalca senescente extraído en invierno 2018



(C) Raíz de nalca senescente extraído en invierno 2018



(D) Hoja de nalca juvenil extraído en primavera 2018



(E) Tallo de nalca juvenil extraído en primavera 2018



(F) Raíz de nalca juvenil extraído en primavera 2018

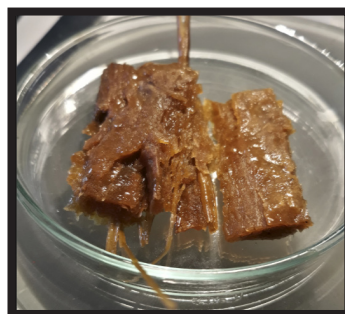
Figura N° 1. Fotografías microscópicas de nalca senescente y juvenil de sus hojas, tallos y raíz.

Por otro lado, se realizaron fotografías macroscópicas de los diversos trozos de nalca senescente. Se considera un trozo de hoja, un trozo de tallo en seco y otro

empapado en agua. Esta observación se realiza durante 39 días, como se puede apreciar en la Figura N° 2:



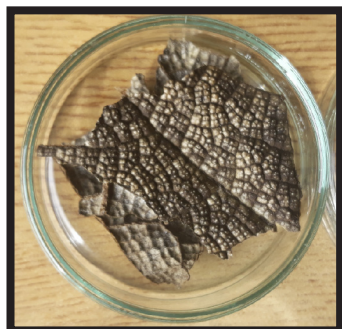
(A) Trozo de hoja de nalca senescente en placa Petri



(B) Trozo de tallo de nalca senescente en placa Petri



(C) Trozo de tallo de nalca senescente empapado en agua en placa Petri



(D) Trozo de hoja de nalca senescente en placa Petri luego de 39 días de observación



(E) Trozo de tallo de nalca senescente en placa Petri luego de 39 días de observación



(F) Trozo de tallo de nalca senescente empapado en agua en placa Petri luego de 39 días de observación

Figura N° 2. Fotografías macroscópicas de trozos nalca senescente, hoja y tallo, en un proceso de observación de 39 días.



Según las fotografías analizadas, se observan características variadas en cuanto a coloración. La hoja de la nalca senescente en la Figura N° 1A se aprecia con un color café oscuro en su coloración, con una notoria sequedad y quebradiza al tacto. El tallo y la raíz observada en las Figuras 1B y 1C respectivamente, poseen un color café claro, sin el olor característico de la nalca, bastante húmeda y saturada en agua. Por otro lado, la nalca juvenil presenta un color verde oscuro en su hoja, observada en la Figura N° 1D, sin quebrarse al tacto y áspera. El tallo presenta un color rojizo amarillento y un color café claro, tiene un grado de hidratación normal sin exceso de agua. La raíz observada en la Figura N° 1F, es de un color café claro, pero más oscuro que el tallo observado en la Figura N° 1E. La nalca juvenil, considerando hoja y tallo, presenta el olor característico con una textura áspera y elástica.

La nalca tiene la capacidad de estar presente todo el año, en distintas condiciones, pero en ningún caso presentan hongos, no son atacadas por agentes microbianos ni fúngicos, según lo descrito por Zamorano *et al.* (2018). En el caso de las nalcas examinadas se presenta en condiciones adecuadas.

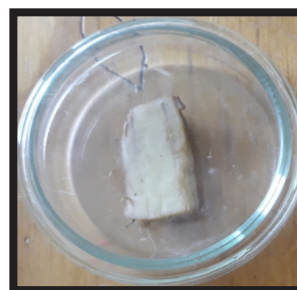
Para observar la duración de la nalca sin infectarse con hongos, se trozaron partes de la nalca senescente en placas Petri, como se aprecia en la Figura N° 2. Estas fueron observadas durante 39 días, en donde, el trozo de la hoja de nalca no presentó ningún cambio ni la aparición de hongos. Se observa lo indicado al comparar la Figura N° 2A con Figura 2D. El trozo de tallo de la nalca en el periodo observado se secó completamente manteniendo su aspecto libre de hongos u otros microorganismos. Finalmente, el trozo de tallo de la nalca en agua quedó exactamente igual a como se visualizaba inicialmente.

Posteriormente, se dejó un trozo de tomate en una placa Petri para que sea infectado por hongos, se observó por un periodo de dos semanas creciendo favorablemente. El resultado se observa en la Figura N° 3.



Figura N° 3. Trozo de tomate con hongos luego de dos semanas en una placa Petri a temperatura ambiente.

Luego se realizó una extracción del trozo de tomate con hongos y se combinó con un trozo de tallo de nalca juvenil, como podemos observar en la Figura N° 5, comparándolo con otro trozo de nalca (Figura N° 4), cada uno en una placa Petri. Esto fue examinado durante un periodo de 20 días. Se observó que el trozo de nalca hizo desaparecer el hongo presente en el trozo de tomate. El trozo de nalca se oscureció, pero no presenta actividad fúngica. En solo 6 días se pudo determinar lo descrito, manteniéndose de igual forma hasta el final de la observación como se aprecia en las Figuras N° 5B, 5C y 5D. Esto nos demuestra a grandes rasgos, la acción fungicida presente en la nalca, considerando que eliminó la pequeña cantidad de hongos presentes en el extracto de tomate introducido.



(A) Trozo de tallo de nalca al inicio de la experimentación



(B) Trozo de tallo de nalca después de 6 días de observación

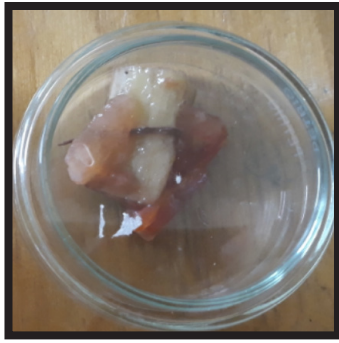


(C) Trozo de tallo de nalca después de 8 días de observación



(D) Trozo de tallo de nalca después de 20 días de observación

Figura N° 4. Trozos de tallo de nalca juvenil en placa Petri para ser observada durante 20 días.



(A) Trozo de tallo de nalca combinado con tomate infectado de hongos al inicio de la experimentación



(B) Trozo de tallo de nalca con tomate infectado después de 6 días.



(C) Trozo de tallo de nalca después de 8 días de observación



(D) Trozo de tallo de nalca con tomate infectado después de 20 días de observación

Figura N° 5. Trozo de tallo de nalca juvenil combinado con trozos de tomate infectados previamente con podredumbre blanca en una placa Petri para ser observada durante 20 días.

Para la elaboración del extracto acuoso de nalca cada maceración se concretó en 7 días. El resultado muestra un líquido de color café, con aroma característico de la nalca. Luego este extracto acuoso fue depositado en un recipiente con atomizador para que pueda ser utilizado como spray.

El resultado del experimento en trozos de tomates y limones presentó las siguientes características:

1) Tomates



(A) Vaso pp.1: Control (trozo de tomate con base empapada en agua)



(B) Vaso pp.2: Trozo de tomate rociado con extracto de nalca senescente



(C) Vaso pp.3: Trozo de tomate rociado con extracto de nalca juvenil



(D) Vaso pp.4: Trozo de tomate rociado con extracto de nalca juvenil cada dos días.

Figura N° 6. Trozos de tomate introducidos en vasos precipitados de 100 mL para ser tratados con el extracto acuoso de nalca senescente y juvenil. Periodo inicial de la observación.

El periodo de observación y aplicación del spray (para el caso de la Figura N° 6D) fue de 18 de días.

La Figura N° 6A es la muestra control. En 6 días se logra observar hongos, y claramente se trata del *A. niger* observado por sus características macroscópicas. Básicamente, este es el tiempo que demora en crecer este hongo en un tomate que se encuentra cortado y



al ambiente. Las Figuras N° 7A y 8A nos demuestra el crecimiento del hongo en los 18 días.

La Figura N° 6B es la muestra que fue rociada con el extracto de la nalca senescente. En un periodo de 7 días, se visualiza una pequeña colonia de *A. niger* pero en desarrollo, que no ocupa todos los espacios del trozo del tomate interior. En 8 días se visualiza la presencia de la podredumbre blanca, que sería básicamente el comienzo de la descomposición del tomate. Se observa el desarrollo de *A. niger* solo hasta concretado los 18 días de observación, como se puede visualizar en las Figuras N° 7B y 8B

La Figura N° 6C es la muestra que fue rociada con el extracto de nalca juvenil. Se observa que existe presencia del efecto antifúngico de la nalca en relación a la muestra anterior, evitando que, por un periodo prolongado de tiempo, no crezcan hongos. En 18 días

recién se encuentra una pequeña y reducida presencia de *A. niger*, como se puede observar en las Figuras N° 7C y 8C. Por otro lado, la podredumbre blanca se presenta de forma retrasada a los otros trozos de tomates mencionados anteriormente, apareciendo al cabo de 8 días.

La Figura N° 6D, muestra el trozo de tomate que es aplicado con el spray de forma excesiva cada 2 días. En este caso, lamentablemente, se genera un efecto adverso, ya que el trozo de tomate es sometido a una condición de humedad, con gran presencia de agua en un espacio muy reducido, en donde el trozo de tomate choca continuamente con las paredes del recipiente haciendo inevitable la aparición de hongos, aunque de igual forma sigue siendo menor que la muestra control, como se observa en las Figuras N° 7D y 8D. Al cabo de 8 días se observan las primeras colonias de *A. niger*.



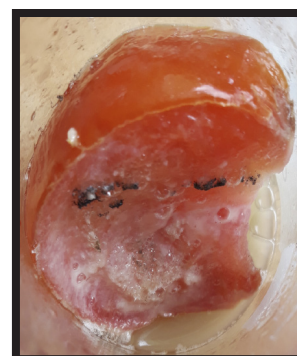
(A) Trozo de tomate infectado por *A. Niger* después de 18 días de observación



(B) Trozo de tomate en tratamiento con extracto acuoso de nalca senescente luego de 18 días de observación



(C) Trozo de tomate en tratamiento con extracto acuoso de nalca juvenil luego de 18 días de observación



(D) Trozo de tomate en tratamiento con extracto acuoso de nalca juvenil, aplicado de forma continua cada 2 días, luego de 18 días de observación

Figura N° 7. Trozos de tomate introducidos en vasos precipitados de 100 mL luego del tratamiento con el extracto acuoso de nalca 18 días de iniciado el experimento.



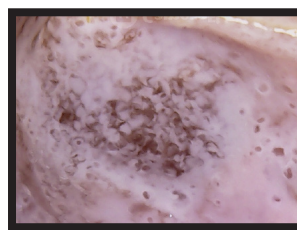
(A) Imagen microscópica del trozo de tomate infectado por *A. Niger* después de 18 días de observación



(B) Imagen microscópica del trozo de tomate en tratamiento con extracto acuoso de nalca senescente luego de 18 días de observación



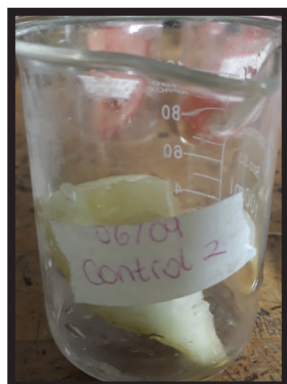
(C) Imagen microscópica del trozo de tomate en tratamiento con extracto acuoso de nalca juvenil luego de 18 días de observación



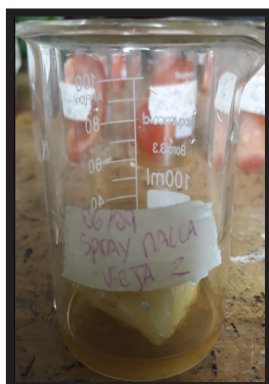
(D) Imagen microscópica del trozo de tomate en tratamiento con extracto acuoso de nalca juvenil, aplicado de forma continua cada 2 días, luego de 18 días de observación

Figura N° 8. Imágenes microscópica de los trozos de tomate introducidos en vasos precipitados de 100 mL luego del tratamiento con el extracto acuoso de nalca 18 días de iniciado el experimento.

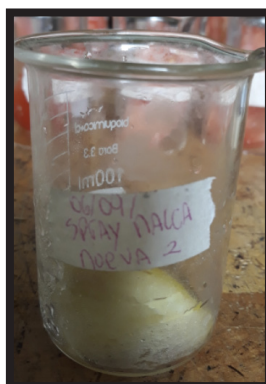
2) Limones



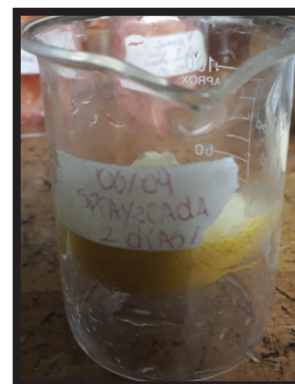
(A) Vaso pp.1: Control (trozo de limón con base empapada en agua)



(B) Vaso pp.2: Trozo de limón rociado con extracto de nalca senescente



(C) Vaso pp.3: Trozo de limón rociado con extracto de nalca juvenil



(D) Vaso pp.4: Trozo de limón rociado con extracto de nalca juvenil cada dos días.

Figura N° 9. Trozos de limón introducidos en vasos precipitados de 100 mL para ser tratados con el extracto acuoso de nalca senescente y juvenil. Periodo inicial de la observación.

El periodo de observación y aplicación del spray, para el caso de la Figura N° 9D, fue de 18 de días.

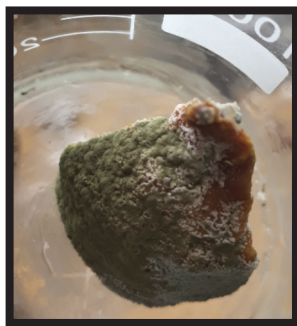
La Figura N° 9A es la muestra control. Se observa el crecimiento de *Penicillium* en un periodo de 8 días, aunque el desarrollo del hongo demora más días en comparación al *A. niger* en tomates. Esto se debe a la acidez del limón, por lo que para observar el desarrollo del hongo se requieren más días en comparación al tomate. En las Figuras N° 10A y 11A se observa el crecimiento del hongo luego de 18 días. Se observa un cambio de color, una textura más áspera y se distingue de forma macro y microscópica la presencia del *Penicillium*.

La Figura N° 9B presenta la muestra que fue rociada con el extracto de la nalca senescente. El trozo de limón no se ve afectado por agentes fúngicos hasta concluido la observación luego de 18 días, como queda visualizado en las Figuras N° 10B y 11B. Se observa de forma similar a lo expresado en la Figura N° 9A, pero en menor cantidad de hongos en el trozo de limón.

La Figura N° 9C presenta la muestra que fue rociada con el extracto de nalca juvenil. Se observa el crecimiento de hongos en las esquinas del trozo de limón, no se observa una decoloración de limón y menos afecta su aspecto físico. En 18 días recién se encuentra una pequeña y reducida presencia de *Penicillium*, como podemos visualizar en las Figuras N° 10C y 11C. Además, en la Figura N° 11C podemos ver que la superficie del limón mantiene su color amarillento característico.

La Figura N° 9D, muestra el trozo de limón que es aplicado con el spray de forma excesiva cada 2 días. Se observan hongos, al cabo de 8 días, pero en menor cantidad que en la muestra control (Figura N° 10A). Al igual que en el caso del tomate, el efecto no es el esperado, considerando la gran presencia del extracto acuoso y un espacio reducido que facilita el crecimiento fúngico. Además, la concentración de hongos en el periodo de 18 días fue mayor a lo observado en el mismo caso del tomate.





(A) Trozo de limón infectado por *Penicillium* después de 18 días de observación



(B) Trozo de limón en tratamiento con extracto acuoso de nalca senescente luego de 18 días de observación



(C) Trozo de limón en tratamiento con extracto acuoso de nalca juvenil luego de 18 días de observación

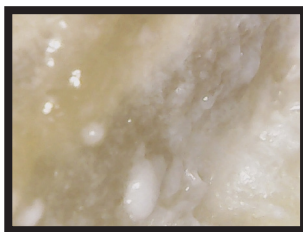


(D) Trozo de limón en tratamiento con extracto acuoso de nalca juvenil, aplicado de forma continua cada 2 días, luego de 18 días de observación

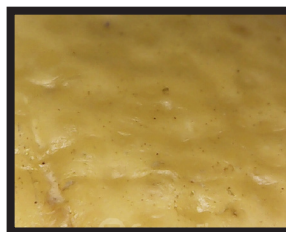
Figura N° 10. Trozos de limón introducidos en vasos precipitados de 100 mL luego del tratamiento con el extracto acuoso de nalca 18 días de iniciado el experimento.



(A) Imagen microscópica del trozo de limón infectado por *Penicillium* después de 18 días de observación



(B) Imagen microscópica del trozo de limón en tratamiento con extracto acuoso de nalca senescente luego de 18 días de observación



(C) Imagen microscópica del trozo de limón en tratamiento con extracto acuoso de nalca juvenil luego de 18 días de observación



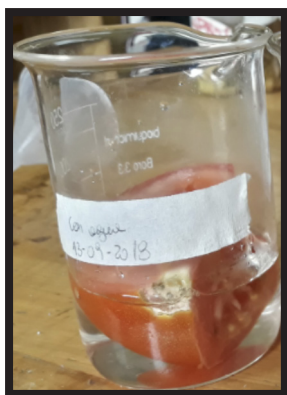
(D) Imagen microscópica del trozo de limón en tratamiento con extracto acuoso de nalca juvenil, aplicado de forma continua cada 2 días, luego de 18 días de observación

Figura N° 11. Imágenes microscópica de los trozos de limón introducidos en vasos precipitados de 100 mL luego del tratamiento con el extracto acuoso de nalca 18 días de iniciado el experimento.

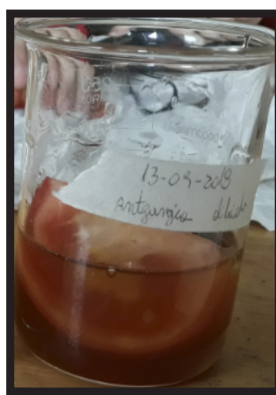
Por otro lado, se realiza el efecto de la concentración del extracto de nalca en el crecimiento de hongos, en donde las nalcas son sometidas a distintas disoluciones. Esta prueba se efectuó basado en el resultado anterior, en donde se aplicó spray cada dos días obteniendo un efecto contrario al esperado. Esta prueba nos mostró el crecimiento fúngico solo en agua. Las Figuras N° 12A y 13A muestran el crecimiento de *A. niger*, en 12 días de evaluación, considerando que en la mitad de este proceso ya presentaba el hongo. Las Figuras N° 13B y 13C, muestran el tomate sumergido en el extracto acuoso de nalca diluido y concentrado, respectivamente.

En ellas observamos que no existe presencia de hongos incluso concluido los 12 días de observación. Bajo estas condiciones, el extracto acuoso de nalca juvenil previene el crecimiento de hongos. Este resultado se puede asociar a la gran cantidad de polifenoles, según lo descrito por Zamorano *et al.* (2018), ya que nos indica que la nalca posee gran cantidad de estos compuestos orgánicos. Al realizar la extracción acuosa de la nalca las propiedades se mantienen como fue comprobado en esta experiencia, tanto al ser rociados como diluidos completamente.





(A) Trozo de tomate sumergido en agua destilada.



(B) Trozo de tomate sumergido en extracto acuoso de nalca juvenil combinado con agua.

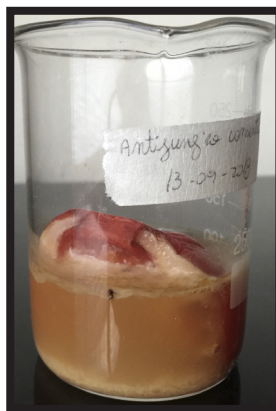


(C) Trozo de tomate sumergido en extracto acuoso de nalca juvenil.

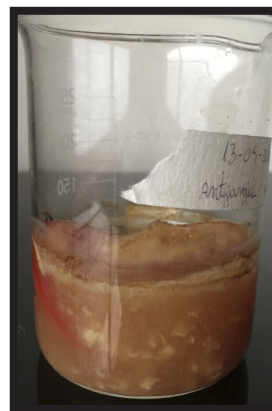
Figura N° 12. Trozos de tomate sumergidos en distintas composiciones líquidas en un vaso precipitado de 250 mL



(A) Trozo de tomate sumergido en agua destilada luego de 12 días de observación.



(B) Trozo de tomate sumergido en extracto acuoso de nalca juvenil combinado con agua luego de 12 días de observación



(C) Trozo de tomate sumergido en extracto acuoso de nalca juvenil luego de 12 días de observación.

