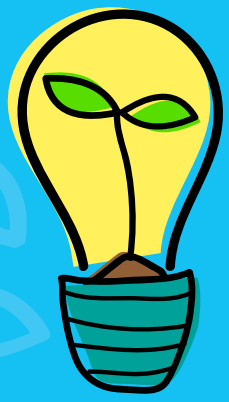
Vol. 1 I Nº 2 (2017) ISSN 0719-8566 Versión Impresa I ISSN 0719-8558 Versión en Línea



# Brotes Científicos

Revista de Investigaciones Escolares

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

CONICYT Ministerio de Educación Gobierno de Chile

explora Un Programa CONICYT

PAREXPLORA RMNORTE PROYECTO ASOCIATIVO REGIONAL

FACULTAD DE MATEMÁTICAS PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad de Santiago de Chile
Proyecto Asociativo Regional, PAR Explora de CONICYT Región Metropolitana Norte

# PRESENTACIÓN

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

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

En esta segunda edición, Brotes Científico presenta 6 artículos del área de las ciencias naturales, provenientes de las regiones de Coquimbo, Magallanes y la Antártica Chilena, Metropolitana y del Libertador Bernardo O'Higgins. Felicitamos a los 6 equipos de estudiantes y docentes que con su perseverancia permitieron dar continuidad a esta revista, que espera proyectarse en el tiempo con cada vez más investigaciones escolares.

En esta oportunidad contamos, además, con el saludo editorial del Vicerrector de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad de Santiago de Chile, Dr. Claudio Martínez; la columna de opinión sobre las lecciones de la imprevisión en la tecnología del salitre, del premio Nacional de Historia 2014, Dr. Sergio González, de la Universidad de Tarapacá; el reportaje a investigadores del Núcleo Milenio de Biología Fúngica Integrativa y Sintética; una entrevista a la Dra. Millarca Valenzuela, geóloga e investigadora del Instituto Milenio de Astrofísica y del centro de Astro ingeniería de la Universidad Católica de Chile. Por ultimo ofrecemos breves testimonios de científicas y científicos extranjeros que residen y realizan su investigación en Chile, sobre la pregunta ¿Qué te cautiva de hacer Ciencia en Chile?

**PUBLICADA POR**
Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad de Santiago de Chile
Proyecto Asociativo Regional, PAR Explora de CONICYT Región Metropolitana Norte
Brotes Científicos | Revista de Investigaciones Escolares
ISSN 0719-8566 Versión Impresa | ISSN 0719-8558 Versión en Línea | Vol. 1 | Nº 2 (2017)

**EDITOR GENERAL**
José Luis Martínez

**CO-EDITOR**
Elia Soto

**COMITÉ EDITORIAL**
Alexis Aspee
Manuel Azócar
Oscar Bustos
Alexandre Carbonnel
Claudia Córdoba
Felipe Cussen
Angélica Ganga
Claudio Laurido
Valeria Oppliger
Alejandro Reyes
Ricardo Salazar
Guillermo Sánchez
Antonia Santos
Lorena Sulz

**EDITOR PERIODÍSTICO**
Valeria Osorio

**CORRECTORES DE PRUEBA**
Verónica Morán
Valeria Osorio

**DISEÑO Y PRODUCCIÓN**
Francisco Rodríguez
Darío Cuellar

**DIAGRAMACIÓN**
Rodrigo Calderón

**ADMINISTRADOR WEB**
Héctor Ríos

**CONTACTO**
brotescientificos@usach.cl

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
CONICYT Ministerio de Educación Gobierno de Chile
explora Un Programa CONICYT
PAREXPLORA RMNORTE PROYECTO ASOCIATIVO REGIONAL
FACULTAD DE MATEMÁTICAS PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

# ÍNDICE


## EDITORIAL 6

**Dr. Claudio Martínez Fernández**
Ciencia para todos y todas

## COLUMNA DE OPINIÓN 7

**Dr. Sergio González Miranda**
Las lecciones de la imprevisión en la tecnología del salitre

## REPORTAJE 8

**Dr. Luis Larrondo • Dra. María Angélica Ganga**
Científicos investigan diferentes especies de hongos y su aporte a la agroindustria

## ENTREVISTA 11

**Millarca Valenzuela**
Las respuestas que caen del cielo

## CIENCIAS NATURALES 17

**Observaciones sobre las aves de jardín y sus conductas reproductivas en la localidad de Huentelauquén Sur (Región de Coquimbo)** 19
Valentina Chacoff • Fabiana Leiva

**MAAs Fotoprotección: aminoácidos de tipo micosporina fotoprotectores naturales contra la radición uv-b para uso en cosmética** 27
Javiera Adones • Joaquín Díaz

**Caracterizando la diversidad de especies de una playa de Puerto Natales "Conociendo mi playa"** 39
Javiera Bahamonde • Fernanda Escobar • Javiera Vivanco

**Efecto de la presión sicológica en la amplitud de ondas beta** 45
Alexandra Vargas • Carol Valderrama

**Irradiación de alimentos** 51
Fernanda Campos • Anai Rodríguez • Roxana Vargas

**Sintesis de jabón y desinfectante con extracto de *peumus boldus* (molina) y determinación de actividad antimicrobiana** 55
Fernando Bart • Ángeles González

## ¿Qué te cautiva de hacer ciencia en Chile?

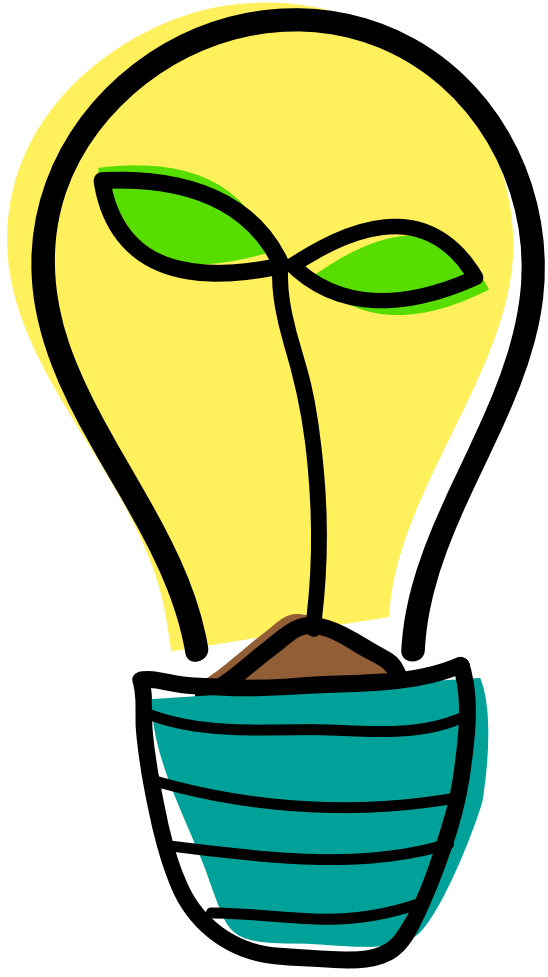
**Mónica Musso**
Pontificia Universidad Católica de Chile

**Guillermo Schmeda**
Universidad de Talca

**Marina Stepanova**
Universidad de Santiago de Chille

**Sylvain Faugeron**
Pontificia Universidad Católica de Chile

**Antonia Santos**
Universidad Arturo Prat



# CIENCIA PARA TODOS Y TODAS

La ciencia, tecnología e innovación son el pilar fundamental para que un país alcance el desarrollo, sin embargo, la Encuesta Nacional de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en Chile 2016 mostró como resultado que un 76,9% de la población se siente poco o nada informada sobre este ámbito.

Este escenario otorga un rol preponderante a la divulgación de la ciencia y con ello a la revista Brotes Científicos, publicación que para nosotros como Universidad de Santiago de Chile es altamente importante, ya que como institución estamos constantemente preocupados de desarrollar iniciativas para aportar al país y su sociedad, buscando resolver problemas y brindar soluciones a través de la investigación de excelencia.

Vivimos en un mundo globalizado que está en constante cambio, donde se requieren ciudadanos críticos, con una serie de habilidades y conocimientos para implicarse de manera activa en la sociedad.

En este sentido, la cultura científica y tecnológica no puede estar reservada para una elite, porque la sociedad tiene que tener conciencia que ámbitos como la salud, educación, alimentos, energía, medio ambiente, entre otros, permiten mejorar la calidad de vida de las personas. Por ello, es necesario que la población, sin distinción alguna, acceda a este conocimiento, lo entienda y se apropie de él para construir colectivamente un mundo mejor.

Debemos trabajar por que más estudiantes se sientan interesados en las ciencias, por ello buscamos a través de esta publicación llegar a más niños y jóvenes del país, a sus profesores, a sus familias y a la sociedad en su conjunto, para que comprendan que en escuelas, colegios y liceos está la capacidad de desarrollar ciencia, tecnología e innovación.

Confiamos que a través de este nuevo número estamos realizando un aporte, que implica poner a su disposición artículos de alumnos que abordan las observaciones sobre las aves de jardín y sus conductas reproductivas, fotoprotección natural, caracterización de una playa de Puerto Natales, los efectos de la salmonicultura y su relación con la marea roja en el sur de Chile y la irradiación de alimentos.

Es de suma relevancia que niños y adolescentes tomen conciencia de la riqueza e impactos que tienen las ciencias en la vida cotidiana, es un paso crucial que nos puede llevar a transformar a la sociedad.

Dr. Claudio Martínez Fernández
Vicerrector de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad de Santiago de Chile

# LAS LECCIONES DE LA IMPREVISIÓN EN LA TECNOLOGÍA DEL SALITRE

Dr. Sergio González Miranda
Premio Nacional de Historia 2014
Universidad de Tarapacá

Fue el oro y secundariamente la plata lo que motivó la codicia de los conquistadores españoles cuando llegaron a América. Ellos desde el comienzo conocieron del salitre, un mineral no metálico sin mayor importancia, excepto por el hecho que era útil para la fabricación de la pólvora. Los indígenas conocían sus propiedades agrícolas, pero ello no les importaba demasiado a estos ambiciosos personajes, entonces durante los siglos que duró la Colonia en la América española fue la minería de la plata y del oro la que se destacó. El cerro rico de Potosí fue la imagen de ese periodo.

Siglos después, con la revolución industrial algo cambió en Europa, se requerían más alimentos para una población en crecimiento exponencial, mientras sus gastados suelos agrícolas requerían urgentemente fertilizantes. Desde las playas del actual Norte Grande de Chile y del sur del Perú, se extrajo guano de pájaros marinos para esa finalidad. Entonces el guano dominaría el mercado mundial de los fertilizantes, llevando prosperidad al Perú durante la primera mitad del siglo diecinueve, hasta que se le reconocieron las mismas propiedades al salitre, que era extraído desde un producto denominado caliche y que se ubicaba en el subsuelo del desierto de Atacama, en mantos aleatorios. Sin embargo, dos de los primeros salitreros -Matías de la Fuente y Sebastián de Ugarriza- antes de iniciar la explotación del salitre, recurrieron a la ciencia. Supieron de la existencia del sabio alemán Tadeo Haenke, que había llegado a las costas del Perú como un integrante de la expedición científica de Alessandro Malaspina de 1789, y que se había asentado en el Alto Perú, en una hacienda cerca de Cochabamba. Se dice que la consulta era la conversión del nitrato sódico en potásico, lo que el científico resolvió sin mayores inconvenientes, entregando sus conocimientos a los visitantes con generosidad. Enrique Kaempffer, nos dice que "el señor Haenke no solo resolvió el problema, sino también enseñó el método por el cual debía beneficiarse el caliche, la materia prima de la cual se extrae el nitrato de sodio". Esto motivó para que de la Fuente y de Ugarriza iniciaran la empresa de lixiviar salitre en Tarapacá y exportarlo. Por cierto, muchos otros empresarios se aventuraron adentrarse al desierto y catear caliche para transformarlo en salitre. Al comienzo fueron pequeñas industrias locales, después llegarían grandes compañías extranjeras.

La tecnología salitrera, por cierto, tuvo posteriormente modernizaciones muy importantes y otros nombres deberían ser registrados junto al de Tadeo Haenke, como el de Pedro Gamboni, chileno, quien introdujo el vapor en el proceso de lixiviación del caliche y separó el yodo de las aguas madres, o, James Thomas Humberstone, inglés, quien experimentó con el método Shanks de lixiviación, el más exitoso de todos durante el ciclo de expansión de esta industria.

Todo lo anterior, podría ser solo un breve historia de la tecnología salitrera, si no tomáramos en cuenta que esta industria transformó estructuralmente a Chile, entre 1880 y 1930. Los importantes recursos generados por la venta del salitre en todos los continentes del planeta, permitió una expansión del estado nacional, las escuelas públicas se multiplicaron por todo el territorio nacional, también se realizaron grandes obras de infraestructura, como el ferrocarril longitudinal que unió a Chile de norte a sur. La economía salitrera destacó a Chile en todo el mundo, porque en los sacos de este fertilizante iba el nombre de "nitrato de Chile" en el idioma del país de destino. Llegaron al país viajeros, científicos, cronistas, empresarios, para conocer esta industria en desierto más árido del mundo.

La industria del salitre también permitió que en nuestro país surgieran organizaciones empresariales, como la Asociación Salitrera de Propaganda, y organizaciones obreras, como mutuales, mancomunales, sociedades de resistencia, sindicatos, etc., que presionaron por la promulgación de las primeras leyes sociales en Chile.

Nuestro país vivió una bonanza mientras la industria del salitre estuvo en auge, pero también la sociedad supo del sufrimiento cuando esta economía entró en crisis terminal a partir de 1919. Curiosamente, dos científicos alemanes, Fritz Haber y Carl Bosch, fueron quienes precipitaron esa crisis, cuando en 1913 lograron con éxito el "nitrato sintético". Ambos recibieron el Premio Nobel de Química, Haber en 1918 y Bosch en 1931. Lamentablemente, en Chile la tecnología salitrera no se desarrolló lo suficiente entre 1880 y 1913, y nunca se fundó la esperada universidad del salitre, como se venía discutiendo por años. Se reaccionó demasiado tarde, y los pocos que previeron la crisis, como el ingeniero chileno Alejandro Bertrand, no fueron escuchados.

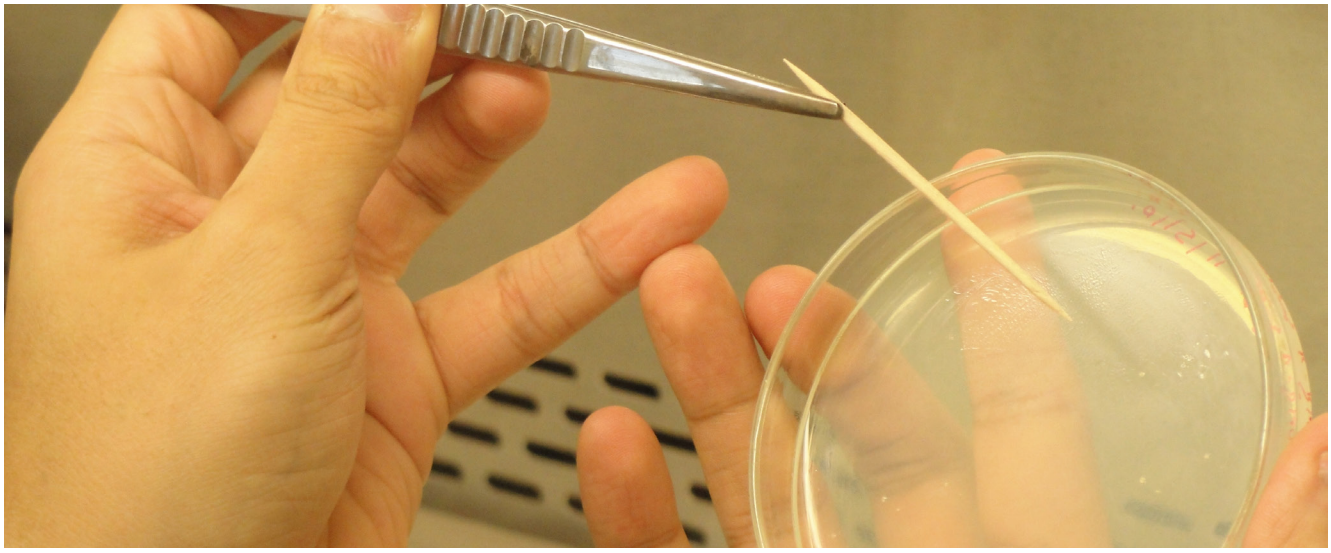
# CIENTÍFICOS

## INVESTIGAN DIFERENTES ESPECIES DE HONGOS Y SU APORTE A LA AGROINDUSTRIA

Por Valeria Osorio Ureta

Tres universidades nacionales desarrollan investigación colaborativa, donde la divulgación juega un papel preponderante. Para ello, han desarrollado una técnica que permite crear arte a partir del trabajo con una especie particular de hongo; labor que le ha permitido a los estudiantes tener una mejor comprensión de estos microorganismos y su impacto en el ambiente.

Dr. Luis Larrondo
Director de Núcleo Milenio de Biología Fúngica Integrativa y Sintética (MNFISB)



El Núcleo Milenio de Biología Fúngica Integrativa y Sintética (MNFISB), conformado por la Universidad Católica, la Universidad de Santiago y la Universidad de La Serena, encontraron una manera novedosa para acercar la ciencia a la sociedad, transformando sus conocimientos en una herramienta para desarrollar arte de una forma creativa y didáctica.

Esta iniciativa, que se caracteriza por la investigación colaborativa, busca comprender y describir cómo los hongos pueden sensar y responder a su ambiente. Lo anterior, implica describir las propiedades de diferentes estructuras subcelulares que participan en la interacción con su entorno. Para ello, estudian al hongo *Neurospora crassa*, el patógeno vegetal *Botrytis cinerea*, la levadura que produce alteraciones del vino *Brettanomyces bruxellensis* y la levadura modelo *Saccharomyces cerevisiae*.

El Dr. Luis Larrondo, director de este Núcleo, señala que Chile es un país donde el sector agroindustrial es fundamental, sin embargo, no se han tomado las medidas necesarias para definirlo como un área a explotar, perdiendo -de esta manera- el enorme potencial que existe en el estudio de diferentes especies de hongos.

“Los hongos constituyen un excelente modelo de estudios, una plataforma para entender problemas biológicos, y eso no se ha desarrollado de forma muy activa en muchas universidades, por lo que hay muy pocos grupos trabajando en hongos”, indica.

## Arte y ciencia

A pesar de este panorama adverso, el grupo realiza importantes esfuerzos para que la ciencia sea transmitida a la sociedad y que ésta, a su vez, pueda apropiarse de este conocimiento; a partir de talleres a profesores, exposiciones y una técnica que vincula arte y ciencia.

Para ello, a través de herramientas de la biología sintética, generaron una cepa de hongo (*Neurospora crassa*) que es capaz de captar patrones de luz, para luego “devolver una impresión o pintura” sobre sí mismo.

Según explica el Dr. Larrondo, utilizaron una fuente de luz que permite proyectar una imagen sobre un “césped” de este hongo, lo que provoca una respuesta en él, emitiendo otro tipo de luz similar a la emitida por las luciérnagas, la cual es capturada en un cuarto oscuro mediante una cámara fotográfica.

## Relevancia del mundo fúngico

Para los investigadores de este Núcleo, una forma de comprender la importancia de los estudios en esta área, es revisar las pérdidas económicas que anualmente sufre el país en la exportación de frutas y hortalizas. Parte de estas mermas son generadas por la denominada pudrición gris, provocada por *Botrytis cinerea*, hongo fitopatógeno altamente polífago.

A esto se suma la fuerte inversión que se hace en fungicidas para controlar esta problemática. No obstante, esta realidad no se ha traducido en una oportunidad, ya que no se ha llevado adelante una inversión activa para modificar esta realidad y llevar adelante un programa sistemático al respecto.

“Si tomáramos una pequeña fracción de eso que se pierde y se lograra llevar al estudio de hongos, uno

Dra. María Angélica Ganga
Universidad de Santiago de Chile

podría encontrar potenciales soluciones. Uno trabaja en una pregunta biológica, puede que eso tenga una aplicación directa o puede que eso construya el conocimiento para que alguien después encuentre una aplicación, pero tiene que encontrarse estudiándose", explica.

Por su parte, la Dra. María Angélica Ganga, de la Universidad de Santiago de Chile, plantea que los hongos tienen un gran potencial biotecnológico y medicinal, agregando que "los hongos cuentan con enzimas que pueden optimizar procesos productivos o bien moléculas que están siendo estudiadas, ya que poseen efectos medicinales de interés".

## Investigación colaborativa

El Dr. Larrondo, uno de los tres investigadores chilenos que recibió el reconocimiento del Instituto Médico Howard Hughes (en un llamado realizado en conjunto con la Fundación Bill & Melinda Gates, el Fondo de Investigación Médica Wellcome Trust y la Fundación Caloaste Gulbenkian), destacó que la Iniciativa Científica Milenio es un modelo de trabajo interesante, pues promueve la investigación colaborativa en el país y, de este modo, se permite potenciar capacidades.

"Vivimos en una sociedad altamente individualista, pero acá hay una mirada para hacer trabajo colaborativo y de a poco vamos haciendo más y más colaboraciones de manera natural. De repente vas conociendo a más gente y comienzan a surgir de forma espontánea nuevas aristas y nuevos ámbitos de colaboración", detalla el docente.

Por su parte, la Dra. Ganga envía un mensaje a las y los estudiantes que leen *Brotes Científicos*: "Hacer ciencia es imaginar que todo se puede. Es querer conocer más allá de lo que te enseñan, es esa inquietud constante que te hace buscar la explicación de por qué pasan las cosas. Es un ensayo constante, lo cual va abriendo luces que permiten continuar avanzando en el conocimiento".

# LAS RESPUESTAS QUE CAEN DEL CIELO

Allá afuera anda un asteroide que lleva su nombre, sin embargo, una de las primeras investigaciones científicas en la que participó, tenía como objetivo descubrir la Atlántida. Tenía ocho años y junto a los demás niños de la cuadra, en su natal Antofagasta, Millarca jugaba a descubrir e investigar.

“Todos los niños son naturalistas por esencia”, dice mientras recuerda esos paseos al desierto, donde la sensación de lo infinito la conmovía hasta las lágrimas.

Años después volvería a recorrer su lugar favorito, buscando rocas extraterrestres y luchando contra las etiquetas que le pretenden imponer.

Le han dicho astrónoma, para otros es astrogeóloga, meteorítica también dicen que es, incluso ‘activista en defensa del patrimonio’, y ella sigue queriendo, tal como a los ocho años, ser todo al mismo tiempo.

**Millarca Valenzuela,** es Geóloga, Vicepresidente de la Sociedad Geológica de Chile, Investigadora del Instituto Milenio de Astrofísica y del Centro de Astroingeniería UC.

Por Darío Cuellar Arellano

## Naturalmente Humanista

Millarca se siente afortunada de haber crecido en un entorno familiar en el que la curiosidad y la creatividad no sólo eran bien vistas, sino que además, estimuladas. Sus padres organizaban para ella, su hermano y todos los niños de la cuadra, periódicas ***salidas a terreno*** a las inmediaciones de Antofagasta, para subir cerros, recoger piedras, buscar lagartijas o bichos en las rocas. Asegura que toda su infancia estuvo marcada por la sensación de descubrimiento y ahora, de grande, reflexiona en torno a la importancia que tiene la mediación de un adulto en esa esencia científica y artística que poseen los niños, "mi mamá me podría haber mandado a la punta del cerro, pero en vez de eso, iba conmigo", comenta.