Figura N° 13. Trozos de tomates sumergidos en distintas composiciones líquidas en un vaso precipitado de 250 mL luego de 12 de observación.



Conclusiones

Con el resultado de esta investigación se logró comprobar el efecto antifúngico que posee la *Gunnera tinctoria* en ciertos frutos, como los tomates y limones analizados experimentalmente. Se obtiene un mejor resultado observable en tomates, resistiendo el ataque fúngico en un periodo de tiempo mayor que el tomate sometido a condiciones normales. En 8 días, un tomate alberga una cantidad notable de *A. niger* y al realizar una aplicación del spray con extracto acuoso de nalca, en la misma cantidad de días, no presenta ningún rastro de este hongo. Para el caso del limón, también evita la aparición del *Penicillium* en la misma cantidad de días, pero no es tan efectivo, por las características propias que posee el limón. En síntesis, la acción antifúngica que realiza la nalca en tomates y limones es efectiva y se podría utilizar como un producto que ayude al beneficio en el mantenimiento de las frutas, en invernaderos o en plantaciones, ya que retrasaría, o en algunos casos, evitaría el crecimiento de los hongos. La hipótesis de trabajo queda en manifiesto, ya que el extracto acuoso de nalca atrasa o inhibe el crecimiento fúngico, demostrado en los tomates y limones analizados. El desarrollo de esta experiencia da la posibilidad de procesar y realizar otras investigaciones relacionadas. El extracto acuoso de nalca puede ser extraído por métodos más complejos que entreguen una mayor cantidad de principios activos, logrando un producto de mejor calidad con la comprobación adecuada. Por otra parte, se puede realizar un análisis más exhaustivo, considerando una observación más seguida, con el registro fotográfico correspondiente, ya que hubo días donde no se realizaron observaciones. A partir de esta información se puede obtener el tiempo exacto de crecimiento de los hongos en las frutas o verduras que se pretende trabajar. Esto lograría mayor claridad en cuando a la acción fúngica y a la capacidad de la nalca para evitar el crecimiento de hongos. Finalmente, luego de refinar el producto, realizando todos los análisis correspondientes, es posible ocuparlo en la vida cotidiana. Para ello se debe entregar ciertas recomendaciones a las personas que pretendan trabajar con este producto. La utilización del spray a base de un extracto acuoso de nalca facilitaría el cultivo, desarrollo y mantenimiento de las frutas y verduras evitando las pérdidas relacionadas.

Bibliografía

Besoain M. 2016. Nalca alimento y medicina. Revista la casa de Juana, Santiago, Chile.

Castro S, Baeza D. 2009. Investigación fitoquímica y evaluación de la capacidad antioxidante del tallo de *Gunnera tinctoria* (nalca). Congreso Nacional Explora CONICYT, Chile.

Genskowsky E, Puente L, Pérez-Álvarez J, Fernández-López J, Muñoz L, Viuda-Martos M. 2016. Determination of polyphenolic profile, antioxidant activity and antibacterial properties of maqui (*Aristotelia chilensis*) a Chilean blackberry. J Sci Food Agric 96: 4235-4242. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7628>

Montecinos A. 2014. Efecto inhibitor de extractos de nalca sobre la formación de biopelículas de *Helicobacter pylori* y de *Escherichia coli* aisladas de catéteres urinarios y/o infecciones urinarias. Tesis, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Talca, Talca, Chile.

Pérez R, Mitchell S, Solis R. 2008. Psidium guajava: A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. J Ethnopharmacol 117: 1-27. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.01.025>

Ramirez J, Zambrano R, Sepulveda B, Kennelly E, Simirgiotis M. 2015. Anthocyanins and antioxidant capacities of six Chilean berries by HPLC-HR-ESI-ToF-MS. Food Chem 176: 105-114. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.12.039>

Zamorano P, Morales M, Rojano B. 2018. Composición química proximal, capacidad antioxidante y actividad antifúngica de peciolo de nalca (*Gunnera tinctoria*). Información Tecnológica 29: 185-194. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642018000200185>



DIFERENCIAS EN LA INGESTA DE RESTOS DE ORIGEN ANTRÓPICO POR PARTE DE *LYCALOPEX CULPAEUS* Y *LYCALOPEX GRISEUS* ENTRE ZONAS DE ALTA Y BAJA AFLUENCIA DE PÚBLICO EN EL PARQUE NACIONAL RÍO CLARILLO

DIFFERENCES IN THE INTAKE OF REMAINS OF ANTHROPIC ORIGIN BY *LYCALOPEX CULPAEUS* AND *LYCALOPEX GRISEUS* BETWEEN AREAS OF HIGH AND LOW FLOW OF PUBLIC IN THE RIO CLARILLO NATIONAL PARK

Sofía Fuenzalida • Laura Carrasco
Profesora Guía: Carlos Zurita
Centro de Investigación Científica Escolar (CICE)
Asesor Científico: Carlos Morales
Evaluador: Pedro Orihuela

Resumen

Se procede a la recolección de heces fecales pertenecientes a Zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*) y Zorro gris (*Lycalopex griseus*) en sectores de alta y baja afluencia de público dentro del Parque Nacional Río Clarillo (ubicado en la comuna de Pirque, Región Metropolitana) con el propósito de determinar la presencia de restos de origen antrópico (humanos) dentro de ellas y poder compararlas. Se encontró que en las muestras recolectadas dentro de las zonas de alta afluencia de público existe, significativamente, mayor presencia de estos restos que en las zonas de baja afluencia. Dentro de los restos fue posible encontrar caucho, plástico, goma eva, parche curita, entre otros desechos que podrían tener consecuencias negativas sobre la salud de los organismos de *Lycalopex* sp. que las consumen. Por lo que se hace necesario el fomento de las campañas e iniciativas de CONAF que buscan evitar que los turistas que visitan las áreas del SNAPSE (Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado) ejerzan un efecto negativo sobre la fauna endémica de los parques y/o reservas del país.

Palabras claves: Zorro culpeo; Zorro Gris; Heces; Río Clarillo; Efecto antrópico

Abstract

Fecal feces belonging to Culpeo fox (*Lycalopex culpaeus*) and Gray fox (*Lycalopex griseus*) are collected in sectors with high and low public influx within the Río Clarillo National Park (located in the commune of Pirque, Metropolitan Region) with the purpose of determining the presence of remains of anthropogenic (human) origin within them and to be able to compare them. It was found that in the samples collected within the areas of high public influx, there was a significantly greater presence of these remains than in the areas of low influx. Inside the remains it is possible to find rubber, plastic, eva rubber, band-aid patch, among others, waste that could have negative consequences on the health of the organisms of *Lycalopex* sp that consume them. Therefore, it is necessary to promote CONAF campaigns and initiatives that seek to prevent tourists who visit SNAPSE (Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado) areas from exerting a negative effect on the endemic fauna of parks and/or country reserves.

Keywords: Andean fox; Grey Fox; Feces; Clarillo River; Anthropic effect

El Proyecto participó en:

- * 48° Feria Científica Nacional del Museo Nacional de Historia Natural.
- * XIII Congreso Regional Explora CONICYT RM Norte, siendo premiada como una de las 6 mejores investigaciones en la categoría Ciencias Naturales y seleccionado para el XIX Congreso Nacional Explora CONICYT
- * 3ra. Expociencia Nacional de la Fundación Club Ciencias Chile, obteniendo el 3er. lugar de la categoría Enseñanza Media y acreditado para representar a Chile en la Intel Isef en Mayo en la ciudad de Phoenix, Arizona, EEUU.
- * 2da. Helvenciencia Austral en la ciudad de Valdivia, obteniendo el 1er. lugar de la categoría Enseñanza Media y acreditado para representar a Chile en la Exposcience MILSET en Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos en Setiembre 2019.
- * XIX Congreso Nacional Explora CONICYT realizado en Concepción.



Introducción

El impacto producido en ambientes naturales debido a las actividades propias de la actuación del hombre se ha hecho cada vez más evidente y preocupante. La problemática ambiental presenta dentro de sus múltiples facetas dos vertientes importantes: el manejo irracional de los recursos naturales y un manejo inadecuado de los residuos generados por los diferentes procesos antrópicos (Gordillo *et al.*, 2010). Son estos desechos de origen antrópico los que pueden ocasionar graves daños en los ecosistemas naturales y, por sobre todo, a la fauna que habita en ella. La contaminación por desechos sólidos es una amenaza muy importante y se ha planteado que la ingesta de los mismos podría ser intencional, por ser confundidos con presas o bien accidental al estar adheridos a la fuente natural de alimento (Derraik, 2002). Se entiende un resto antrópico como aquellos provenientes de origen humano: basura, plásticos, vidrios, etc.

El Parque Nacional Rio Clarillo (PNRC) presenta múltiples especies vegetales y animales, que se encuentran bajo un plan de conservación y manejo (CONAF, 1996). Entre las especies animales, se encuentran caninos como el Zorro Culpeo (*Lycalopex culpaeus*, Molina 1782) y el Zorro Chilla o Gris (*Lycalopex griseus*, Gray 1837) (Díaz *et al.*, 2002), cuya dieta principal consiste en Micromamíferos como roedores, marsupiales, reptiles, aves menores y artrópodos (Guzmán-Sandoval *et al.*, 2007) aunque también consumen frutos y semillas de plantas nativas en abundancia (Yañez y Jaksic, 1978, Jaksin *et al.*, 1980). Entre las plantas cuyos frutos son consumidos por estos zorros está el Litre (*Lithrea caustica*), un árbol abundante del matorral esclerófilo de Chile central (Rodríguez *et al.*, 1983).

Considerando que el PNRC recibe más de noventa mil visitantes al año se espera que el humano pueda generar desechos de origen antrópico que podrían tener algún efecto negativo sobre la flora y fauna del lugar, en especial, sobre las especies de *Lycalopex* sp. en zonas de uso público (García *et al.*, 2013). El PNRC cuenta con sectores como Peumo A y B, los Quillayes, la Tinaja, entre otros; cada uno de ellos cuenta con zonas de alta y baja afluencia de público sobre todo aquellas más alejadas del río. En las zonas de alta afluencia los visitantes acostumbran a hacer picnic, llevar meriendas y potencialmente generar desechos que, por instrucción de los guardaparques, deben ser llevados de vuelta a la ciudad (Peña C., 2018, Comunicación personal). Esto se enmarca en las campañas “No deje rastros” creada y difundida por CONAF para fomentar que los desechos generados por los visitantes sean llevados por ellos mismos. El manejo de la basura y residuos es uno de los principales problemas que afectan a todas las áreas del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) considerando que éstas reciben una gran cantidad de visitantes a lo largo de todo el año (CONAF, 2016).

Como consecuencia de la alteración de los hábitats, el aumento del contacto con humanos, animales domésticos y especies exóticas, y condiciones ambientales favorables derivadas de la contaminación y el cambio climático, en Chile está dándose un aumento de la casuística de enfermedades infecciosas en especies silvestres (Medina-Vogel, 2010). Debido a estas interacciones, existe una alta probabilidad de transmisión de enfermedades infecciosas virales, bacterianas o parasitarias hacia la fauna chilena (Butler *et al.*, 2004).



y, enfermedades y parásitos al entrar en contacto con animales domésticos o alimentarse de desperdicios de origen humano, problemas en su tubo digestivo, entre otros (Arrojo, 2002).

Dada las distintas dinámicas existentes entre los carnívoros y sus presas es necesario averiguar la dieta de estos animales, debido a que la información obtenida puede ser de utilidad capital para establecer medidas de conservación (Morales *et al.*, 2015). Existen diversas técnicas para obtener información en lo que refiere a la dieta de un animal, entre ellas se encuentra el análisis de heces. El análisis de dieta a través de las heces es una herramienta para poder evaluar el potencial impacto de residuos de origen antrópico en la fauna, específicamente el *Lycalopex* sp.

El análisis de heces fecales de *Lycalopex* sp permite determinar los ítems dietarios que está consumiendo, sin invertir largas horas de observación directa ni causar perturbación en el organismo que las produce. Las heces nos entregan datos biológicos y ecológicos como presencia de especies, dieta, comportamiento territorial, parásitos, rango de dispersión, entre otros (Chame, 2003). Por ende, es posible encontrar en ellas restos de origen antrópico que podrían afectar su salud, además, los carnívoros pueden adquirir enfermedades o parásitos al alimentarse de desperdicios generados por las personas o al entrar en contacto con animales domésticos (Arrojo, 2002; Acosta *et al.*, 2011).

Pregunta de Investigación

¿Qué diferencias existen en la cantidad de desechos de origen antrópico encontrados en heces fecales de *Lycalopex* sp. entre zonas de alta y de baja afluencia de público en el Parque Nacional Río Clarillo?

Hipótesis

Dado que en los sectores de alta afluencia de público se producen actividades de origen antrópico con alta frecuencia durante todo el año como picnics, trekking, entre otros, se espera encontrar una mayor cantidad de desechos de origen antrópico en las muestras de heces de *Lycalopex* sp en esta zona que en las de baja afluencia de público cuyo acceso se encuentra más restringido.

Objetivo General

Comparar la presencia de restos de origen antrópico encontrados en heces fecales de *Lycalopex* sp entre

zonas de alta y baja afluencia de público en el Parque Nacional Río Clarillo.

Objetivos Específicos

1. Analizar contenido de heces fecales de *Lycalopex* sp.
2. Determinar el porcentaje de representatividad de restos de origen antrópico que poseen las heces de *Lycalopex* sp.
3. Determinar las diferencias en la presencia y representatividad de restos antrópicos entre zonas de alta y baja afluencia de público.

Metodología

El trabajo de campo se desarrolló en el Parque Nacional Río Clarillo (PNRC), ubicado en la comuna de Pirque, Provincia Cordillera de la Región Metropolitana. La superficie de este parque abarca 13.185 hectáreas, con un relieve de profundos valles y grandes alturas, las que oscilan entre los 850 y 3.500 msnm. Su localización es 33° 46' 00" latitud sur y 70° 27' 00" de longitud oeste.

Lycalopex griseus (Gray 1837) es un cánido del Neotrópico con una distribución en Chile desde los 17° S hasta los 54° S en Tierra del Fuego, donde ha sido introducido. En esta extensa distribución exhibe un patrón dietario amplio, el cual ha sido caracterizado en diversas localidades (Zuñiga *et al.*, 2008). Según algunos autores las tendencias dietarias de esta especie pueden variar en función de la disponibilidad de presas (Zuñiga *et al.*, 2008). *Lycalopex culpaeus* (Molina 1782), conocido como zorro culpeo, se distribuye en Chile a lo largo de todo el país, desde Tarapacá hasta Tierra del Fuego (Guzmán-Sandoval *et al.*, 2007). Se le encuentra en matorrales y estepas asociadas principalmente a la Cordillera de los Andes y estribaciones cercanas (pre-cordillera y altiplano). Se ha observado también en la costa del Pacífico en el norte y extremo norte de Chile. *L. culpaeus* presenta una gran amplitud de dieta. Los roedores y lagomorfos corresponden al ítem presa más común, no obstante, lo cual es capaz de utilizar variados recursos cuando la abundancia de sus presas principales disminuye (Guzmán-Sandoval *et al.*, 2007). Cabe resaltar que no existe presencia de otras especies de zorros en la zona en estudio.

La búsqueda de heces fecales de *Lycalopex* sp se centró en los sectores del Peumo A y B, sector la Virgen y el sector el Rodeo. Estos sectores de búsqueda cuentan con zonas de alta y baja afluencia de público.



En las zonas de alta afluencia se concentran las mayores actividades derivadas del turismo, se presentan zonas de picnic y poseen la mayor concurrencia de visitantes. En cambio, las zonas de baja afluencia se caracterizan por no tener un acceso libre a los visitantes y encontrarse significativamente alejados de las zonas de uso público.

Se definieron y georreferenciaron los sectores de búsqueda, los cuales están referidos en la Tabla N° 1:

Tabla N° 1. Definición y referencia geográfica de las zonas de estudio.

Sector	Alta afluencia de público	Baja afluencia de público
Peumo A	33°43'39" S 70°28'24" O 910 msnm	33°43'51" S 70°28'9" O 930 msnm
Peumo B	33°43'45" S 70°28'16" O 1010 msnm	33°43'45" S 70°28'21" O 950 msnm
La Virgen	33°43'32" S 70°29'8" O 890 msnm	33°43'31" S 70° 28'51" O 910 msnm
El Rodeo	33°43'49" S 70°28'17" O 950 msnm	33°43'44" S 70°28'25" O 970 msnm

El trabajo de campo se realizó entre los meses de marzo y septiembre de 2018. Se realizaron 7 trabajos de campo durante este período, recolectándose muestras de heces fecales provenientes del género *Lycalopex* sp las cuales fueron envueltas en papel absorbente y almacenadas para su posterior análisis. Las heces de zorro tienen unas pequeñas torsiones en los extremos, otras heces como las del puma tienen una forma tubular sin torsiones (Chame, 2003). Cada muestra obtenida fue rotulada con el sector donde fue encontrada y la afluencia que presenta.

Cabe señalar que es difícil identificar si las heces encontradas fueron producidas por *L. griseus* o *L. culpaeus*,

por lo que se procedió a analizar las heces a nivel de género (Morales-Paredes *et al.*, 2015).

Durante el análisis de las muestras fecales, éstas fueron disgregadas e identificados sus ítems dietarios, llevando registro de éstos a través de una tabla donde se detalla: n° de la muestra, si pertenece a una zona de alta o baja afluencia de público, si se encuentran restos de origen antrópico y se deja registro de los ítems dietarios encontrados y que son consumidos frecuentemente por *Lycalopex* sp. (Tabla N° 2)

Se determinó el porcentaje que representan los restos antrópicos encontrados en heces fecales de *Lycalopex* sp con respecto al total de las muestras recolectadas para luego dar paso a un análisis estadístico con un test de ANOVA que permita determinar si existen diferencias significativas o no entre las zonas de estudio.

Resultados

La recolecta de heces fecales de *Lycalopex* sp fue mayor en las zonas de alta afluencia de público en comparación a las heces recolectadas en las zonas de baja afluencia de público (Tabla N° 2). Similar tendencia se evidenció con el número de heces de origen antrópico y con el porcentaje de restos antrópicos respecto del total de la muestra, el cual fue de 36.7% en las zonas de alta afluencia de público y de 14.3% en las zonas con baja afluencia de público (Tabla N° 2).

Los restos encontrados en las muestras fecales fueron variados, tal es el caso de goma eva, goma de mascar, caucho, cordel, bandas médicas adhesivas, vainas de semillas de *Pistacia vera* y trozos de plástico.

Las muestras recolectadas en las zonas de alta afluencia de público presentan mayor frecuencia relativa de restos de origen antrópico, entre lo que se encontró goma eva, goma de mascar, corcho, restos de cordel, caucho, cinta adhesiva, venda adhesiva, cáscara de semilla de pistacho y trozos de plástico. (Tabla N° 2)

Tabla N° 2. Comparación de muestras de heces fecales de *Lycalopex* sp. entre zonas de alta y baja afluencia de público usando como principal criterio la presencia de restos de origen antrópico (F%= Porcentaje de ocurrencia)

	Alta afluencia de público	Baja afluencia de público
N° de heces de <i>Lycalopex</i> sp.	30	21
N° de Heces de <i>Lycalopex</i> sp. con restos de origen antrópico	11	3
F% de restos antrópicos respecto del total de la muestra	36,7	14,3



Tabla N° 3. Comparación de muestras de heces fecales de *Lycalopex* sp. entre zonas de alta y baja afluencia de público usando como principal criterio la presencia de restos que frecuentemente son consumidos en su dieta. (F%= Porcentaje de ocurrencia)

	Alta afluencia de público	Baja afluencia de público
N° de heces de <i>Lycalopex</i> sp.	30	21
Restos óseos (F%)	35,0	33,3
Restos queratinosos (pelo) (F%)	63,3	66,7
Semillas (F%)	93,3	100,0
Restos quitinosos (F%)	35,0	41,7

En el porcentaje de ocurrencia de los restos que con habitualidad son consumidos en la dieta de *Lycalopex* sp predominan las semillas, seguidos de pelos y restos óseos (Tabla N° 3). Los restos óseos y de pelo perte-

necen a micromamíferos, no obstante, no fue posible su identificación a nivel de especie. En tanto que las muestras de semilla pertenecen casi en su totalidad a litre (*Lithrea caustica*).