Sus intereses eran variados, sin embargo, a muy temprana edad, sintió que su vocación natural era ser humanista. Ya en la adolescencia, con la rebeldía que la caracterizaría de ahí en adelante, Millarca cuestionó profundamente la educación que recibía, sentía que le estaban enseñando a memorizar y no a aprender, pensó incluso en dejar el colegio y dar exámenes libres, pero terminó valorando la importancia de la interacción con los pares que el sistema educacional proporciona.

**¿Cómo sobrellevaste esa profunda disconformidad que te generaba la educación, como estructura y modelo?**

"Lo que hice fue meterme en los talleres en las áreas que me resultaban más difíciles, o más ajenas, que eran la matemática y la física, lo otro, lo humanista, ya era un terreno conquistado".

**Pero qué difícil elegir lo que a uno no le gusta**

"Es que todo el rato me quejaba del colegio, sentía que perdía mi tiempo, entonces no fue una decisión difícil, porque precisamente no quería lo fácil, quería lo que me desafiara y tenía mucha curiosidad, lo que me llevó a elegir cosas que no eran lo natural para mí".

## De Teleduc a Alemania y la primera publicación

Fue en un taller de física, en tercero medio, en el que el profesor llegó un día con una convocatoria de un concurso de la ESO, la Organización Europea para la Investigación Astronómica en el Hemisferio Sur, que consistía en redactar un ensayo sobre algún tema astronómico, el único problema es que quedaba una semana para el cierre.

Millarca, a esas alturas, rayaba con la astronomía, tanto así que el año anterior estuvo un semestre pegada a Teleduc, el programa de educación a distancia que daban por la tele los sábados en la mañana, completando así su primer curso de astronomía, respondiendo preguntas y contestando exámenes que le enviaban por correspondencia.

Entonces, lo del concurso de la ESO parecía ser un paso natural e incentivada por sus padres, decidió ponerse a escribir el ensayo que marcaría su vida.

**¿Sobre qué escribiste?**

"Sobre cómo detectar la materia oscura faltante, que en esa época era algo así como la gran pregunta del momento. Y yo, que era muy humanista, hice un ensayo en ese estilo, bien literario. Fue la primera vez que trasnoché haciendo un trabajo".

De ahí pasó un tiempo, hasta que un día la llamaron del Ministerio de Educación para decirle que había ganado y que tenía que prepararse, porque a la semana siguiente se iba a Alemania. No lo podía creer.

"Yo creo que eso marco un antes y un después en mi vida, pero también fue una experiencia de cierta forma traumática, porque yo, que tenía un alma humanista, sentí que el camino científico se me designaba como una imposición, porque todo el colegio reaccionó, me dieron premios, me llevaron a la tele, era como la niña símbolo, sentí una presión enorme a mis 16 años".

**¿A qué fuiste?**

"A aprender, aprender algunas cosas básicas de objetos astronómicos, para luego definir el tema de observación en La Silla (el Observatorio de la ESO ubicado en la cuarta región), ese era el siguiente paso. Entonces tuvimos que prepararnos, teníamos un astrónomo guía por cada grupo, para decidir qué era lo que íbamos a investigar, para después volver a Chile e ir a La Silla a hacer las observaciones. Tras todo este proceso, la última etapa, era hacer un artículo para publicar la investigación en una revista de divulgación de las ciencias".

**La que sería en definitiva tu primera publicación…**

"Sí, en cuarto medio. Mi último verano del colegio me vine a Santiago, a trabajar en la Universidad Católica, con los astrónomos que estaban acá, procesando los datos y escribiendo mi parte de la publicación colectiva".

**¿Qué sentiste cuando la tarea estaba cumplida?**

"Terminar y ver el trabajo publicado, fue como haber parido un hijo, doloroso y gratificante a la vez, pero cerró algo y creo que eso es lo bonito, tener la certeza de la labor cumplida, que cierra el ciclo de lo que hiciste y lo recuerdo, con todo el estrés que significó, como una piedra angular en mi vida. Incluso, hasta el día de hoy, las publicaciones siguen siendo un parto, pero siempre las enfrento desde la idea de que '*vamos a terminar esto como corresponde' "*.

**¿Por qué es tan importante publicar?**

"Porque de esta forma se le entrega al siguiente grupo de investigadores la información necesaria, para evitar hacer ciencia por hacer ciencia, para dejar de repetir cosas, para ser una flecha que se mueve en una dirección de avance. Hay que hacerlo pensando en que alguien, en algún momento, va a consultar esa publicación para seguir construyendo conocimiento.

También es importante publicar cuando no se llega a lo que uno espera, hay mucho tiempo y muchas energías que se ahorrarían si es que se pudiera tener acceso a los resultados fallidos de las investigaciones. Para la ciencia es súper importante también aquello que no resulta, porque el que viene después puede ver qué caminos no funcionaron y postular una nueva forma de hacer las cosas".

## A derrumbar los templos del formato

El *paper* publicado en la revista más prestigiosa, se ha transformado en una obsesión y en una forma de evaluar y financiar a quienes hacen ciencia, lo que a juicio de Millarca, es una forma perversa de entender la ciencia.

"Uno puede ser esclavo de muchas cosas creyendo ser libre y ese tipo de sociedad es la que hemos estado alimentando, que hace que incluso en la ciencia, seamos esclavos de ciertos tipos de procedimientos, de ciertos tipos de enfoques.

La ciencia es un proceso creativo, igual que el arte, pero con metodologías distintas, y yo creo que la ciencia creativa tiene que tener más libertad, esto es un requisito para que se generen y se desarrollen las preguntas que son pertinentes, para determinado grupo humano, en una época determinada."

## La interdisciplinariedad en persona

Mientras cursaba segundo año de Ingeniería en la Universidad de Chile, Millarca decidió congelar, sentía que la decisión la había tomado bajo la presión externa que había experimentado al finalizar su etapa escolar. Volvió al norte para ser guardaparques de CONAF en el Salar de Atacama, y fue ahí, parada en medio del salar, mirando a los flamencos en su etapa de cortejo, donde tuvo una revelación: "Para mí, lo natural seguía siendo lo humanista, pero para responder las preguntas que quería contestar, necesitaba las matemáticas y las herramientas científicas, y después, siendo más vieja, no iba a tener las energías para adquirirlas."

Regresó a Santiago con la convicción de la propia decisión, con la sensación de no tener que demostrarle nada a nadie, con el objetivo de aprender y no de simplemente obtener un título. Se dejó conquistar por la Geología, la cual, enriquecida por su amor a la astronomía, le permitió abordarla desde una mirada universal.

## Buscar en el suelo lo que cayó del cielo

Nacer y crecer en el desierto, sin duda, marcó a Millarca, el cual describe como "un gran lienzo blanco que debes llenar de ti", lo que gatilla, dice ella, diferentes procesos de conexión con el ser.

**¿Cómo definirías tu vínculo con el desierto?**

"Me inspira una sensación de respeto, de solemnidad, que cuando chica, sentía que me traspasaba. Era mirar el cielo o mirar el mar y tener esa sensación de que hay algo infinitamente más grande que tú, pero que, sin embargo, estabas ahí, siendo parte de eso, y poder observarlo, poder sentirlo, era sobrecogedor, sentía que estaba llena de las estrellas, llena del desierto, llena del mar y que era todo eso al mismo tiempo. Ya más grande, ingresando información, intentando comprender, dejé de experimentar esa sensación, porque los niños tienen esa especie de cordón umbilical con la naturaleza, aunque sea cuando van a un parque, son el árbol, son el bicho, están en ese estado único de estar conectado".

Millarca nunca pensó que volvería al desierto a buscar cosas, ella lo que quería era analizar meteoritos en un laboratorio y lo de las expediciones surgió de casualidad, "Tener un trabajo que me permite cada año ir a buscar rocas, en el paisaje que más me gusta, es como un regalo", señala.

Si bien buscar rocas es casi parte de lo que significa ser geólogo, los meteoritos no son afloramientos, son cosas que cayeron, entonces, dice Millarca, "el buscador tiene que tener una configuración mental distinta".

**Cuando andas en el desierto y miras una roca, ¿ya sabes si es o no un meteorito?**

"Sí."

**No te creo.**

"Son años. Ya los identifico a cierta distancia, por su color, forma y cuando lo tomo, por su densidad, porque son más pesados que una roca normal que tenga el mismo volumen. Pero igual sé que estamos dejando pasar algunos, que son más parecidos a las rocas volcánicas, pero nunca vamos a poder identificarlos así a simple vista y nos volveríamos locos llevándonos todas las rocas para después analizarlas, porque son prácticamente iguales".

**¿Qué información aportan los meteoritos encontrados?**

"Alrededor del 90% de los meteoritos que se encuentran son los llamados 'condritos ordinarios' y son las rocas más antiguas del Sistema Solar, de alguna forma son parte de la materia prima que formó los planetas, en-

tonces todo lo que encontramos ahí, tiene relación con los procesos primarios de acreción, que es cuando se agrega materia para formar un primer cuerpo sólido, o sea, como pasamos de una nebulosa llena de polvo a entidades individuales diferenciadas. La forma en que podemos conocer más de estos procesos, es estudiando los minerales y las texturas de los meteoritos, para ver cómo están unidos estos granos.

Incluso en algunos meteoritos, podemos encontrar material orgánico no biótico, o sea no es que haya algo vivo en el meteorito, pero sí las moléculas orgánicas que pudieron haber sido las precursoras de la vida acá en la Tierra o en otro planeta.

La teoría de la panspermia sostiene que la vida pudo haberse originado en otro lugar, fuera de la Tierra, y que llegó aquí, quizás, en el algún meteorito. Porque los astrónomos han visto en las nebulosas estas pequeñas moléculas que parecieran ser la base de la vida, entonces tenemos los elementos que configuran las moléculas orgánicas, que son la base para la vida, en estas nebulosas, pero hay un paso que falta determinar y es cómo llegan finalmente a un planeta para que surja la vida, el cual además debe tener las condiciones idóneas, encontrarse a determinada distancia de su estrella y que exista agua líquida, principalmente.

## Proyecto Chacana

La idea es crear una red de cámaras de ojo de pez apuntando hacia el cielo, distanciadas cada 100 kilómetros a lo largo de todo Chile. Una vez que una cámara reconoce un meteoro, lo reporta a la central y ella les pregunta a las cámaras aledañas si vieron algo, para luego, a partir de los registros de cada una, calcular la trayectoria de caída de la roca y determinar la órbita de entrada del objeto a la atmósfera, para ver desde donde vino.

**¿Cómo surge el concepto de Chacana?**

“Chacana es la cruz andina, la que siento como parte de mi cultura, y representa lo que está arriba, lo que está al medio y lo que está abajo, además Chacana significa *‘Chilean Allsky Camera Network for Astro-geosciences’.* Pero primero vino el símbolo y luego buscar las palabras para construir el acrónimo, porque Chacana encarna lo que quiero hacer, unir la tierra con el cielo.”

**¿Cuál sería su aporte?**

"Los meteoritos que caen son una caja negra, porque no sabemos de dónde vienen, sabemos que probablemente sea del Cinturón de Asteroides, pero no sabemos de qué parte de ese cinturón, entonces de alguna forma ayudará a entender la relación entre esto que encontramos en la Tierra y lo que está orbitando.

En términos científicos es súper interesante porque nos permitirá detectar meteoritos frescos, pero además nació con un objetivo de involucrar a la comunidad, porque la idea es que algunas de estas cámaras estén en observatorios, pero otras estén en liceos, institutos, cosa de que la gente o academias de ciencias, puedan acceder a la información que entregan las cámaras, para que puedan entender los contenidos científicos ahí involucrados, aplicados en algo concreto, en algo que están observando, entonces a lo mejor, más niños y niñas van a interesarse por carreras científicas."

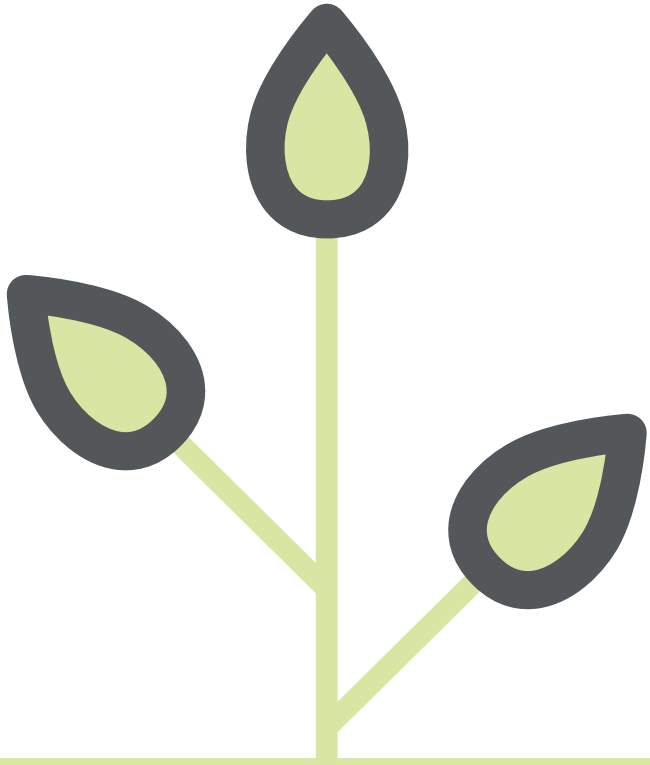
## (11819) Millarca

Al finalizar la ceremonia de clausura del Congreso de Asteroides, Cometas y Meteoros, desarrollado en abril pasado en Montevideo, llegó el momento de conocer a las personas que serían honradas con el nombramiento de un asteroide, reconocimiento reservado por lo general para científicos con una vasta trayectoria, o en otras palabras, de avanzada edad. Por eso Millarca estaba bromeando junto a sus compañeros de mesa, riéndose un poco de la repartición de asteroides, hasta que de pronto apareció su nombre acompañando al Asteroide 11819 y ahí todo fue una explosión de júbilo, "recuerdo cuando recién empecé en esto haber pensado 'algún día tendré un asteroide con mi nombre', como algo que podía suceder cuando fuera vieja, nunca pensé que esto pasaría a los 40", confiesa.

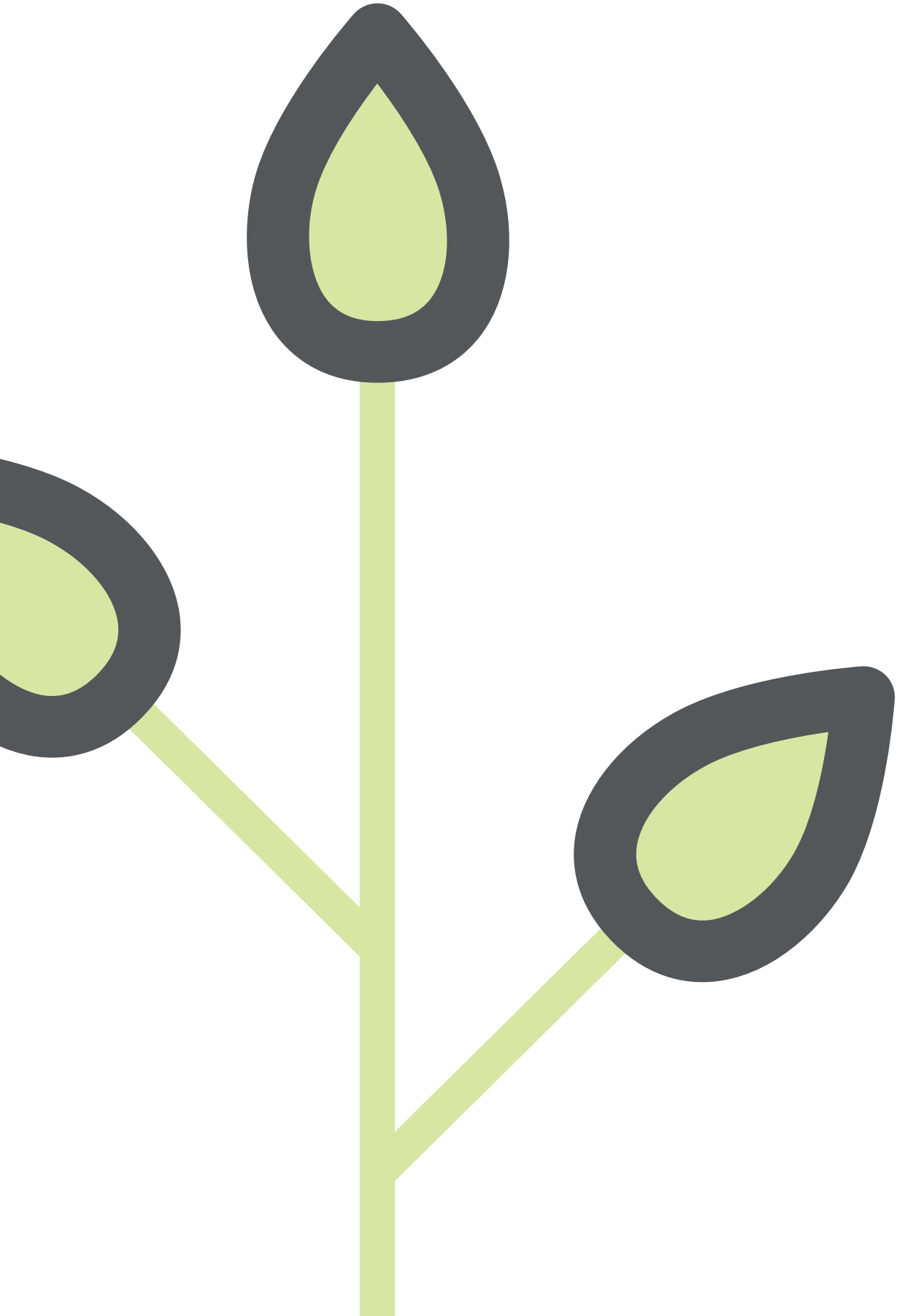
Lo cierto es que Millarca es la única en Chile en estudiar esta disciplina y se esfuerza a diario por entusiasmar a más de sus estudiantes para que sigan sus pasos y así, hacer escuela, inculcando la importancia de la conservación y evitar el saqueo sin control de los meteoritos que caen en nuestro desierto.

**¿Y tienes identificado tu asteroide?, ¿lo miras de vez en cuando para saber dónde anda?**

"Jajaja, no."



# CIENCIAS NATURALES 17



# OBSERVACIONES SOBRE LAS AVES DE JARDÍN Y SUS CONDUCTAS REPRODUCTIVAS EN LA LOCALIDAD DE HUENTELAUQUÉN SUR (REGIÓN DE COQUIMBO)[1]

## OBSERVATIONS ON GARDEN BIRDS AND THEIR REPRODUCTIVE BEHAVIOR IN THE TOWN OF HUENTELAUQUEN SUR (COQUIMBO REGION)

Valentina Chacoff • Fabiana Leiva
Profesor Guía: César Piñones
Asesor Científico: Víctor Bravo
Escuela Básica Carlos Vial Espantoso de Huentelauquén Sur • Coquimbo
cp.ceanor@gmail.com

## Resumen

La ecología asociada a la reproducción de las aves chilenas se encuentra actualmente en revisión a través del proyecto Atlas de las Nidificantes de Chile. Bajo este contexto, el presente trabajo entrega antecedentes sobre las conductas reproductivas de las aves silvestres, en un jardín arbolado adyacente al Sitio Ramsar Las Salinas de Huentelauquén (SRLSH), durante el invierno del año 2016. Se registraron 30 especies de aves, pertenecientes a 20 Familias y 10 Órdenes. Observamos conductas territoriales, mayoritariamente en las especies del orden Passeriformes, como machos cantando y parejas en hábitats apropiados para la nidificación. El jardín arbolado estudiado, ha sido colonizado por varias especies de aves, principalmente nativas y residentes. El área también alberga especies migratorias y es utilizado como dormidero por aves rapaces, lo que transforma a este tipo de área verde en un excelente lugar para el estudio escolar de las aves silvestres.

**Palabras claves:** Aves de jardín, nidificación, Huentelauquén, ornitología escolar.

## Abstract

The ecology associated with the reproduction of Chilean birds is currently under review through the Atlas of Nesting in Chile project. In this context, the present work provides background on the reproductive behavior of wild birds in a wooded garden adjacent to the Las Salinas de Huentelauquén Ramsar Site (SRLSH) during the winter of 2016. There were 30 bird species belonging to 20 Families and 10 Orders. We observed territorial behaviors mainly in the species of the order Passeriformes, like singing males and pairs in habitats suitable for the nesting. The wooded garden studied has been colonized by several species of birds, mainly native and resident. The area also hosts migratory species and is used as a nesting place by birds of prey, making this type of green area an excellent place for school study of wild birds.

**Keywords:** Birds of garden, nesting, Huentelauquén, school ornithology.

1 Primer Congreso Provincial de Choapa de Ciencia y Tecnología. Salamanca 2016 y XIV Congreso Regional Escolar de Ciencia y Tecnología, La Serena-Coquimbo 2016, organizado por el Par Explora Coquimbo de CONICYT en donde obtuvo el Premio al Desarrollo de Competencias del Siglo XXI, entregado por Fundación Telefónica.

# Introducción

Numerosas especies de aves viven en áreas urbanas utilizando hábitats como los parques, plazas, avenidas arboladas y jardines, incluso terrenos baldíos y áreas industriales, donde se alimentan de frutos de plantas introducidas e incluso desechos. Parte de sus ciclos reproductivos lo pueden desarrollar en estas áreas, anidando en los árboles y en los aleros de las casas (Hoffmann y Lazo, 2003), así como en otras estructuras.

En este sentido, la reproducción en las aves se gatilla por factores ambientales tales como la duración del día, precipitaciones y la temperatura ambiente (Gill, 2007). Durante esta etapa, las aves modifican sus conductas y sus cantos, comenzando con el cortejo y apareamiento, exaltándose además la conducta territorial y agresiva (Altamirano *et al*., 2012). Como regla general, se ha establecido que las bandadas que recorren los ecosistemas en otoño e invierno se disgregan en primavera preparándose para la nidificación (Hoffmann y Lazo, 2003; Altamirano *et al*., 2012). Es en el inicio de dicha estación donde los machos buscan compañera, a través del canto (Jennings, 1985). En Chile se ha establecido que cerca de 300 especies nidifican en territorio nacional (ROC, 2011) y en la actualidad este aspecto de la ecología de las aves está siendo estudiado por el Proyecto Atlas de las Aves Nidificantes de Chile, liderado por la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC).

Considerando que: a) el conocimiento de la biología de las especies es fundamental para poder llevar a cabo acciones de conservación (Rottmann y López-Calleja, 1992) y la insuficiencia de datos sobre la estacionalidad de la reproducción a lo largo de Chile (ROC, 2011), nos propusimos determinar las conductas reproductivas de las aves de jardín durante la temporada invernal. El trabajo estuvo guiado por la siguiente pregunta indagatoria ¿Cómo varían las conductas reproductivas entre las aves presentes en los alrededores de nuestra escuela? Nuestra hipótesis de trabajo planteó que existe un escaso o nulo porcentaje de aves en procesos reproductivos debido a que la mayoría de las especies comienzan estas manifestaciones durante la primavera.

Para responder nuestra pregunta documentamos la riqueza de especies de aves silvestres que ocupan jardines y áreas arboladas y asignamos códigos reproductivos a las conductas observadas, comparando por último la actividad reproductiva de las especies.

## Metodología

La investigación se realizó en la localidad rural de Huentelauquén Sur, Provincia de Choapa, Región de Coquimbo, Chile (31°36'24.06''S, 71°31'37.84''O). Los muestreos se realizaron desde julio hasta las primeras semanas de septiembre de 2016, en el Jardín de la Hacienda Huentelauquén y terrenos arbolados de la escuela básica Carlos Vial Espantoso, establecimiento adyacente al Sitio Ramsar Las Salinas de Huentelauquén (Figura 1).

La identificación de las aves se realizó a ojo desnudo, con binoculares (7x35 y 10x42 mm) y un telescopio terrestre (20-60x80 mm), siguiendo a Jaramillo (2005) y Martínez y González (2004). Para determinar la riqueza de especies realizamos transectos en franjas (Ralph

y *et al*., 1996), recorriendo los senderos del área de estudio (los cuales abarcaban gran parte de los hábitats del área) entre las 16:00 a 17:30, totalizando 6 salidas. No se hizo manipulación de huevos o ejemplares vivos.

Las observaciones realizadas durante los muestreos se complementaron con registros incidentales en los alrededores de la escuela durante la jornada escolar (especialmente recreos de la mañana). Para los nombres científicos y comunes se siguió lo descrito por Barros *et al*. (2015). Para la obtención de datos de nidificación de manera no invasiva a los potenciales nidos, se siguió el método propuesto por el Atlas de las Aves Nidificantes de Chile (ROC, 2011), que además incluyó la colecta de evidencias de nidificación (p.ej. cáscaras de huevos eclosionados). En este sentido, el método de transectos, nos permitió realizar una revisión exhaustiva de potenciales eventos de nidificación para todas las especies observadas en el área de estudio.

## Resultados y discusión

Registramos 30 especies de aves, representativas de 20 Familias y 10 Ordenes (Tabla 1), lo que equivale al 19% de las aves registradas en el SRLSH (Zuleta y Piñones, 2015). 27 (90%) son nativas, 1(3%) endémica y sólo 2 (7%) corresponden a especies introducidas. 27 (90%) son definidas como aves residentes, 2 (7%) son migratorias, provenientes de la zona central de Sudamérica (migratorias neotropicales); Picaflor gigante (*Patagona gigas*) y Fío-fío (*Elaenia albiceps*) y 1 (3%) especie es migratoria parcial, de la zona sur de Chile (migratoria austral); Picaflor chico (*Sephanoides sephaniodes*).

En lo que respecta a la reproducción, asignamos las observaciones a cuatro categorías de conductas reproductivas: a) Posible, b) Probable, c) Confirmada/ Probable y d) Confirmada (Tabla 1). De los 23 códigos

Figura 1: Área de estudio Taller de Ornitología, Huentelauquén Sur, Región de Coquimbo, en donde se destaca la matriz agrícola, construcciones y áreas arboladas.

reproductivos asignados, 8 corresponde a la conducta "Pareja en hábitat apropiado para su reproducción (P)", 5 a "machos cantando en hábitat apropiado para nidificar (MC)" y 6 a "adultos en hábitat favorable para nidificar (H)". Todos estos están incluidos dentro de la categoría Posible Reproducción.

Identificamos sólo un código asignable a "Cortejo (C)", el cual se adscribe dentro de la categoría Probable Reproducción. Para la categoría Confirmada/Probable se encontró el código "Transportando material para el nido" para el Tordo (*Curaeus curaeus*).

Sólo 2 (6,4%) de los 31 códigos nos permitieron confirmar reproducción en el área. Estos fueron para las especies Tortolita cuyana (*Columbina picui*) con la conducta "Nido ocupado" y volantones de Chincol (*Zonotrichia capensis*), alimentados por sus padres (Figura 2). Adicionalmente, se encontraron 3 nidos, de temporadas de anteriores, aunque no se pudo determinar la especie responsable de su construcción.

Por lo demás, a 6 especies le asignamos el código Volando (V), que si bien no es un código de reproducción, es útil para ser usado como un comportamiento distintivo (ROC, 2011). Con respecto a estas especies establecimos que el Jote cabeza negra (*Coragyps atratus*), Jote cabeza colorada (*Cathartes aura*) y el Tiuque *(Milvago chimango*), utilizan grandes árboles como posaderos y dormideros (Figura 2). Tanto la Ga-

Tabla 1: Riqueza y caracterización de las aves observadas en áreas verdes de la Hacienda de Huentelauquén, cercanas a la Escuela Carlos Vial Espantoso. Periodo julio-septiembre 2016.

| Especie | Nombre Científico | Origen | Condición | Código |
|---|---|---|---|---|
| Perdiz Chilena | *Nothoprocta perdicaria* | Endémica | Residente | Macho cantando (MC) |
| Bandurria | *Theristicus melanopis* | Nativa | Residente | Volando (V) |
| Jote cabeza negra | *Coragyps atratus* | Nativa | Residente | Volando (V) |
| Jote cabeza colorada | *Cathartes aura* | Nativa | Residente | Volando (V) |
| Aguilucho | *Geranoaetus polyosoma* | Nativa | Residente | Volando (V) |
| Queltehue | *Vanellus chilensis* | Nativa | Residente | Pareja en hábitat apropiado (P) |
| Gaviota dominicana | *Larus dominicanus* | Nativa | Residente | Volando (V) |
| Paloma doméstica | *Columba livia* | Introducida | Residente | Pareja en hábitat apropiado (P) |
| Torcaza | *Patagioenas araucana* | Nativa | Residente | En hábitat apropiado (H) |
| Tortolita cuyana | *Columbina picui* | Nativa | Residente | Nido ocupado (NO) |
| Paloma de alas blancas | *Zenaida meloda* | Nativa | Residente | Pareja en hábitat apropiado (P) |
| Tórtola | *Zenaida auriculata* | Nativa | Residente | Pareja en hábitat apropiado (P) |
| Picaflor chico | *Sephanoides sephaniodes* | Nativa | Residente / Migratoria Austral | En hábitat apropiado (H) |
| Picaflor gigante | *Patagona gigas* | Nativa | Migratoria Neotropical | En hábitat apropiado |
| Carpinterito | *Veniliornis lignarius* | Nativa | Residente | En hábitat apropiado (H) |
| Tiuque | *Milvago chimango* | Nativa | Residente | Volando (V) |
| Tijeral común | *Leptasthenura aegithaloides* | Nativa | Residente | En hábitat apropiado (H) |
| Cachudito común | *Anairetes parulus* | Nativa | Residente | Pareja en hábitat apropiado (P) |
| Fío-fío | *Elaenia albiceps* | Nativa | Migratoria Neotropical | Macho cantando (MC) |
| Chercán común | *Troglodytes aedon* | Nativa | Residente | Macho cantando (MC |
| Zorzal Patagónico | *Turdus falcklandii* | Nativa | Residente | Macho cantando (MC |
| Tenca chilena | *Mimusthenca* | Nativa | Residente | Pareja en hábitat apropiado (P) |
| Cometocino de Gay | *Phrygilus gayi* | Nativa | Residente | Macho cantando (MC) |
| Diuca común | *Diuca diuca* | Nativa | Residente | Pareja en hábitat apropiado (P) |
| Chincol | *Zonotrichia capensis* | Nativa | Residente | Crías recién emplumadas (CR) |
| Loica común | *Sturnella loyca* | Nativa | Residente | Pareja en hábitat apropiado (P) |
| Tordo | *Curaeus curaeus* | Nativa | Residente | Transportando material para el nido (TM) |
| Mirlo común | *Molothrus bonariensis* | Nativa | Residente | En hábitat apropiado (H) |
| Gorrión | *Passer domesticus* | Introducida | Residente | Cortejo, despliegue(C) |
| Caraú | *Aramus guarauna* | Nativa | Accidental | --- |

Figura 2: Izq.: Cría de Chincol (*Zonotrichia capensis*), fotografiada el 30 de julio de 2016, en la zona de estudio. Der.: Jote cabeza negra (*Coragyps atratus*), utilizando como dormideros, grandes árboles de Eucaliptus, cercanos a viviendas.

viota dominicana (*Larus dominicanus*) como el Aguilucho común (*Geranoaetus polysoma*), realizan planeos de vigilancia y acecho. Se observó a la Bandurria (*Theristicus melanopis*), en tránsito entre sus áreas de descanso y alimentación.

Como registro destacado, el 01 de septiembre se avistó y fotografió, un ejemplar de Caraú (*Aramus guarauna*) entre las plantaciones agrícolas y jardines de la Hacienda Huentelauquén. La especie no había sido antes reportada para Chile (Marín, 2004; Barros *et al.*, 2015; Barros y Schmitt, 2015; eBird, 2016), obteniéndose fotografías del ejemplar, las cuales fueron sometidas a validación dentro de la plataforma eBird-Chile. Después de siete salidas posteriores al primer avistamiento, se determinó que el ejemplar permaneció en la zona al menos hasta principios de octubre, fecha que coincide con el periodo reproductivo de la especie (octubre a enero), descrito para sus áreas habituales de residencia (Rocha, 2015).

En lo que concierne al hallazgo del Caraú, probablemente la abundancia de la especie Caracol de jardín (*Helix aspersa*) y otros invertebrados en la zona de estudio, favoreció su arribo desde el lado este de la Cordillera de Los Andes, dado que se especializa en comer este tipo de molusco terrestre (Limpkin en www.allaboutbirds.org). De hecho, las observaciones de campo y antecedentes recopilados con lugareños confirman esta situación. Lo anterior resulta de interés dado que este invertebrado es plaga de cultivos y especies vegetales ornamentales, asociándosele a graves pérdidas económicas (Chahín, 2012). Por otro lado, la gran cantidad de árboles maduros explicaría la presencia del ave en la zona dado sus hábitos arborícolas (Narosky y Yzurieta, 1993; Narosky y Canevari, 2002), conducta que fue constatada por otros observadores que visitaron el lugar con posterioridad a su hallazgo (Piñones y Bravo, 2017).

El aumento de la reproducción en las poblaciones de aves silvestres derivadas del aumento en las precipitaciones bajo el fenómeno de El Niño, ya ha sido documentado en las zonas áridas del norte de Chile (Rau y *et al.*, 1998). En este sentido, el hallazgo de actividad reproductiva territorial (p.ej. machos cantando, parejas en hábitat apropiado) de las aves de Huentelauquén durante el periodo invernal, particularmente en los denominados “pajarillos” (Orden Passeriformes), podría estar relacionado con el aumento de la disponibilidad de alimento, dado que en años con abundantes precipitaciones (como las del 2016, al menos para la Provincia de Choapa) la densidad y abundancia de plantas anuales pueden ser muy altas (Gutiérrez, 2008). Como ejemplo, se ha encontrado que el Picaflor del norte (*Rhodopis vesper*) ha ampliado, a todo el año, tanto su rango de distribución como su calendario de reproducción, al menos en las localidades de las comunas de La Serena y Coquimbo (Bravo *et al.*, 2012, eBird, 2016).

Para los Columbiformes, la literatura señala que las distintas especies de palomas son capaces de realizar varias nidadas durante el año en la zona central (Martínez y González, 2004; Hoffmann y Lazo, 2013). Esta situación se corresponde con lo observado para Tortolita cuyana (*Columbina picui*), en donde encontramos varios restos de huevos eclosionados en la zona de estudio (Figura 3). Registros de otros observadores,

confirmaron este hecho, al encontrar juveniles de esta especie en Huentelauquén, durante la temporalidad de nuestra investigación (D. Martínez, comunicación personal, 03 de septiembre de 2016).

La mayor proporción de especies vegetales introducidas, por sobre las especies nativas, podría al menos en parte, explicar la ausencia de nidificación de especies como el Cachudito (*Anairetes parulus*) o el Tijeral (*Leptasthenura aegithaloides*), asociadas comúnmente a árboles y arbustos autóctonos (Mella y Loutit, 2007). Por lo demás, algunas de las especies como la Loica (*Sturnella loyca*) o el Queltehue (*Vanellus chilensis*), prefieren nidificar en suelo, dentro de áreas abiertas (Martínez y González, 2004), por lo que el área de estudio la utilizarían principalmente como territorio de forrajeo, considerando la oferta permanente de frutos y semillas de las especies vegetales foráneas y que en las inmediaciones existen ambientes naturales que proveerían de condiciones más adecuadas para su nidificación (por ejemplo llanos y fondos de quebrada).

Es probable que otras especies asociadas al Sitio Ramsar Las Salinas de Huentelauquén y terrenos agrícolas adyacentes, hagan uso de los recursos presentes en el Jardín de la Hacienda Huentelauquén. Un mayor esfuerzo de muestreo entregaría luces sobre la riqueza específica del área de estudio y como esta varía a lo largo de un ciclo anual. Al respecto, la comunidad de aves que pudo ser caracterizada en nuestro estudio, es similar a la encontrada para otras áreas verdes urbanas o semi-urbanas de Chile (Estades, 1995) Por lo

Figura 3: Cascaron de huevo de Tortolita cuyana (*Columbina picui*), hallado en la zona de estudio el 20-10-2016.

demás, el monitoreo de esta área de estudio, puede entregar nuevos antecedentes de especies que en la actualidad están ampliando su rango de distribución desde el Desierto de Atacama hacia la zona semiárida, tales como el Picaflor del norte (*Rhodopis vesper*), o esclarecer el estatus, distribución y presencia de especies poco comunes en Chile y que son capaces de asociarse a jardines y asentamientos humanos debido a la disponibilidad permanente de alimento, como es el caso de la Tenca de alas blancas (*Mimus triurus*) con crecientes reportes en áreas costeras del país (Azocar, 2014) o el mismo Caraú.

## Conclusión

Los resultados confirman nuestra hipótesis. Además, nos permiten establecer que durante la temporada invernal, algunas especies de aves desarrollan conductas territoriales, pudiendo ser observadas agrupadas en parejas reproductivas e incluso transportando material para el nido. Esta situación no es homogénea para las especies registradas hasta la fecha en el área de estudio, encontrándose estas en su mayoría en un status de “Posible Reproducción”. Probablemente, estas diferencias se deban a cómo las distintas especies son capaces de aprovechar los recursos disponibles en la zona y realizar varias nidadas durante el año y, también, por la composición y estructura de la vegetación de este tipo de ambientes antropizados.

El registro de una especie nueva para Chile, ratifica la importancia de desarrollar observaciones constantes en las áreas adyacentes a sitios de interés ornitológico, como el Sitio Ramsar Las Salinas de Huentelauquén, dado que gran parte de la investigación desarrollada en este humedal, se ha centrado en las aves acuáticas y de serranías. El hallazgo, también es un ejemplo del aporte que puede hacer una institución escolar, al desarrollo de la ornitología nacional y los proyectos de ciencia ciudadana. Nuevas preguntas surgen con respecto a esta especie en Chile, lo que llevará a nuestro equipo a seguir atento a su presencia en posteriores temporadas.

## Agradecimientos

A los profesores de la Escuela Carlos Vial Espantoso, especialmente a Jorge Riveros, Rubén Valdés y Elías González, por su preocupación y apoyo a la investigación. Al Sr. Osvaldo Bacho de la Hacienda Huentelauquén, por permitir nuestro trabajo. Al Par Explora Coquimbo de CONICYT Coquimbo, por su apoyo en los congresos de ciencia escolar provincial y regional. Al Departamento de Educación de la Ilustre Municipalidad de Canela, por el respaldo al Programa de Educación Ambiental y Científica que sustenta el presente trabajo. La presente iniciativa se realizó en el contexto del Proyecto FPA-NAC-I-032-2014.

## Bibliografía

Altamirano TA, Ibarra JT, Hernández F, Rojas I, Laker J, Bonacic C. 2012. Hábitos de nidificación de las aves del bosque templado andino de Chile. Serie Fauna Australis, Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Azocar I. 2014. La tenca de alas blancas (Mimus triurus) en Chile. Boletín Chileno de Ornitología 20: 44-47.

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

Barros R, Schmitt F. 2015. Aves raras en Chile, enero 2004-diciembre 2014. La Chiricoca 20: 2-56.

Bravo V, Rodríguez D, Tabilo E, Chávez C. 2012. Registro de nidificación y avistamientos del picaflor del norte (Rhodopis vesper) en la Región de Coquimbo, Chile. Boletín Chileno de Ornitología 18: 57-61.

Chahín MG. 2012. Experiencia en la Región de La Araucanía. Cultivo de follajes ornamentales: una alternativa para la fruticultura del sur. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Temuco, Chile.

eBird. 2016. eBird Basic Dataset. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York. USA.
Estades C. 1995. Aves y vegetación urbana: El caso de las plazas. Boletín Chileno de Ornitología 2: 7-13.

Gill F. 2007. Ornithology. Third Edition. WH Freeman & Company, New York, USA.

Gutiérrez J. 2008. El desierto florido en la Región de Atacama. En: Squeo F, Arancio G, Gutiérrez J. (ed.). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

Hoffmann A, Lazo I. 2013. Aves de Chile: Un libro también para niños. Universidad Andrés Bello-Ril Editores, Santiago, Chile.

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

Jennings T. 1985. El joven investigador: Aves. Oxford University Press. Ediciones SM, Madrid, España.

Marín M. 2004. Lista comentada de las aves de Chile. Lynx Ediciones, Barcelona. España.

Martínez D, González G. 2004. Las aves de Chile: Nueva Guía de Campo. Ediciones del Naturalista, Santiago, Chile.

Mella J, Loutit A. 2007. Ecología comunitaria y reproductiva de aves en cerros islas y parques de Santiago. Boletín Chileno de Ornitología 13: 13-27.

Narosky T, Izurieta D. 1993. Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires, Argentina.

Narosky T, Canevari P. 2002. 100 Aves Argentinas. Editorial Albatros, Buenos Aires, Argentina.

Piñones C, Bravo V. 2017. El Carau (Aramus guarauna), una nueva especie para Chile: Relato de una experiencia pedagógica. La Chiricoca 22: 19-27.

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.

Rau J, Zuleta C, Gantz A, Saiz F, Cortés A, Yates L, Spotorno A, Couve E. 1998. Biodiversidad de artrópodos y vertebrados terrestres del Norte Grande de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71: 527-554.

ROC. 2011. (Red de observadores de aves y vida silvestre de Chile). Proyecto atlas de las aves nidificantes de Chile. Guía del Observador, Santiago, Chile.

Rocha G. 2015. Guía completa para conocer aves del Uruguay. Ediciones de la Banda Oriental, Montevideo, Uruguay.

Rottmann J, López-Calleja MV. 1992. Estrategia nacional de conservación de aves. Serie Técnica 1. Servicio Agrícola y Ganadero, División de Protección de los Recursos Naturales Renovables.

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

# MAAs FOTOPROTECCIÓN: AMINOÁCIDOS DE TIPO MICOSPORINA FOTOPROTECTORES NATURALES CONTRA LA RADICIÓN UV-B PARA USO EN COSMÉTICA[1]

## MAAs PHOTOPROTECTION: MICOSPORIN TYPE AMINO ACIDS NATURAL PHOTOPROTECTORS AGAINST UV-B RADICATION FOR COSMETIC USE

Javiera Adones • Joaquín Díaz
Profesor Guía: Norys Villarroel
Asesor Cientifico: Karina Véliz
Colegio Leonardo Da Vinci • Coquimbo
norys.villarroel.ldvcoquimbo@gmail.com

## Resumen

La capa de ozono constituye una barrera de protección natural contra la radiación UV-B, sin embargo ésta se ha reducido considerablemente por las emisiones de gases clorofluorcarbonados. Para prevenir daños a la piel por UV-B, existen bloqueadores solares que contienen químicos nocivos para la salud. Debido a que existen organismos capaces de sintetizar fotoprotectores naturales, comparamos la capacidad fotoprotectora de extractos de algas rojas procedentes de un ambiente con alta radiación UV (*Pyropia* sp.), género que habita en la Antártica, y de ambientes con menor exposición (*Chondracanthus chamissoi*). Se usó la metodología descrita por Karsten *et al*. (1998) para extraer sus micosporinas (MAAs) a diferentes concentraciones (10, 20 y 30 mg g-1 DW) y se midió la absorvancia del UV de cada extracto. Los extractos de Pyropia sp. de 20 y 30 mg. presentaron mayor actividad fotoprotectora, con una absorción del 100%, los cuales se usaron en la producción de labiales.

**Palabras claves:** MAAs, aminoácidos del tipo micosporina, UV, Radiación ultravioleta, ozono.

## Abstract

The ozone layer constitutes a natural protection barrier against UV-B radiation, but this has been considerably reduced by emissions of chlorofluorocarbon gases. To prevent damage to the skin by UV-B, there are sun blockers that contain chemicals harmful to health. Due to the existence of organisms able to synthesize natural photoprotectors, we compared the photoprotective capacity of extracts of red algae from an environment with high UV radiation (*Pyropia* sp.), an Antarctic genus, and environments with less exposure (*Chondracanthus chamissoi*). The methodology described by Karsten *et al*. (1998) to extract their mycosporins (MAAs) at different concentrations (10, 20 and 30 mg g-1 DW) and the UV absorbance of each extract was measured. Extracts from Pyropia sp. Of 20 and 30 mg showed greater photoprotective activity, with an absorption of 100%, which were used in the production of lipsticks.

**Keywords:** MAAs, mycosporine-like amino acids, UV, Ultraviolet radiation, ozone.

1 Este trabajo se presentó el año 2016 a la XIII versión de la Feria Antartica Escolar en Punta Arenas, obtuvo el Primer Lugar en la categoria Tecnológico. Seleccionado entre los 20 mejores trabajos de Samsung 2016.

# Introducción

La reducción de la capa de ozono, detectada en las últimas décadas, es consecuencia del cambio climático global, preocupación creciente a nivel ecológico y de salud humana (WMO, 2003). Esto, ya que el ozono es una barrera de protección natural que absorbe la fracción de radiación solar en el rango del UV-B (280-320 nm), la cual es altamente energética y dañina si es absorbida por las células. La radiación UV-B presenta una alta absorbancia por parte de los residuos aromáticos de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) y proteínas, y sus efectos en estas moléculas pueden resultar en formación de dímeros en el ADN, pérdida de la actividad biológica de enzimas, mutaciones, afectar la expresión de genes e inducir el desarrollo anormal de las células (cáncer) (Urbach, 1997).

La disminución del ozono por emisión de gases clorofluorocarbonos (CFC) ha generado sobre la Antártica el "agujero de ozono". A través de observaciones satelitales (TOMS series desde el año 1979 al 2001) se ha detectado que durante la primavera, la disminución de la capa de ozono puede llegar al 80-85% (WMO, 2003) sobre la Antártica, con el consecuente incremento en los niveles de radiación UV-B que alcanzan al continente. Además, el agujero de ozono también puede afectar la zona más austral de Chile y Argentina, debido al desplazamiento del vórtice polar durante primavera (Díaz *et al.*, 2006). Aún existe una alta incertidumbre sobre la recuperación de los niveles de ozono, pronosticándose que su recuperación sería lenta y no sucedería antes del 2070 (McKenzie *et al.*, 2007).