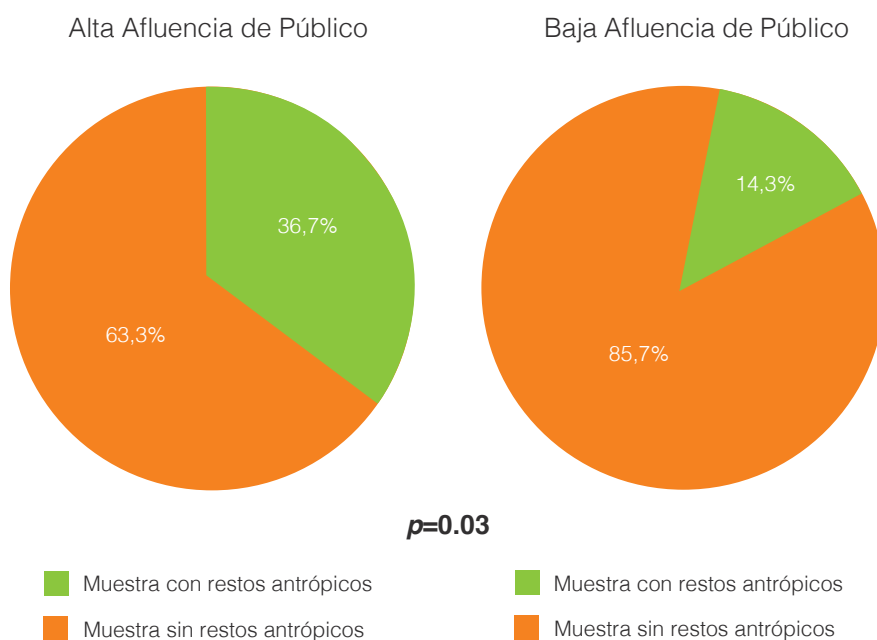


Figura N° 1. Comparación de las frecuencias relativas de los restos encontrados en las muestras de heces fecales de *Lycalopex* sp. entre zonas de alta y baja afluencia de público.

Las zonas de alta afluencia de público poseen mayor cantidad de muestras de heces fecales de zorro culpeo y gris con presencia de restos de origen antrópico que las zonas de baja afluencia, esta diferencia es significativa ($p=0.03$) (Figura N° 1).

Análisis y Discusión

Al analizar las muestras provenientes de ambas zonas, se encontraron restos óseos y queratinosos provenientes de micromamíferos, restos quitinosos, semillas de litre (*Lithrea caustica*) y restos de origen antrópico. La

frecuencia relativa de estos ítems dietarios es similar entre ambas zonas, como demuestra la Tabla N° 3, por lo que se infiere que no existen diferencias significativas entre los ítems que frecuentemente forman parte de su dieta entre los sectores de alta y baja afluencia de público. Son sus ítem frecuentemente consumidos y que no muestran diferencias entre ambos sectores.

Sin embargo, al comparar la frecuencia relativa correspondiente a restos de origen antrópico de estas, se observa que en las de alta afluencia de público, dicha frecuencia supera a la de baja afluencia de manera



significativa. Dicha diferencia puede ser explicada, ya que la mayoría de los zorros que buscan alimento en zonas de alta afluencia de público se mantiene permanentemente en ese lugar debido al aporte de basura por parte de los visitantes (CONAF, 2016).

Si bien la totalidad de las muestras presentan ítems dietarios comúnmente consumidos por *Lycalopex* sp, aún se encuentran restos de origen antrópico a pesar de la campaña “No deje rastro” implementada por CONAF, la cual dicta evitar dejar desperdicios orgánicos, ya que aun cuando la mayoría de la comida que se lleva es orgánica, resulta ajena al ecosistema del lugar y los animales al recibir alimentos se habitúan a la presencia del ser humano en su entorno provocando cambios en su comportamiento.

Se infiere, a partir de los datos entregados, que existe algún número indeterminado de individuos de *Lycalopex* sp que frecuenta preferentemente las zonas de alta afluencia de público, puesto que el número de heces encontradas allí fue mayor que en las zonas de baja afluencia (Tabla N° 2). Esta preferencia podría estar dada, entre otras causales, por la presencia de restos de origen antrópico que ellos podrían estar incluyendo dentro de su dieta (restos de comida, por ejemplo) y de fácil acceso para ellos.

Se infiere que las principales consecuencias las podría tener el tubo digestivo del zorro, así como también el posible contagio con algún agente patógeno por restos

en mal estado que normalmente no está presente en su dieta. La ingesta de desechos puede tener efectos sub-letales como el daño en las paredes gastrointestinales, interferencia con el metabolismo de los lípidos, bloqueo de la secreción de enzimas gástricas, generando saciedad, acumulación de gases alterando la flotabilidad y reducción de los niveles de hormona esteroidea, afectando la fecundidad. Al mismo tiempo, los efectos pueden ser letales, de modo directo: causando la muerte por obstrucción o perforación del sistema digestivo; de modo indirecto: reduciendo la tasa de crecimiento, prolongando los períodos de desarrollo en sitios de mayor vulnerabilidad a la depredación, disminuyendo las reservas energéticas, afectando la supervivencia (Derraik, 2002).

Es posible determinar la presencia de desechos de origen antrópico en ambas zonas de estudio, de alta y baja afluencia de público, pero existen diferencias en ambas áreas, pudiéndose encontrar mayor cantidad de estos desechos en las zonas de alta afluencia de público (Figura N° 1). A partir de estos datos surge la necesidad de potenciar y extender campañas realizadas por CONAF para todas las áreas del SNASPE (Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado) que apuntan a evitar la presencia de basura en los sectores, solicitando a los visitantes que lleve consigo la basura que generan, por lo que resulta necesario también concientizar a la población visitante de los posibles daños que genera la basura que deja en las áreas del SNASPE.

Conclusión

Es posible determinar diferencias significativas entre la presencia de desechos de origen antrópico entre zonas de alta y baja accesibilidad en el Parque Nacional Río Clarillo, encontrándose más de estos desechos en heces de *Lycalopex* sp. encontradas en zonas de alta afluencia de público. A partir de estos datos surge la necesidad de potenciar y extender campañas realizadas por CONAF para todas las áreas del SNASPE (Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado) que apuntan a evitar la presencia de basura en los sectores, solicitando a los visitantes que lleven consigo la basura que generan, por lo que resulta necesario también concientizar a la población visitante de los posibles daños que genera la basura que deja en las áreas del SNASPE. Se cumplen los objetivos del trabajo y se acepta la hipótesis planteada.

Proyecciones

- A. Comparar los efectos antrópicos encontrados en el presente proyecto con otra Área Protegida con mayor afluencia de público, para determinar si esta mayor concurrencia potencia los efectos antrópicos.
- B. Analizar el tipo de plástico presente en las heces por medio de análisis bioquímicos para determinar el nivel de toxicidad del plástico ingerido.



Bibliografía

Acosta G, Chalmers W, Cunningham A, Cleaveland S, Handel IG, Bronsvoort BM. 2011. Urban domestic dog populations as a source of canine distemper virus for wild carnivores in the Coquimbo region of Chile. *Vet Microbiol* 152: 247-257. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2011.05.008>

Arrojo L. 2002. Parásitos de animales silvestres en cautiverio en Lima, Perú. *Rev Peru Biol* 9: 118-120. <https://doi.org/10.15381/rpb.v9i2.2531>

Butler J, Toit J, Bingham J. 2004. Free-ranging domestic dogs (*Canis familiaris*) as predators and prey in rural Zimbabwe: threats of competition and disease to large wild carnivores. *Biol Conserv* 115: 369-378. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00152-6](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00152-6)

Chame M. 2003. Terrestrial mammal feces: A morphometric summary and description. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 98: 71-94.

CONAF. 1996. Plan de manejo Reserva Nacional Río Clarillo. Documento de Trabajo N° 247, Unidad de gestión Patrimonio Silvestre, Corporación Nacional Forestal CONAF Región Metropolitana, Santiago. Chile.

CONAF. 2016. Estadísticas de visitantes para unidades del SNAPSE para el año 2015. Gerencia de áreas administrativas y medio ambiente. Unidad de planificación y control de gestión. Santiago, Chile

Derraik JGB. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bull* 44: 842-852. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5)

Díaz I, Sarmiento C, Ulloa L, Moreira R, Navia R, Véliz E, Peña C. 2002. Vertebrados terrestres de la Reserva Nacional Río Clarillo, Chile central: representatividad y conservación. *Rev Chil Hist Nat* 75: 433-448. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2002000200013>

García C, Sandoval N, Silva A, Godoy-Guinao J, Díaz I. 2018. Consumo de residuos y desechos de origen antrópico por zorros (*Lycalopex sp*) en la Reserva Nacional Río Clarillo, Región Metropolitana, Chile. *Boletín de Corporación Nacional Forestal* 6: 27-32.

Gordillo A, Elías R, Hernández M, Galindo E, Otazo E, Prieto F. 2010. Evaluación regional del impacto antrópogenico sobre aire, agua y suelo. Caso: huasteca hidalguense, México. *Rev Int Contam Ambient* 26: 229-251.

Guzmán-Sandoval J, Sielfeld W, Ferrú M. 2007. Dieta de *Lycalopex culpaeus* (Mammalia: Canidae) en el extremo Norte de Chile (Región de Tarapacá). *Gayana* 71: 1-7. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382007000100001>

Jaksic F, Schlatter R, Yañez J. 1980. Feeding ecology of central Chilean foxes, *Dusicyon culpaeus* and *Dusicyon griseus*, *J Mammal* 61: 254-260. <https://doi.org/10.2307/1380046>

Medina-Vogel G. 2010. Ecología de enfermedades infecciosas emergentes y conservación de especies silvestres. *Arch Med Vet* 42: 11-24. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2010000100003>

Morales-Paredes C, Valdivia C, Sade S. 2015. La frugivoría por cánidos nativos (*Lycalopex sp*) y alóctonos (*Canis lupus familiaris*) reduce la germinación de semillas de Litre (*Lithrea caustica*) en Chile central. *Bosque* 36: 481-486. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002015000300014>

Rodriguez R, Mathei O, Quezada M. 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción Concepción, Chile.

Yañez J, Jaksic F. 1978. Rol ecológico de los zorros (*Dusicyon*) en Chile Central. *Anal Museo Nac Hist Nat* 11:105-111.

Zuñiga A, Muñoz-Pedrerros A, Fierro A. 2008. Dieta de *Lycalopex griseus* (Gray, 1837) (Mammalia: Canidae) en la depresión intermedia del sur de Chile. *Gayana* 72: 113-116. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382008000100013>





Equipo de trabajo en el Parque Nacional Río Clarillo. De izquierda a derecha: Sofía Fuenzalida (Investigadora), Carlos Zurita (Director CICE), Brandon Marcus (Ayudante), Laura Carrasco (Investigadora)



Estudiantes recolectando muestra de heces al interior del Parque Nacional Río Clarillo



Zorro gris o chilla (*Lycalopex griseus*)

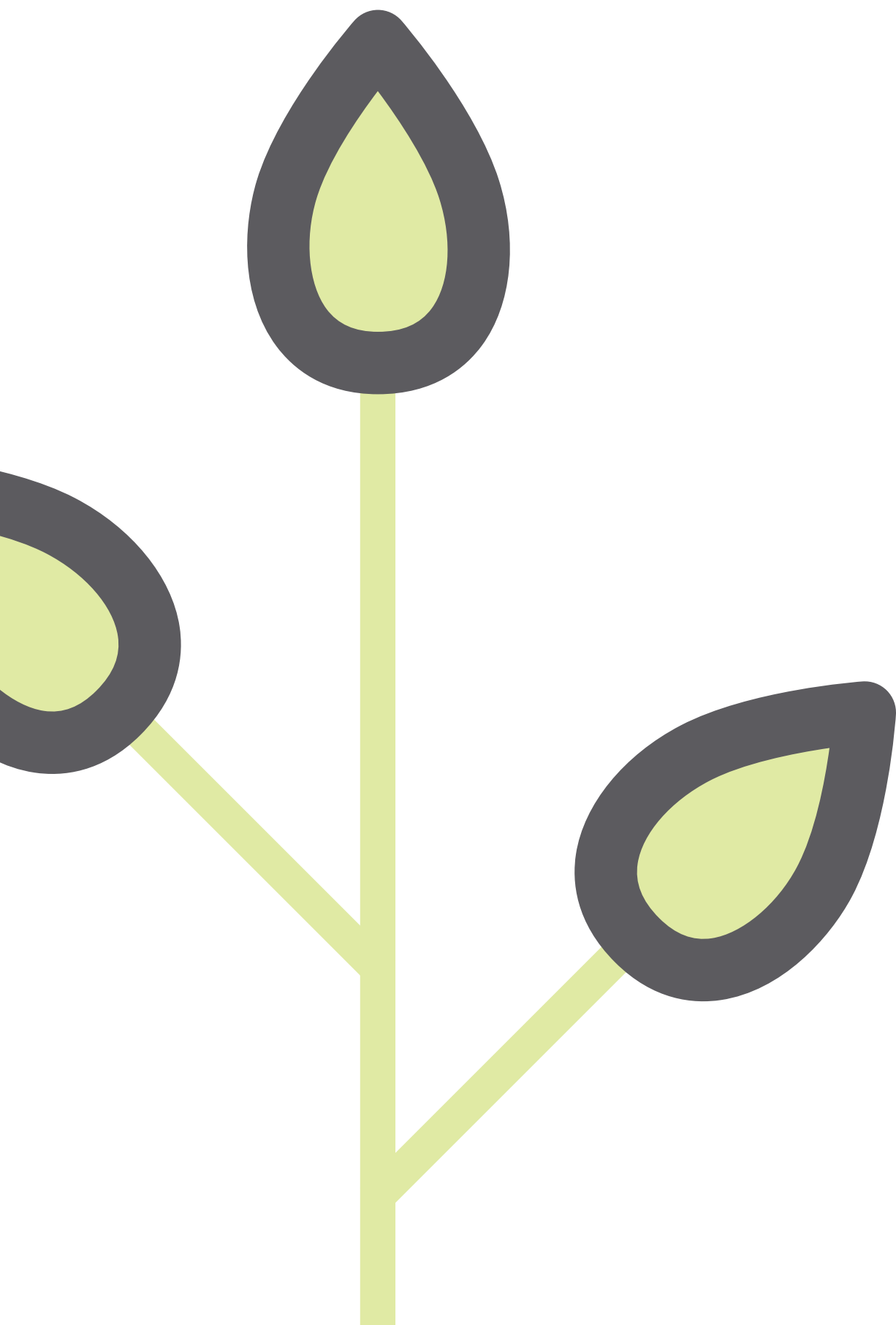


Restos de origen antrópico encontrados en heces de *Lycalopex* sp.



Restos de origen antrópico encontrados en heces de *Lycalopex* sp.





FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS QUE AFECTAN LA ACTIVIDAD BIOFILTRADORA DE *DIPLODON CHILENSIS* (BIVALVIA: HYRIIDAE)

BIOTIC AND ABIOTIC FACTORS AFFECTING THE BIOFILTERING ACTIVITY OF *DIPLODON CHILENSIS* (BIVALVIA: HYRIIDAE)

Roberto Vásquez • Ricardo Medina
 Profesor Guía: Francisco Urra
 Complejo Educacional de Chimbarongo
 Evaluador: Eugenio Spencer

Resumen

El agua dulce está amenazada por su uso irracional. La eutrofización, resultante del aumento de fosfatos y nitratos, favorece la proliferación de algas y disminución del oxígeno. Una alternativa de mitigación es el uso de biofiltros, como el molusco *Diplodon chilensis*, que se alimenta de partículas, reduciendo la materia orgánica disuelta y los microorganismos. Este estudio evaluó la actividad de *Diplodon chilensis*, expresada como variación en la concentración de células, para diferentes densidades y tamaño de individuos, temperaturas, pH, salinidad, granulometría del sustrato, luminosidad, presencia de pesticidas, y tipo de células suspendidas. Los resultados indican que la actividad del molusco no es afectada por estos factores: tipo de células suspendidas, luminosidad y tamaño de individuos, pero sí varía con el tipo de sustrato. Respecto a la densidad de individuos, la concentración de microalgas disminuye a mayor densidad. La actividad biofiltradora varía con la temperatura; así, transcurridas 6 horas a 2° C, consumió el 70% de las microalgas, y a 25° C un 85% aproximado. En cuanto al pH, el mejor estuvo a pH = 5,5, consumiendo el 75%. El aumento de salinidad y presencia de pesticidas demuestran su sensibilidad a dichos factores. Así, *Diplodon chilensis* tendría potencial para utilizarse en sistemas purificadores.

Palabras claves: Biofiltro; Bivalvo; Contaminación; Eutrofización; *Diplodon chilensis*

Abstract

Fresh water is threatened by its irrational use. Eutrophication, resulting from the increase in phosphates and nitrates, favors the proliferation of algae and a decrease in oxygen. An alternative for mitigation is the use of biofilters, such as the *Diplodon chilensis* mollusk, which feeds on particles, reducing dissolved organic matter and microorganisms. This study evaluated the activity of *Diplodon chilensis*, expressed as variation in cell concentration, for different densities and size of individuals, temperatures, pH, salinity, grain size of the substrate, luminosity, presence of pesticides, and type of suspended cells. The results indicate that the activity of the mollusk is not affected by these factors: type of suspended cells, luminosity and size of individuals, but it does vary with the type of substrate. Regarding the density of individuals, the concentration of microalgae decreases at a higher density. Biofiltering activity varies with temperature; thus, after 6 hours 2°C, it consumed 70% of the microalgae, and at 25°C an approximate 85%. Regarding pH, the best was at pH = 5.5, consuming 75%. The increased salinity and presence of pesticides demonstrate its sensitivity to these factors. Thus, *Diplodon chilensis* would have potential to be used in purifying systems.

Keywords: Biofilter; Bivalve; Pollution; Eutrophication; *Diplodon chilensis*

El Proyecto participó en:

- * XX Feria Nacional de la Ciencia y Tecnología 2017, Universidad del Bio-Bio, Concepción.
- * XXXVII Feria Científica Nacional Juvenil del Museo Nacional de Historia Natural 2017
- * XI Congreso Regional Escolar de la Ciencia y la Tecnología 2017, PAR Explora de CONICYT O'Higgins.
- * II Expociencias Nacional Santiago, Fundación Club Ciencias Chile, Universidad Central de Chile
- * XVIII Congreso Nacional Escolar de la Ciencia y la Tecnología 2017, Arica, Explora de CONICYT
- * VIII Expociencias Internacional America Latina, ESI AMLAT 2018 Antofagasta- Chile, Universidad Católica del Norte, Fundación Club Ciencias Chile, MILSET AMLAT.
- * VIII Feria Nacional Científica y Tecnológica de Linares, Instituto Linares, Fundación Club Ciencias Chile.



Introducción

En los ecosistemas acuáticos, la eutrofización del agua es un problema recurrente. El aumento en la concentración de nutrientes como nitratos y fosfatos, favorece el crecimiento de algas microscópicas y la acumulación de materia orgánica, lo que a su vez disminuye la transparencia del agua y su contenido de oxígeno (Curtis, 2006; Parra, 1989). Los nutrientes acumulados en el agua, provienen de diversas fuentes, entre ellas, actividades humanas tales como la agricultura, la ganadería intensiva, la acuicultura y los desechos domésticos que son vertidos en los cauces.

Algunos estudios han demostrado la eficiencia de los moluscos bivalvos como filtradores capaces de disminuir el fitoplancton en la columna de agua (Dame *et al.*, 1991). Los bivalvos no sólo disminuyen las microalgas presentes, sino que además reducen los niveles de nutrientes y la concentración de sólidos suspendidos en ésta (Soto y Mena, 1999). La mayor parte de estas investigaciones se han realizado con bivalvos marinos, entre ellos, *Crassostrea rhizophorae*, *Mytella guyanensis* y *Perna viridis*, los que incorporados en los sistemas de producción acuícola, logran reducir los niveles de fosfatos, nitritos y nitratos en los efluentes de los criaderos de peces (Lin *et al.*, 1993; Olivera, 2001; Olivera y Brito, 2005). En lagos de Europa y América del Norte, existen experiencias con *Dreissenia polymorpha*, un bivalvo dulceacuícola. Este molusco es capaz de aumentar la transparencia del agua y disminuir la clorofila presente después de su introducción (Reeders *et al.*, 1989). Otro bivalvo dulceacuícola es *Elliptio complanata*, molusco originario de Norteamérica que se ha usado para controlar la proliferación de algas en cultivo de bagres criados para el consumo humano (Stuart y Eversole, 2001).