Junto con el aumento en los niveles de radiación UV-B se ha reportado un aumento en la incidencia de cáncer a la piel a nivel mundial, siendo en Estados Unidos y Australia el cáncer más frecuente de todo el organismo. En Europa occidental, la incidencia de cáncer de piel es aproximadamente igual al de pulmón o de senos. Aunque en nuestro país hay pocos estudios epidemiológicos al respecto, en ellos también se observa la misma tendencia. Uno de estos estudios, analizó retrospectivamente la incidencia de cánceres de piel en cuatro hospitales del área metropolitana entre los años 1992 y 1998, observándose que las tasas de cáncer cutáneo aumentaron un 43% en dicho periodo.(Zemelman *et al.*,2001; Zemelman *et al.*,1998). Otros estudios, también en la región metropolitana, Hospital Sótero del Río y de la XII región, en Punta Arenas, mostraron una tendencia similar (Abarca y *Casiccia,* 2002; Zambrano *et al.*, 2004). La Corporación Nacional del Cáncer (Conac) de Chile advirtió hoy sobre un aumento del 20% en la radiación ultravioleta (UV) en el norte del país, desde Arica a la Serena, afectando así la salud de los habitantes de la zona y de las personas que la visitan en la época estival.

En la actualidad, existe una gama de productos para prevenir el daño por radiación UV. Sin embargo, la mayoría de estos bloqueadores solares contienen químicos que pueden ser nocivos para la salud, pudiendo penetrar la piel, permitiendo el paso de UV y liberar sus propios radicales libres. Además, estos mismos ingredientes tienen otros efectos adversos, como:

1. Oxibenzona, químico asociado a la producción de alergias, disrupción hormonal, daño celular, y bajo peso en bebés de madres expuestas durante el embarazo. A pesar de esto, la oxibenzona se encuentra en el 60%

de los protectores solares, reportándose en Estados Unidos que el 97% de sus residentes presentaría este químico en su sangre (U.S. Centers for Disease Control 2008).

2. Octinoxato: disruptor endócrino, imitador del estrógeno, ayuda a la penetración de otros químicos.

3. 4-Metilbencilideno Alcanfor: este químico aplicado en la piel de ratas induce una duplicación en la tasa de crecimiento del útero antes de la pubertad y tiene efectos estrogénicos. Además, datos recientes de un estudio de la FDA (Food and Drug Administration) y de la EWG (Environmental Working Group), indican que una forma de Vitamina A, Retinil Palmitato, al ser aplicado en la piel en presencia de la luz solar, puede acelerar el desarrollo de tumores y lesiones de la piel. Esta evidencia es preocupante, ya que el 41% de los protectores solares contienen este químico.

Los seres vivos han desarrollado diversos mecanismos de protección contra la radiación UV-B. Los organismos sésiles, que no pueden evadir niveles elevados de radiación solar a través del desplazamiento, han desarrollado preferentemente la producción y acumulación de compuestos químicos que bloquean el paso de la radiación UV como medio de protección. Entre estos, las algas marinas del grupo de las Rodófitas (algas rojas) biosintetizan una amplia gama de compuestos tales como carotenoides, ficobiliproteinas y aminoácidos del tipo micosporinas ("MAAs" en su sigla en inglés) (Huovinen *et al*., 2004; Korbee *et al*., 2006). Los MAAs son compuestos hidrosolubles con pesos moleculares alrededor de los 300 dalton, los cuales tienen conjugado en el anillo sustituyentes nitrogenados (amino) aminoácidos o amino-alcoholes (Figura 1), siendo la glicina el más común.

Se han descrito aproximadamente veinticinco tipos de MAAs, los cuales tienen máximos de absorción en el intervalo del UV entre los 310-360 nm (Carreto y Carignan, 2011). Los MAAs poseen características de compuestos iónicos con una temperatura de desnaturalización alta, gran foto-estabilidad y baja emisión de fluorescencia, lo que junto a absorber en el rango del UV, se le atribuye el papel de molécula fotoprotectora (Conde *et al*., 2000; Carreto y Carignan, 2011). Estudios in vitro han demostrado que algunos tipos de MAAs, como micosporina-glicina, tienen una alta actividad antioxidante (Dunlap y Yamamoto, 1995). Esta característica ha permitido proponer a los MAAs para el uso en cosméticos contra el envejecimiento prematuro de la piel (Schmid *et al*., 2004).

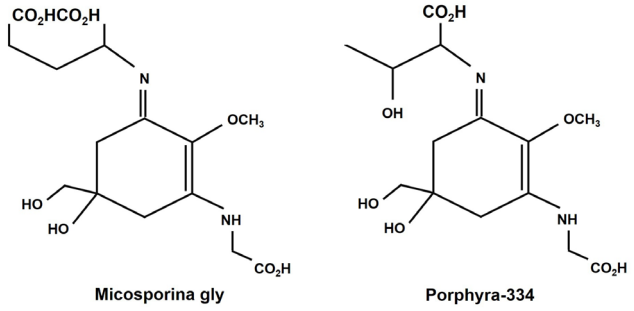



Figura 1. Estructuras químicas de los MAAs.

La cantidad de MAAs presente en las algas está influenciada por la cantidad de radiación solar que reciben en sus ambientes, siendo mayor su acumulación en algas del intermareal (Karsten *et al*., 1998; Hoyer *et al*., 2001; Hoyer *et al*., 2002; Huovinen *et al*., 2004). A escala geográfica, se ha observado una relación entre las cantidades de MAAs que sintetizan las algas y los niveles de radiación solar que éstas reciben (Karsten *et al*., 1998). Considerando que en la Antártica existe una reducción drástica de los niveles de ozono durante primavera, se puede hipotetizar que las algas presentes en esta zona han desarrollado mecanismos eficientes de protección contra el UV-B. Los pocos estudios al respecto han reportado la acumulación de MAAs en algas rojas endémicas de la Antártica (Hoyer *et al*., 2002; Bischof *et al*., 2006). Entre estas, la especie *Porphyra endiviifolium* (ahora *Pyropia endiviifolium*) puede ser una candidata de estudio, dado que es una de las pocas especies que crece en el intermareal superior de la Península Antártica (Figura 2) (Wiencke *et al*., 2007; Huovinen & Gómez, 2013) y, por lo tanto, debe estar adaptada a los niveles estresantes de radiación UV-B que recibe en esta zona.

Considerando estos antecedentes, en este proyecto se evaluó la relación entre la cantidad de fotoprotectores MAAs producidos y el sitio de origen de las algas. Se postuló que especies que crecen en un ambiente con alta exposición a radiación UV (intermareal superior) presentarán una mayor concentración de MAAs en comparación con especies que crecen en un ambiente con menor exposición (submareal). Para esto, se trabajó con algas de la costa de Coquimbo. Como especie del submareal se seleccionó a *Chondracanthus chamissoi* (chicorea de mar), la cual crece abundantemente entre los 3 y 4 metros. Como especie del intermareal, se seleccionó a *Pyropia* sp., ya que además de crecer abundantemente en zonas de alta exposición

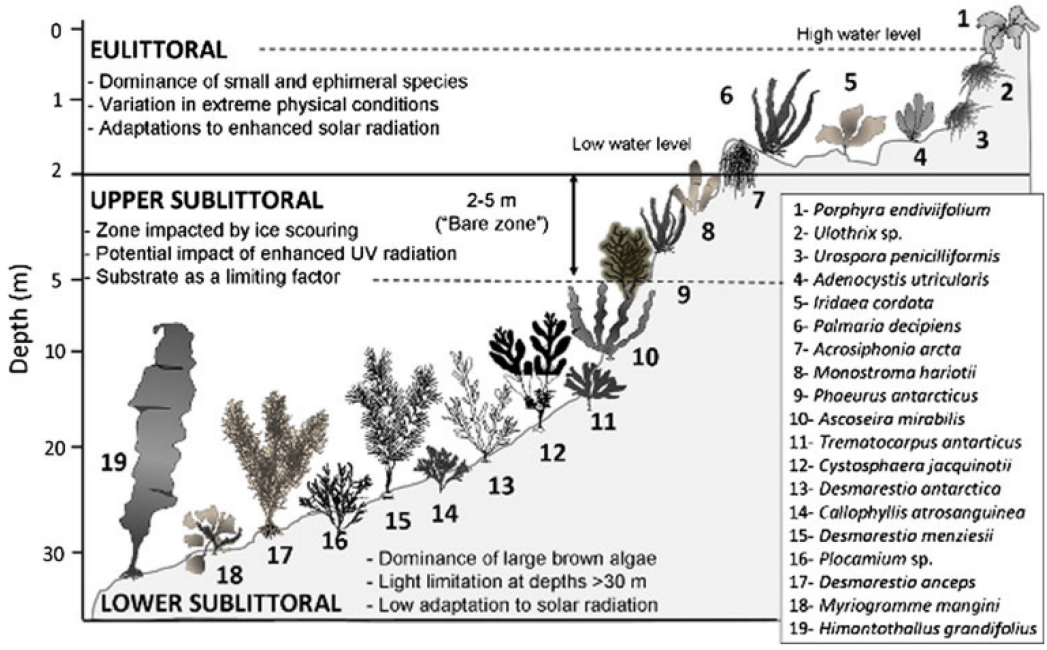



Figura 2. Distribución vertical de algas marinas de la Antártica, mostrando a *P. endiviifolium* en la zona intermareal superior. Imagen extraída de Huovinen & Gómez (2013).

a la radiación solar en esta región, es representante del mismo género que el alga antártica *P. endiviifolium*.

Por otra parte, aun cuando las algas marinas presentan una amplia gama de compuestos con potenciales aplicaciones biotecnológicas, en Chile este recurso aún es exportado principalmente como materia seca sin un mayor procesamiento (Hayashi *et al*., 2013). Considerando lo anterior, en este proyecto también probamos la aplicación de los extractos algales obtenidos como fotoprotectores de origen natural para su uso en labiales.

De esta manera, el uso de extractos algales con fotoprotectores de origen natural, como los MAAs, puede ser una alternativa segura para evitar los efectos dañinos de la radiación UV-B en la piel. Esperamos que los extractos algales obtenidos de la especie intermareal *Pyropia* sp., presenten una mayor fotoprotección (al contener una mayor concentración de MAAs) que los extractos del alga submareal *C. chamissoi*.

Considerando que estas algas son abundantes en la región de Coquimbo y que son actualmente extraídas por pescadores y recolectores de la zona, nos surge la siguiente pregunta: ¿Existe diferencia en la cantidad de compuestos fotoprotectores MAAs de algas rojas que crecen en ambientes con alta radiación UV en comparación a algas que crecen expuestas a menor radiación?
Para responder la pregunta nos generamos la siguiente hipótesis: Los extractos algales de especies que crecen expuestas a alta radiación solar presentarán mayor concentración de MAAs, y por lo tanto una mayor absorbancia de la radiación UV, que los extractos de algas que crecen en ambientes con menor exposición a radiación solar.

Como objetivo general nos planteamos el lograr, comparar la capacidad fotoprotectora de extractos de algas rojas procedente de un ambiente con alta intensidad de radiación UV (*Pyropia* sp.) y extractos de algas procedentes de un ambiente con menor exposición UV (*Chondracanthus chamissoi*).

El lograr los labiales con fotoprotección, se realizará por el cumplimiento de los siguientes objetivos específicos. En primera instancia se deben obtener extrac-

tos con aminoácidos del tipo micosporinas (MAAs) de las algas rojas *Chondracanthus chamissoi* y *Pyropia* sp. de la región de Coquimbo. Como segundo objetivo específico, se comparará la concentración de MAAs presente en los extractos algales de ambas especies. Después, se debe evaluar la capacidad de absorción de la radiación UV por parte de los extractos algales con diferentes concentraciones de MAAs. Y como último objetivo específico la Elaboración de labiales con extractos algales como fotoprotectores MAAs obtenidos de las algas rojas *Chondracanthus chamissoi* y *Pyropia* sp.

## Metodología

**Salida a terreno para localizar muestras y llevarlas al laboratorio:** Se recolectaron las muestras de *Chondracanthus chamissoi* (chicoria de mar) desde el submareal de Bahía La Herradura (29°59'S) y de *Pyropia* sp. (Luche) del intermareal del sector de La Pampilla (29°57'S), los días 7 y 8 de abril del 2016. Las algas se lavaron con agua potable y se dejaron secar por 3 días a la sombra y temperatura ambiente en el laboratorio de Botánica Marina de la Universidad Católica del Norte (UCN), Coquimbo. Posteriormente las algas se mantuvieron en una estufa a 40° C hasta obtener un peso constante (2 días) en el laboratorio de Moléculas Bioactivas (UCN).

**Preparación de muestras para identificación y separación de aminoácidos del tipo micosporina:** Las algas secas *C. chamissoi* y *Pyropia* sp. fueron trituradas con una minipimer y molidas en un mortero hasta obtener un polvo homogéneo. Para obtener un extracto con aminoácidos del tipo micosporinas se utilizó como referencia la metodología descrita por Karsten *et al*. (1998) y se trabajó en el laboratorio de Moléculas Bioactivas (UCN). 15 g de alga seca fueron disueltos en 1 L de una solución de metanol al 25%. Esta mezcla se mantuvo con agitación constante a 45° C por 2 horas en un baño termo-regulado. Posteriormente se centrifugó la solución con el alga por 20 min y el sobrenadante se concentró en una rota-vapor a 45° C. La solución concentrada se almacenó en tubos falcom (45 ml) a -20° C. Finalmente, los extractos así obtenidos fueron liofilizados y almacenados a -4° C.

Se realizaron tres extracciones independientes para cada especie de alga (n = 3).

De esta manera se trabajó con los extractos de *Pyropia*: P1, P2 y P3 y para *C. chamissoi* con C1, C2 y C3.

**Espectrofotometría para identificación de aminoácidos del tipo micosporina:** Se analizaron muestras de los extractos de Pyropia sp. (P1, P2 y P3) y de *C. chamissoi* (C1, C2 y C3) en un espectrofotómetro (UV-Vis) para identificar la presencia de compuestos absorbentes de la radiación UV en los extractos algales.
Para esto se colocaron 3 ml de cada extracto en una cubeta de cuarzo y se realizó un barrido espectral en el rango de los 280 a 700 nm. La presencia de aminoácidos del tipo micosporina en extractos algales puede ser detectada a través de la observación de una banda de absorción, alrededor de los 330-340 nm (Helbling *et al*., 2004).

Para calcular la concentración de aminoácidos tipo micosporinas en los extractos obtenidos, se usó como referencia un extracto de *Pyropia* y otro de *C. chamissoi,* con algas analizadas previamente a través de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) en la Universidad de Rostock, Alemania. Estos extractos de referencia tienen una concentración conocida de los aminoácidos tipo micosporinas presentes en estas especies de algas (Palythine, Shinorine y Porphyra-334) y fueron provistos por el laboratorio de Moléculas Bioactivas (UCN). Con estos extractos de referencia (1 mg ml-1) se realizó una curva de calibración, usando 6 diluciones:

a.0 ml de metanol (25%) + 5 ml de extracto de referencia.
b. 1 ml de metanol 25%) + 4 ml de referencia,
c. 2 ml de metanol (25%) + 3 ml de referencia.
d. 3 ml de metanol (25%) + 2 ml de referencia.
e. 4 ml de metanol (25%) + 1 ml de referencia.
f. 4,5 ml de metanol (25%) + 0,5 ml de referencia.

A cada curva de calibración se le realizó un ajuste lineal en excel y se obtuvo la ecuación de la recta (y = bx-c). Usando esta ecuación y por reemplazo de la absorbancia obtenida a 330 nm en los extractos obtenidos de Pyropia (P1, P2 y P3) y C. chamissoi (C1, C2 y C3) se calculó la concentración total de aminoácidos tipo micosporinas en las muestras.

**Medición de la absorbancia de la radiación UV por los extractos algales.** Para determinar la cantidad de radiación UV absorbida por los extractos con aminoácidos tipo micosporinas, se utilizaron 5 ml de los extractos liofilizados de Pyropia (P1, P2 y P3) y C. chamissoi (C1, C2, C3) a tres concentraciones diferentes:

1. 10 mg ml-1 (10 mg de extracto liofilizado en 1 ml de agua destilada)
2. 20 mg ml-1
3. 30 mg ml-1

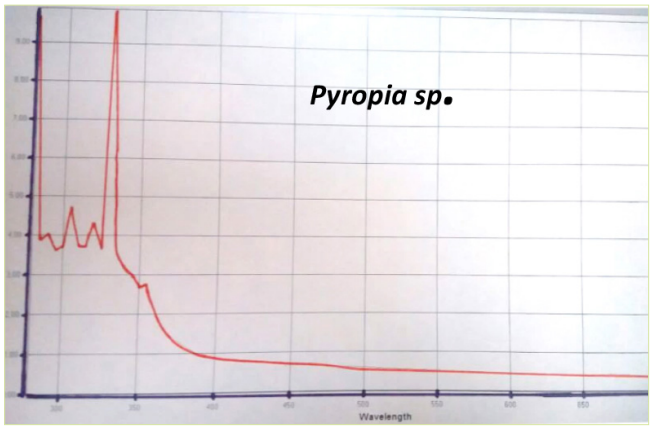



Figura 3.. Barrido espectral y presencia de un PEAK de absorbancia en el rango de la radiación UV-B de extracto de *Pyropia* sp.

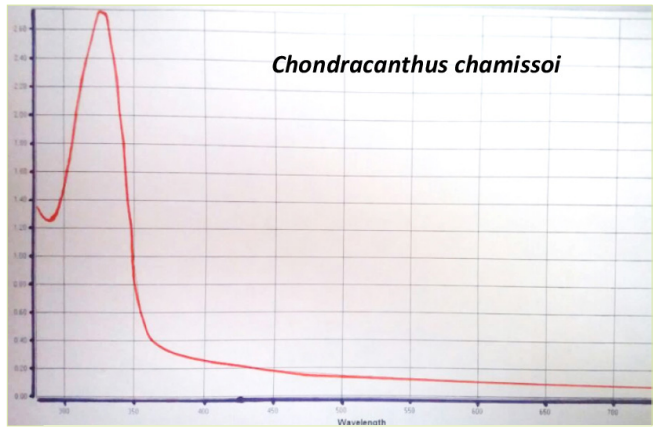



Figura 4. Barrido espectral y presencia de un PEAK de absorbancia en el rango de la radiación UV-B de extractos de *Chondracanthus chamissoi*.

Los extractos (5 ml) de cada especie fueron dispuestos en una capsula de petri de 8 ml de diámetro. Como control se usó 5 ml de agua destilada en otra capsula de petri de igual diámetro. Las cápsulas con agua y los extractos de algas fueron dispuestas debajo de dos lámparas de radiación UV, con un máximo de emisión en el rango del UV-B (UVB-313 Q-Lab, Cleveland, USA). Se utilizaron medidas de seguridad apropiadas: lentes de policarbonato que absorben totalmente la radiación UV y guantes, no superándose la exposición a las lámparas por más de 15 minutos, según el fabricante. Se usó un cuantómetro que mide la cantidad de UV (APOGEE MQ-100 UV) debajo de cada cápsula. Primero se registró el paso de la radiación UV a través de la cápsula con agua y después se midió la cantidad de UV debajo de cada cápsula con los extractos algales. La cantidad de UV (Wm-2) registrada bajo la cápsula con agua se usó como referencia (valor = 100% de radiación) y por una regla de tres se calculó el porcentaje de radiación UV absorbida por cada extracto a diferentes concentraciones.

**Preparación de labiales con extractos que absorben la radiación UV.** En el colegio fusionamos a baño maría las mantecas de Karite y Cacao, entre 20 - 30 minutos en una proporción de 1/1. Se disolvieron los extractos MAAs con las distintas concentraciones, que obtuvimos en la universidad, en 1 ml agua destilada, junto a los preservantes (0,8%). Se revuelve la mezcla durante 10 minutos. Una vez compactada se trasvasija a los envases para labiales y se dejan secar.

## Resultados

**Presencia y cuantificación de aminoácidos tipo micosporinas en extractos algales:** Se observó un máximo de absorbancia "peak" entre los 320 y 340 nm (rango de la radiación UV) en los extractos obtenidos de *C. chamissoi* y *Pyropia* sp. (Figura 1). Esto indicó la presencia de aminoácidos tipo micosporinas en los extractos.

A partir de la curva de calibración, realizada con el extracto algal de referencia (Figuras 2 y 3), se calculó la concentración de aminoácidos tipo micosporinas en los extractos de *Pyropia* sp. (P1, P2 y P3) y *C. chamissoi* (C1, C2 y C3) (Tabla 1).

Tabla 1. Concentración de aminoácidos tipo micosporinas (MAAs) en extractos algales.

| Muestra | Concentración de MAAs (mg $g^{-1}$ peso seco) |
|---|---|
| P1 | 6,5 |
| P2 | 6,3 |
| P3 | 3,8 |
| C1 | 2,2 |
| C2 | 2,0 |
| C3 | 2,8 |

Tabla 2. Medición de la absorbancia de la radiación UV en extractos algales.

| Especie | Concentración (mg ml$^{-4}$) | Replicas | Absorción de UV (%) | Valor promedio y desviación |
|---|---|---|---|---|
| Pyropia sp | 10 | 1 | 88,58 | 88,6 ± 2,8 |
| | | 2 | 85,72 | |
| | | 3 | 91,43 | |
| | 20 | 1 | 97,15 | 98,1 ± 1,6 |
| | | 2 | 97,15 | |
| | | 3 | 100 | |
| | 30 | 1 | 100 | 100 ±0 |
| | | 2 | 100 | |
| | | 3 | 100 | |
| Chondracanthus chamissoi | 10 | 1 | 37,15 | 38,1 ±1,6 |
| | | 2 | 40 | |
| | | 3 | 37,15 | |
| | 20 | 1 | 68,58 | 62,9 ±5,7 |
| | | 2 | 57,15 | |
| | | 3 | 62,86 | |
| | 30 | 1 | 77,15 | 75,2 ±3,3 |
| | | 2 | 77,15 | |
| | | 3 | 71,43 | |

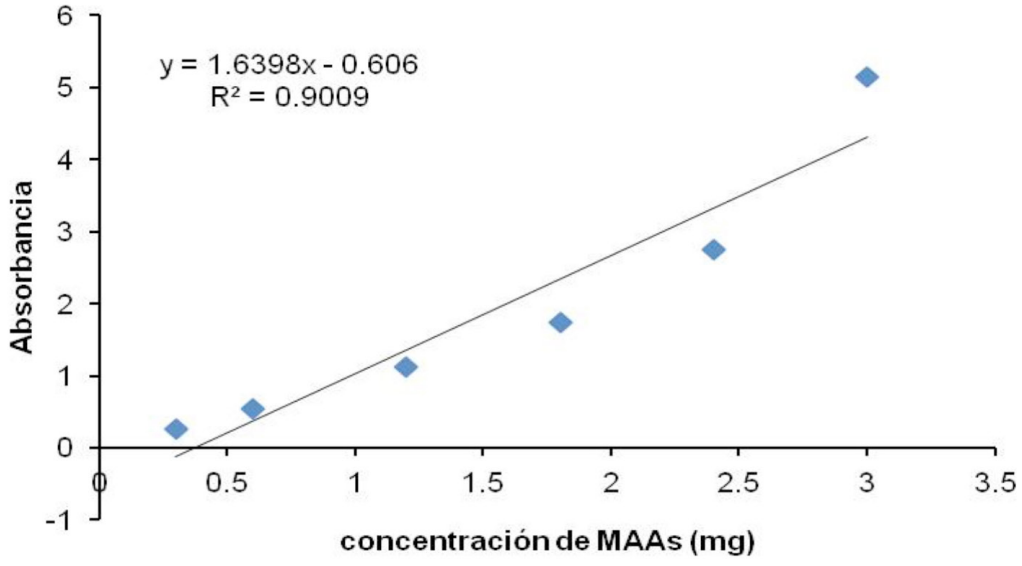



Figura 5. Curva de calibración y ajuste lineal realizado con extracto algal de referencia.

Tabla 3. Anova de dos vías muestra el efecto de las especies y concentración del extracto algal en la absorbancia de UV (SS = suma de cuadrados, GL = grados de libertad, MS = media de los cuadrados, F = razón, P = probabilidad.)

| Factor | SS | G.L. | MS | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Especie | 4330.65 | 1 | 4330.65 | 469.111 | 0.000000 |
| Concentración | 1351.27 | 2 | 675.64 | 73.187 | 0.000000 |
| Especie x Concentración | 4.39 | 2 | 2.20 | 0.238 | 0.791830 |
| Error | 110.78 | 12 | 9.23 | | |

El Anova de 2 vías, con los factores Especie (*Pyropia* y *Chondracanthus*) y concentración del extracto algal liofilizado (10, 20 y 30 mg $g^{-1}$) mostró que hay diferencias significativas entre especies de algas y las concentraciones usadas en la capacidad de absorbancia de la radiación UV (Tablas 2 y 3). El análisis a posteriori (Tukey Test, $P < 0.05$) mostró que las concentraciones de 20 y 30 mg $g^{-1}$ peso seco de *Pyropia* tienen la mayor capacidad de bloquear el paso de la radiación UV (100% absorbancia).

## Análisis y discusión

Usando la metodología propuesta por Karsten *et al.* (1998) se logró extraer los fotoprotectores aminoácidos tipo micosporinas (MAAs) de las algas rojas de la región de Coquimbo, *Pyropia* sp. (Luche) del intermareal del sector de La Pampilla y *Chondracantus chamissoi* (chicoria de mar) desde el submareal de Bahía La Herradura, con lo cual se comprobó que los extractos algales presentaban máximos de absorbancia entre los 330-340 nm (Figuras1 y 2).

Las algas estudiadas de la región de Coquimbo contenían una concentración de aminoácidos tipo micosporina (Tabla 1) dentro de los rangos obtenidos por Véliz *et al.* (2015) para *C. chamissoi* y por Huovinen *et al.* (2004) para otras especies del género *Pyropia* del sur de Chile. Estos rangos abarcan entre los 2.0 y 8.0 mg $g^{-1}$ peso seco. Hay que considerar que las algas usadas en este trabajo se recolectaron durante la estación de otoño, por lo tanto es posible que mayores concentraciones de estos fotoprotectores puedan ser obtenidas en primavera o verano cuando existe una mayor intensidad de la radiación solar en la zona. Hay pocos antecedentes de la producción de MAAs para especies de la zona centro-norte de Chile. Los pocos trabajos disponibles para especies de esta costa se han enfocado en algas del sur (Huovinen *et al.*, 2004; Navarro *et al.*, 2014) y no hay antecedentes para cambios estacionales de estos fotoprotectores en algas de la región.

Al analizar la capacidad de absorbancia de la radiación UV de los extractos de *Pyropia* sp. y *C. chamissoi*, se observó que los extractos de la especie intermareal tenían una mayor capacidad de bloqueo del UV teniendo un promedio de 88.6 (10 mg)-98.1 (20 mg)-100 (30 mg), lo cual demostró que las muestras tienen un alto nivel de absorción UV, a diferencia de la especie submareal con promedio de 38.1 (10 mg)-62.9 (20 mg)-75.2 (30 mg), (Tabla 2). Por lo tanto, se comprobó la hipótesis propuesta en este trabajo. Esto se debe a que los extractos de *Pyropia* sp., a igual peso seco, presentan una mayor concentración de los fotoprotectores MAAs que los extractos de *C. chamissoi* (Tabla 1). Esto concuerda con lo observado por Hoyer *et al.* (2001), donde las algas intermareales producen mayores cantidades de fotoprotectores que algas del submareal.

Sin embargo, esta concentración de MAAs en las algas, pueden verse afectadas por la posición en las que se encuentran ubicadas , como lo puede ser una zona con mayor exposición en comparación con una zona con menor exposición, arrojando algunos errores en las muestras, como fue el caso de la Tabla 1, donde la muestra P3 tiene una menor concentración de MAAs debido a que estuvo en una zona de menor exposición.

Considerando el resultado anterior, se podría esperar que especies de la Antártica, tales como *Pyropia endiviifolium* (Figura 5), la cual está expuesta a altas dosis de radiación UV-B durante el periodo del agujero de ozono, ya que crece en el intermareal superior (Wiencke *et al.*, 2007; Huovinen y Gómez, 2013), presenten una mayor concentración de MAAs que especies de

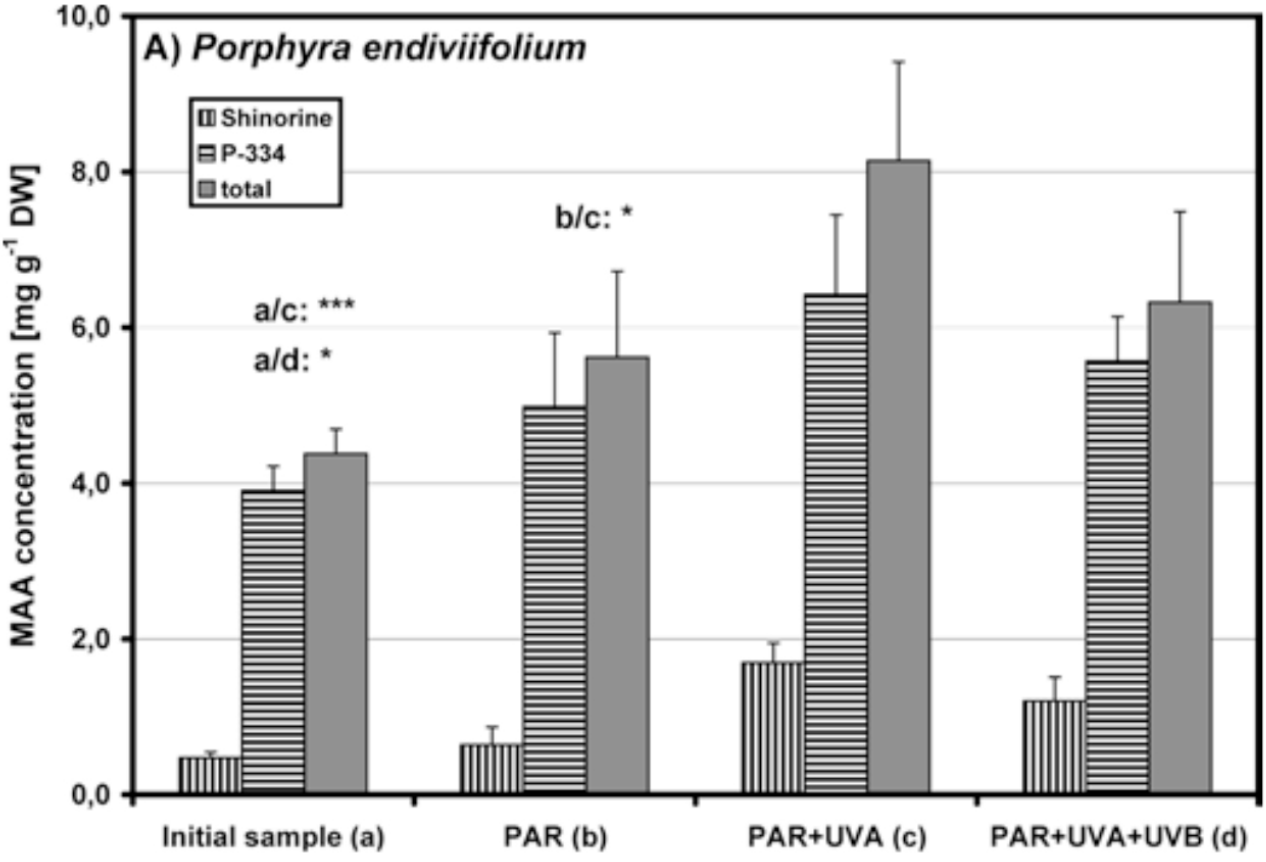



Figura 6. Cambios en la concentración total de MAAs y específica para los tipos Shinorine y Porphyra-334 en la especie Antártica *Porphyra endiviifolium* cultiva por 12 días con radiación UV. Se muestra un aumento en la cantidad de MAAs con PAR+UVA y PAR+UVA+UVB en comparación a muestras de la misma especie sin UV (initial sample y solo PAR). Fuente: Hoyer *et al*. (2002).

Coquimbo. La investigación realizada por Hoyer *et al*. (2002) reporta que la especie de la Antártica *P. endiviifolium* tiene diversos tipos de MAAs y que su concentración total puede aumentar cuando se cultiva con un suplemento de radiación UV (Figura 5). Los valores promedio de MAAs registrados para P. endiviifolium alcanzan los 8.0 m $g^{-1}$ peso seco (Figura 5), los cuales son superiores a la cantidad registrada para *Pyropia* sp. de Coquimbo. En base a lo anterior, si se ocuparan extractos de *P. endiviifolium* de la Antártica se podría usar una menor cantidad de extractos para lograr la máxima capacidad de fotoprotección en labiales. Por lo tanto, se abre la posibilidad de considerar a *Pyropia endiviifolium* como un recurso biotecnológico.

Sin embargo, no podemos descartar la posibilidad que las especies de algas de Coquimbo tengan la capacidad de aumentar su producción de fotoprotectores cuando se cultivan con UV. Esta posibilidad queda abierta para futuras investigaciones.

Todo lo expuesto, nos permitió confirmar nuestra hipótesis y afirmar que a mayor concentración de aminoácidos del tipo MAAs en extractos algales, mayor es la capacidad de absorción de la radiación UV, y por lo tanto, mayor su capacidad de foto-protección.

Se logró el objetivo principal de elaborar labiales con actividad fotoprotectora a base de extractos de aminoácidos del tipo micosporina presentes en algas rojas de valor comercial de la región de Coquimbo y productos naturales como el karite, cacao y preservantes naturales.

## Conclusión

Los extractos algales de *C. chamissoi* y *Pyropia* sp. contienen los fotoprotectores MAAs, y por lo tanto, presentan actividad fotoprotectora. Los extractos algales de la especie intermareal presentaron mayor concentración de MAAs que la especie submareal, y por lo tanto, una mayor actividad fotoprotectora. Al variar las concentraciones del extracto liofilizado, se logró determinar la cantidad necesaria para lograr una absorbancia total (100%) de la radiación UV del extracto de *Pyropia* sp. como la opción más apropiada para la elaboración de los labiales con función fotoprotectora. Como proyección, se planteó la posibilidad de utilizar foto-protectores naturales en la elaboración de cremas para evitar el uso de químicos nocivos para la salud como la oxidobenzona y retinil palmitato.

## Bibliografía

Abarca JF, Casiccia CC. 2002. Skin cáncer an ultraviolet B radiation under the Antartic ozone hole: Southern Chile, 1987-2000. Photodermatol Photoimmunol Photomed 18: 294-302.

Carreto J, Carignan M. 2011. Mycosporine-Like Amino Acids: Relevant Secondary Metabolites. Chemical and Ecological Aspects. Drugs 9: 387-446.

Conde FS, Churio MR, Previtali CM. 2000. The photoprotector mechanism of mycosporine-like amino acids. Excited-stateproperties and photostability of porphyra-334 in aqueoussolution. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology 56: 139-144.

Díaz S, Camillon C, Deferrari G, Fuenzalida H, Armstrong R, Booth C, Paladini A, Cabrera S, Casiccia C, Lovengreen C, Pedroni J, Rosales A, Zagarese H, Vernet M. 2006. Ozone and UV Radiation over Southern South America: Climatology and Anomalies. Photochemistry and Photobiology 82: 834-843.

Dunlap WC, Yamamoto Y. 1995. Small molecule antioxidants in marine organisms-antioxdidant activity of mycosporine-glycine. Comparative Biochemistry and Physiology Biochemistry and Molecular Biology 112: 105-114.

Hayashi L, Bulboa C, Kradolfer P, Soriano G, Robledo D. 2013. Cultivation of red seaweeds: a Latin American perspective. Journal of Applied Phycology 26: 719-727.

Helbling E, Barbieri E, Sinha R, Villafañe V, Häder D. 2004. Dynamics of potentially protective compounds in Rhodophyta species from Patagonia (Argentina) exposed to solar radiation. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology 75: 63-71.

Hoyer K, Karsten U, Sawall T, Wiencke C. 2001. Photoprotective substances in Antarctic macroalgae and their variation with respect to depth distribution, different tissues and developmental stages. Marine Ecology Progress Series 211: 117-129.

Hoyer K, Karsten U, Wiencke C. 2002. Induction of sun screen compounds in Antarctic macroalgae by different radiation conditions. Biology Marine 141: 619-627.

Huovinen P, Gomez I, Figueroa F, Ulloa N, Morales V, Lovengreen C. 2004. Ultraviolet-absorbing mycosporine-like amino acids in red macroalgae from Chile. Botanica Marina 47: 21-29.

Huovinen P, Gómez I. 2013. Photosynthetic characteristics and UV stress tolerance of Antarctic seaweeds along the depth gradient. Polar Biology 36: 1319-1332.

Karsten U, Sawall T, Hanelt D, Bischof K, Figueroa FL, Flores-Moya A, Wiencke C. 1998. Aninventory of UV-absorbing Mycosporine-like amino acids in macroalgae from polar towarm températe regions. Botanica Marina, 41: 443-453.

Korbee N, Figueroa F, Aguilera J. 2006. Acumulación de aminoácidos tipo micosporina (MAAs): biosíntesis, fotocontrol y funciones ecofisiológicas. Revista Chilena de Historia Natural 79: 119-132.

McKenzie RL, Aucamp PJ, Bais AF, Björn LO, Ilyas M. 2007. Changes in biologically active ultraviolet radiation reaching the Earth's surface. Photochem Photobiol Sci 6: 218-231.

Navarro NF, Figueroa FL; Korbee N, Mansilla A, Matsuhiro B, Barahona T, Plastino EM. 2014. The effects of NO3 supply on Mazzaella laminarioides (Rhodophyta, Gigartinales) fron Southern Chile. Photochemistry and Photobiology 90: 1299-1307.

Urbach F. 1997. Ultraviolet radiation and skin cancer of humans. Photochem Photobiol B 40: 3-7.

Schmid D, Schuerch C, Zuelli F. 2004. Hamless, natural cosmetic skin treatment composition, for protecting against UVA induced lipid oxidation and premature aging, containing mycosporine-like amino acids. Patent number EPI 1473028-AL.

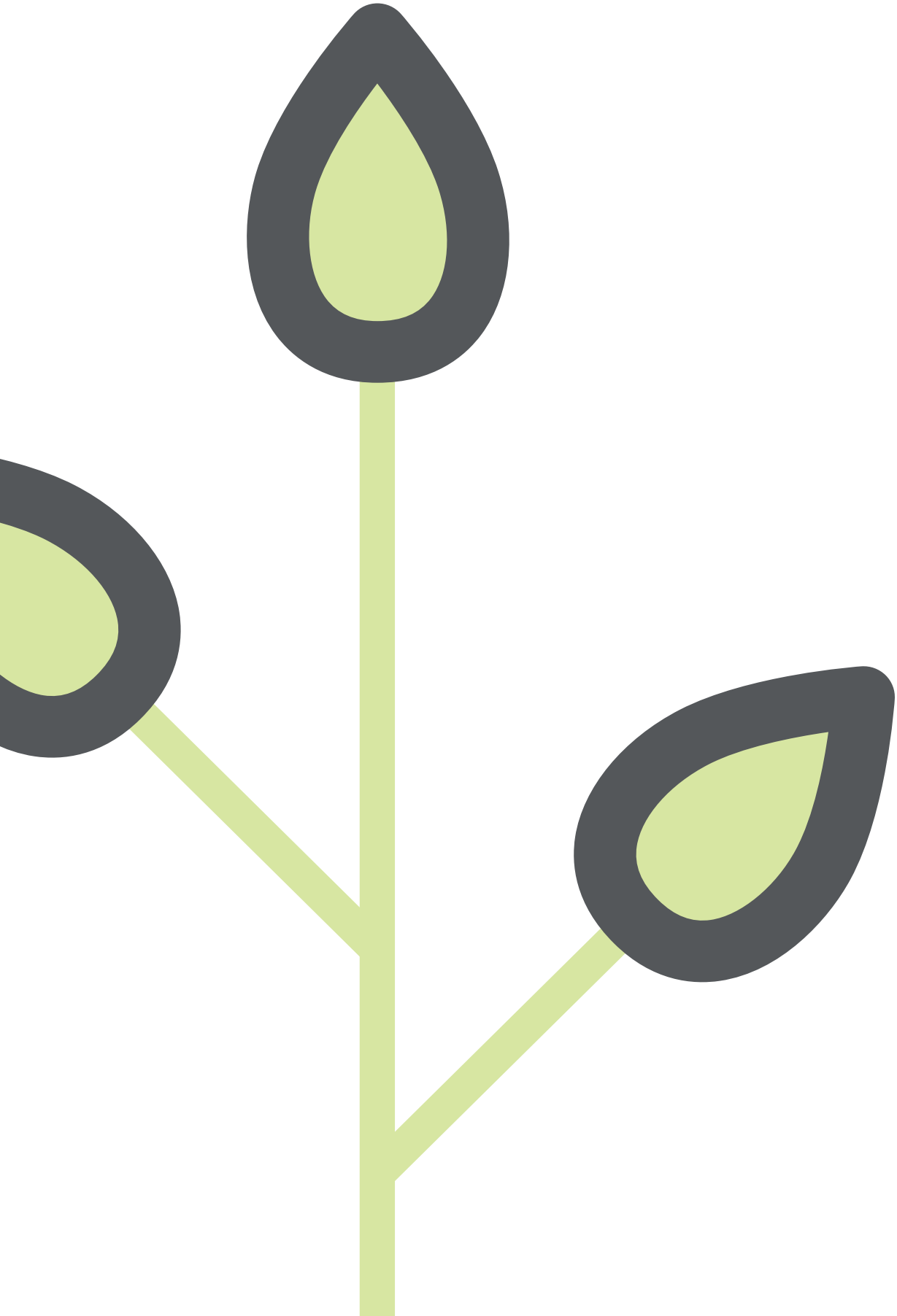
Véliz K, Karsten U, Chandía N, Thiel M. 2015. Variación espacial en los niveles de floridosido y aminoácidos tipo micosporinas en las algas rojas de interés comercial Chondracanthus chamissoi (Gigartinales) y Gelidium spp. (Gelidiales). V Congreso de Biotecnología algal (Claba). 25-29 de octubre, Viña del Mar, Chile.

WMO. 2003. Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2002. United Nations Environment Program, World Meteorological Organization. Global Ozone Research and Monitoring Project (Edited by Albritton DL, Watson RT, Aucamp PJ). WMO/UNEP, Nairobi, Kenya.

Wiencke C, Clayton M, Gómez I, Lken K, Lüder U, Amsler C, Karsten U, Hanelt D, Bischof K, Dunton K. 2006. Life strategy, ecophysiology and ecology of seaweeds in polar waters. Life in extreme environments 213-244.

Zambrano M, Zemelman V. 2004. Estudio epidemiológico del cáncer cutáneo en el Hospital Sótero del Río (1992-2000). Revista chilena de Dermatología 20: 13-18.

Zemelman V, Roa J, Díaz C, Araya I, Zamalloa G, Faúndez E. 2001. Aumento de la incidencia de cáncer cutáneo en hospitales públicos de la región Metropolitana (1992-1998). Revista Chilena de Dermatología 17: 180-185.



# CARACTERIZANDO LA DIVERSIDAD DE ESPECIES DE UNA PLAYA DE PUERTO NATALES "CONOCIENDO MI PLAYA"

## CHARACTERIZING THE DIVERSITY OF SPECIES OF A BEACH OF PUERTO NATALES "KNOWING MY BEACH"

Javiera Bahamonde • Fernanda Escobar • Javiera Vivanco
Profesor Guía: María Lorainne Camblor
Liceo María Mazzarello • Puerto Natales
mary287_5@hotmail.com

## Resumen

Durante el año 2016 se desarrollo una investigación científica escolar. El objetivo era conocer la biodiversidad de especies que conforman el borde costero de la playa de Puerto Natales. Se eligió la playa ubicada en la boca oriental del Canal Señoret, que comunica el Golfo Almirante Montt por el Sur y el Seno (Fiordo) de Última Esperanza en 51°45´38" latitud sur y 72°29´03" longitud oeste. Se realizaron 3 muestreos en los meses de junio, agosto y septiembre, cada uno de estos con 15 estaciones de estudio respectivamente, para caracterizar la abundancia y diversidad de especies a partir de los restos orgánicos encontrados en el geo litoral de la playa. Se identificaron 7 especies, *Nucula pisum* (ostión), *Zygochlamys patagonia* (Ostión patagónico), *Aulacomya atra* (cholga o mejillón rayado), *Mytilus chilensis* (Chorito), *Peltarion spinosulum* (Cangrejo), *Jassa thurstonni* (anphipodo), *Bostrychia harveyi* (alga roja), todos estos ubicados en la subzona eulitoral superior.

**Palabras claves:** Biodiversidad, muestreo, abundancia, geo-litoral, playa.

## Abstract

During 2016 a school scientific research was executed. The objective is to know the biodiversity of species that constitute the coastal áreas of Puerto Natales. It was chose the beach located at the Easter entrance of Canal Señoret, which conects Golfo Almirante Montt by the South and the Seno de Ultima Esperanza at 51°45´38" South latitude and 72°29´03" west longitude. Three different sampling were done on June, August and September, each one with 15 study stations respectively.To categorize the abundance and diversity of species starting from the organic residues found on the litoral eight species were identified: *Nucula pisum* (scallop), *Zygochlamys patagonia* (Patagonian scallop), *Aulacomya atra* (lined mussel), *Mytilus chilensis* (Sea mussels), *Peltarion spinosulum* (crab), *Jassa thurstonni* (anphipodo), *Bostrychia harveyi* (red seaweed), all of them located at superior litoral subzone.

**Keywords:** Biodiversity, sampling, abundance, geo-littoral, beach.

# Introducción

La ciudad de Puerto Natales es un puerto chileno situado en el extremo austral del país. Está emplazado en la boca oriental del Canal Señoret, el cual comunica el Golfo Almirante Montt por el Sur y el Seno (Fiordo) de Última Esperanza, en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

A partir del proyecto CAICE, "Conociendo mi playa", se investigó las características del perfil del inter mareal de la playa con la finalidad de descubrir la diversidad de especies que existen en la zona a partir de los restos de exoesqueleto o del material orgánico que se encontraba en el borde costero.