La almeja o chorito de río, *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia: Hyriidae), es un bivalvo de agua dulce común en lagos y ríos del centro y sur de Chile y Argentina (Lara *et al.*, 1988; Lara y Parada, 2008; Parada y Peredo 2006; Parada *et al.*, 2007; Valdovinos *et al.*, 2005; Valdovinos y Pedrerosa, 2007; Jackson, 2008). Esta especie se distribuye en Chile desde el río Limarí (30°28'S; 71°05'W) al lago Diana (51°50'13"S; 72°9'35"W) (Letelier y Ramos, 2006; Parada *et al.*, 2007; Parada y Peredo, 2008). Esta almeja tiene la capacidad de colonizar sustratos arenosos, areno pedregosos y fangosos (Lara y Parada, 1991) y ha formado parte de la dieta de los habitantes de la zona centro sur de Chile desde tiempos ancestrales (Jackson y Jackson, 2008). Algunos estudios han demostrado su capacidad de bombeo y de filtración de partículas y bacterias, pues reduce la eutrofización en tanques de cultivo de salmón (Mena, 1997), y la concentración de coliformes en agua dulce de pozo (Sepúlveda, 1988; Lara *et al.*, 2002).



Figura N° 1. *Diplodon chilensis*.



Lara *et al.* (2002) determinaron que *D. chilensis* tiene una alimentación mixta en base a fitoplancton, fitobentos y materia orgánica existente en el plancton y en el bentos. De este modo, esta especie tendría el potencial de ser incorporada en sistemas de producción acuícola para controlar la proliferación de algas y reducir los sólidos suspendidos. Del mismo modo, permitiría mejorar la calidad del agua para su reutilización, incorporándolo en un biofiltro que integre organismos vivos y filtros mecánicos.

Hipótesis

La actividad biofiltradora de *Diplodon chilensis* es afectada al variar condiciones como el tipo de alimento, densidad y tamaño de individuos, luminosidad, granulometría del sustrato, temperatura, pH del agua, salinidad y presencia de pesticidas. Se espera observar diferencias en la concentración final de células en suspensión al variar estos factores dentro de los rangos estudiados.

Objetivo General

Evaluar la actividad biofiltradora de *Diplodon chilensis* bajo distintas condiciones biológicas, físicas y químicas.

Objetivos Específicos

Evaluar: 1) el consumo de dos tipos de alimentos: microalgas y esporas fúngicas luego de 2, 4, 6 y 8 horas; 2) el efecto de la densidad de individuos (2, 4, 8, 16 almejas); 3) el efecto del tamaño de los individuos; 4) la luminosidad (luz y oscuridad); 5) el tipo de sustrato del fondo (limo, arena, gravilla); 6) el efecto de cuatro regímenes térmicos (2, 6, 15 y 25 °C); 7) el efecto de tres condiciones de pH del agua (7,7; 5,5 y 3,2); 8) el efecto de la salinidad del agua (0, 3, 10, 20, 30 g/L); y 9) el efecto de la presencia de pesticidas en el agua (0,0; 0,2; 0,5 mg piretroide/mL).

Metodología

Se realizaron nueve experimentos con la almeja de agua dulce *Diplodon chilensis*, para evaluar su actividad biofiltradora bajo distintas condiciones. Los ejemplares se obtuvieron de un canal del sector El Sauce, comuna de Chimbarongo, en el mes de mayo de 2017. Durante los experimentos, las almejas se mantuvieron en cajas plásticas transparentes de 5L, con 3L de agua. Por cada caja se dispusieron 10 individuos (excepto

en el experimento N° 2) de tamaño y peso similar (a excepción del experimento N° 3). Se tomaron muestras de 50 mL de agua al inicio y cada 2 horas. Se contaron las células en suspensión con hemocitómetro bajo microscopio óptico con aumento de 100X.

En el experimento N° 1 se utilizó agua con microalgas y agua con una suspensión de esporas de *Penicillium digitatum*, obtenidas de un cultivo de laboratorio. Se tomaron muestras a las 0, 2, 4, 6 y 8 horas. En el experimento N° 2 se utilizó agua con microalgas. Se evaluaron cuatro densidades de almejas, 2, 4, 8 y 16 individuos por caja. Las muestras de agua se tomaron a las 0, 2, 4 y 6 horas. En el experimento N° 3 se utilizó agua con microalgas. Se emplearon 2 tamaños de almejas: grandes (8 cm, 68,0 g) y pequeñas (5 cm, 18,5 g). Las muestras de agua se tomaron a las 0, 2, 4 y 6 horas. En el experimento N° 4 se utilizó agua con microalgas. Se evaluaron dos condiciones de luminosidad (luz y oscuridad). Las muestras de agua se tomaron a las 0, 2, 4 y 6 horas. En el experimento N° 5 se utilizó agua con microalgas. Se evaluó la actividad del molusco en tres granulometrías distintas de sustrato (limo, arena y gravilla) y un control sin sustrato. Las muestras de agua se tomaron a las 0, 2, 4 y 6 horas. En el experimento N° 6 se empleó agua con microalgas y se evaluaron cuatro regímenes térmicos: 2°C (refrigerador + hielo), 6°C (en un refrigerador), 15°C (temperatura ambiente) y 25°C (incubadora). La temperatura se midió con termómetro digital y termómetro de máxima y mínima, y las muestras de agua se tomaron a las 0, 2, 4 y 6 horas. En el experimento N° 7 se empleó agua con microalgas y se evaluaron tres condiciones de pH: 7,7 (agua potable), 5,5 (agua carbonatada) y 3,2 (ácido cítrico + agua potable). El pH se controló mediante un potenciómetro digital. Las muestras de agua fueron recolectadas a las 0, 2, 4 y 6 horas. En el experimento N° 8 se evaluó la actividad filtradora de *Diplodon chilensis* bajo cinco condiciones de salinidad 0, 3, 10, 20 y 30 g de NaCl/L de agua (con microalgas), las muestras de agua fueron recogidas a las 0, 2, 4 y 6 horas. En el noveno experimento se usó agua con microalgas y se evaluó la actividad filtradora en presencia de insecticida (piretroide), en las siguientes concentraciones de 0,0; 0,2 y 0,5 mg piretroide/mL de agua. Se calcularon los promedios de la concentración final de células de cada tratamiento y se expresaron como porcentajes de la concentración inicial de microalgas. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) unifactorial con un nivel de significación de 0,05. Para ello, los datos expresados en porcentajes (%) fueron transformados mediante la fórmula $\arcsen \sqrt{x}$, donde x es el porcentaje expresado en frecuencia. Finalmente, las medias fueron separadas mediante la prueba de Tukey, cuando había diferencia significativa al 5%. También, se realizaron análisis de regresión para algunos experimentos.



Resultados y discusión

Tabla N° 1. Resultados de los análisis estadísticos. ANOVA $p > 0,05$. GL = grados de libertad, F esp. = F esperado, F. obs. = F observado, Dif. Est. = diferencia estadística.

Experimento	GL trat.	GL error	F esp.	F obs.	Dif. Est.
Alimento	1	10	4,97	0,13	NO
Densidad	4	10	3,48	121,78	SI
Tamaño	1	6	5,99	0,15	NO
Luminosidad	1	6	5,99	4,91	NO
Sustrato	3	12	3,49	12,32	SI
Temperatura	3	8	4,07	322,46	SI
pH	2	6	5,14	8,13	SI
Salinidad	4	15	3,06	72,89	SI
Insecticida	2	9	4,26	110,80	SI

Experimento N° 1. sustrato alimenticio.

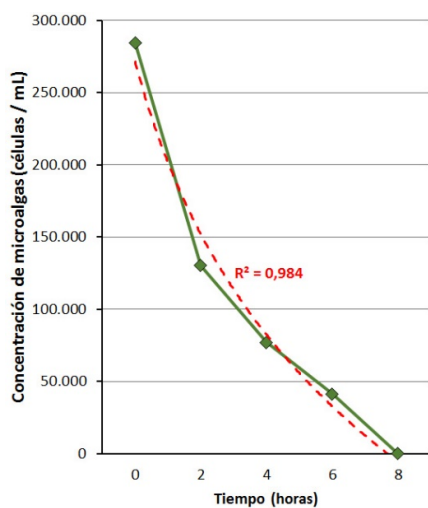


Figura N° 2. Actividad filtradora sobre microalgas.

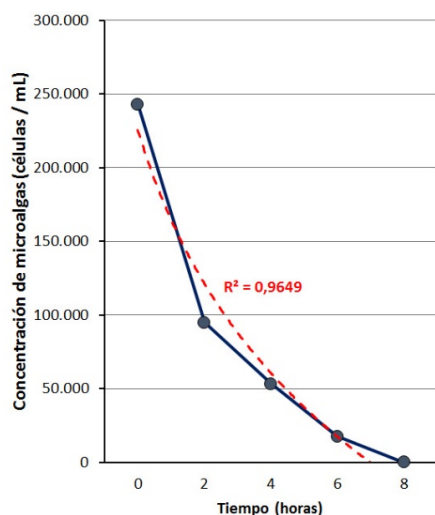


Figura N° 3. Actividad filtradora sobre esporas.

Experimento N° 2. densidad de individuos.

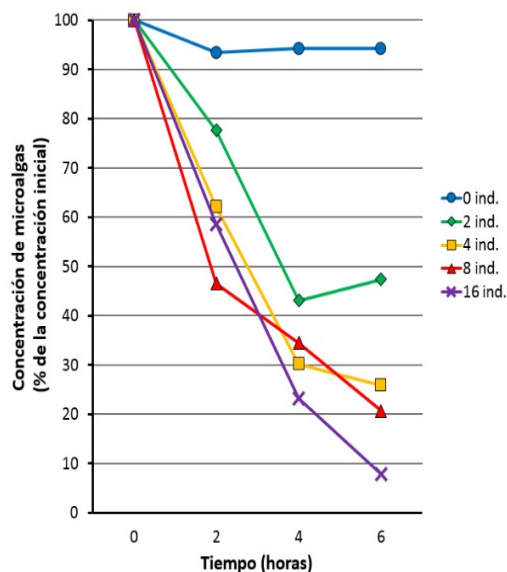


Figura N° 4. Actividad filtradora en cuatro densidades de almejas.

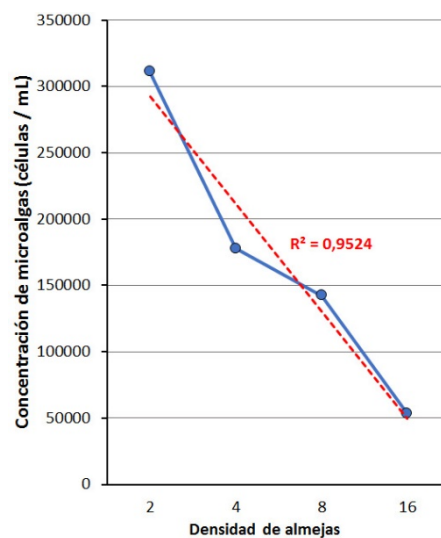


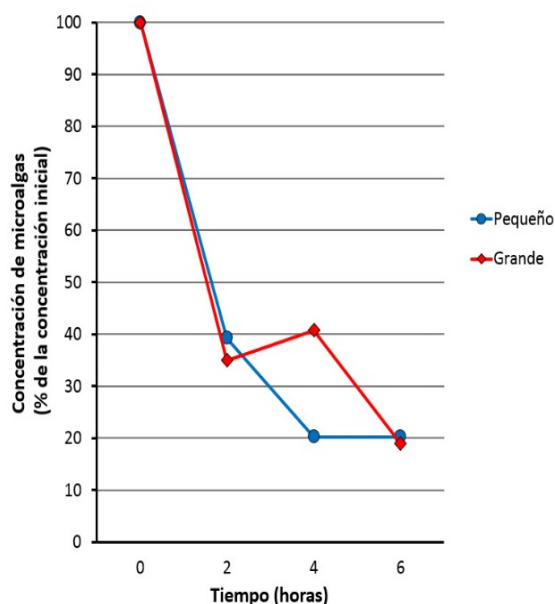
Figura N° 5. Efecto de la densidad de almejas en la concentración final de microalgas.

Tabla N° 2. Concentración final de microalgas a distintas densidades. Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (ANOVA, Tukey-Kramer $p > 0,05$).

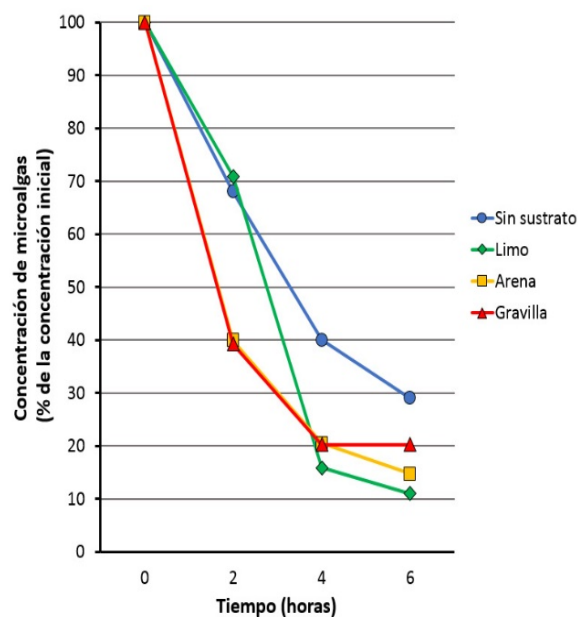
Tratamiento (individuos)	Concentración final de microalgas (% de la inicial)	
0	93,8	a
2	47,4	b
4	25,8	c
8	20,7	c
16	7,8	d



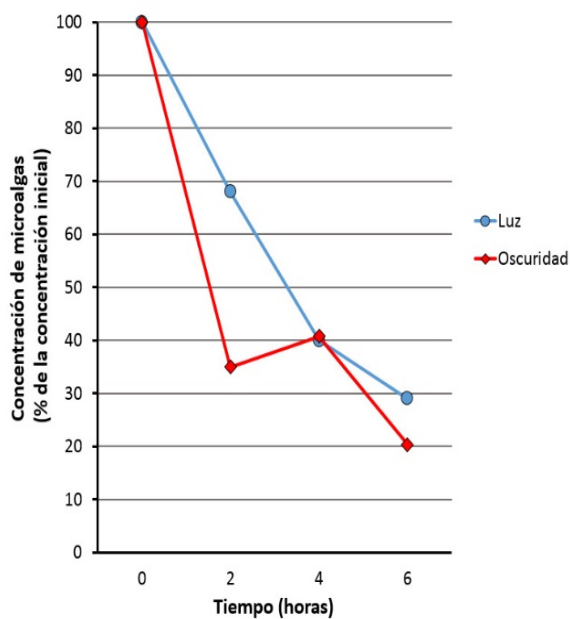
Experimento N° 3. tamaño de almejas.

Figura N° 6. Efecto del tamaño de las almejas en la actividad biofiltradora de *D. chilensis*.

Experimento N° 5. sustrato.

Figura N° 8. Efecto del tipo de sustrato en la actividad biofiltradora de *D. chilensis*.

Experimento N° 4. luminosidad.

Figura N° 7. Efecto de la luminosidad en la actividad biofiltradora de *D. chilensis*.

Experimento N° 6. temperatura del agua.

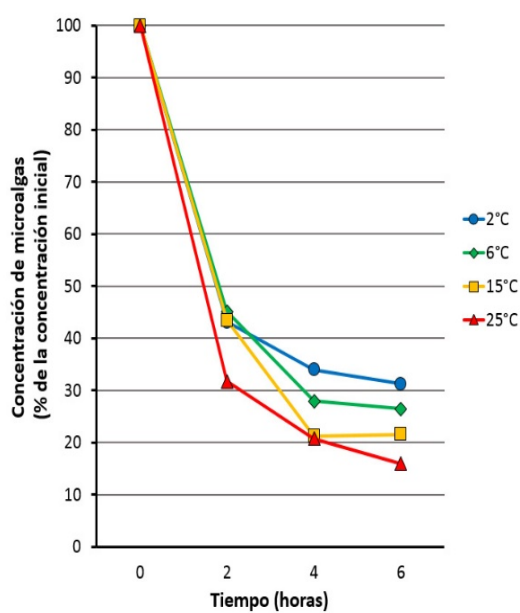


Figura N° 9. Actividad filtradora en cuatro regímenes térmicos.



Tabla N° 3. Concentración final de microalgas en distintos sustratos. Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (ANOVA, Tukey-Kramer, $p>0.05$).

Tratamiento (Sustrato)	Concentración final de microalgas (% de la inicial)	
Sin sustrato	29,0	a
Gravilla	20,3	a
Arena	14,7	ab
Limo	11,0	b

Tabla N° 4. Concentración final de microalgas en distintos pH del agua. Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (ANOVA, Tukey-Kramer, $p>0.05$).

Tratamiento (pH)	Concentración final de microalgas (% de la inicial)	
pH 7,7	43,1	a
pH 3,2	33,3	ab
pH 5,5	25,1	b

Tabla N° 5. Concentración final de microalgas en distintos niveles de salinidad del agua. Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (ANOVA, Tukey Kramer, $p>0.05$).

Tratamiento (g NaCl / L agua)	Concentración final de microalgas (% de la inicial)	
0	29,0	a
3	20,2	a
10	36,3	a
20	82,1	b
30	93,9	c

Tabla N° 6. Concentración final de microalgas a distintas concentraciones de insecticida en el agua. Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (ANOVA, Tukey-Kramer, $p>0.05$).

Tratamiento (mg / mL de agua)	Concentración final de microalgas (% de la inicial)	
0,0	20,3	a
0,2	85,1	b
0,5	85,7	b

Experimento N° 7. pH del agua.

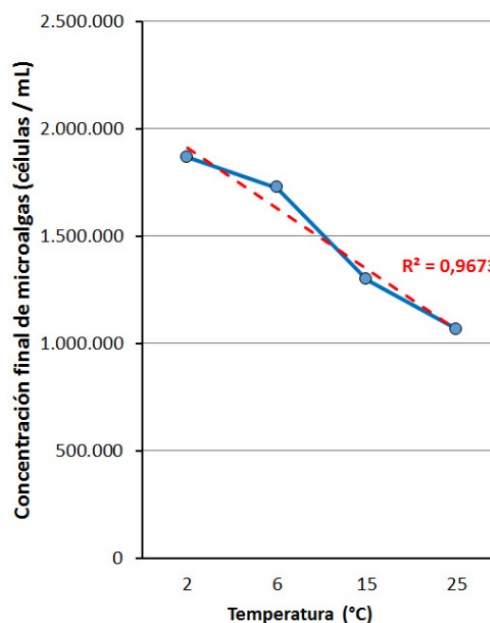


Figura N° 10. Efecto de la temperatura en la concentración final de microalgas.

Experimento N° 8. salinidad del agua.

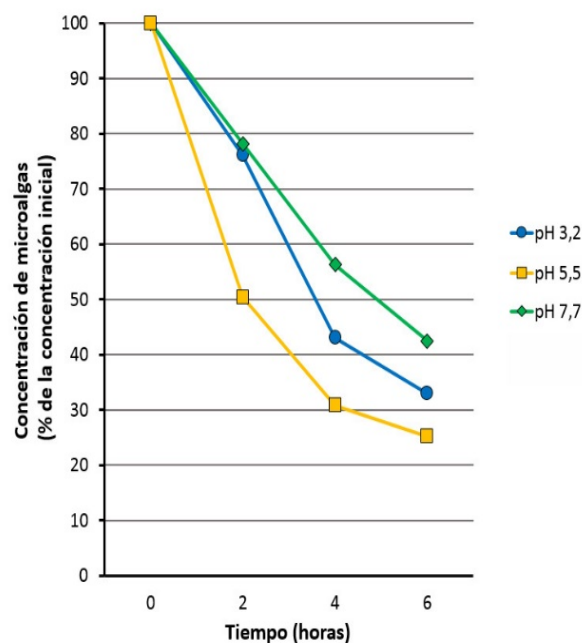


Figura N° 11. Actividad filtradora en tres condiciones de pH.



Experimento N° 9. presencia de insecticida en el agua.

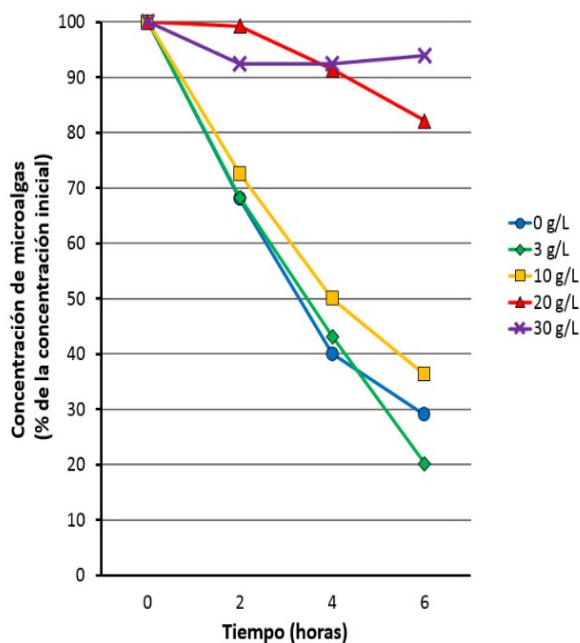


Figura N° 12. Actividad filtradora en cinco condiciones de salinidad del agua.