El conocimiento de la diversidad en las playas de nuestra comuna es muy escaso, ya que a partir de la revisión bibliográfica no se encontró una caracterización de los ecosistemas marinos de Ultima Esperanza. Así lo menciona Vasquez *et al*. (1998): "Entre las áreas comparativamente menos estudiadas se encuentran la zona costera y territorios insulares entre los 44° y los 56° S (XI y XII Región) y la zona costera comprendida entre los 18° y los 29° S (I, II y III Región)". A demás, de acuerdo con los estudios posteriores de Sköttsberg (1941), son muy pocas las investigaciones que han estado orientadas a estudiar la estructura de las comunidades intermareales de la región de Magallanes (Ríos & Guzmán, 1982; Guzmán & Ríos, 1986; Soto *et al*., 2010).

Es por esta razón que se inició una investigación científica escolar, con la finalidad de describir la composición y diversidad de los ecosistemas presentes en un sector de la playa de Puerto Natales. Para esto se consideró que, "Dadas las características de la costa de Chile, para detallar los ecosistemas marinos de

Imagen 1.

Imagen 2.

Imagen 3.

nuestro país, es necesario considerar al menos cuatro elementos principales: la topografía, el clima, la oceanografía y la flora y fauna de cada lugar estudiado" (Ahumada *et al.*, 2000) Utilizando esta premisa se decidió tomar el cuarto elemento que correspondía a la flora y fauna para de esta manera comenzar a definir las características de nuestro ecosistema intermareal comunal.

Es así como en la pregunta de investigación se cuestionó la diversidad de especies presentes en la playa de Puerto Natales e, inmediatamente, a partir del método científico se realizó una hipótesis de investigación y una metodología de muestreo.

De acuerdo a todo lo investigado, se planteó el siguiente objetivo de trabajo: "Conocer la diversidad de especies del intermareal de una playa de Puerto Natales a partir de sus restos".

En este trabajo, se proporciona un reporte de las especies, familias y órdenes recolectados durante el año 2016 en el intermareal de una playa de Puerto Natales. La información recopilada es fundamental para desarrollar estudios posteriores sobre composición y biodiversidad aún pendientes para la zona de Última esperanza.

## Metodología

Tomamos como parámetro una de las playas de Puerto Natales, que se encuentra específicamente en 51°45´38" latitud sur y 72° 29´03" longitud oeste.

Esta playa está ubicada específicamente a 1 kilómetro 721 metros desde Puerto Natales (ver imagen 1).

Podemos definir playa, de acuerdo a la RAE, como: "Extensión casi plana de arena o piedras en la orilla del mar, de un río o de un lago".

Buscando la accesibilidad para obtener muestras se realizó dentro de la playa un muestreo aleatorio.

Visualizamos 15 cuadrantes en una transecta de 60 $cm^2$ cada uno, a los que les asignó el nombre de estaciones de muestreo, enumeradas correlativamente desde la 1 a la 15. De estas se extrajo todo el material orgánico o exoesqueleto posible, fijándolo en alcohol metílico al 70%.

En el laboratorio del colegio se pasó a una segunda etapa de limpieza y clasificación del material orgánico de acuerdo a Vreni H y Günter F, Fauna Marina Bentónica de la Patagonia Chilena, Guía de identificación ilustrada, 1ra edición.

Posteriormente, se compararon los restos obtenidos con imágenes extraídas de la investigación bibliográfica, para realizar un reconocimiento de las especies involucradas.

Cabe mencionar que los restos fueron utilizados para identificar la diversidad de especies, porque el muestreo se realizaba en la parte superior del intermareal, donde se encuentran esqueletos y caparazones de animales marinos, artrópodos, moluscos, gastrópodos; algas verdes, rojas y pardas; y en torno a ellos se concentran gaviota austral y otras aves en busca de alimento.

## Resultados

Caracteristicas generales de la playa de Puerto Natales:

- Zona litoral/rango: Zona eulitoral superior.
- Clasificación del hábitat: Agua de mar con baja salinidad (<30).Por presencia de glaciares.
- Exposición al oleaje: Frente protegido a semi-expuesto. (Canal Señoret).
- Especies clasificadas: Se identificaron 7 especies,- *Nucula pisum* (ostión), *Zygochlamys patagonia* (ostión Patagónico), *Aulacomya atra* (cholga o mejillón rayado), *Mytilus chilensis* (Chorito), *Peltarion spinosulum* (cangrejo), *Jassa thurstonni* (anphipodo), *Bostrychia harveyi* (alga roja), todos estos ubicados en la sub zona eulitoral superior.
- La temperatura promedio en Puerto Natales durante todo el año fue de 6.7°C. La precipitación es de 384 mm al año. Datos reportados por la estación meteorológica: 859210 (SCNT).

Latitud: -51.68 | Longitud: -72.51 | Altitud: 64.

- Temperatura media mes de junio: 7,6°C
- Temperatura media mes de agosto: 6°C
- Temperatura media mes de septiembre: 11,5°C

Tabla de especies recolectadas en muestreo de 15 estaciones, durante junio, agosto y septiembre

| Estaciones | Especies Junio | Especies Agosto | Especies septiembre |
|---|---|---|---|
| 1 | *Nucula pisum, Zygochlamys patagonia, Aulacomya atra, Mytilus chilensis, Peltarion spinosulum* | *Bostrychia harveyi, JassaThurstonn, Mytilus chilensis* | *Bostrychia harveyi, Jassa thurstonni* |
| 2 | *Nucula pisum , Aulacomyaatra, Mytilus chilensis* | *Bostrychia harveyi, Jassa thurstonni, Mytilus chilensis* | *Bostrychia harveyi* |
| 3 | *Nucula pisum, Aulacomya atra, Mytilus chilensis, Peltarion spinosulum* | *Bostrychiaharveyi, Mytilus chilensis* | *Bostrychia harveyi, Jassa thurstonni* |
| 4 | *Nucula pisum, Aulacomya atra, Mytilus chilensis, Peltarion spinosulum* | *Bostrychia harveyi* | *Bostrychia harveyi* |
| 5 | *Jassa thurstonni Nuculapisum, Aulacomya atra, Mytilus chilensis, Peltarion spinosulum* | *Bostrychia harveyi, Mytilus chilensis* | *Bostrychia harveyi* |
| 6 | *Aulacomya atra, Mytilus chilensis, Bostrychia harveyi Jassa thurstonni* | *Bostrychia harveyi* | *Bostrychia harveyi, Jassa thurstonni* |
| 7 | *Bostrychia harveyi, Jassa thurstonni, Zygochlamys patagonia* | *Bostrychia harveyi, Jassa thurstonni* | *Bostrychia harveyi* |
| 8 | *Bostrychia harveyi, Jassa thurstonni* | *Bostrychia harveyi* | *Bostrychia harveyi* |
| 9 | *Nuculapisum, Aulacomya atra, Mytilus chilensis, Peltarion spinosulum* | *Bostrychia harveyi, Mytilus chilensis* | *Bostrychia harveyi* |
| 10 | *Aulacomya atra, Mytilus chilensis, Jassa thurstonni* | *Bostrychia harveyi, Mytilus chilensis* | *Bostrychia harveyi* |
| 11 | *Nucula pisum, Aulacomya atra, Mytilus chilensis Peltarion spinosulum* | *Bostrychia harveyi* | *Bostrychia harveyi* |
| 12 | *Bostrychia harveyi, Jassa thurstonni, Bostrychia harveyi, Nucula pisum, Aulacomya atra, Mytilus chilensis, Peltarion spinosulum* | *Bostrychia harveyi* | *Bostrychia harveyi* |
| 13 | *Jassa thurstonni, Nucula pisum, Aulacomya atra, Mytilus chilensis, Peltarion spinosulum* | *Bostrychia harveyi, Mytilus chilensis* | *Bostrychia harveyi* |
| 14 | *Nucula pisum, Aulacomya atra* | *Bostrychia harveyi* | *Bostrychia harveyi* |
| 15 | *Aulacomyaatra, Mytilus chilensis* | *Bostrychia harveyi* | *Bostrychia harveyi, Jassa thurstonni* |

## Conclusión

Al ser una zona expuesta a las condiciones climáticas extremas del sur de Chile y las características del agua y del aire propias de la región, las especies presentes deben estar adaptadas a estas inclemencias.

De acuerdo al primer muestreo, se observó que las especies que se obtuvieron en las 15 estaciones se repiten entre una estación y otra, por lo que no varía la diversidad de especies, pero si varía la abundancia de ellas en los distintos meses.

Es decir, si hablamos de biodiversidad Alfa y Beta, entendiéndose como biodiversidad alfa aquella que se encuentra en un punto específico (cuadrante de muestreo), y una diversidad beta, entendida como el espacio de transición entre cuadrantes de muestreo. Entonces se puede señalar que no existe una gran variación de la diversidad de especies, pues se mantuvo la tónica de los mismos órdenes, clases o phylum de organismos entre un cuadrante y otro.

El phylum que presenta mayor cantidad de restos es el Molllusca en la clase Bibalva, ya sea con la presencia de restos de *Mytilus chilensis, Nucula pisum* y *Zygochlamys patagonia*.

Luego, le sigue el sub phylum crustacea del phylum arthropoda, con la presencia de los restos de *Peltarion spinosulum*.

Y la clase Malacostra del phylum arthropoda, con la presencia del anfípodo *Jassa thurstonni*.

Sin embargo, al comparar, los muestreos de los meses de junio y agosto, el segundo tuvo una baja diversidad de especies, ya que solo se obtuvo restos de la especie *Peltarion spinosulum,* conocido comúnmente como cangrejo espinoso del phyum arthropoda y de la especie *Bostrychia harveyi*, que es un tipo de alga roja, de la familia de Rhodomelaceae, que estaba presente en un 100% en todas las estaciones. La presencia de esta especie en el muestreo de septiembre, fue tan abundante (sobrepoblación), que no se pudo recoger otras especies. Esto podría tener estrecha relación con el aumento de temperatura registrado en el mes de septiembre (5°C más que en el mes anterior).

La segunda especie más abundante fue el anfípodo *Jassa thurstonni,* que estaba bajo el alga *Bostrychia harveyi*, por lo que podemos señalar que son parte de un Biotopo de la playa de Puerto Natales.

“El biotopo representa ‘la biota interactuante con el hábitat físico, es decir, organismos de origen vegetal y animal que viven en una localidad, considerados en conjunto con su entorno físico inmediato” (John *et al*., 2003).

Es necesario mantener este muestreo por un año más para obtener conclusiones que permitan caracterizar la flora y fauna del geo litoral de una playa de Puerto Natales.

## Bibliografía

Ahumada RB, Pinto LA, Camus PA. 2000. The Chilean Coast, in: Sheppard CRC (Ed.) Seas at the millennium: an environmental evaluation: Regional chapters: Europe, The Americas and West Africa. Pergamon Press, Amsterdam, The Netherland.

Camus PA. 2001. Biogeografía marina de Chile continental. Revista Chilena de Historia Natural 74: 587-617.

Camus PA. 2008. Diversidad, distribución y abundancia de especies en ensambles intermareales rocosos. Revista de Biología Marina y Oceanografía 43: 615-627.

Soto E, Báez P, Ramírez ME, Letelier S, Naretto J, Rebolledo A. 2012. Biotopos marinos intermareales entre Canal Trinidad y Canal Smyth, Sur de Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía 47: 177-191.

Vreni H, Günter F. 2009. Fauna marina bentónica de la Patagonia Chilena, Guía de identificación ilustrada. Nature in focus, Santiago, Chile.

Vásquez J, Camus P, Ojeda P. 1998. Diversidad, estructura y funcionamiento de ecosistemas costeros rocosos del norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71: 479-499.

Ríos C, Guzmán L. 1982. Reevaluación de la estructura de la comunidad en una playa de bloques y cantos de alta latitud (Archipiélago de Cabo de Hornos). Anales del Instituto de la Patagonia, Series Ciencias Naturales 13: 211-224.

John D, Paterson G, Evans N, Ramírez M, Spencer-Jones M, Báez P, Ferrero T, Valentine C, Reid D. 2003. Manual de biotopos marinos de la Región de Aysén, Sur de Chile: Parque Nacional Laguna San Rafael, Estero Elefantes, Archipiélago de los Chonos y Katalalixar. Biodiversity Aysén Project, Department of Zoology, Natural, History Museum, London, UK.

# EFECTO DE LA PRESIÓN PSICOLÓGICA EN LA AMPLITUD DE ONDAS BETA

## EFFECT OF PSICOLOGICAL PRESSURE IN THE AMPLITUDE OF BETA WAVES

Alexandra Vargas • Carol Valderrama
Profesor Guía: Roxana Nahuelcura
Asesores Cientificos: Dr. Andrés Couve • Dr. Sergio Vicencio
Liceo Nº1 Javiera Carrera • Santiago
Neurobichol1@gmail.com

## Resumen

La presión psicológica es un estado mental que los estudiantes viven diariamente. Cumple un papel fundamental en estados motivacionales y capacidad de respuesta del individuo. Al realizar tareas cognitivas como problemas matemáticos en un tiempo acotado, las personas están sometidas a presión psicológica aguda. En este marco, se utilizó el Emotiv EPOC para recoger datos y analizar los cambios en la actividad cerebral, específicamente en la onda beta, implicada en procesos cognitivos de alta exigencia, en sujetos sometidos a distintos niveles de presión. Los resultados muestran que la presión inhibe la capacidad de respuesta y que existe una correlación entre la amplitud de las ondas beta y la presión.

**Palabras claves:** ondas beta, Emotiv EPOC, EEG, Presión psicológica aguda.

## Abstract

Psychological pressure is a state of mind that students live daily. It fulfills a fundamental role in motivational states and responsiveness of the individual. When performing cognitive tasks as mathematical problems in a limited time, people are subjected to acute psychological pressure. In this framework, the Emotiv EPOC was used to collect data and analyze changes in brain activity, specifically in the beta wave involved in highly demanding cognitive processes, in subjects submitted to different levels of pressure. The results show that the pressure inhibits the responsiveness and that there is a correlation between the amplitude of the beta waves and the pressure.

**Keywords:** beta waves, Emotiv EPOC, EEG, Acute psychological pressure.

# Introducción

Actualmente se ha expandido el uso del análisis computarizado del electroencefalograma (EEG), tanto como un método para evaluar enfermedades sicológicas como para indagar en la actividad mental. Un EEG es la suma de los cambios de potencial que se producen en las neuronas corticales (Harmony, 1990). En general, se usa este término no solamente para el registro de la actividad eléctrica cerebral colocando electrodos sobre la cabeza, sino para denominar la actividad eléctrica cerebral que se registra con macro electrodos (Harmony, 1990). A raíz de que no se sabe a ciencia cierta lo que exactamente registra un EEG, es que ha surgido la curiosidad en muchos científicos, como (Thetcher & John, 1972) que proponen que el EEG representa un sistema de muestreo de la información relacionada con los procesos sensoriales, perceptuales y cognoscitivos. De todo esto se deduce que la encefalografía registra la actividad eléctrica en ondas cerebrales que reflejan la velocidad de activación neuronal en distintos estados mentales (Carter, 2009).

Diversos estudios revelan que las ondas cerebrales son claves para los procesos de aprendizaje. La onda beta, con un rango de 15 a 28 Hertz, se caracteriza por generar un gran impacto en el proceso de aprendizaje de los individuos. Esta onda aparece justamente en el momento en que el proceso de aprendizaje se está concretando, entregando más coordinación a la actividad cerebral (Trafton, 2014).

Se considera que el estrés constituye uno de los factores psicosociales más estudiados en la actualidad, por su relación con la aparición de enfermedades, el manejo y adaptación a situaciones difíciles y el desempeño en general (Fernández-López *et al*., 2003). Los estudiantes se enfrentan cada vez más a exigencias, desafíos y retos que les demandan una gran cantidad de recursos físicos y psicológicos de diferente índole. Tal situación les puede hacer experimentar agotamiento, poco interés frente al estudio, y autocrítica (Caballero *et al*., 2007)

El objetivo general de esta investigación fue identificar si existe correlación entre la actividad particular de las ondas beta con la presión. Para ello, se plantearon como objetivos específicos el comprender y familiarizarse con la forma adecuada de utilizar un aparato de EEG portátil, para describir cual es la correlación entre la onda beta y la presión. La hipótesis del presente trabajo es la siguiente “la presión sicológica disminuye el desempeño de las tareas cognitivas. En cuanto a nuestra actividad eléctrica durante una tarea cognitiva bajo presión, se correlaciona la amplitud de la onda beta con los niveles de presión sicológica”.

## Metodología

La planificación, diseño experimental y capacitación se realizó con el apoyo del Instituto Milenio de Neurociencia Biomédica (BNI). El experimento se ejecutó en el Liceo N°1 Javiera Carrera, donde participaron 14 estudiantes de sexo femenino con edades entre 16 a 19 años, todas cursando tercero y cuarto medio en el mismo establecimiento.

1. Equipo técnico: 1 EEG portable, computador, cronómetro por equipo. Programa “Brain Activity Map”, usado para medir actividad cerebral (ondas alfa,

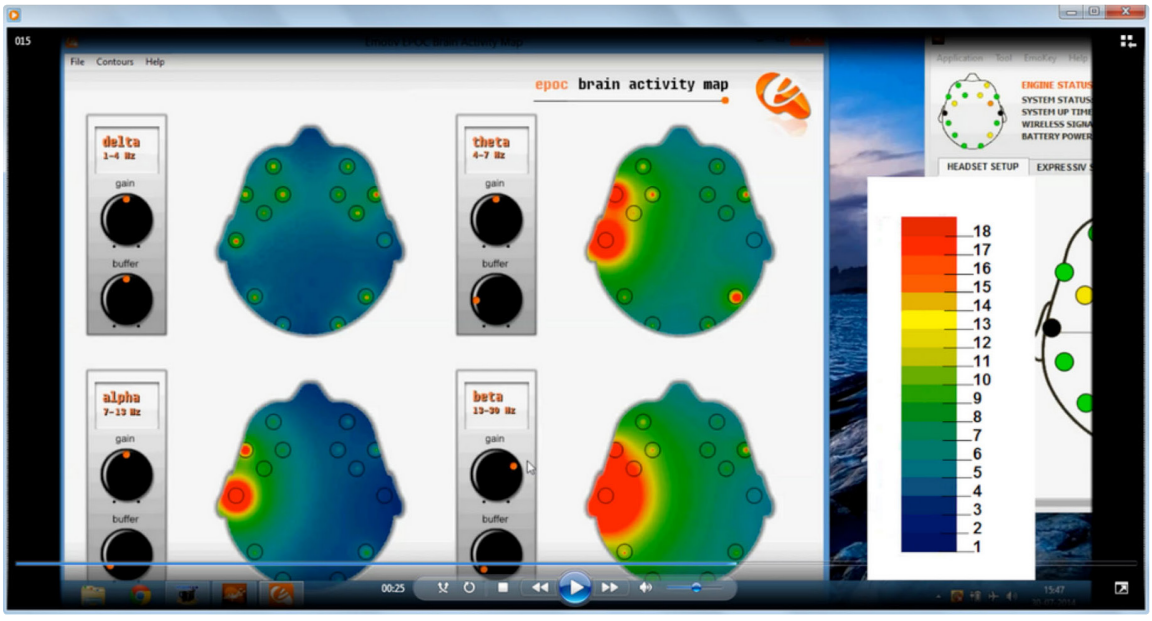



Figura N° 1

beta, theta y delta). Ficha del sujeto experimental que consiste en 5 preguntas preliminares (entre ellas, ¿cómo se siente?; ¿cómo durmió la noche anterior?; ¿almorzó?; ¿le gustan las matemáticas?), 12 preguntas matemáticas de distinta dificultad (fácil, medio, difícil) y tiempo máximo de respuesta por pregunta (10–20–40–60s). Escala subjetiva numérica de presión (1 al 10) y escala subjetiva de dificultad (fácil, media, difícil) (Figura N° 1).

2. Equipo de trabajo: Grupo de dos personas. Una, controla el computador y registra datos. La otra cronometra y evalúa presencia de movimientos que puedan interferir en la señal.

3. Protocolo de experimentación: Se entrega el consentimiento informado. Se explica el experimento y se realizan preguntas preliminares, mientras se prepara el equipo técnico. Comienzan las preguntas experimentales de forma aleatoria. El sujeto no debe moverse, ya que cualquier movimiento interfiere con la señal captada por el EEG, por lo que las preguntas son resueltas mentalmente. Cuando da una respuesta, se detiene el cronómetro. "Brain Activity Map" registra la actividad cerebral mediante esquema de colores (azul menor poder de onda y rojo mayor presencia de esta). Es grabada con un programa dispuesto para este fin. Después de cada pregunta, el sujeto indica el nivel de presión y la dificultad de la pregunta. Terminada las 12 preguntas, se retira el casco, se agradece su participación y se responden dudas en caso de que se tenga alguna.

4. Análisis de datos: Se lleva a cabo con los resultados de las fichas experimentales y los registros del "Brain Activity Map". Estos fueron cuantificados por evaluadores independientes, los que miraron los videos a tiempos determinados indicando el valor presente de la cantidad de onda, usando una escala de colores. Se tabulan y promedian los datos obtenidos para luego representarlos gráficamente.

## Resultados

Como primer resultado se tiene que, a mayor presión reportada por los sujetos, se registra un mayor poder de onda beta en los primeros tres segundos. Existe una correlación directa ($R^2$ = 0.38). Se tomaron en cuenta solo los primeros tres, debido a que es el tiempo en donde se produce el reconocimiento e interpretación, la persona capta si la pregunta la considera difícil y es cuando comienza a sentirse presionado (Figura N° 2).

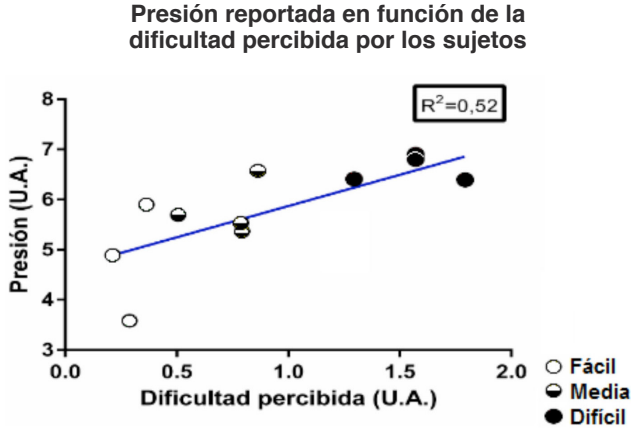



Figura N°2

En segundo lugar, a mayor dificultad percibida por los sujetos, es mayor la presión generada en el individuo ($R^2$ = 0.52). Este resultado, aporta validez al modelo de presión realizado, ya que las preguntas que al momento de hacerlas se consideraron fáciles, los sujetos también encontraron que eran fáciles. La misma situación ocurre con las preguntas medias y difíciles (Figura Nº 3).

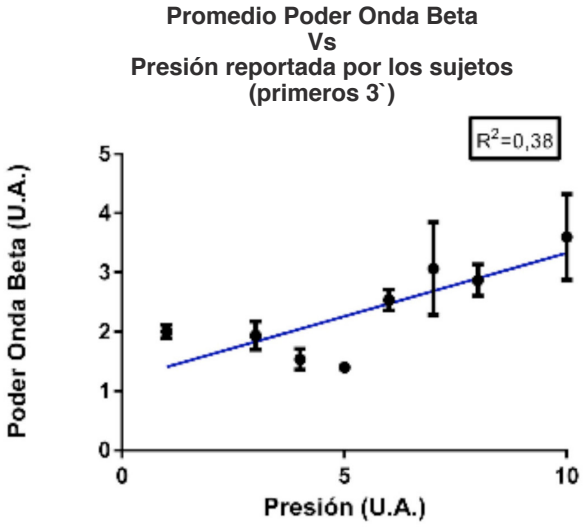



Figura Nº 3

Por último, a mayor presión percibida por los individuos, es mayor la cantidad de preguntas omitidas ($R^2$ = 0,49). Esto se explica de la siguiente manera: Si una persona está presionada, por ejemplo, haciendo una prueba de matemáticas, en donde le quedan cinco minutos y tiene que hacer 5 ejercicios, dice sentirse presionada y esta presión es tanta que se siente "bloqueada". Es una situación muy común y se vio reflejada durante el experimento (Figura Nº 4).

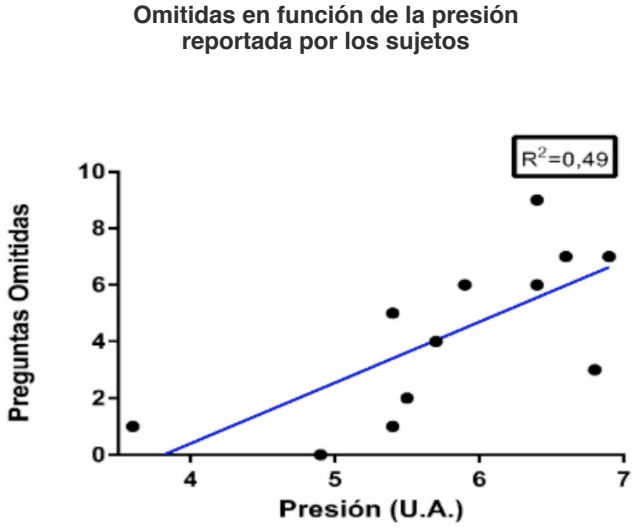



Figura Nº 4

## Discusión y Conclusión

La onda beta se caracteriza por generar un gran impacto en el proceso de aprendizaje de los individuos, entregando más coordinación a la actividad cerebral. Este gran impacto neural no solo implica procesos de aprendizaje, también incluye problemas de ansiedad, estrés o mera inquietud. Durante el proceso experimental, se hizo uso de preguntas matemáticas, para evaluar la capacidad de respuesta de los sujetos de experimentación mientras enfrentaban estrés, determinado por 3 factores, el primero dado por el uso del mismo EEG, que es que el sujeto no podía moverse, de lo contrario se experimentaban alteraciones en la cuantificación de la onda, el segundo como consecuencia del primer factor era que debía responder las preguntas mentalmente, y por último, la limitación del tiempo. Se escogío este tipo de preguntas debido a que estas tienen una sola solución, en cambio, si se hubiesen usado preguntas de comprensión lectora, por dar un ejemplo, estas quedan a criterio del evaluador si está correcta o no, por lo que es menos preciso.

Aunque no se sabe a ciencia cierta desde qué parte exacta de la corteza cerebral proviene la actividad neuronal, se puede concluir que sí existe una correlación entre la presión sicológica aguda y la amplitud de la onda beta, ya que la suma de todos los potenciales eléctricos es lo que registra el EEG, y en el caso particular de este estudio, *emotiv EPOC*, que cuenta con 12 electrodos, no importa cuál electrodo capte la señal, lo importante es la suma total.

En el estudio se consideró presión sicológica aguda como la presión referida por un individuo durante un corto periodo de tiempo, por ejemplo, 10, 20, 40 o 60 segundos y, para el análisis de datos, solo se utilizan los primeros tres segundos, ya que, para todas las preguntas, in-

dependiente de la duración total de cada una, en los primeros segundos ocurre una situación similar, es decir, reconocimiento e interpretación del estímulo, en este caso, la pregunta matemática.

Del primer y último resultado, se concluye que aunque la persona se sienta “bloqueada”, no significa que no esté generando ondas betas. Dicho en otras palabras, que se generen ondas betas, no significa que se llegue a dar una respuesta, ya que la presión inhibe la capacidad de respuesta.

Por último, dentro de este trabajo no se indagó en métodos diagnósticos ni tratamientos para enfrentar el estrés, sin embargo, es necesario hacerlo en trabajos futuros para sobrellevar de mejor manera situaciones de este tipo.

## Bibliografía

Carter R. 2009. El cerebro. Editorial Cosar, Santiago, Chile.

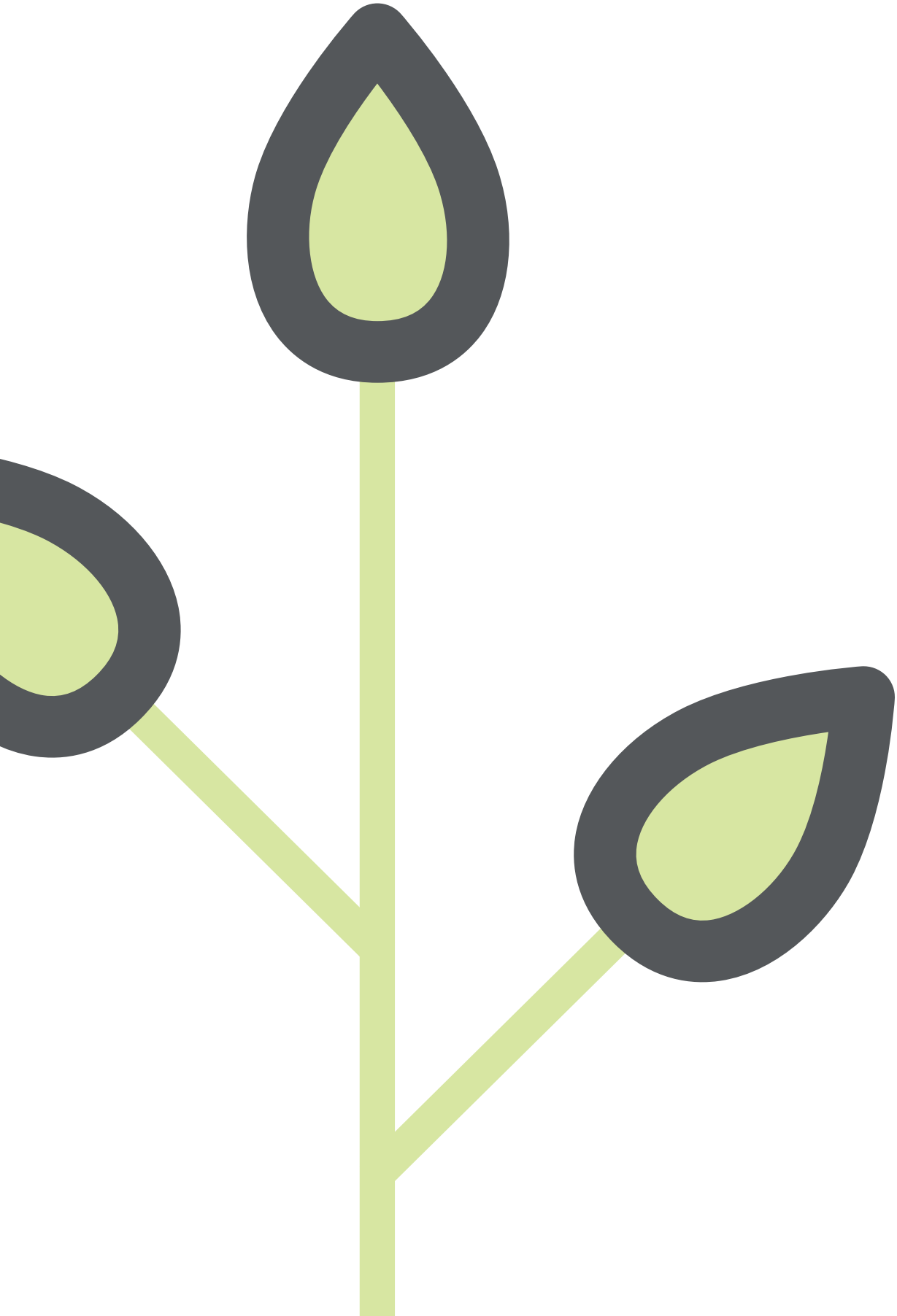
Caballero CC, Abello R, Palacio J. 2007. Relación del burnout y el rendimiento académico con la satisfacción frente a los estudios en estudiantes universitarios. Avances en Psicología Latinoamericana 25: 98-111.

Fernández-López JA, Siegrist J, Rödel A, Hernández-Mejía R. 2003. El estrés laboral: un nuevo factor de riesgo. ¿Qué sabemos y qué podemos hacer?: Versión resumida. Atención Primaria 31: 524-526.

Harmony T. 1990. El origen del electroencefalograma. Salud Mental 13: 27-34.

Thetcher RW, John ER. 1972, Foundations of cognitive processes. Functional neuroscience, Lawrence, Erlbaun Ass, Hillsdale, Nueva Yersey, USA.

Trafton A. 2014. Synchronized brain waves enable rapid learning. En MIT news, http://newsoffice.mit.edu/2014/synchronized-brain-waves-enable-rapid-learning-0612



# IRRADIACIÓN DE ALIMENTOS

## FOOD IRRADIATION

Fernanda Campos • Anai Rodríguez • Roxana Vargas
Profesor Guía: David Aparicio
Asesor Cientifico: Samy Silva
Liceo Nº1 Javiera Carrera • Santiago
davidaparicio@liceo1.cl

## Resumen

En este trabajo de investigación y experimentación se abordará el tema de la irradiación de alimentos, demostrando que es un método efectivo para eliminar o disminuir la cantidad de bacterias presentes en estos. Esta investigación se llevó a cabo a través de la comparación de las colonias de bacterias observadas en dos alimentos distintos, cada uno con dos muestras, una irradiada y la otra no irradiada. Como resultado, se comprobó que efectivamente en los alimentos irradiados disminuye considerablemente la cantidad de bacterias y hasta en algunos casos no fue posible su detección, haciéndolos más seguros para el consumo humano.

**Palabras claves:** irradiación, alimentos, bacterias.

## Abstract

In this work of research and experimentation, we will address the issue of food irradiation, proving that it is an effective method to eliminate or reduce the number of bacteria present in them. This research was carried out by comparing the bacterial colonies observed in two distinct foods, each with two samples, one irradiated and the other non-irradiated. As a result, it was found that effectively in irradiated foods the quantity of bacteria decreases considerably and even in some cases it was not possible to be detected, making them safer for human consumption.

**Keywords:** irradiation, food, bacteria.

# Introducción

Los alimentos provenientes directamente de la tierra y de los animales están altamente contaminados, ya que albergan una gran cantidad de microorganismos que producen enfermedades dañinas para el ser humano, tales como la *Escherichia coli*, que a pesar que la mayoría no conlleva grandes problemas, el peor tipo de *E. coli* es la cepa O1567:H7, que causa una diarrea hemorrágica que a veces puede producir insuficiencia renal y hasta la muerte[1]. Otro género de microorganismos de importancia en alimento es *Salmonella,* que puede causar una gastroenteritis de mayor o menor gravedad en forma de náuseas, vómitos y despeños diarreicos acompañados de fiebre elevada e intenso malestar general[2].

Es por esto que la aplicación de irradiación ionizante a los alimentos se presenta como una medida útil para el tratamiento de éstos, eliminando o reduciendo la presencia de bacterias en ellos[3].

A lo largo de este proyecto investigativo se demostró la efectividad de la irradiación aplicada en alimentos, a través de comparaciones entre muestras irradiadas con otras no irradiadas de la misma especie, enfocándose en la cantidad de bacterias que se observan en cada uno de estos.

### Hipótesis

Los alimentos sometidos a irradiación disminuirán considerablemente los niveles de contaminación bacteriana presentes en ellos.

### Objetivo General

Comprobar que mediante el método de irradiación se eliminan o reducen significativamente las bacterias de los alimentos.

### Objetivos Específicos

Verificar que la irradiación es un método eficiente para la disminución y erradicación de bacterias en los alimentos.

## Metodología

En esta investigación experimental se comprueba si la irradiación realmente inhibe la reproducción de bacterias o elimina su existencia en los alimentos.

Para ello, se tomaron muestras de un gramo de chorizo español seco y de hamburguesa de vacuno, no irradiadas, y otras previamente sometidas a un irradiador de cobalto 60 con una dosis de 1,7 kg y por 138 minutos. Luego, las muestras fueron sometidas a tres diluciones de 1:9 en agua peptonada dentro de tubos de ensayo, con ayuda de pipetas graduadas. Posteriormente, se extrajo 1 ml de cada dilución llevándolas a placas Petri, en donde se procede a verter Agar (caldo peptona de

1 http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/ecoli-es.pdf
2 http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572008000100011
3 http://www.scielo.cl/pdf/rci/v26n4/art03.pdf

caseína-peptona de harina de soja para microbiología) y llevarlas a la estufa de cultivo[4] a 30°C +-2°C por cinco días, con el fin de proporcionarles las condiciones óptimas para el desarrollo de las bacterias.

## Resultados

Resultados obtenidos del conteo bacteriológico de las muestras de los alimentos irradiados y no irradiados:

La tabla expuesta anteriormente muestra los resultados del conteo bacteriológico de cada muestra con su duplicado correspondiente. En ella se observa claramente que las muestras de hamburguesa y chorizo irradiadas tienen muchas menos colonias de bacterias en comparación con las muestras no irradiadas, que en algunos casos presenta incluso demasiadas para su contabilización. Esto demuestra que la irradiación de alimentos sí cumple con su objetivo, teniendo resultados positivos para nosotros.

| **Dosis: 1,7 kGy** | **Tiempo: 138 min.** | | **Hamburguesa** | |
|---|---|---|---|---|
| Dilución | No Irradiada | | Irradiada | |
| $10^{-1}$ | inc* | inc | 8 | 48 |
| $10^{-2}$ | 25 | 23 | 0 | 1 |
| $10^{-3}$ | 1 | 2 | 0 | 0 |
| **Chorizo** | | | | |
| Dilución | No Irradiada | | Irradiada | |
| $10^{-1}$ | 23 | 25 | 5 | 1 |
| $10^{-2}$ | 1 | 0 | 1 | 0 |
| $10^{-3}$ | 0 | 0 | 0 | 1 |
| * inc = incontable. | | | | |

## Conclusión

Se ha demostrado que el tratamiento de alimentos mediante radiación ionizante es una manera efectiva para reducir significativamente la gran cantidad de bacterias, evitando así el riesgo de enfermedades transmitidas por los alimentos.

## Bibliografía

IAEA. 2015. New IAEA guide helps developing countries improve food irradiation practices. https://www.iaea.org/newscenter/news/new-iaea-guide-helps-developing-countries-improve-food-irradiation-practices

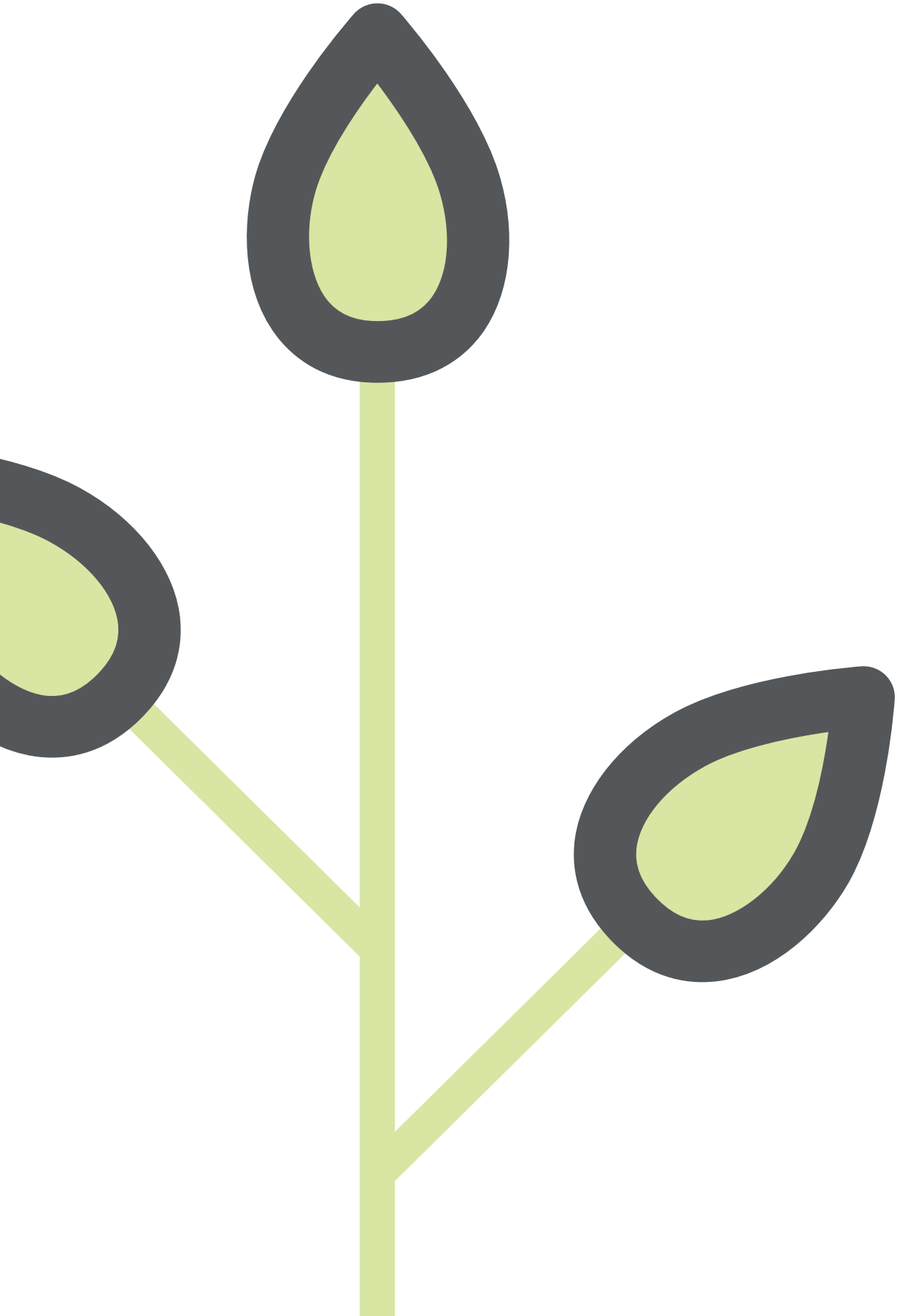
Lavigne JP, Tiene B, Jeandrot A, Lechiche C. 2008. Toxiinfecciones alimentarias colectivas (TIAC). Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana 42: 79-87.

Rossi L, Watson D, Escandarani S, Miranda A, Troncoso A. 2009. La radiación a la mesa. Revista Chilena de Infectología 26: 318-330.

Repizzo CA. 2010. Uso del microondas para esterilización de alimentos y medios de cultivo nutritivos no selectivos. Tesis, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

The Center for Food Security and Public Health. 2010. *E. coli* enterohemorrágica. http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/ecoli_enterohemorragica.pdf

4 Medio de cultivo sólido y semisólido: medio de cultivo líquido, el cual contiene materiales solidificantes (por ejemplo, agar-agar, gelatina, etc.) en diferentes concentraciones.



# SINTESIS DE JABÓN Y DESINFECTANTE CON EXTRACTO DE *Peumus boldus* (Molina) Y DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA

## SOAP AND DISINFECTANT SYNTHESIS WITH *Peumus boldus* (Molina) EXTRACT AND DETERMINATION OF ANTIMICROBIAL ACTIVITY

Fernando Bart • Ángeles González
Profesor Guía: Mariel Godoy
Colegio Quimahue • Rancagua
academiacienciasquimahue@gmail.com

**Resumen**

Se indagó en árboles y plantas medicinales que presentaran actividad antimicrobiana, existentes en la región de O´Higgins. En bibliografía el árbol boldo o *Peumus boldus* (Molina), presentaba, según estudios previos, estas propiedades. El desarrollo experimental consistió en obtener un extracto acuoso de las hojas de boldo. Posteriormente, se realizó la saponificación de aceite de oliva, para generar el jabón. En la etapa final se añadió el hidrosol obtenido. El análisis del efecto bactericida y fungicida, se realizó mediante la preparación de medios de cultivos, con muestras obtenidas de manos, los que, posterior al crecimiento de las colonias de microorganismos, fueron expuestos a disoluciones del jabón sintetizado. Los resultados obtenidos demuestran que el jabón elaborado posee actividad antimicrobiana, pues las disoluciones de jabón preparadas eliminaron parcialmente hongos y bacterias en los cultivos (sobre un 67%). Finalmente, se propone el uso de este producto como alternativa más favorable para el ambiente y seres vivos, pues no posee derivados clorados dañinos; comprobando que es posible el uso de menos aditivos químicos en un jabón con actividad antimicrobiana, proyectando su aplicación a escala industrial.

**Palabras claves:** Boldo, saponificación, actividad antimicrobiana.

**Abstract**

Investigation was conducted in medicinal plants and trees existent inside the O'Higgins region that presented antimicrobial activity. According to the literature review, the "boldo" or *Peumus boldus* (Molina), presented the properties sought. The experimental development consisted in the obtaining of an aqueous extract of the boldo's leaves by means of steam distillation. Then, the saponification of the olive oil was performed in order to generate soap. At the final stage, the hydrosol obtained was added. The analysis of the bactericide and fungicide effect was made by the preparation of sample culture media obtained from hands, which, after the growth of the microorganisms' colonies, were exposed to dissolutions of the synthesized soap. The results obtained show that the synthesized soap has antimicrobial activity, as the soap dissolutions eliminated partially fungus and bacterium from the culture media (over an 67%). With all this evidence, it is proposed the use of this product as a more environmental and biodiversity friendly alternative, as it does not have harmful chlorinated derivatives; proving that the use of less chemical additives in a soap with antimicrobial activity is possible, projecting its application into a industrial scale.

**Keywords:** Boldo, saponification, antimicrobial activity.

# Introducción

La problemática abordada en esta investigación, es la existencia de masivos desinfectantes en forma de jabones líquidos, en barra o sprays, y el uso y abuso de compuestos químicos presentes en ellos. Básicamente, presencia de etanol (compuesto orgánico que se absorbe en la piel y puede producir daños hepáticos al ser expuestos constantemente), así como triclosán (agente antibacteriano y fungicida), utilizado por más de 30 años, y otros compuestos orgánicos clorados con las mismas aplicaciones (Sánchez-Saldaña *et al.*, 2005).

Estos componentes, los cuales son resistentes a la depuración, son compuestos orgánicos que no pueden ser eliminados en las plantas de tratamiento de aguas, además su persistencia puede dañar bacterias y hongos benéficos para el ecosistema y seres vivos (Levy *et al.*, 1999).

La interrogante planteada fue:
¿Existe alguna planta nativa de la sexta región que posea propiedades antibacterianas y fungicidas, y pueda ser utilizada en la síntesis de un jabón y/o desinfectante?

La investigación nos guío al Boldo o Peumus boldus, un árbol siempreverde endémico de Chile, perteneciente a la familia de las Monimiaceae. Se distribuye entre las IV y X regiones, presentando una mayor abundancia en la zona mediterránea. (Doll *et al.*, 2005).