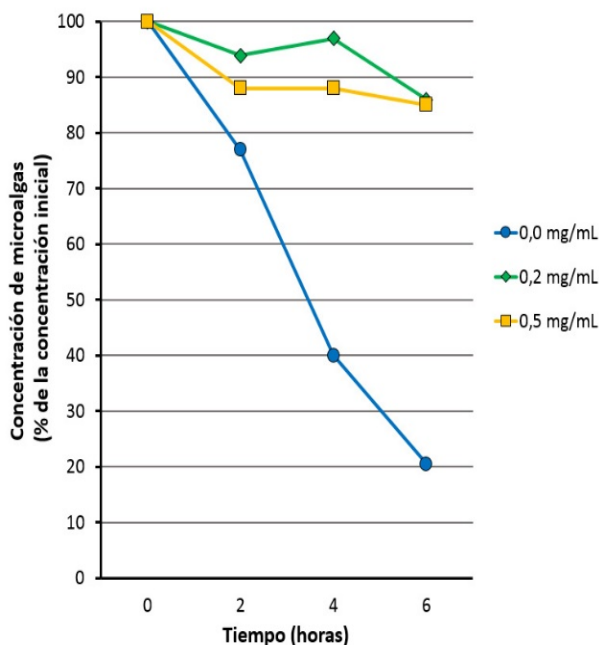


Figura N° 13. Actividad filtradora en presencia de insecticida.

La prueba ANOVA arrojó que existen diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos de los experimentos de densidad, sustrato, temperatura, pH, salinidad y presencia de insecticida (Tabla N° 1); y no hubo diferencia entre los tratamientos de los experimentos de tipo de alimento, tamaño y luminosidad.

Experimento N° 1: Los resultados indican que *Diplodon chilensis* es capaz de consumir microalgas y esporas de hongos presentes en la columna de agua (Figuras N° 2 y N° 3), lo que confirma su capacidad para filtrar cualquier tipo de partícula orgánica, en este caso, microorganismos. Se observó que la concentración de microalgas y esporas suspendidas en el agua disminuyen conforme avanza el tiempo en función logarítmica, alcanzando valores cercanos a cero después de 8 horas. Experimento N° 2: Respecto al efecto de la densidad de almejas, hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (Tabla N° 2). La concentración de microalgas varía en función lineal, disminuyendo a mayor densidad (Figuras N° 4 y N° 5). De este modo, para acelerar la reducción de partículas suspendidas, se puede aumentar la densidad de individuos. Experimentos N° 3 y N° 4: En cuanto a los factores como tamaño de individuos y luminosidad, éstos no tienen efecto en la actividad de biofiltración de *Diplodon chilensis* (Figuras N° 6 y N° 7). Experimento N° 5: Respecto a la granulometría del sustrato, se observó que hay diferencia significativa entre los tratamientos (Tabla N° 3). El mejor desempeño se observó en limo y arena (Figura N° 8). Es probable que a las almejas les resulte más fácil excavar en estos tipos de sustrato, para alimentarse de forma más segura. Experimento N° 6: La actividad biofiltradora varía de acuerdo a la temperatura en función lineal (Figuras N° 9 y N° 10). Así, luego de 6 horas de actividad a 2°C, *Diplodon chilensis* es capaz de consumir el 70% de las microalgas presentes en la columna de agua, mientras que, a 25°C, consume alrededor del 85%. El buen desempeño de la actividad biofiltradora de *D. chilensis* en diferentes regímenes térmicos, explicaría su adaptabilidad a distintos ambientes y su amplia distribución en Chile, encontrándose presente entre el Río Limarí (IV Región) y Río Negro (XI Región). Por lo mismo, esta especie de bivalvo podría ser usada como componente de filtros biológicos bajo distintas condiciones de temperatura, tanto en el norte y como en el sur del país. Experimento N° 7: En cuanto al pH del agua, el mejor desempeño se observó a un valor de 5,5 alcanzando un consumo del 75% de las microalgas suspendidas en la columna de



agua (Figura N° 11, Tabla N° 4). Es probable que *Diplodon chilensis* esté adaptado para sobrevivir en condiciones de pH ácido, pues se sabe que puede resistir condiciones de hipoxia durante períodos prolongados. A pH más bajo (pH = 3,2), la actividad disminuye un poco (67% de microalgas consumidas), mientras que a pH = 7,7, el consumo fue menor (57%). Experimento N° 8: En cuanto a la salinidad, se observa que este factor afecta la actividad biofiltradora de *Diplodon chilensis* a medida que aumenta la concentración de sal del agua (Figura N° 12, Tabla N° 5). Se puede apreciar que la actividad del molusco decrece con concentraciones

de 20 y 30 g/L, resultando esta última letal para el organismo. Experimento N° 9: De igual modo, la presencia de insecticida reduce la actividad biofiltradora del molusco, por lo que es posible inferir que el animal es sensible a estas sustancias (Figura N° 13, Tabla N° 6). De los factores bióticos, los resultados indican que la actividad biofiltradora de *Diplodon chilensis* es afectada por la densidad de individuos por volumen fijo de agua. En cuanto a los factores físicos, tanto el sustrato del fondo como la temperatura del agua tuvieron efecto en la actividad biofiltradora. Mientras que todos los factores químicos tuvieron efecto en dicha actividad.

Conclusión

Este trabajo permitió concluir lo siguiente: *Diplodon chilensis* es capaz de consumir tanto microalgas como esporas fúngicas, permitiendo reducir la concentración de materia orgánica en la columna de agua. La actividad de *Diplodon chilensis* no es afectada por factores como la luminosidad y el tamaño de los individuos. La actividad biofiltradora de *Diplodon chilensis* varía con el tipo de sustrato, la temperatura, pH y densidad de almejas. Si bien hubo diferencias al variar los factores evaluados, *D. chilensis* podría ser utilizado como eficiente biofiltrador en condiciones variables de sustrato alimenticio, temperatura y pH, mejorando la calidad del agua. Así mismo, para acelerar la reducción de partículas suspendidas, puede aumentarse la densidad de individuos. El aumento de la salinidad y la presencia de pesticidas disminuyen la actividad del molusco, por lo que esta especie sería más sensible a estos factores químicos. De este modo *D. chilensis* podría ser incorporado a un sistema de filtración de agua que emplee elementos biológicos y físicos para disminuir las partículas orgánicas suspendidas, así como también reducir la carga microbiana. Este sistema sería útil en áreas con escasez del recurso hídrico, en donde la reutilización del agua sería una alternativa para el eficiente aprovechamiento de ésta. Futuros experimentos estarían orientados a probar el potencial de este molusco como bioindicador de la calidad del agua, frente a contaminantes de uso doméstico, plaguicidas, residuos industriales y mineros.



Bibliografía

Curtis H. 2006. Invitation to biology. Ediciones Panamericana, Buenos Aires, Argentina.

Dame R, Dankers N, Prints T, Jongsma H, Smaal A. 1991. The influence of mussel beds on nutrients in the Western Wadden Sea and Eastern Scheldt Estuaries. *Estuaries* 14: 130-138. <https://doi.org/10.2307/1351686>

Jackson D, Jackson D. 2008. Antecedentes arqueológicos del género *Diplodon* (Spix, 1827) (Bivalvia, Hyriidae) en Chile. *Gayana* 72: 188-195. <https://doi.org/10.4067/s0717-65382008000200008>

Lara G, Parada E, Peredo S, Inostroza J, Mora H. 1988. La almeja de agua dulce *Diplodon chilensis* (Gray, 1828), un recurso potencial. *Boletín Museo Regional de La Araucanía* 3: 33-40.

Lara G, Parada E. 1991. Seasonal changes in the condition index of *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) in sandy and muddy substrata. Villarrica Lake, Chile (39°18'S;72°05'W). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* 62: 99-106.

Lara G, Contreras A, Encina F. 2002. La almeja de agua dulce *Diplodon chilensis* (Bivalvia: Iridea) potencial biofiltro para disminuir los niveles de coliformes en pozos: Experimento de laboratorio. *Gayana* 66: 113-118. <https://doi.org/10.4067/s0717-65382002000200005>

Lara G, Parada E. 2008. Mantención del patrón de distribución espacial, densidad y estructura de tamaños de la almeja de agua dulce *Diplodon chilensis* Gray, 1828 (Bivalvia: Hiriidae) en el Lago Panguipulli, Chile. *Gayana* 72: 45-51. <https://doi.org/10.4067/s0717-65382008000100007>

Letelier S, Ramos AM. 2006. Distribución geográfica de *Diplodon* (*Diplodon*) *chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia: Hyriidae) basado en el material de la colección del Museo Nacional de Historia Natural (MNHCL), Santiago de Chile. *Amici Molluscarum* 14: 13-17.

Lin C, Wanuchsoontorn P. 1993. Integrated culture of the green mussel *Perna viridis* in wastewater from an intensive shrimp pond: concept and practice. *World Aquaculture* 24: 68-73.

Mena G. 1997. Evaluación experimental de la capacidad de *Diplodon chilensis* para procesar los excedentes orgánicos generados por la Salmonicultura. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

Meriño J, Muñoz N, Quilaqueo L, Vargas S, Salinas G, Basualto E, Urrea F. 2012. Efecto de la actividad biofiltradora de *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia; Hyriidae) en la concentración de microalgas. *Revista Ciencia Joven* 2012: 88-99.

Olivera. A. 2001. Os moluscos bivalves e a biorremediação dos impactos da carcinicultura. *Panorama da Aquicultura* 11: 37-39.

Olivera A, Brito L. 2005. Treating shrimp farming effluent using the native oyster, *Crassostrea rhizophorae*, in Brazil. *World Aquaculture* 36: 60-63.

Parada E, Peredo S. 2006. Estado del conocimiento de los bivalvos dulceacuícolas de Chile. *Gayana* 70: 82-87. <https://doi.org/10.4067/s0717-65382006000100013>

Parada E, Peredo S. 2008. *Diplodon patagonicus* (Bivalvia: Hyriidae) to be or not to be. *Gayana* 72: 266-267. <https://doi.org/10.4067/s0717-65382008000200014>



Parada E, Peredo S, Valenzuela J, Manuschevich D. 2007. Extention of the current Northern distribution range of freshwater mussel *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia: Hyriidae) in Chile. *Gayana* 71: 212-215. <https://doi.org/10.4067/s0717-65382007000200013>

Parra O. 1989. La eutroficación de la Laguna Grande de San Pedro, Concepción, Chile: un caso de estudio. *Ambiente y Desarrollo* 5: 117-136.

Reeders H, Bij de Vaate A, Slim F. 1989. The filtration rate of *Dreissenia polymorpha* (Bivalvia) in three dutch lakes with reference to biological water quality management. *Freshwater Biology* 22: 133-141. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1989.tb01088.x>

Sepúlveda A. 1988. Estudio preliminar de la contaminación fecal en aguas naturales utilizando un organismo bioindicador y la técnica de filtración de membrana. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

Soto D, Mena G. 1999. Filter feeding by freshwater mussel, *Diplodon chilensis*, as a biocontrol of salmon farming eutrophication. *Aquaculture* 171: 65-68. [https://doi.org/10.1016/s0044-8486\(98\)00420-7](https://doi.org/10.1016/s0044-8486(98)00420-7)

Stuart K, Eversole A. 2001. Filtration of green algae and cyanobacteria by freshwater mussels in the partitioned aquaculture system. *Journal of the World Aquaculture Society* 32: 105-111. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2001.tb00928.x>

Valdovinos C, Olmos V, Moya C. 2005. Moluscos terrestres y dulceacuícolas de la Cordillera de la Costa Chilena. Biodiversidad y Ecología de los Bosques de la Cordillera de la Costa de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

Valdovinos C, Pedreros P. 2007. Geographic variations in shell growth rates of the mussel *Diplodon chilensis* from temperate lakes of Chile: Implications for biodiversity conservation. *Limnologica* 37: 63-75. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2006.08.007>



LO QUE ESCONDE TU ROPA

WHAT HIDES YOUR CLOTHES

Sofía Godoy • Matías Riquelme
Profesor Guía: Rodrigo Cáceres
Liceo Los Cóndores • Alto Hospicio
Asesor Científico: Lucio Condori
Evaluador: Maritza Páez

Resumen

Se postula que los elementos metales inorgánicos están más presentes en las fibras textiles teñidas importadas que en las fibras textiles teñidas por una artesana aymara en la región de Tarapacá. Se determinó identificar, cuantificar y evaluar los riesgos de elementos metálicos inorgánicos en el teñido de fibras textiles de poleras nuevas importadas, poleras usadas importadas y en fibras textiles teñidas con colorantes extraídos de hierbas por una artesana de la región de Tarapacá. La metodología fue experimental, utilizando datos obtenidos de manera cuantitativa y cualitativa. Se comprueba una alta concentración de Cobre en el teñido de las fibras textiles de poleras nuevas y usadas importadas. Las fibras textiles teñidas por una artesana contienen bajas concentraciones de Cobre. Las tres muestras de fibras textiles teñidas muestran la ausencia de cadmio, plomo y arsénico. El Cobre forma parte del compuesto hidróxido cúprico presente en la composición química de muchos colorantes. El elemento metal inorgánico más común en los colorantes es el cobre. El Cobre, Hierro y el Zinc se utilizan como compuestos para dar diferentes tonos y durabilidad al color. Chile necesita de leyes que regulen la importación de textiles teñidos para informar la presencia de elementos químicos peligrosos para la salud.

Palabras claves: Fibras textiles; Metales inorgánicos para teñido; Colorante; Cobre.

Abstract

It is postulated that inorganic metal elements are more present in imported dyed textile fibers than in textile fibers dyed by an Aymara artisan in the Tarapacá region. It was determined to identify, quantify and evaluate the risks of inorganic metal elements in the dyeing of textile fibers from imported new T-shirts, imported used T-shirts and in textile fibers dyed with dyes extracted from herbs by a craftswoman from the Tarapacá region. The methodology was experimental, using data obtained quantitatively and qualitatively. A high concentration of copper was verified in the dyeing of the textile fibers of imported new and used T-shirts. Textile fibers dyed by a craftswoman contain low concentrations of copper. The three samples of textile fibers stained showed absence of cadmium, lead and arsenic. Copper was part of the cupric hydroxide compound present in the chemical composition of many dyes. The most common inorganic metal element in dyes is copper. Copper, iron and zinc are used as compounds to give different shades and durability to the color. Chile needs laws that regulate the import of dyed textiles to report the presence of chemical elements dangerous to health.

Keywords: Textile fibers; Inorganic metals for dyeing; Colorant; Copper.

El Proyecto participó en:

- * Congreso Regional Escolar de Ciencia y Tecnología Explora Tarapacá 2017
- * Congreso Nacional Escolar de Ciencia y Tecnología Explora Arica y Parinacota 2017
- * I Congreso de Residuos Sólidos de Alto Hospicio 2018



Introducción

El Fast Fashion favorecido por la globalización hace que veamos la ropa como algo de usar y tirar, ha aumentado en un 400% el consumo de ropa a nivel mundial (Morgan, 2015). Muchas sustancias químicas son utilizadas en diferentes fases y procesos de producción textil, por ejemplo alrededor del 2,5% de las tierras cultivables del mundo se utilizan para plantaciones de algodón donde se consumen 25% de los pesticidas utilizados a nivel global (Carrasco, 2017). Una gran variedad de productos químicos son utilizados en el proceso de teñido, se estima que aproximadamente diez mil colorantes y pigmentos diferentes son empleados en esta industria (Páez, 2012). De esta forma químicos compuestos por metales pesados, colorantes azoicos, etc. se encuentran dentro de la tintura. El uso continuado de este tipo de químicos tóxicos puede tener efectos sobre la salud de las personas y el entorno.

A Chile llega mucha cantidad de ropa importada, sin embargo hacen falta leyes específicas que regulen la calidad y la seguridad con que fueron confeccionadas las prendas (Gómez, 2015). Según cifras de Euromonitor International en los últimos 10 años el chileno ha aumentado 73% su consumo de ropa. Si en el 2003 cada habitante adquirió un promedio de 15 prendas al año, en el 2013 la cifra se elevó a 26 prendas (Riedemann, 2015). Frente a la poca información de estudios en Chile y específicamente local, en Iquique llega mucha ropa nueva importada elaborada en China y la denominada ropa usada en fardos, entre ellas poleras cuyas fibras textiles teñidas tienen directo contacto con la piel. En la región de Tarapacá hace miles de años la cultura aymara utiliza en la producción de prendas procesos naturales con componentes propios de la naturaleza como la lana hecha de pelo de Alpaca y Llama, y co-

lorantes naturales extraídos de hierbas de la zona como la Uma tola *Parastrephia lepidophylla* y la Sipu tola *Parastrephia quadrangularis* (Agüero, 2012). El bajo costo y fácil acceso para comprar prendas importadas o usadas aminoran el valor cultural de las prendas elaboradas de manera orgánica con fibra y teñido natural en la región de Tarapacá (Agüero, 2012).

Hipótesis

Se postula que los elementos metálicos inorgánicos están más presentes en las fibras textiles teñidas importadas que en las fibras textiles teñidas por una artesana aymara en la región de Tarapacá.

Objetivo general

Comparar el contenido de elementos metálicos inorgánicos presentes en fibras textiles teñidas de poleras importadas y en fibras textiles teñidas por una artesana aymara de la región de Tarapacá.

Objetivos específicos

Identificar los elementos metálicos inorgánicos presentes en fibras textiles teñidas de poleras importadas y en fibras textiles teñidas por una artesana aymara de la región de Tarapacá. Cuantificar los elementos metálicos inorgánicos presentes en fibras textiles teñidas de poleras importadas y en fibras textiles teñidas por una artesana aymara en la región de Tarapacá. Evaluar los riesgos de elementos metálicos inorgánicos por las concentraciones presentes en las fibras textiles teñidas



de poleras importadas y las fibras textiles teñidas elaboradas por una artesana aymara en la región de Tarapacá.

Metodología

Área y fecha de estudio: Durante abril del 2017 se decide estudiar el área textil para analizar la composición química de los colorantes para teñir las prendas. Se seleccionó las poleras importadas cuyas fibras textiles son teñidas con colorantes químicos comercializadas por tiendas importadoras de Zofri. También poleras importadas usadas o de ropa americana de ferias libres de la ciudad de Alto Hospicio teñidas con colorantes químicos. Además las fibras textiles de tejido orgánico y teñido natural en colores de una artesana aymara que reside en el pueblo de Colchane y Alto Hospicio en la región de Tarapacá.

Registro de los datos: Se elaboraron tres muestras:

1. Retazos de poleras importadas nuevas cuyas fibras textiles son teñidas en colores rojo y verde.
2. Retazos de poleras importadas denominadas “ropa americana o usada” cuyas fibras son teñidas en colores rojo y anaranjado.
3. Retazos de fibras orgánicas teñidas con hierbas como *Uma tola* que entrega el color gris y *Sipu tola* que da el color amarillo.

Análisis de los datos: Se sometió las muestras a proceso de análisis químico instrumental por metales en el Laboratorio de Suelo y Aguas de la Facultad de Ciencias agronómicas de la Universidad de Tarapacá de la

ciudad de Arica. Se analizó los resultados a través de bibliografía asociada para corroborar los objetivos trazados en la investigación.

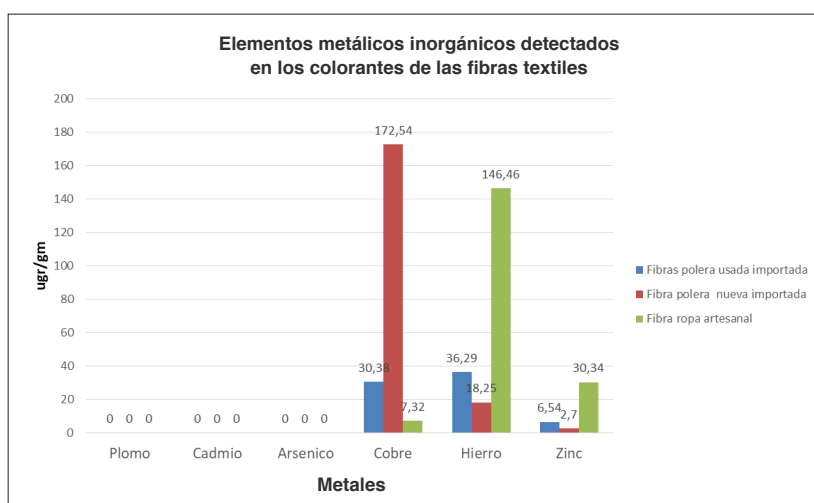
Resultados y discusión

Se identificaron los siguientes elementos metaloides inorgánicos en las muestras de fibras textiles teñidas importadas y las elaboradas de manera artesanal: Plomo, Cadmio, Arsénico, Cobre, Hierro y Zinc. De los elementos metálicos inorgánicos detectados: el Cobre, el Hierro y el Zinc, el Cobre es el más abundante en fibras textiles teñidas de poleras nuevas importadas y en menor cantidad en las fibras textiles teñidas de poleras usadas debido a que forma parte del compuesto hidróxido cúprico utilizado para la coloración de papel y textiles (Mager, 1997).

En el gráfico N° 1 se observa la cuantificación de elementos metálicos inorgánicos detectados en los colorantes de cada una de las muestras de fibras textiles. Las fibras textiles teñidas de forma artesanal tienen una alta concentración de Hierro y bajas concentraciones de Cobre. La alta presencia se debe a que contiene el colorante extraído de las hierbas tolas andinas que contienen un alto contenido en hierro debido a su absorción en el sustrato del altiplano.

Se establece que los elementos metálicos inorgánicos de más riesgo detectados en las tres muestras son el Cobre, el Hierro y el Zinc. Ciertos colorantes con contenidos de Cobre en su composición son objeto de preocupación, este elemento es conocido por sus efectos negativos en cultivos vegetales y microorganismos, lo cual trae como consecuencia una disminución de la fertilidad del suelo

Gráfico N° 1



Conclusión

Las fibras estudiadas no contienen concentraciones detectables de cadmio, plomo y arsénico. Uno de los metales más comunes en los colorantes es el cobre que forma parte integral de sus moléculas. Los elementos metálicos inorgánicos son muy abundantes en la industria textil, forman parte de los colorantes que tiñen las fibras textiles en su elaboración. El Cobre, Hierro y el Zinc se utilizan como compuestos para dar diferentes tonos y durabilidad al color. Chile necesita que las instituciones pertinentes redacten leyes que regulen la importación de textiles, para que los tejidos expuestos y en contacto con nuestra piel y nuestra naturaleza sean sanos. Así resguardar e informar la presencia de elementos químicos peligrosos para la salud y el medio ambiente.

Bibliografía

Agüero C. 2012. Textiles del asentamiento Caserones y su cementerio: significado social y político para la población Tarapaqueña durante el Período Formativo (Norte de Chile) San Pedro de Atacama, Chile. *Revista de Antropología* 26: 59-64.

Carrasco A. 2017. Tóxicos textiles: Lo que esconden tus prendas de ropa. FashionUnited, Madrid, España: <https://fashionunited.es/noticias/moda/toxicos-textiles-lo-que-esconden-tus-prendas-de-ropa/2017053123996>

CONAMA. 2010. [Comisión Nacional de Medio Ambiente]. Primer reporte sobre manejo de residuos sólidos en Chile. Gobierno de Chile, Santiago, Chile.

Gómez C. 2015. Internacionalización de la empresa Frog Bb: Exportación de ropa de bebés hacia el mercado chileno. Tesis. Universidad Abierta Interamericana, Buenos Aires, Argentina.

Mager J. (Ed.). 1997. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales, Madrid, España.

Morgan A. 2016. Fast Fashion: Ropa barata y tóxica, Ecologistas en acción, Madrid, España. <https://libresdecontaminanteshormonales.wordpress.com/2016/01/14/fast-fashion-ropa-barata-y-toxica-edcs>

Páez M. 2012. Determinación de la actividad enzimática de lacasas y lignina peroxidasas de hongos degradadores de colorantes seleccionados para el tratamiento de aguas residuales de la industria textil. Tesis. Universidad Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador.

Riedemann B. 2015. ¿Qué le pasa a la ropa?, Santiago, Chile: Revista Paula. <https://www.latercera.com/paula/que-le-pasa-a-la-ropa/>



AVIFAUNA Y CONSERVACIÓN DE UNA CHARCA ESTACIONAL EN EL SITIO RAMSAR LAS SALINAS DE HUENTELAUQUÉN¹

BIRDS AND CONSERVATION OF A SEASONAL POND IN THE RAMSAR SITE LAS SALINAS DE HUENTELAUQUÉN

Ignacio Barraza • Llanka Cordero • Alejandra Navea
 Profesor Guía: César Piñones
 Escuela Juan Antonio Ríos • Huentelauquén Norte
 Asesor Científico: Víctor Bravo
 Evaluador: Paola Aráneda

Resumen

Se presentan los resultados de un muestreo exploratorio de aves asociadas a una charca estacional, la cual constituye un humedal efímero dentro del Sitio Ramsar Las Salinas de Huentelauquén en la Región de Coquimbo. Se determinó la riqueza, abundancia de aves y adicionalmente se documentaron las presiones antropogénicas que podrían afectar la integridad de dicho ecosistema. La charca estacional presentó 8 especies de aves asociadas directamente, pudiéndose establecer que dicho humedal cumple un rol dentro de la ruta migratoria de especies australes y boreales, además de permitir el uso de un ambiente mayoritariamente árido, por parte de aves acuáticas y una playera residente con problemas de conservación, no descrita antes para estos ecosistemas. Existen presiones que podrían afectar a las poblaciones locales y migratorias de aves que ocupan estos ambientes poco conocidos y subvalorados. El estudio de estos ecosistemas podría ser abordado a través de proyectos de ciencia colaborativa, que involucren a las dos escuelas locales y a los observadores de aves, en un contexto que implique una adecuada planificación del territorio y un monitoreo continuo y participativo, utilizando herramientas de ciencia ciudadana como eBird.

Palabras claves: Aves playeras; Aves acuáticas; Charca estacional; Humedales costeros; Sitio Ramsar.

Abstract

The results of an exploratory sampling of birds associated with a seasonal pond are presented, which constitutes an ephemeral wetland within the Ramsar Site Las Salinas de Huentelauquén in the Coquimbo Region. The richness, abundance of birds was determined and anthropogenic pressures that could affect the integrity of that ecosystem were also documented. The seasonal pond presented 8 directly associated bird species, and it can be established that wetland plays a role within the migratory route of austral and boreal species, in addition to allowing the use of a mainly arid environment by waterfowl and a beach bird with conservation problems, not previously described for these ecosystems. There are pressures that could affect the local and migratory populations of birds that occupy these little known and undervalued environments. The study of these ecosystems could be approached through collaborative science projects, which involve the two local schools and bird watchers, in a context that implies adequate planning of the territory and continuous and participatory monitoring, using science tools citizen like eBird.

Keywords: Shorebirds; Aquatic birds; Seasonal pond; Coastal wetlands; Ramsar Site.

¹ El proyecto participó en el I Congreso Provincial Escolar de la Ciencia y Tecnología de Choapa 2017, organizado por el PAR Explora-CONICYT Región de Coquimbo.



Introducción

Los humedales son uno de los hábitats más amenazados y modificados del mundo por actividades antrópicas (Gibbs, 1993; Richardson, 1994), pese a conocerse los servicios ecosistémicos proporcionados para las personas como para las distintas especies. Para estas últimas, la generación de hábitat es quizás uno de los más importantes, especialmente para las aves migratorias de larga distancia, ya que son importantes sitios de parada para reposición energética (Ramsar, 2016). La alta abundancia de este grupo, ha favorecido su estudio, especialmente en los humedales costeros de la Región de Coquimbo, siendo particularmente el grupo de las aves acuáticas el más estudiado (Jorge *et al.*, 1998; Tabilo *et al.*, 2001; Rojas y Tabilo, 2004; CAACH, 2005; Piñones *et al.*, 2010; Zuleta & Piñones, 2015; Cortez y Pastén, 2016; eBird, 2020).

Tradicionalmente dicha investigación y los esfuerzos de divulgación y conservación, se ha concentrado en los humedales costeros que presentan un caudal permanente de agua dulce durante todo el año (Fariña y Camaño, 2012; Vargas *et al.*, 2016). Es así como para el Sitio Ramsar Las Salinas de Huentelauquén (SRLSH), las investigaciones y muestreos de aves se han centrado en las aves acuáticas y playeras de la desembocadura del Río Choapa (Schmitt *et al.*, 2011; García-Walther *et al.*, 2017). Por ello, la información sobre las aves y conservación de las charcas estacionales, como las que se localizan en los llanos costeros de Huentelauquén es nula o de existir, es restringida, lo que hace necesaria su actualización (Zuleta y Piñones, 2014b; Zuleta y Piñones, 2015).

Las charcas estacionales, son pequeñas lagunas de agua dulce que se logran formar sólo con la lluvia en

depresiones naturales o artificiales del terreno, por lo que son intermitentes (Ramsar, 2016) y cuya forma y tamaño dependen de la topografía e intensidad y duración de las precipitaciones (Wiltham *et al.*, 1998). En este sentido sólo es posible verlas durante algunos meses posteriores al invierno y cuyo tamaño además, irá disminuyendo con una velocidad que depende de la evaporación y del intercambio con el suelo inferior, desapareciendo completamente hacia el verano (Andreu, 2014; Zuleta *et al.*, 2019).

Estos humedales, por ejemplo, en Estados Unidos y las zonas mediterráneas de Europa, han sido definidas por la investigación científica como un hábitat prioritario para la conservación de la biodiversidad. No obstante, el interés por su conservación es muy reciente, lo que ha provocado que muchas charcas sufran transformaciones importantes, derivadas de la inadecuada regulación territorial, la introducción de especies invasoras, cambios climáticos, entre otras amenazas, las cuales en su conjunto han llevado a su declive o desaparición (Williams *et al.*, 2001; Grillas *et al.*, 2004; Zacharias *et al.*, 2007; Calhoun *et al.*, 2016). Adicionalmente, pese a que se ha reconocido la importancia de conservar los ambientes acuáticos y biodiversidad de las zonas mediterráneas áridas y semiáridas del planeta, junto con los servicios ecosistémicos que esta entrega; tales como la identidad cultural, la biodiversidad de las tierras áridas no es adecuadamente monitoreada (Davies *et al.*, 2012).

Por ello, y en general para cualquier área de importancia para la biodiversidad, se hace necesaria, por ejemplo, la identificación de presiones (degradaciones sobre los sistemas) y sus fuentes (causas que las provocan),



con miras a establecer con claridad las amenazas a objetos naturales y culturales de conservación (Granizo *et al.*, 2006), para posteriormente establecer y organizar las formas de minimizarlos. Bajo este contexto, se llevó a cabo una investigación de carácter descriptivo que buscó respuesta a las siguientes preguntas: ¿Qué aves son posibles de encontrar en una charca estacional en las planicies costeras de Huentelauquén? y estos ecosistemas ¿se encuentran bajo presión antrópica? Para esto se plantearon como objetivos el: a) Describir la comunidad de aves presentes en el área de estudio seleccionada y b) Identificar presiones y sus fuentes con miras a sugerir recomendaciones para la conservación y manejo de este singular tipo de humedal en la Región de Coquimbo.

Método

La investigación de campo se realizó en la localidad rural de Huentelauquén Norte, Provincia de Choapa, Región de Coquimbo, Chile, en los terrenos de la comunidad agrícola homónima. Los muestreos se realizaron en los llanos costeros de Las Salinas de Huentelauquén (UTM 257646 E, 6499320 N), zona designada como Área Prohibida de Caza (SAG, 2018), Sitio Ramsar en Chile (Zuleta y Piñones, 2014a; Carrasco *et al.*, 2015), y Área de Importancia para la Conservación de la Aves y la Biodiversidad (IBA, por sus siglas en inglés) por parte de BirdLife International (BirdLife International, 2018).

Se trabajó en un humedal del tipo charca estacional, ubicado en el sector de Paihuenes, el cual fue seleccionado por su tamaño (24.195 m²), accesibilidad y

cercanía al establecimiento educacional (Figura N° 1). En tres salidas durante agosto de 2016, mientras la charca se encontraba en su fase de anegamiento post lluvias (Zedler, 1987), se registraron las aves asociadas a tres micro-hábitats del humedal: a) Centro de Espejo de Agua: Zona con una profundidad de entre 30 cm a 1 metro, caracterizada por agua turbias y sin afloramiento de rocas. b) Orilla semi-anegadas con piedras: Área con una columna de agua de milímetros o pocos centímetros de altura, en donde es posible observar pequeñas piedras que no alcanza a ser cubiertas por la película de agua y c) Borde fangoso adyacente a la orilla: Zona sin agua superficial, pero saturada de humedad al estar con anterioridad inundada. Aquí la concentración de piedras es menor (Figura N° 1).

Los conteos; considerando tiempos de desplazamiento al sitio de estudio y monitoreo efectivo, se desarrollaron una vez por semana entre las 16:00 y 17:30 horas (horario asignado para la ejecución del taller de ciencias). Se trabajó en dos estaciones, dispuestas en la ribera norte y sur del espejo de agua, en donde se tomaron datos durante 10 minutos (Ralph *et al.*, 1996), con un catalejo de 60x a una distancia aproximada de 30 m de cada orilla. Para la identificación de especies se siguió a Jaramillo (2005). Adicionalmente, siguiendo a García-Walther *et al.* (2017), se tomó nota de los comportamientos de las aves en cada uno de dichos micro-hábitats, estableciendo tres categorías conductuales: alimentación, descanso y acicalamiento. Para estos efectos, las aves que volaban sobre el área evaluada fueron descartadas de los análisis, pero si se registró su presencia con fines descriptivos de la historia natural del sitio de estudio.

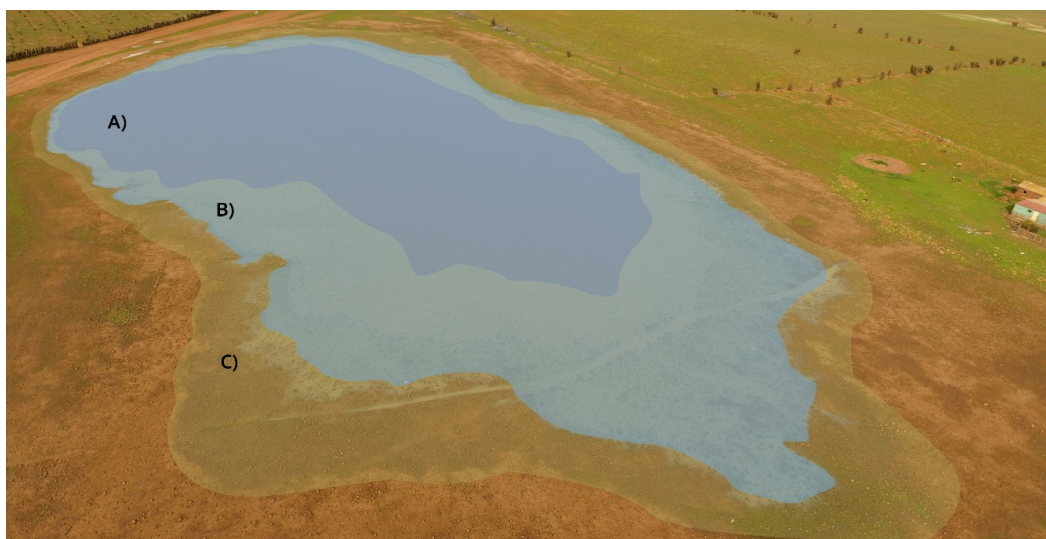


Figura N° 1. Sitio de estudio conformado por una charca estacional ubicada en el sector de Paihuenes. Se evidencian tres micro-hábitats desde el centro hacia la periferia del humedal: A) Centro de espejo de agua, B) Orilla semi-anegada con piedras y C) Borde fangoso adyacente a la orilla. Fotografía de Víctor Bravo-Naranjo.



A modo de propuesta preliminar, se determinaron las presiones que podría estar afectando tanto a las aves cómo a la charca estacional; estas son los factores que afectan directamente a nuestros objetos de conservación, además de las fuentes que generan estas presiones (Granizo *et al.*, 2006). Esto se realizó mediante la observación en terreno y a través de registro fotográfico mediante dron. Determinadas las fuentes que dan origen a las presiones, estas se valorizaron de acuerdo a dos criterios: contribución e irreversibilidad. El primero se refiere a que porcentaje del daño, se puede atribuir a esta fuente, y el segundo se relaciona con cuan reversible puede ser el daño causado, y este se puede determinar considerando los esfuerzos económicos y de mano de obra. Por ejemplo; a medida que el problema a solucionar se va alejando de los centros urbanos, los costos van aumentando. Estos dos criterios se categorizaron en una escala de 4 sub-criterios: Muy

alto, alto, medio y bajo, de acuerdo a lo propuesto por Granizo *et al.* (2006).

Resultados

Se identificaron 8 especies de aves nativas (Figura N° 2), entre estas 5 son residentes, 1 es una migratoria boreal y 2 son definidas como migratorias australes (Tabla N° 1). El Chorlo nevado (*Charadrius nivosus*), con 20 ejemplares presentó una mayor abundancia promedio. Lo siguió el Chorlo doble collar (*Charadrius falklandicus*), con 17 ejemplares y el Pato Jergón Grande (*Anas georgica*) con 15 ejemplares promedio. La Perdicitita (*Thinocorus rumicivorus*) y la Gaviota Dominicana (*Larus dominicanus*), presentaron los menores promedios en su abundancia. Las abundancias totales por especie para los 3 conteos se muestran en la Figura N° 3.



Figura N° 2. Parte de la avifauna registrada. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: *Charadrius nivosus*, *Charadrius modestus*, *Charadrius falklandicus* y *Calidris bairdii*. Fotografías de César Piñones.

Tabla N° 1. Aves asociadas a la charca estacional de Paihuenes en el Sitio Ramsar Las Salinas de Huentelauquén. Invierno 2016. Taxonomía (Barros *et al.*, 2015), Origen (Zuleta y Piñones, 2015).

Familia	Especie	Nombre Científico	Origen
Anatidae	Pato real	<i>Anas sibilatrix</i>	Residente
Anatidae	Pato Jergón grande	<i>Anas georgica</i>	Residente
Charadriidae	Chorlo doble collar	<i>Charadrius falklandicus</i>	Austral
Charadriidae	Chorlo nevado	<i>Charadrius nivosus</i>	Residente
Charadriidae	Chorlo chileno	<i>Charadrius modestus</i>	Austral
Thinocoridae	Perdicitita chica	<i>Thinocorus rumicivorus</i>	Residente
Scolopacidae	Playero de Baird	<i>Calidris bairdii</i>	Boreal
Laridae	Gaviota dominicana	<i>Larus dominicanus</i>	Residente



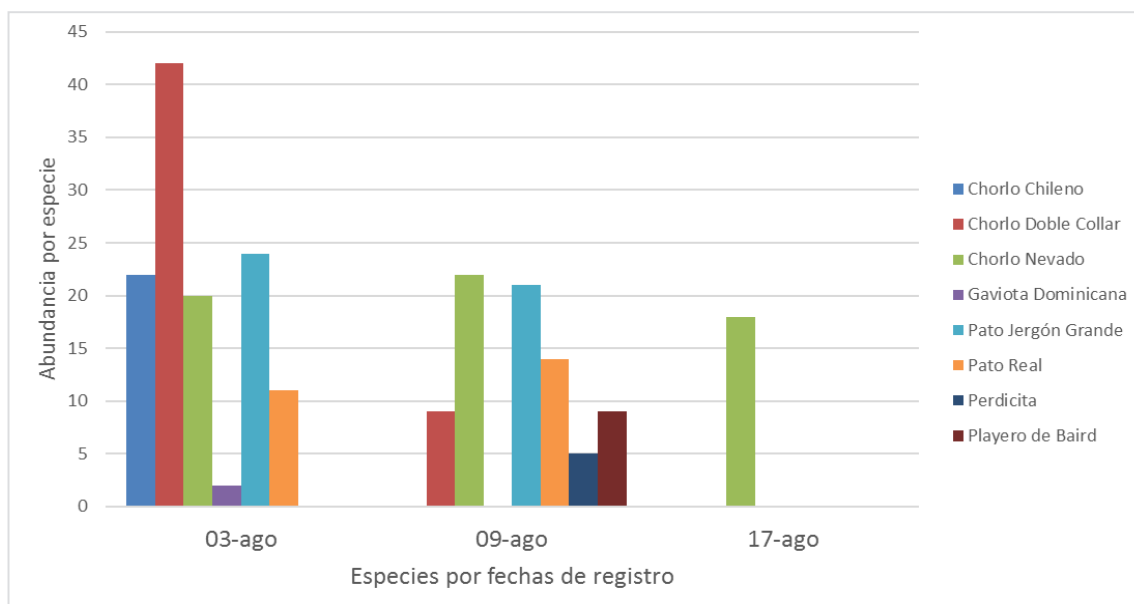


Figura N° 3. Abundancia de las ocho especies de aves registradas durante las tres campañas de terrenos realizadas a la charca estacional del sector Paihuenes, en el Sitio Ramsar Las Salinas de Huentelauquén (SRLSH). Invierno 2016.

Adicionalmente, la observación de campo arrojó tres especies de aves rapaces, las cuales fueron observadas realizando vuelos sobre la charca estacional, los

cuales provocaron la respuesta de huida por parte de las distintas bandadas de aves playeras y acuáticas.

Tabla N° 2. Aves rapaces registradas en sobrevuelo sobre la charca estacional de Paihuenes en el Sitio Ramsar Las Salinas de Huentelauquén. Invierno 2016. Taxonomía (Barros *et al.*, 2015), Origen (Zuleta y Piñones, 2015).

Familia	Especie	Nombre Científico	Origen
Accipitridae	Vari ceniciento	<i>Circus cinereus</i>	Residente
Accipitridae	Peuco	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Residente
Falconidae	Cernícalo	<i>Falco sparverius</i>	Residente

El comportamiento de las distintas especies en la charca estacional, estuvo asociado a la alimentación, descanso y mantención de su plumaje, por medio del acicalamiento y el lavado de sus plumas. Agrupadas

las especies en familia, el uso de los distintos micro-hábitats de la charca estacional (Figura N° 1), se describe en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3. Comportamientos de las aves agrupadas en familias, asociados al uso de tres micro-hábitats de la charca estacional. √ = Comportamiento observado, X = comportamiento no observado.

Familias	Uso de Micro-hábitats en charca estacional								
	Centro de Espejo de Agua			Orilla semi-anegadas con piedras			Borde fangoso adyacente a orilla		
	Alimentación	Descanso	Acicalamiento	Alimentación	Descanso	Acicalamiento	Alimentación	Descanso	Acicalamiento
Anatidae	√	√	√	√	√	√	x	x	X
Charadriidae	x	x	x	√	√	√	√	x	X
Thinocoridae	x	x	x	√	√	√	√	√	√
Scolopacidae	x	x	x	√	√	√	√	x	X
Laridae	x	√	√	x	√	√	x	x	X



En lo que respecta a las presiones, fueron identificadas 3 causas de degradación de la integridad de la charca estacional estudiada y de su avifauna, las cuales al menos tendrían 7 fuentes antrópicas (Figura N° 4) que es necesario evaluar con mayor detalle en futuros estudios, en base a los efectos directos y/o indirectos que pueden ejercer sobre la biodiversidad y elementos

abióticos de la charca. Cabe consignar que durante la temporalidad del estudio, no se encontraron aves heridas o muertas y la ocurrencia de dichas fuentes no fue alta, lo que podría estar relacionado con la estacionalidad; dado los fuertes vientos y bajas temperaturas que caracteriza el clima de los llanos costeros de Huentelauquén durante el invierno.

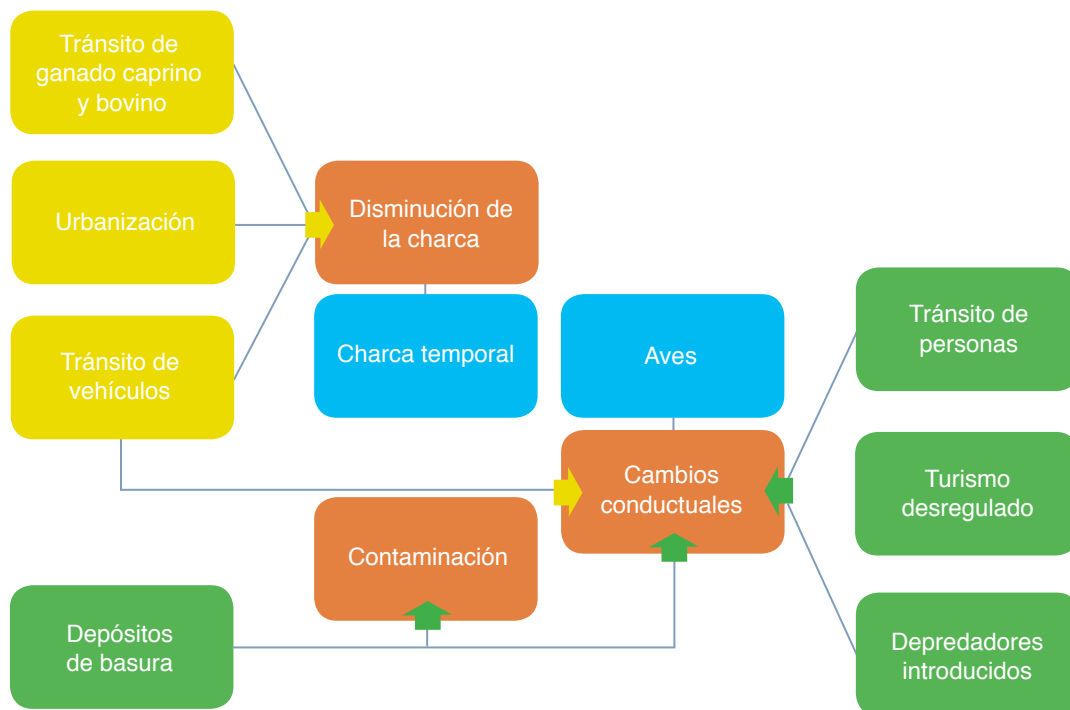


Figura N° 4. Objetos de conservación (recuadros celestes), presiones (recuadros naranja oscuro) y fuentes de esas presiones (recuadros verdes y amarillos) cuya coloración indican el grado de amenaza, donde verde indica una amenaza de valor bajo y amarillo una de valor medio, para la charca estacional y avifauna del sector Paihuenes, en el Sitio Ramsar Las Salinas de Huentelauquén (SRLSH). Invierno 2016.

Discusión

La charca estacional permite tras su formación durante la temporada de lluvias, la colonización de la planicie costera del SRLSH por parte de aves marinas (Familia Laridae), acuáticas (Familia Anatidae) y playeras (Familias Charadriidae y Scolopacidae). Dichas planicies en gran parte del año debido a su aridez, son habitadas por representantes de las familias Thinocoridae y Furnariidae (por ejemplo *Geositta cunicularia*), (Zuleta y Piñones, 2015; eBird, 2020). El centro del espejo de agua es utilizado por patos y gaviotas; especialistas de vida acuática y en las orillas fangosas, son principalmente las limícolas las que buscan alimento en zonas con una columna de agua poco profunda. Las variaciones de riqueza y abundancia, pueden ser atribuidas a

la movilidad de los grupos entre las charcas de los llanos y el río Choapa; el principal humedal del área.

Las poblaciones migratorias del Chorlo de doble collar como del Chorlo chileno, encontrarían en este ambiente acuático fuentes de alimento y refugio que les permiten permanecer en la zona durante el invierno austral, tras su migración desde Patagonia (Rottman, 1995; Canevari *et al.*, 2001; Jaramillo, 2005). Las aves podrían colonizar este ecosistema desde la desembocadura del río Choapa y playas locales, en donde es regular su avistamiento en época post-reproductiva (eBird, 2020). Su dieta estaría conformada por crustáceos microscópicos que conformarían una singular comuni-



dad de invertebrados asociados a estas charcas, tal como ha sido descrito recientemente (de los Ríos *et al.*, 2019).

Que también el Playero de Baird, utilice este hábitat para alimentarse durante su migración boreal, entrega antecedentes de la relevancia de este pequeño ecosistema estacional para las aves playeras migratorias inter-hemisféricas (Figura N° 4). Más observaciones podrían esclarecer la temporalidad de las rutas migratorias locales y de corta y larga distancia. Al respecto, el 20 de agosto de 2016 (tres días después del cierre del trabajo de campo), Benito Rosende Godoy fotografió y reportó en eBird, dos ejemplares de Playero semipalmado (*Calidris pusilla*) alimentándose en la charca descrita en este estudio (eBird, 2020). Dicha especie migratoria boreal ha sido clasificada como Casi Amenazada (BirdLife International, 2019a), debido al decrecimiento de su población mundial.

Por otra parte, resultó significativa la presencia del Chorlo nevado (*Charadrius nivosus*) en un ambiente poco habitual dada su biología (Figura N° 5), especie que además no había sido reportada para las charcas de Huentelauquén (véase Zuleta y Piñones, 2014b; Zuleta y Piñones, 2015). En Chile y otros países sudamericanos, este chorlo está asociado a zonas con playa de arena, dado que utiliza ambientes arenosos como área de residencia habitual y zona reproductiva (Canevari *et al.*, 2001; Senner y Angulo, 2014; García-Walther *et al.*, 2017; Medrano y Tejeda, 2018). En el micro-hábitat de orillas semi-anegadas con piedras, se les observó en grupos relativamente compactos o separándose en parejas, las cuales se refugiaban tras piedras, en donde obtenían un efectivo camuflaje (Figura N° 5).



Figura N° 5. Observaciones sobre la avifauna de la charca estacional. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha: *Charadrius falklandicus*; un migrador de patagonia, junto a *Calidris bairdii*; un ave migratoria de Alaska. Tres fotografías de *Charadrius nivosus*, con una vista general y el detalle de los ambientes adyacentes a la charca estacional. Fotografía de César Piñones.

También se registró a Chorlo nevado realizando incursiones grupales e individuales a la pradera no humectada por la charca en búsqueda de alimento (Figura N° 5), entregando una visualización de la especie poco habitual para Chile (I. Tejeda, comunicación personal). Su presencia en ecosistemas de praderas junto al de los otros chorlos, podríamos atribuirlos a los intensos eventos de marejadas que afectaron la costa de Choapa durante la temporalidad de muestreo, los cuales generaron una importante modificación de las playas de

arena adscritas al Sitio Ramsar Las Salinas de Huentelauquén (Figura N° 6) favoreciendo el desplazamiento de esta ave hacia zonas más interiores. Cabe consignar, que los sucesivos fenómenos de marejadas durante 2016, fueron tema noticioso tanto a nivel regional como nacional, dada su intensidad y frecuencia, situación que sería parte del escenario general de aumento de los eventos de marejadas para Chile central, como efecto del calentamiento global (Winckler *et al.*, 2019).



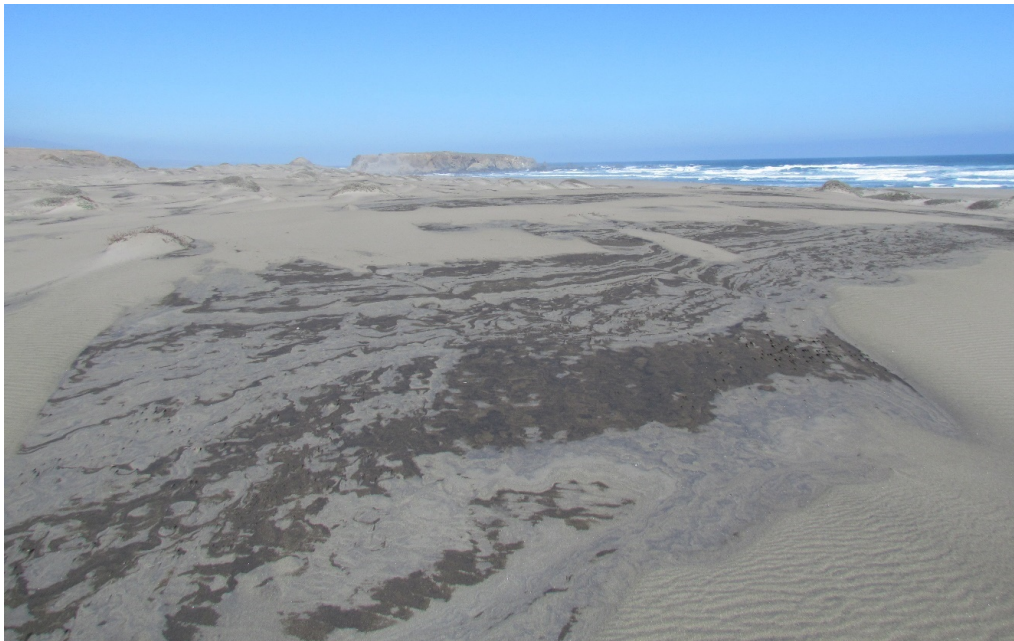


Figura N° 6: Efectos de las marejadas en playa de arena en el Sitio Ramsar Las Salinas de Huentelauquén, en donde se evidencian la alteración de las dunas costeras, hábitat del Chorlo Nevado. Julio de 2016. Fotografía de Cesar Piñones.

El Chorlo Nevado es una especie definida como Casi Amenazada a nivel internacional. BirdLife International (2019b) estima que la población tiene una disminución moderadamente rápida (cercana al 30% en el lapso de 15 años). Dicho organismo mundial establece dentro de las principales amenazas a su conservación, el desarrollo residencial y comercial, junto con las actividades recreativas en el borde costero, el impacto de especies introducidas y los efectos de las variaciones severas en el clima, debido al fenómeno de cambio climático, aspectos que ya han sido descritos como amenazas para la geo-diversidad de la costa chilena (Castro, 2015; Winckler *et al.*, 2019). Al respecto, la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC), propuso al decimoquinto proceso de clasificación de especies silvestres del Ministerio del Medio Ambiente², clasificar al Chorlo nevado como especie vulnerable (decreto en trámite) para todo el territorio nacional, dado que enfrenta similares amenazas a las ya descritas en otros países de América. Esta misma institución ha priorizado a la especie dentro del trabajo de la Red para la Protección de las Aves Playeras, en donde entre otros objetivos, se busca establecer el tamaño de la población reproductiva y sitios de invernada importantes para el Chorlo nevado a lo largo de la costa árida de Chile.

La ausencia de un plan de manejo del SRLSH, imposibilita que las charcas estacionales sean visualizadas como objetos de conservación a resguardar, pese a que por ejemplo, los ambientes acuáticos asociados al río Choapa, han sido identificados como áreas importantes para el Chorlo Nevado (García-Walther *et al.*, 2017) y los llanos de Huentelauquén incluidas sus charcas son hábitats para al menos 87 especies, entre ellas varias especies de chorlos y playeros migratorios que han sido documentados con posterioridad a la realización del presente estudio (eBird, 2020). Esta situación debe ser revertida en el corto y mediano plazo, dado que, para asegurar el futuro de las poblaciones de aves acuáticas y playeras, tanto residentes como migratorias, es necesario conocer cómo y por qué las aves utilizan estos hábitats específicos (Senner *et al.*, 2017). Sólo como ejemplo, los depósitos irregulares de basura, son uno de los mayores impactos generados por el hombre (Derraik, 2002) y son causa de la reducción de la condición corporal de distintos grupos de aves playeras, además de afectar su reproducción, comportamiento y producir su mortalidad (Mrosovsky *et al.*, 2009), además de favorecer la aparición de especies invasoras depredadoras.

² Véase www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/listado_especies_15o_pac.htm

Por otra parte, se ha demostrado que factores como el turismo desregulado, el tránsito de personas y el tránsito de vehículos, afectan la calidad del suelo (Liddle, 1997), a las aves y a la biodiversidad de los humedales en su conjunto (Boyle y Samson, 1985), demostrándose para algunas especies la disminución en su tiempo de alimentación y en el éxito de nidificación (Lima y Dill, 1990; Westerterp *et al.*, 1995). En este sentido, favorecer la conservación de esta y otras charcas ayudaría además a otros grupos como la singular comunidad de invertebrados que ha sido recientemente descrita para estos humedales (de los Ríos *et al.*, 2019), amén de dos especies priorizadas dentro de la Estrategia de Conservación de las Aves Playeras de la Ruta del Pacífico de las Américas, como los son el Chorlo nevado y el Playero semipalmado (Senner *et al.*, 2017).

Al respecto, Chile ya ha establecido un Plan Nacional de protección de Humedales 2018-2022 (MMA, 2018), el cual busca dar protección legal bajo el nuevo Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), a humedales que constituyan hábitat para especies clasificadas en categoría de amenaza, endémicas o migratorias. Bajo este escenario, proponemos evaluar la incorporación del sistema de charcas estacionales y la desembocadura del río Choapa, como Santuario de la Naturaleza, con miras a salvaguardar la red local de humedales efímeros, dada su vulnerabilidad, ante los efectos del cambio de uso de suelo y la alteración de los ciclos hídricos derivados del cambio climático (Zacharias *et al.*, 2007; Calhoun *et al.*, 2016).

En una dimensión complementaria, posteriores trabajos de nuestro equipo (Barraza y Pardo, 2017; Piñones y Bravo, 2017), en los cuales se han realizado entrevistas a adultos mayores de la Comunidad Agrícola de Huen-

telauguén, se han recopilado antecedentes sobre el rol que jugaron las charcas estacionales dentro de la actividad agrícola y ganadera, que otrora sustentaba a las familias de Huentelauguén. Estas charcas mantenían un espejo de agua anual, dado las copiosas lluvias del pasado. En base al relato oral de los lugareños, esto permitía la reproducción de numerosas especies de aves acuáticas (especialmente de la familia Anatidae). La recuperación de este patrimonio intangible bajo la tendencia actual, tanto de disminución de las precipitaciones para Chile central, como de pérdida de servicios culturales y de ocio, como efectos del calentamiento global (Farjalla *et al.*, 2018; Bambach *et al.*, 2019), debería ser incorporado en el manejo del sitio, para involucrar en la protección de los ecosistemas costeros, las aves acuáticas y el patrimonio biocultural asociado, a las escuelas y organizaciones culturales locales (Ramsar, 2010; Montaña *et al.*, 2015; Senner *et al.*, 2017).

Por todo lo anterior, los humedales estacionales son interesantes espacios para el desarrollo de actividades de ciencia escolar y ciudadana, dado que permitirían dar pertinencia a los contenidos escolares e impulsar iniciativas locales de protección lideradas por la sociedad civil, generando así identidad con el territorio, tal como ya ha ocurrido vía la expresión artística de carácter participativo en la que han sido parte vecinos de Huentelauguén, todas acciones que han sido sugeridas para la gestión de tierras áridas a lo largo del planeta (Davies *et al.*, 2012). Lo anterior motivó la presente aproximación a la biodiversidad de los llanos costeros de Huentelauguén, la que ha sido compartida con el taller de ciencias de la Escuela Carlos Vial del vecino sector de Huentelauguén Sur (Figura N° 7).



Figura N° 7. A la izquierda, parte del equipo de investigación en la zona de estudio, pertenecientes al taller extracurricular de ciencias de la Escuela Juan Antonio Ríos de Huentelauguén Norte. Derecha: miembros del taller de ciencias de la Escuela Carlos Vial Espantoso de Huentelauguén Sur, de visita al área de trabajo. Invierno 2016. Fotografías de César Piñones.



Conclusión

Resulta imperativo poder mitigar las presiones antrópicas que, si bien no son abundantes y frecuentes, pueden actuar de manera combinada e incrementarse en el tiempo y afectar así los micro-hábitats utilizados por las aves. Educar a los miembros y visitantes de la Comunidad Agrícola de Huentelauquén y evitar el acceso de motos y vehículos con fines recreativos hacia las charcas, resulta la principal acción a implementar. Los usos tradicionales dados a estos ecosistemas, como es el de bebedero para ganado menor, deben ser evaluados con miras a determinar sus efectos en las poblaciones de aves locales y el balance hídrico y ecológico de las charcas, bajo el escenario de sequía que afecta a la Región de Coquimbo. Aquí cobra relevancia el rol que pueden jugar las organizaciones de base, el municipio local y las reparticiones ambientales del Estado, tanto en la generación de gobernanza y empoderamiento comunitario, como en el impulso de incentivos e inversión, junto con la integración de la biodiversidad a la gestión que realiza la Comunidad Agrícola de Huentelauquén. La consideración de esta y otros humedales efímeros presentes en los llanos de Huentelauquén, dentro del futuro plan de manejo del área protegida, resulta ineludible para salvaguardar estos humedales de ambientes semiáridos. En este sentido resultaría importante evaluar en el contexto de los programas de monitoreos de aves acuáticas y playeras que se realizan regularmente en Chile, si existen otras charcas estacionales que presentan las condiciones para sustentar poblaciones del Chorlo nevado, considerando su vulnerabilidad y el escenario de incremento de las marejadas, como efecto del calentamiento global y la urbanización recreativa que acontece actualmente en el Sitio Ramsar y otras zonas del borde costero de Chile central. Nuevas preguntas de investigación surgen tras este trabajo. ¿Qué sucede con la riqueza y abundancia de aves playeras durante el periodo estival? ¿Cuántas especies de aves utilizan la charca estacional desde su etapa previa de formación hasta su total sequedad? ¿Existe reproducción de especies locales en la charca estacional? y ¿Qué especies de aves pueden ser encontradas en otras charcas similares? Proponemos que las respuestas a estas preguntas, sean abordadas vía el trabajo mancomunado entre las escuelas de Huentelauquén Norte y Sur, los investigadores profesionales y los observadores de aves que utilizan la plataforma eBird para documentar sus registros, dado que las charcas estacionales son variadas, dinámicas en sus ciclos hídricos y están presentes a lo largo y ancho del territorio semidesértico de Chile, lo que las hace propensas a distintas amenazas.

Agradecimientos

Agradecemos a IdeaWild por los equipos y literatura proporcionados a nuestro equipo para desarrollar este trabajo. Al PAR Explora Coquimbo de CONICYT y al Colegio Cumbres del Choapa, por su apoyo con miras a concretar nuestra participación en el congreso provincial de ciencia escolar 2016. Nuestra gratitud a los profesores Elías González Jorquera y Rubén Valdés Traslaviña, por facilitar la visita a nuestra área de estudio del taller de ciencias de la Escuela Carlos Vial Espantoso de Huentelauquén Sur. La Ilustre Municipalidad de Canela y la Dirección de la Escuela Juan Antonio Ríos, respaldó el Programa de Educación Ambiental y Científica 2016-2017, del cual este proyecto fue parte.



Bibliografía

Andreu AC. 2014. Registro de la evolución de la inundación en lagunas y charcas temporales de Doñana. Documentos Técnicos del Equipo de Seguimiento de Recursos y Procesos Naturales. ICTS-Reserva Biológica de Doñana. Estación Biológica de Doñana (CSIC), España.

Bambach N, Morales-Moraga D, Meza F. 2019. Tendencias y proyecciones de cambio climático. En: Castilla JC, Meza F, Vicuña S, Marquet PA, Montero JP. (eds.). Cambio climático en Chile: Ciencia, Mitigación y Adaptación. Ediciones UC. Santiago, Chile.

Barraza I, Pardo, B. 2017. Historia natural y conservación del Chorlo de Campo en el Sitio Ramsar Las Salinas de Huentelauquén (*Oreopholus ruficollis*). Libro de resúmenes XV Congreso Regional Escolar de la Ciencia y Tecnología. PAR Explora-CONICYT Región de Coquimbo. Coquimbo, Chile.

Barros R, Jaramillo A, Schmitt F. 2015. Lista de las aves de Chile 2014. La Chiricoca 20: 79-100.

BirdLife International. 2018. Important bird areas factsheet: Salinas de Huentelauquén Ramsar Site. <http://www.birdlife.org>

BirdLife International. 2019a. Species factsheet: *Calidris pusilla*. <http://www.birdlife.org>

BirdLife International. 2019b. Species factsheet: *Charadrius nivosus*. <http://www.birdlife.org>

Boyle SA, Samson FB. 1985. Effects of non-consumptive recreation on wildlife: a review. Wildlife Soc Bull 13: 110-116.

Calhoun AJK, Mushet DM, Bell KP, Boix D, Fitzsimons JA, Isselin-Nondedeu F. 2016. Temporary wetlands: challenges and solutions to conserving a “disappearing” ecosystem. Biol Conserv 21: 3-11.

Castro C. 2015. Geografía de las dunas costeras de Chile: Instrumentos y pautas para su manejo integrado. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

Canevari P, Castro G, Sallaberry M, Naranjo LG. 2001. Guía de los Chorlos y Playeros de la Región Neotropical. American Bird Conservancy, WWF-US, Humedales para las Américas y Manomet Conservation Science, Asociación Calidris. Santiago de Cali, Colombia.

Carrasco P, Moreno RA, Figueroa A, Espoz C, de la Maza C. 2015. Sitios Ramsar de Chile. SEREMI del Medio Ambiente Región Metropolitana de Santiago, Universidad Santo Tomás, Universidad de Chile y CONAF. Santiago, Chile.

CAACH. 2005. [Corporación Ambientes Acuáticos de Chile]. Los humedales no pueden esperar: Manual para el uso racional del sistema de humedales costeros de Coquimbo. Santiago, Chile.

Cortez J, Pastén V. 2016. Guía de aves de Humedales Costeros de la Región de Coquimbo. Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA). La Serena, Chile.

Davies J, Poulsen L, Schulte-Herbrüggen B, Mackinnon K, Crawhall N, Henwood WD, Dudley N, Smith J, Gudka M. 2012. Conservación de la biodiversidad de las tierras áridas. Unión



Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación (PNUMA-WCMC), y Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD). Nairobi, Kenia.

de Los Ríos P, Pizarro-Araya J, Alfaro FM, Zuleta C. 2019. First descriptions of aquatic crustaceans in coastal plains in Northern Chile (Huentelauquen, 31°S, Coquimbo Region, Chile). *Crustaceana* 92: 73-81.

Derraik JGB. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Mar Poll Bull* 44: 842-852.

eBird. 2020. eBird: An online database of bird distribution and abundance [web application]. eBird, Ithaca, New York. <http://www.ebird.org>

Fariña JM, Camaño A. (eds.). 2012. Humedales costeros de Chile: Aportes científicos a su gestión sustentable. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

Farjalla V, Coutinho R, Gómez-Aparicio L, Navarrete S, Pires A, Soares M, Traveset A, Vale M. 2018. Pérdida de biodiversidad: Causas y consecuencias para la humanidad. En: Marquet P, Valladares F, Magro S, Gaxiola A, Enrich-Prast A. (eds.). Cambio global: Una mirada desde Iberoamérica. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

García-Walther J, Senner NR, Norambuena HV, Schmitt F. 2017. Atlas de las aves playeras de Chile: Sitios importantes para su conservación. Universidad Santo Tomás. Santiago, Chile.

Gibbs JP. 1993. Importance of small wetlands for the persistence of local populations of wetland-associated animals. *Wetlands* 13: 25-31.

Granizo T, Molina ME, Secaira E, Herrera B, Benitez S, Maldonado O, Libby M, Arroyo P, Isola S, Castro M. 2006. Manual de planificación para la conservación de áreas, PCA. TNC-USAID. Quito, Ecuador.

Grillas P, Gauthier P, Yavercovski N, Perennou C. 2004. Mediterranean temporary pools. Vol.1, Station biologique de la Tour du Valat, Le Sambuc, France.

Jaramillo A. 2005. Aves de Chile. Lynx Ediciones, Barcelona, España.

Jorge R, Tabilo E, Mondaca V. 1998. Avifauna de Punta Teatinos. *Bol Chil Ornitol* 5: 2-9.

Liddle MJ. 1997. Recreation Ecology. Chapman & Hall. London, UK.

Lima SL, Dill LM. 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Can J Zool* 68: 619-340.

MMA. 2018. [Ministerio del Medio Ambiente]. Plan nacional de protección de humedales 2018-2022. Gobierno de Chile, Santiago, Chile.

Medrano F, Tejeda I. 2018. Chorlo nevado. En: Medrano F, Barros R, Norambuena H, Matus R y Schmitt F. Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC), Santiago, Chile.

Montaña A, Benavides C, Le Goff L. 2015. Las Dunas Costeras de Chiloé: Un espacio para la geoenseñanza patrimonial. En: Castro C. Geografía de las Dunas Costeras de Chile: Instrumentos y pautas para su manejo integrado. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.



Mrosovsky N, Ryan GD, James MC. 2009. Leatherback turtles: the menace of plastic. *Mar Poll Bull* 58: 287-289.

Piñones C, Bravo V, Zuleta C. 2010. Abundancia y Diversidad de la Avifauna del Humedal Huentelauquén (Canela, Choapa) del Desierto Transicional de Chile. X Congreso Chileno de Ornitología. Santiago, Chile.

Piñones C, Bravo V. 2017. Pasado, Presente y Futuro del Chorlo de Campo en el Sitio Ramsar Las Salinas de Huentelauquén. Escuela Juan Antonio Ríos y CAICE PAR Explora de CONICYT Región de Coquimbo. Huentelauquén, Chile.

Ralph CJ, Geupel GR, Pyle P, Martin TE, DeSante DF, Milá B. 1996. Manual de Métodos de Campo para el Monitoreo de Aves Terrestres. General Technical Report PSW-GTR-159, USDA Forest Service, Albany

Ramsar. 2010. Manual 18: Manejo de Humedales. Secretaría de la Convención de Ramsar. Gland, Suiza.

Ramsar. 2016. Introducción a la Convención sobre los Humedales. Secretaría de la Convención de Ramsar. Gland, Suiza.

Richardson CJ. 1994. Ecological functions and human values in wetlands: a framework for assessing forestry impacts. *Wetlands* 14: 1-9.

Rojas M, Tabilo E. 2004. Ficha Informativa de los Humedales Ramsar (FIR). Santuario de la Naturaleza Laguna Conchalí. La Serena, Chile.

Rottman J. 1995. Guía de Identificación de Aves de Ambientes Acuáticos. Serie Aves de Chile. Unión de Ornítólogos de Chile (UNORCH). Santiago, Chile.

Senner NR, Angulo F. 2014. Atlas de las Aves Playeras del Perú: Sitios importantes para su conservación. CORDIBI. Lima, Perú.

Senner SE, Andres BA, Gates HR (eds.). 2017. Estrategia de Conservación de las Aves Playeras de la Ruta del Pacífico de las Américas. National Audubon Society, Nueva York, USA.

SAG. 2018. [Servicio Agrícola y Ganadero]. Cartillas para Cazadores. Departamento de Vida Silvestre División de Protección de los Recursos Naturales Renovables. Santiago, Chile.

Tabilo E, Jorge R, Mondaca V. 2001. Aves Acuáticas en Humedales Costeros de la Región de Coquimbo, Chile. *Bol Chil Ornitol* 8: 13-17.

Vargas R, Pastén V, Cortés J, Nuñez P. 2016. Informe Final de Proyecto: Biodiversidad de aves en humedales costeros urbanos y rurales de la Región de Coquimbo. Centro de estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) y Programa de Investigación Ecológica en Zonas Áridas (PIEZA), Universidad de La Serena (ULS). La Serena, Chile.

Westerterp KR, Donkers JH, Fredrix EW, Boekhoudt P. 1995. Energy intake, physical activity and body weight: A simulation model. *Br J Nutr* 73: 337-347.

Williams P, Biggs J, Fox G, Nicolet P, Whitfield M. 2001. History, origins and importance of temporary ponds. *Freshwater Forum* 17: 7-15.



Winckler P, Contreras-López M, Castilla JC. 2019. Impactos y adaptación en océanos y zonas costeras. En: Castilla JC, Meza F, Vicuña S, Marquet PA, Montero JP. (eds.). Cambio climático en Chile: Ciencia, mitigación y adaptación. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

Witham CW, Bauder ET, Belk D, Ferren Jr. WR, Ornduff R. (editors). 1998. Ecology, conservation, and management of vernal pool ecosystems – Proceedings from a 1996 Conference. California Native Plant Society, Sacramento, USA.

Zacharias I, Dimitrou E, Dekker A, Dorsman E. 2007. Overview of temporary ponds in the Mediterranean region: Threats, management and conservation issues. J Environ Biol 28: 1-9.

Zedler PH. 1987. The ecology of southern California vernal pools: a community profile. U.S. Fish and Wildlife Service. Biology Report 85: 7-11.

Zuleta C, Piñones C. 2014a. Ficha informativa de los humedales de Ramsar (FIR) Las Salinas de Huentelauquén. Universidad de La Serena y Ministerio del Medio Ambiente. La Serena, Chile.

Zuleta C, Piñones C. 2014b. Riqueza y biodiversidad de aves en charcas temporales del mediterráneo semiárido de Chile Central. XI Congreso Chileno de Ornitología. La Serena, Chile.

Zuleta C, Piñones C. 2015. Secano Costero de Huentelauquén: Paisajes y Presencia Humana. Ediciones Universidad de La Serena-Ministerio del Medio Ambiente, Chile.

Zuleta-Ramos C, Cea A, Bravo-Naranjo V, Castillo R, Robles M, Pizarro-Araya J, Alfaro FM, Piñones C, de los Ríos P. 2019. Charcas temporales del secano costero de Huentelauquén. En: Zuleta-Ramos C, Contreras-López M. (eds.). Humedales Costeros de la Región de Coquimbo: Biodiversidad, Vulnerabilidades y Conservación. Ediciones Universidad de La Serena. La Serena, Chile.



¿De qué forma está realizando sus actividades docentes en medio de la cuarentena?

MELISSA CANCINO

Área Biología

Colegio Polivalente San Pedro de Quilicura

Quilicura, Región Metropolitana



Principalmente mediante el envío de guías que los estudiantes deben resolver en una o dos semanas dependiendo de la complejidad. Estas guías van acompañadas de una presentación en PowerPoint y un video explicativo. Durante la semana el Departamento de Ciencias al cual pertenezco se organiza para desarrollar guías interdisciplinarias que buscan desarrollar habilidades más que enseñar contenidos. Por mi parte he solicitado que los estudiantes desarrollen experimentos caseros ligados a los contenidos que hemos estado viendo, con la finalidad de hacer más didáctica la actividad, que desarrollen habilidades científicas como también vean que la ciencia se encuentra en nuestra vida cotidiana. Creo que es muy importante el uso de redes sociales para comunicarse con los estudiantes ya sea para resolver sus dudas como también para preguntarles sobre cómo se van sintiendo. Como Departamento de Ciencias nos reunimos dos veces por semana mediante la plataforma Zoom, para conversar sobre nuestra labor docente, además de ser un gran apoyo entre los colegas, en especial para mí, que es mi primer año como profesora, siendo una experiencia sumamente desafiante, donde debemos dar lo mejor de cada uno, por y para los estudiantes. Es importante en este período poder innovar y pensar siempre en el estudiante, preguntarles que piensan y pedirles siempre su opinión con respecto a las actividades que se realizan.

MARÍA DEL PILAR SILVA

Área Química y Biología

Liceo A-4 Isaura Dinator de Guzmán

Santiago, Región Metropolitana



Confeccioné guías para que mis estudiantes resolvieran en casa, que subimos a la página del establecimiento, y pronto nos informaron -vía profesor jefe- que no entendían bien lo que tenían que hacer, además, muchos no tenían computador ni menos impresora, sólo el celular, para estudiar. Varias estudiantes tenían sólo plan básico de redes sociales, es decir, no podían acceder a la página del Liceo. Ir a buscar las guías no era opción: sus padres tenían por el contagio. Empecé a resolver dudas de las guías por videollamada de Instagram: Las redes sociales se volvieron la vía de comunicación, acorde a su realidad. También expliqué las guías a través de lives, pero en 24 horas estos desaparecen, así que empecé a preparar clases en un canal de Youtube, para que mis estudiantes lo revisen cuando sea necesario. A través de videollamadas, no sólo resolví sus dudas de las guías, sino que conversamos de cómo nos sentíamos: estudiantes y profesora extrañamos mucho el aula. Como profesora jefe, he llamado a los apoderados que he podido, para saber cómo están en casa -dando contención si fuera necesario- y, comunicándolos con la asistente social del establecimiento, si tienen dudas para postular a algún beneficio del estado, ya que ser profesor es mucho más que sólo dar clases.

MAGDALENA ANDRADE



Área Educación Básica

Subercaseaux College

San Miguel, Región Metropolitana

En el establecimiento donde actualmente me encuentro trabajando hemos realizado las actividades docentes mediante reuniones de Zoom. Para nosotros es sumamente importante trabajar en equipo por esto mismo tenemos reuniones semanales, también estamos conectados a través de WhatsApp en el cual si alguien tiene algún problema o duda, como equipo, lo solucionamos y de manera muy rápida ya que somos un grupo bastante unido y comprometido con la enseñanza - aprendizaje de los y las estudiantes. Estamos constantemente investigando y discutiendo sobre como abordar los contenidos y relacionarlos con lo que actualmente estamos viviendo como sociedad y así poder motivar a los estudiantes a que no solo aprendan contenido si no que tengan aprendizajes significativos que les sirva para toda la vida. Nosotros trabajamos con los estudiantes a través de Zoom y Classroom, donde tenemos sesiones diarias de una hora aproximadamente y tenemos un día a la semana en el que preparamos juegos con los estudiantes, nos disfrazamos y realizamos diferentes actividades lúdicas. Además, se realizan Challenge semanales y hay diferentes talleres como por ejemplo el Taller de Yoga que pueden realizar tanto los y las estudiantes como los apoderados y apoderadas y así ayudar a que las familias puedan sobrellevar esta cuarentena de mejor manera.

CYNTHIA SILVA



Área Educación Básica

Centro Educacional Escritores de Chile

Recoleta, Región Metropolitana

Esto no ha sido sencillo para nadie. Sin embargo, con mis colegas hemos buscado las mejores estrategias para asegurarnos de que la mayoría de las y los estudiantes sigan adquiriendo aprendizajes desde sus hogares, a pesar de que muchas de las familias pertenecen al grupo de vulnerabilidad social. Es por esta razón que tuvimos que suspender las actividades que eran enviadas desde la web, para ser desarrolladas desde un computador con internet, ya que pudimos percatarnos que eran muy pocos los y las estudiantes que podían desarrollar este tipo de actividades. Al considerar estos hechos, nos enfocamos en enviar lecciones didácticas por medio de WhatsApp, que fueran sencillas de realizar y que pudieran realizarse en sus cuadernos o, en el caso de las actividades lúdicas, que pudieran llevarse a cabo con materiales sencillos y que se encontraran fácilmente en sus hogares, como por ejemplo, algún experimento de una actividad de indagación científica. Todas las semanas tenemos reuniones con los distintos equipos de aula, donde hemos reflexionado sobre la importancia del juego en el desarrollo intelectual y emocional de las y los estudiantes, por lo que estamos centrándonos en planificar actividades donde se desarrollen variadas habilidades por medio del juego, lo cual ha tenido resultados muy positivos en nuestras niñas y niños, por la sencilla razón de que se aleja del sistema educativo tradicional, donde el juego no tiene cabida.

PAULINA GALAZ



Área Educación Básica

Colegio Santa Bárbara HS

Quilicura, Región Metropolitana

Una de las actividades docentes que desarrollo, es la preparación de guías de trabajo, para mis niñas(os). Estas son enviadas a las jefaturas correspondientes. Quienes se encargan de subirlas a la página web del colegio. Por otro lado, yo tengo jefatura. Por lo que me comunico constantemente con la delegada del curso, para saber ¿cómo están mis niños con sus familias?. A medida que han transcurrido los días. He decidido hacer un catastro, del contexto de mis alumnos. Por lo que estoy llamando uno a uno, para saber personalmente ¿cómo están?, ¿tienen acceso a internet?. Con el fin, de utilizar alguna plataforma y así poder reunirnos de manera virtual y conversar. Realmente, ver la parte emocional y hacernos compañía. Todo el material lo envío por correo y por medio de WhatsApp. El objetivo es llegar a casi el total de mis alumnos en esta cuarentena. Muy importante, he aprendido lo fundamental que es el trabajo entre profesores. Por eso quiero destacar el apoyo y confianza de la Directora del Colegio en el que trabajo. Porque a pesar de estar a distancia. Nos hemos comunicado y en conjunto pudimos ir en ayuda de las familias que lo estaban pasando muy mal durante esta pandemia.

CRISTHY GONZÁLEZ



Área Química

Liceo Miguel Rafael Prado

Independencia, Región Metropolitana

Primero, realizo en una presentación en Power Point con los contenidos, los ejercicios los resuelvo en una hoja, le saco una foto y luego lo adjunto en la presentación. Segundo, utilizo la plataforma zoom para grabar mi voz en la presentación. En el video, utilizo las herramientas que ahí se encuentran como es el puntero, los lápices o la escritura. Tercero, les elaboro una guía de preparación, donde les entrego los ejercicios resueltos o con los resultados del Ministerio de Educación. Cuarto, les adjunto una guía de ejercicios que resuelven y me envían a mi mail, en un plazo establecido, a la que luego le hago una retroalimentación. Finalmente, tengo un Instagram de profesora, en donde subo videos míos resolviendo ejercicios y les mando información. Además, me comunico con ellos por mail o video llamada.



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE





brotescientificos.usach.cl



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE



Ministerio de
Ciencia,
Tecnología,
Conocimiento
e Innovación
Gobierno de Chile