Estudios químicos de algunas plantas de la familia de las Monimiaceae, indican que contienen α-pineno, β-pineno, p-cimol, linalol, limoneno, ascaridol, bencil benzoato, benzaldehido, camfeno, 1.8-cineol, α-hexilcinamaldehido, p-cimeno, eugenol metil eter, y safrol. El *Peumus boldus* ha sido ampliamente investigado, aislando sus alcaloides y aceites esenciales, encontrando como componente mayoritario el ascaridol (Bittner *et al.*, 2009)

Todos estos componentes orgánicos, hacen que los estudios de la especie *P. boldus* sean masivos. "El aceite esencial posee actividad antibacteriana contra *Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Candida albicans* (Vila *et al.*, 1999; Schrickel & Bittner, 2001; Ruiz *et al.*, 2008). Además, investigaciones de extractos etanólicos realizados en Alemania, demostraron una actividad colerética (Pietta *et al.*, 1988; Schrickel & Bittner, 2001; O'Brien *et al.*, 2006; Ruiz *et al.*, 2008). Estudios de extractos de hojas de boldo, presentaron actividad antimicótica contra *Botrytis cinerea, Fusarium oxysporum, Rhizopus nigricans, Aspergillus niger, Trichophyton mentagrophytes.* (Schrickel & Bittner, 2001; Lima *et al.*, 2006; Ruiz *et al.*, 2008). Estudios "*in vitro*" de su principal principio activo, la boldina, han demostrado que ejerce efecto relajante en musculatura lisa, estimula secreción gástrica y biliar, y que actúa contra la peroxidación de radicales libres. (Quezada *et al.*, 2004; Ruiz *et al.*, 2008).

Considerando estas propiedades relevantes (antimicrobianas), se propone la síntesis de un jabón (u otro tipo de desinfectante) de origen natural, basado en extracto acuoso, obtenido de las hojas de este árbol.

Objetivo general:
Obtener un hidrosol desde las hojas de boldo, síntesis de jabón combinado con el hidrosol, para finalmente evaluar sus propiedades antimicrobianas.

Así, para dar inicio a la investigación se plantea la siguiente hipótesis:

"Si el extracto de boldo tiene propiedades antibacteriales y fungicidas, entonces es posible sintetizar un jabón antimicrobiano".

## Metodología

1. Se obtuvo un hidrosol a partir del boldo.
2. Se realizó una reacción de saponificación para obtener jabón con este hidrosol.
3. Se preparó un desinfectante con el extracto acuoso.
4. Se prepararon cultivos microbiológicos.
5. Se elaboraron disoluciones para el testeo y análisis de la actividad antimicrobiana.

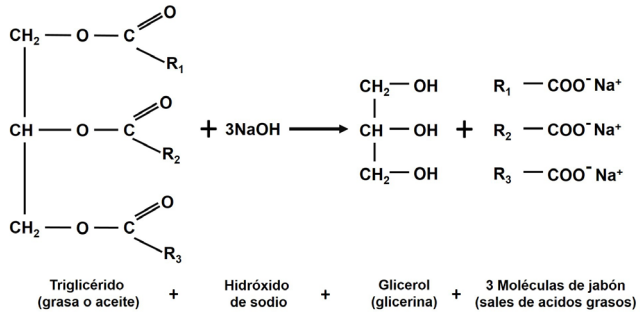
## Metodología para obtención de extracto

Para la obtención del extracto, se masaron 8,51 g de hojas de boldo en una balanza semi-analitica, previamente lavadas y secadas. Se dispusieron en un matraz de fondo redondo de 250 ml, junto con 150 ml de agua destilada y se conectó al sistema refrigerante, para proceder a la destilación por arrastre de vapor. El sistema se calienta, por aproximadamente una hora. Durante este tiempo se recolecta el extracto acuoso (hidrosol). Se recolectaron aproximadamente 100 ml del hidrosol.

## Síntesis de Jabón: Saponificación

Se preparó una disolución de 50 ml al 15% de NaOH, se trasvasijó a un vaso de 400 ml. Se agregaron 45 ml (40,47 g) de aceite de oliva, 18 ml de etanol al 95%, y se mezcló. Se calentó en baño de vapor o baño-maría por 30-40 minutos, bajo agitación. Durante ese tiempo se agrega en intervalos de 10 minutos, etanol en pequeñas porciones de 5 ml, para evitar la formación de espuma (no más de 30 ml en total). Se continúa calentando hasta que termine la saponificación (cuando la mezcla adquiera una consistencia homogénea y compacta). Luego, a una disolución de 50 gramos de NaCl en 150 ml de agua (saturada), se le agregó el líquido saponificado y luego el extracto acuoso de boldo. Luego se enfrió en un baño de agua-hielo. Finalmente, el extracto es filtrado al vacío, en un embudo büchner, lavado con dos porciones de agua fría a 0° C y secado al aire por una semana. Se obtuvieron 42 g de jabón o sal orgánica.

Reacción global de saponificación:




**(Química orgánica, J. McMurry Quinta Edición).*

## Obtención de desinfectante en spray (para ambientes y manos)

Se midieron 20 ml del hidrosol obtenido; y fueron mezclados con 20 ml de agua destilada y 20 ml de glicerina. Concentración porcentual final: 33,3 % v/v.

## Preparación de cultivos: (microbiología)

Se preparó agar–agar para 10 placas Petri grandes y 4 placas Petri pequeñas (4,6 g de agar y 6 g de glucosa en polvos, en 200 ml de agua destilada)

Se calentaron 200 ml de agua destilada (casi ebullición). Luego, se agregó el agar-agar y la glucosa hasta disolución. Se desinfectan las placas con etanol y se vierte el agar-agar en caliente con movimientos circulares.

El cultivo de las muestras se realizó de la siguiente manera:

- Se sembró en las placas Petri pequeñas apoyando dedos de alumnos directamente.
- Se tomaron muestras de las palmas de las manos, con asas caseras y se sembró en zigzag sobre las placas Petri grandes.
- Finalmente, se guardaron en caja esterilizada y sellada, para mantener condiciones experimentales niveladas.

## Preparación de disoluciones para analizar efecto antimicrobiano

Una vez que se comprobó el crecimiento de colonias de microorganismos, se procedió al conteo de las mismas, para realizar el estudio de actividad antimicrobiana.

Para realizar estudios comparativos se prepararon diversas disoluciones acuosas como se detalla a continuación:

- Tres disoluciones de jabón en distinta concentración.
- Una disolución de desinfectante.
- Una disolución de spray antibacterial comercial.
- Una disolución de jabón antibacterial comercial.

## Disoluciones preparadas con el jabón sintetizado

Se prepararon disoluciones de jabón en concentración 1% m/v, 12,5% m/v y 25% m/v, masando en la balanza 1, 12,5 y 25 g, respectivamente; trasvasijando a un matraz aforado de 100 ml y completando con agua destilada.

## Disoluciones comparativas de productos comerciales

Se prepararon disoluciones de un jabón desinfectante del mercado y de un desinfectante de ambiente al 12,5%, pesando 12,5 gramos de cada uno y luego trasvasijando a un matraz aforado de 100 ml.

Después de una semana se evaluaron las muestras y se realizó el conteo.

La tabla 1 registra las seis muestras: control, disolución 1 (1% m/v), disolución 2 (12,5% m/v), disolución 3 (25% m/v), desinfectante preparado al 33,3% v/v, y extracto puro o hidrosol.

- Se aplicaron las muestras respectivas en cinco cápsulas Petri grandes, aproximadamente 2,5 ml (4 puf), con ayuda de un aerosol (dejando la primera cápsula como control).

  La tabla 3 registra las siguientes cuatro muestras: control, disolución de jabón 12,5%, disolución jabón antibacterial comercial 12,5% y disolución de aerosol comercial al 12,5% (dejando la primera cápsula como control).

- Se aplicaron las muestras respectivas en tres cápsulas Petri pequeñas, aproximadamente 1 ml (2 puf), con ayuda de un aerosol (dejando la primera cápsula como control).

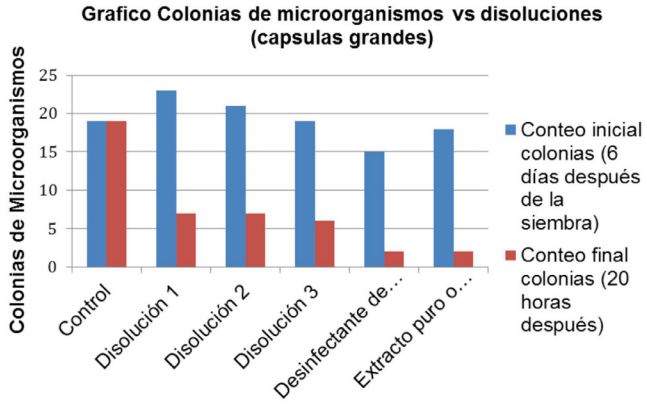
## Resultados

Set de datos para Tabla 1: El conteo inicial se realizó seis días después de la siembra y el conteo final 20 horas después.

Tabla N°1: conteo de colonias de microorganismos antes y después de la aplicación de las disoluciones respectivas.

| Cápsulas Grandes | Conteo inicial colonias | Conteo final colonias |
|---|---|---|
| Control | 19 | 19 |
| Disolución 1% p/v | 23 | 7 |
| Disolución 12.5% p/v | 21 | 7 |
| Disolución 25% p/v | 19 | 5 |
| Desinfectante preprado | 15 | 2 |
| Extracto puro o hidrosol | 18 | 2 |

Gráfico N°1: conteo de colonias de microorganismos antes y después de la aplicación de las disoluciones 1% p/v, 12.5% p/v y 25% p/v.



Datos estadísticos

Media de datos conteo final: 7,166 colonias
Varianza: 38,966
Desviación estándar: 6,242

También se determinó la efectividad de las disoluciones a las que se expusieron los cultivos.

Tabla N°2: efectividad de disoluciones según Tabla N°1

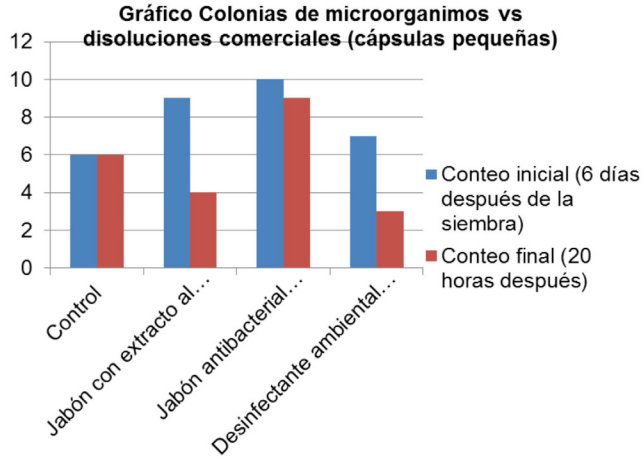
| Cápsulas | Efectividad (%) |
|---|---|
| Control | - |
| Disolución 1% p/v | 69,56 |
| Disolución 12.5% p/v | 66,66 |
| Disolución 25% p/v | 73,68 |
| Desinfectante preparado | 86,67 |
| Extracto puro o hidrosol | 88,89 |

El conteo inicial se realiza seis días después de la siembra y el conteo final 20 horas después.

Tabla N°3: conteo de colonias de microorganismos antes y después de la aplicación de las disoluciones.

| Cápsulas Pequeñas | Conteo inicial | Conteo final |
|---|---|---|
| Control | 6 | 6 |
| Jabón con extracto al 12,5% | 9 | 4 |
| Jabón antibacterial comercial al 12,5% | 10 | 9 |
| Desinfectante ambiental comercial al 12,5% | 7 | 3 |

Gráfico N°2: conteo de colonias de microorganismos antes y después de la aplicación de las disoluciones respectivas.




Datos estadísticos

Media de datos conteo final: 5,75 colonias
Varianza: 2,5
Desviación estándar: 6,25

También se determinó la efectividad de las disoluciones a las que se expusieron los cultivos.

Tabla N°4: efectividad de disoluciones según Tabla N°3

| Cápsulas Pequeñas | Efectividad (%) |
|---|---|
| Control | - |
| Jabón preparado al 12,5% | 55,55 |
| Jabón antibacterial comercial al 12,5% | 10 |
| Desinfectante ambiental comercial al 12,5% | 57,15 |

## Discusión

Al utilizar el extracto acuoso del boldo para la obtención de jabón, se comprobó su actividad antimicrobiana.

En el Gráfico 1, se observa que el efecto del extracto presente en el jabón, aumenta la actividad antimicrobiana a mayor concentración de este. Así, entre más extracto exista, en el caso del desinfectante y los jabones, mayor es la actividad antimicrobiana. Finalmente, el hidrosol puro tiene la mayor efectividad, aumentando desde 67% hasta un 89%.

En el Gráfico 2, se observan similitudes de actividad antimicrobiana, entre nuestro jabón y el desinfectante en aerosol. Al comparar nuestra muestra de jabón (55,5% de efectividad), con otros productos del mercado en concentraciones iguales, la actividad antimicrobiana es similar al desinfectante en aerosol (57,15% efectividad), y mucho mayor al jabón antibacterial comercial, que tuvo efectividad del 10%.

Al revisar los datos estadísticos, se observa que el promedio de colonias (media de datos) de microorganismos es muy pequeño (set datos tabla 1 es 7,16 y set datos tabla 3 es 5,75), pero suficiente para obtener resultados positivos y veraces de actividad antimicrobiana. La desviación estándar es muy elevada, lo que favorece la investigación, pues se comprueban las diferencias del efecto antimicrobiano con este grado de dispersión, al igual que la varianza.

## Conclusión

Mediante la reacción de saponificación, se obtuvo un jabón al cual se le incorporó extracto acuoso (hidrosol), que posee las propiedades antimicrobianas.

Se destaca, además, que tanto el jabón como el desinfectante preparados, mantienen la idea preliminar de obtener un producto natural, con propiedades bactericidas y fungicidas. Es posible el uso de menos aditivos químicos como el etanol, mezclas de cloruros de alquil-dimetil-bencil amonios (presentes en desinfectantes en spray), triclosán (presente en la gran mayoría de jabones antibacteriales), usados en zonas residenciales, así como en hospitales o escuelas. Todos estos agentes químicos perjudican el equilibrio natural de bacterias y hongos en el ecosistema y en seres vivos, puesto que no pueden ser eliminados en las plantas de tratamiento de aguas.

Es novedoso hacer uso de un árbol autóctono de nuestro país, para la fabricación de un producto con potenciales aplicaciones antisépticas.

Cabe señalar, que de nuestros propios estudios anteriores (Libro de Resúmenes Congreso Nacional de la Ciencia y Tecnología, 2016), se obtuvieron algunas variables a considerar:

- El efecto del jabón y del desinfectante no perduran en el tiempo.
- La presencia de humedad favorece el crecimiento de hongos, por eso se deduce que los hongos no se verán drásticamente reducidos con las propiedades antimicrobianas (en los cultivos son las colonias que persisten al final).
- Los jabones tienen fecha de vencimiento, aproximadamente 6 meses.
- El desinfectante debe estar a temperatura ambiente, el sobrecalentamiento lo deteriora.

## Bibliografía

Doll U, Aedo D, Lopéz P. 2005. Caracterización morfológica de tres procedencias de boldo (*Peumus boldus*) en una plantación joven de 6 años. Bosque 26: 45-54.

Bittner M, Aguilera MA, Hernández V, Arbert C, Becerra J, Casanueva ME. 2009. Fungistatic activity of essential oils extracted from *Peumus boldus* Mol., *Laureliopsis philippiana* (Looser) Schodde and *Laurelia sempervirens* (Ruiz & Pav.) Tul. (Chilean Monimiaceae). Chilean Journal of Agricultural Research 69: 30-37.

Hošt'álková A, Opletal L, Kuneš J, Novak Z, Hrabinova M, Chlebek J, Cahlikova L. 2015. Alkaloids from *Peumus boldus* and their acetylcholinesterase, butyrylcholinesterase and prolyl oligopeptidase inhibition activity. Natural Product Communications 10: 577-580.

Teixeira CCC, Cabral TPF, de Sousa JPB, Teixeira SP, Bastos JK, de Freitas LAP. 2016. Study of quality assurance for *Peumus Boldus* products by botanic profiling, extraction optimization, HPLC quantification and antioxidant assay. Pharmacognosy Journal 8: 264-272.

Rezende DACS, Souza RV, Magalhães ML, Caetano ARS, Carvalho MSS, de Souza EC, Guimarães LGL, Nelson DL, Batista LR, Cardoso MG. 2017. Characterization of the biological potential of the essential oils from five species of medicinal plants. American Journal of Plant Sciences 8: 154-170.

Schrickel S, Bittner M. 2001. La salud en nuestras manos: plantas medicinales en Chile, riqueza natural y científica. Editora y Gráfica Lamas, Concepción, Chile.

Muñoz O, Montes M, Wilkomirsky T. 2001. Plantas medicinales de uso en Chile: Química y Farmacología. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

Levy C, Roujeinikova A, Sedelnikova S, Baker P, Stuitje A, Slabas A, Rice D, Rafferty J. 1999. Molecular basis of triclosan activity. Nature 398: 383-384.

Sánchez-Saldaña L, Saenz-Anduaga E. 2005. Antisépticos y desinfectantes. Dermatología Peruana 15: 82-103.

Ruiz A, Taffarello D, Souza V, Carvalho J. 2008. Farmacologia e toxicologia de *Peumus boldus* e *Baccharis genistelloides*. Revista Brasileira de Farmacognosia 18: 295-300.

Vila R, Valenzuela L, Bello H, Cañigueral S, Montes M, Adzet T. 1999. Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Peumus boldus* leaves. Planta Medica 65: 178-179.

Pietta P, Mauri P, Manera E, Ceva P. 1988. Determination of isoquinoline alkaloids from *Peumus boldus* by highperformance liquid chromatography. Journal of Chromatography 457: 442-445.

Quezada N, Ascencio M, del Valle JM, Gomez B. 2004. Antioxidant activity of crude extraxt, alkaloid fraction and flavonoid fraction from boldo (*Peumus boldus* Molina). Leaves. Journal of Food Science 69: 371-376.

Mc Murry J. 2001. Química Orgánica. Internacional Thompson Editores. Buenos Aires, Argentina.
Hill K. 1999. Química para el nuevo milenio, Octava Edición. Editorial Prenticel-Hall, México.

Libro de Resúmenes Congreso Nacional de la Ciencia y la Tecnología. 2016. Santiago, Chile. Educación Media, 13: 50 pp. http://graficas.explora.cl/Publicaciones/Libro-de-resumenes/Resumen-2016/tmpl/mobile/index.html#p=50

# ¿Qué te cautiva de hacer CIENCIA EN CHILE?

## MÓNICA MUSSO

Nacionalidad Italiana

Especialidad Matemáticas

Pontificia Universidad Católica de Chile

Mi área de investigación, el estudio de las ecuaciones diferenciales, es un área muy teórica. No se necesitan muchos recursos para desarrollarla, sino aquellos que te permiten viajar a conferencias o estadías afuera de Chile y aquellos que te permiten invitar a científicos extranjeros a Chile. Lo que sí se necesita es tiempo y tranquilidad para pensar y hacer ciencia. En mi experiencia personal, Chile me ha dado todo esto, a través de financiamiento de Conicyt (Proyectos Fondecyt, entre otros) y un trabajo en la Pontificia Universidad Católica de Chile.

## GUILLERMO SCHMEDA

Nacionalidad Paraguaya/Chilena

Especialidad Química de Productos Naturales/ Bioactividad/Recursos Naturales

Universidad de Talca

El encontrar respuestas a interrogantes asociados con la selección de la biodiversidad como fuente de alimento y medicina por los distintos grupos humanos de Sudamerica. El demostrar que desde regiones se puede hacer trabajos de calidad, aun sin contar con equipamiento mayor y que lo mas relevante son las ideas y las hipotesis de trabajo. El estar en un continente privilegiado por su biodiversidad. El interactuar con otras personas de la region que ven en las colaboraciones cientificas una oportunidad de crecimiento personal e institucional. El ver la cordillera y poder caminar en los bosques escuchando la naturaleza.

## MARINA STEPANOVA

Nacionalidad Chilena/Rusa

Especialidad Física de Plasmas Espaciales

Universidad de Santiago de Chile

Hacer ciencia me cautiva el amor por la ciencia. Simplemente me siento muy feliz haciéndolo. Hacerlo en Chile, es porque amo a Chile y tengo libertad suficiente para buscar los temas de investigación que me apacionan.

## SYLVAIN FAUGERON

Nacionalidad Francesa

Especialidad Biología Marina

Pontificia Universidad Católica de Chile

Chile es considerado un laboratorio natural, donde existen ambientes muy contrastantes y con una flora y fauna muy diversa. Especialmente en el mar costero, mi área de interés principal, existen en Chile muchos lugares aún muy prístinos y únicos en el mundo. Para un biólogo marino, esto representa una oportunidad única de desarrollar investigación de fenómenos naturales al origen de esta biodiversidad marina tan particular de Chile. Por otra parte, existen lugares donde el uso del borde costero por el hombre tiene distintos tipos de impactos que me interesa caracterizar para poder desarrollar estrategias de manejo, pesca, acuicultura o restauración adaptadas a las condiciones regionales y locales. Esta posibilidad de aplicar mi investigación a problemáticas de desarrollo es otro aspecto particularmente motivante.

## ANTONIA SANTOS

Nacionalidad Chilena/Española

Especialidad Ciencia Política

Universidad Arturo Prat

Desde hace casi 25 años resido en Chile y siempre he estado vinculada con la universidad. Siento que he tenido muy buena acogida en las universidades donde me he desempeñado así como en otros espacios de investigación que he compartido como son Institutos, Fundaciones y Organismos Internacionales. Dedicarse a la investigación siempre es un desafío. En este país el nivle es alto, por lo que destaca su producción científica en el contexto latinoamericano y además en los últimos años ha habido avances importantes que han impulsado la producción científica. La investigación siempre es un reto que implica crecimiento personal y avance en relación área de conocimiento de cada investigador/a. En Chile me he desarrollado como investigadora en un contexto donde tanto la experiencia como el conocimiento de los/as investigadores/as ha sido notable lo que implica una mayor exigencia, responsabilidad y aprendizaje. Me motiva el respeto, la colaboración, las ganas de aprender y de aportar, que es lo que he encontrado a lo largo de mi trabajo. El apoyo y la disponibilidad de recursos y fuentes es imprescindible. En el país es posible dedicarse a la investigación. Hay que destacar el aumento de jóvenes investigadores y también como cada día hay mas mujeres dedicacas a la producción del conocimiento científico en todas las áreas.

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

CONICYT Ministerio de Educación Gobierno de Chile

explora Un Programa CONICYT

PAREXPLORA RMNORTE PROYECTO ASOCIATIVO REGIONAL

FACULTAD DE MATEMÁTICAS PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

# Brotes Científicos

Revista de Investigaciones Escolares

brotescientificos.usach.cl

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

CONICYT Ministerio de Educación Gobierno de Chile

explora Un Programa CONICYT

PAREXPLORA RMNORTE PROYECTO ASOCIATIVO REGIONAL

FACULTAD DE MATEMÁTICAS PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE