

Quinto Encuentro de Estudiantes e Investigadores Postdoctorales CRHIAM



Fifth CRHIAM Student and Postdoctoral Researcher Meeting

Quinto Encuentro de Estudiantes e Investigadores Postdoctorales CRHIAM

Universidad de Concepción, Campus Concepción

23 y 24 de mayo de 2023

**Este libro fue editado en CRHIAM
por Felipe Barriga, Sujey Hormazábal y Gladys Vidal**

Mayo 2023

ANID/FONDAP/15130015



Universidad de Concepción



**UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA**



Universidad del Desarrollo
Universidad de Excelencia



Contenidos

Presentación.....	5
Preface.....	6
Instauración Premio “Fernando Concha Arcil”.....	7
Establishment of the "Fernando Concha Arcil" Prize.....	8
Prólogo	9
Prologue	10
Programa General Primera Jornada.....	11
Programa General Segunda Jornada.....	12
Resumen Charla Inaugural Primera Jornada.....	13
Resúmenes Orales Primera Jornada.....	15
Generación de gases efecto invernadero: Dióxido de carbono y metano en embalses de uso hidroeléctrico en Chile central.....	16
Estudio de la estabilidad de los relaves mineros biocementados mediante proceso de precipitación de calcita inducida por microorganismos.....	17
Estudio de la calidad microbiológica de las aguas de dos esteros ubicados en la comuna de Pemuco (Región de Ñuble): Estero Pemuco y Estero Dollinco.....	18
Efecto de la presencia de partículas minerales en eventos de coalescencia en un sistema dinámico de burbujeo.....	19
Caracterización de la calidad de aguas de ríos del centro norte de Chile a través del uso de indicadores de calidad.....	20
Impacto antropogénico en las comunidades fitoplanctónicas históricas en un período de mil años en un lago urbano eutrófico.....	21
Evaluación del comportamiento de materia orgánica y salinidad en aguas grises tratadas mediante humedales contruidos de flujo vertical subsuperficial.....	22
Origen y movilidad de metales en aguas subterráneas: análisis conceptual en servicios sanitarios rurales en provincia de Limarí.....	23
Estabilidad y coalescencia de burbujas en salmueras hiperconcentradas en una columna de burbujeo: Efecto del espumante MIBC	24
Estudio del efecto de las modificaciones operacionales de sinterización en la evolución de fases cristalinas y amorfas de las espumas cerámicas elaboradas a partir de relaves mineros.....	25
Cinética de eliminación de patógenos en lodos digeridos.....	26
Caracterización microscópica y molecular de eventos de floraciones algales de lagos de la región del Biobío.....	27
Influencia de la reología de los fluidos en el comportamiento de los hidrociclones.....	28
Caracterización de soluciones basadas en la naturaleza enfocadas en la nueva Ley Marco de Cambio Climático.....	29
Evaluación de métodos de cálculo y estimación de carga (flujo másico) de constituyentes seleccionados en ríos de la región de Coquimbo.....	30

Contenidos

Análisis tipológico de Lagos Norpatagónicos chilenos para elaboración de Normas de Calidad de Aguas Superficiales.....	31
Remoción de nitrato en aguas subterráneas mediante desnitrificación autótrofa estimulada eléctricamente.....	32
Pueblo Mapuche y crisis hídrica: Afectación a su cosmovisión y formas de vida por la colonialidad extractivista.....	33
Resumen Charla Inaugural Segunda Jornada.....	34
Resúmenes Orales Segunda Jornada.....	36
Evaluar cambio en toxicidad del efluente secundario de celulosa tratado con procedimiento de oxidación avanzada en cultivos agrícolas.....	37
Evaluación del efecto de cargas de antibióticos en la estabilidad de lodos activados utilizados para el tratamiento de aguas servidas.....	38
Diagnóstico de Organizaciones de Agua Potable Rural.....	39
Impacto de dureza y calidad de agua industrial en rendimiento de modificador reológico para relaves.....	40
Caracterización de la calidad de agua superficial y subterráneas a lo largo del río Huasco.....	41
Evaluación de la calidad de aguas regeneradas mediante tecnologías de ultrafiltración y humedales construidos a través de ensayo de fitotoxicidad para reúso en cultivos agrícolas.....	42
Evaluación de productos grillados usando el modelo hidrológico SWAT.....	43
Evaluación del uso de residuos agroindustriales como reactivos colectores en la flotación de sulfuros de cobre.....	44
Aproximación al estudio del microbioma del río Biobío y su relación con variables ambientales.....	45
Uso de membranas dinámicas autoformantes en reactores MBR para tratamiento de agua residual basados en consorcios alga-bacteria.....	46
Efecto del riego con efluentes tratados de la producción de celulosa en la lombriz de tierra <i>Eisenia fetida</i>	47
Reducción de la utilización de urea durante el proceso de precipitación de calcita inducida por microorganismos (MICP).....	48
Generación de una estrategia para disminuir la concentración de fósforo en una planta de tratamiento de efluentes de Arauco y Constitución S.A, Planta Horcones Proyecto MAPA.....	49
Evaluación de la degradación de plaguicidas en un sistema de biopurificación inoculado con un consorcio de hongos inmovilizados.....	50
Evaluación del potencial reúso de aguas grises de lavandería en la agricultura, tratadas mediante un humedal construido de flujo vertical subsuperficial.....	51
Manejo del Riego en Cerezos.....	52
Uso de nuevas tecnologías para el manejo y optimización del agua en huertos de micro-riego.....	53
RECONOCIMIENTOS.....	54
PREMIOS POR CATEGORÍA: PREGRADO.....	55
PREMIOS POR CATEGORÍA: POSTGRADO.....	56
PREMIO POR CATEGORÍA: POSTDOCTORADO.....	57
PREMIO FERNANDO CONCHA ARCIL: PRESENTACIÓN DESTACADA DEL EVENTO.....	58
REGISTROS FOTOGRÁFICOS DEL EVENTO.....	59

Presentación

En sus diez años de vida, uno de los objetivos que ha trabajado con mayor fuerza el Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CRHIAM), ha sido la formación de recursos humanos a nivel de pregrado, postgrado y postdoctorado, para generar masa crítica que apoye el desarrollo de capacidad en recursos hídricos. CRHIAM es un Centro de ANID liderado por la Universidad de Concepción en asociación con la Universidad de La Frontera y la Universidad del Desarrollo.

El Centro se enfoca en la búsqueda de soluciones a diferentes problemas asociados a la gestión de recursos hídricos en la agricultura, minería y comunidades. Durante esta etapa de ejecución, se ha puesto el concepto de Seguridad Hídrica como directriz para llevar a cabo todos los trabajos desarrollados por sus diferentes investigadores, estudiantes y colaboradores, aportando de forma activa al cumplimiento de diferentes Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Particularmente, este año, CRHIAM encabezó el V Encuentro de Estudiantes e Investigadores Postdoctorales CRHIAM de manera presencial, después de tres versiones online debido a la pandemia de COVID-19. En esta oportunidad, estudiantes e investigadores postdoctorales provenientes desde Antofagasta hasta Temuco, se dieron cita en Concepción para dar a conocer sus investigaciones y trabajos de tesis.

El objetivo de este Encuentro es potenciar la integración entre estudiantes e investigadores del Centro, demostrando la interdisciplina a raíz del trabajo colaborativo en las cinco líneas de investigación de CRHIAM. También pretende contribuir a generar un espacio de intercambio de conocimiento para impulsar la investigación y posible transferencia de ésta. Cabe destacar que en él participan estudiantes de pregrado, magíster, doctorado e investigadores postdoctorales que trabajan en temáticas relevantes para mejorar la gestión de los recursos hídricos en el marco de la sustentabilidad.

En esta quinta versión, se recibieron 27 trabajos de pregrado, 3 trabajos de magíster, 2 a nivel de doctorado y 3 trabajos de postdoctorado, presentándose de manera presencial y en modalidad oral un total de 27 trabajos distribuidos en ambas jornadas del evento, con los cuales CRHIAM se enorgullece y agradece a todos los estudiantes e investigadores por sus excelentes trabajos y exposiciones. El Centro les desea éxito en su futuro, y esperamos que esta instancia haya sido provechosa para su formación profesional y conocimiento.

Dirección CRHIAM

Preface

In its ten years of life, one of the objectives that the Water Research Center for Agriculture and Mining (CRHIAM) has worked hardest has been the training of human resources at the undergraduate, postgraduate and postdoctoral levels, to generate critical mass that supports the development of capacity in water resources. CRHIAM is an ANID Center led by the University of Concepción in association with the University of La Frontera and the Universidad del Desarrollo.

The Center focuses on finding solutions to different problems associated with the management of water resources in agriculture, mining and communities. During this stage of execution, the concept of Water Security has been set as a guideline to carry out all the work carried out by its different researchers, students and collaborators, actively contributing to the fulfillment of different Sustainable Development Goals.

Particularly, this year, CRHIAM led the V Meeting of Students and Postdoctoral Researchers CRHIAM in person, after three online versions due to the COVID-19 pandemic. On this occasion, students and postdoctoral researchers from Antofagasta to Temuco met in Concepción to publicize their research and thesis work.

The objective of this Meeting is to promote the integration between students and researchers of the Center, demonstrating interdisciplinary as a result of collaborative work in the five lines of research of CRHIAM. It also aims to contribute to generating a space for the exchange of knowledge to promote research and its possible transfer. It should be noted that undergraduate, master's, doctoral students and postdoctoral researchers who work on relevant issues to improve the management of water resources within the framework of sustainability participate in it.

In this fifth version, 27 undergraduate works were received, 3 master's works, 2 at the doctoral level and 3 postdoctoral works, presenting in person and orally a total of 27 works distributed on both days of the event, with the which CRHIAM is proud of and thanks all the students and researchers for their excellent work and exhibitions. The Center wishes you success in your future, and we hope that this instance has been beneficial for your professional training and knowledge.

Head of CRHIAM

Instauración Premio “Fernando Concha Arcil”

En el “Quinto Encuentro de Estudiantes e Investigadores Postdoctorales CRHIAM”, realizado el 23 y 24 de mayo de 2023 en la Universidad de Concepción, se entregó por primera vez el Premio “Fernando Concha Arcil” a la mejor presentación del Encuentro, para mantener en el imaginario colectivo de CRHIAM el reconocimiento al Profesor Concha por ser ideador del Centro de Recursos Hídricos en los años 2012-2013, cuando el tema de los recursos hídricos aún no era tan crítico, como lo ha demostrado en años posteriores.

El Doctor Fernando Concha se desempeñó como director del Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y Minería (CRHIAM) entre los años 2013 y 2018. Inició su carrera académica en el entonces Departamento de Ingeniería Metalúrgica Extractiva en 1960, dos años después de obtener el título de Ingeniero Civil Químico de la Universidad de Concepción. Su doctorado es de la Universidad de Minnesota en Estados Unidos. En 2016 le fue otorgado el título honorífico de Profesor Emérito, máximo reconocimiento a la carrera académica que existe en la Universidad de Concepción.

Su productividad científica fue muy destacada -con sus más de 130 publicaciones de corriente principal, proyectos patrocinados por organismos nacionales e internacionales y la obtención de una patente por su invención de un espesador de alta eficiencia- y los reconocimientos de los que ha sido objeto por su trabajo científico: Premio Municipal en Investigación Aplicada de Concepción, en 1987; el prestigioso Premio Antoine Gaudin de la Sociedad de Minas y Metalúrgica, en 1998; y el Premio Alexander Sutulov del Ministerio de Minería de nuestro país en 1999, entre otros. Pero por sobretodo fue un académico que por sus logros ganó la confianza de la industria minera lo que permitió abrir puertas en ese mundo a muchos colegas y jóvenes egresados hasta el día de hoy.

Este sencillo homenaje es una forma de agradecer todo el trabajo y esfuerzo que dedicó en la formación de CRHIAM y, mientras no le olvidemos, se cumplirá la promesa de la vida eterna.

Dirección CRHIAM

Establishment of the "Fernando Concha Arcil" Prize

At the "Fifth Meeting of Students and Postdoctoral Researchers CRHIAM", held on May 23 and 24, 2023 at the Universidad de Concepción, the "Fernando Concha Arcil" Prize was awarded for the first time to the best presentation of the Meeting, to keep in the collective imagination of CRHIAM the recognition of the Professor Concha for being the creator of the Water Resources Center in the years 2012-2013, when the issue of water resources was not yet so critical, as it has shown in later years.

Doctor Fernando Concha served as director of the Water Research Center for Agriculture and Mining (CRHIAM) between 2013 and 2018. He began his academic career in the then Department of Extractive Metallurgical Engineering in 1960, two years after obtaining the degree Chemical Civil Engineer from the Universidad de Concepción. His doctorate is from the University of Minnesota in the United States. In 2016 he was awarded the honorary title of Professor Emeritus, the highest recognition for the academic career that exists at the Universidad de Concepción.

His scientific productivity was very outstanding -with his more than 130 mainstream publications, projects sponsored by national and international organizations and the obtaining of a patent for his invention of a high-efficiency thickener- and the recognitions he has received from his scientific work: Municipal Prize in Applied Research of Concepción, in 1987; the prestigious Antoine Gaudin Prize from the Mining and Metallurgical Society, in 1998; and the Alexander Sutulov Award from the Ministry of Mining of our country in 1999, among others. But above all, he was an academic who, due to his achievements, gained the confidence of the mining industry, which allowed many colleagues and young graduates to open doors in that world to this day.

This simple tribute is a way of thanking all the work and effort he put into the formation of CRHIAM and as long as we don't forget him, the promise of eternal life will be fulfilled.

Head of CRHIAM

Prólogo

Dos intensas jornadas de presentación de trabajos de investigación y charlas magistrales dieron vida al V Encuentro de Estudiantes e Investigadores Postdoctorales CRHIAM, el cual con mucha alegría podemos decir que se realizó de manera presencial, tras tres versiones en modalidad online, a causa de la situación sanitaria por COVID-19.

Esta iniciativa se ha ejecutado desde 2019 por CRHIAM, y se ha consolidado como un espacio que permite acercar la interdisciplina en los diferentes niveles de formación de capital humano (pregrado, postgrado y postdoctorado), liderados por investigadores principales, asociados y adjuntos que conforman el Centro. Así mismo, fortalece el aporte a los diferentes Objetivos de Desarrollo Sostenible, mediante estudios basados en los recursos hídricos, en el marco de las 5 líneas de investigación que sustentan el quehacer del Centro.

Los trabajos presentados abordaron temáticas asociadas a: uso de agua en agricultura y minería, nuevas fuentes de agua, disponibilidad y calidad del agua, tecnologías asociadas al tratamiento de los recursos hídricos, gobernanza, servicios ecosistémicos y sostenibilidad. De esta manera el Centro contribuye al país mediante la formación de capital humano especializado en recursos hídricos a través del desarrollo de la evidencia científica con trabajos de alto nivel, lo cual puede ser utilizado como referencia para la implementación de políticas públicas en torno a la gestión del recurso hídrico.

En estas dos jornadas, 23 y 24 de mayo, participaron integrantes de CRHIAM, quienes oficiaron como evaluadores/as de los diversos trabajos presentados. En esta versión, participaron: Dra. (c) Ana María Leiva, Dra. Valentina Carrillo, Dr. Andrés Ramírez, Dr. Jorge Saavedra, Dra. Fernanda Álvarez, Dra. Lien Rodríguez y Dra. Gladys Vidal.

Aquellas investigaciones destacadas fueron premiadas, recayendo éstas a nivel de pregrado en: Matías Espinoza, Jazmín Veloso, Kimberly Fuentes, Javiera Gutiérrez y Carolina Sepúlveda; nivel de postgrado: Jahir Ramos y postdoctorado: Eduardo Ortega. En tanto, el premio de reconocimiento a la presentación destacada “Fernando Concha Arcil” fue otorgado a Zeinab Morhell en la categoría nivel postgrado (magíster).

Este libro, recopila toda la evidencia científica presentada en este Encuentro y busca contribuir a la difusión del conocimiento relacionado al cuidado y gestión del recurso hídrico. En él encontrarán los resúmenes y graphical abstract de cada uno de los trabajos que fueron recepcionados en la convocatoria para el V Encuentro de Estudiantes e Investigadores Postdoctorales CRHIAM y los registros fotográficos del evento.

Dr. Roberto Urrutia

Prologue

Two intense days of presentation of research papers and master talks gave life to the V Meeting of Students and Postdoctoral Researchers CRHIAM, which with great joy we can say that it was carried out in person, after three versions in online mode, due to the situation health by COVID-19.

This initiative has been carried out since 2019 by CRHIAM, and has been consolidated as a space that allows interdisciplinarity to be brought closer at the different levels of human capital formation (undergraduate, postgraduate and postdoctoral), led by principal researchers, associates and adjuncts that make up the Center. Likewise, it strengthens the contribution to the different Sustainable Development Goals, through studies based on water resources, within the framework of the 5 lines of research that support the work of the Center.

The works presented addressed issues associated with: use of water in agriculture and mining, new sources of water, availability and quality of water, technologies associated with the treatment of water resources, governance, ecosystem services and sustainability. In this way, the Center contributes to the country through the formation of human capital specialized in water resources through the development of scientific evidence with high-level works, which can be used as a reference for the implementation of public policies regarding water management. of the water resource.

In these two days, May 23 and 24, members of CRHIAM participated, who officiated as evaluators of the various works presented. In this version, the following participated: Dr. (c) Ana María Leiva, Dr. Valentina Carrillo, Dr. Andrés Ramírez, Dr. Jorge Saavedra, Dr. Fernanda Álvarez, Dr. Lien Rodríguez and Dr. Gladys Vidal.

Those outstanding investigations were awarded, falling at the undergraduate level to: Matías Espinoza, Jazmín Veloso, Kimberly Fuentes, Javiera Gutiérrez and Carolina Sepúlveda; postgraduate level: Jahir Ramos (master's) and postdoctoral: Eduardo Ortega. Meanwhile, the recognition prize for the outstanding presentation "Fernando Concha Arcil" was awarded to Zeinab Morhell in the postgraduate level (master's) category.

This book compiles all the scientific evidence presented at this Meeting and seeks to contribute to the dissemination of knowledge related to the care and management of water resources. In it you will find the summaries and graphical abstract of each of the works that were received in the call for the V Meeting of Students and Postdoctoral Researchers CRHIAM and the photographic records of the event.

Dr. Roberto Urrutia

CRHIAM Student Affairs Area of Responsibility

Programa General

Quinto Encuentro de Estudiantes e Investigadores Postdoctorales CRHIAM

Primera Jornada

Fecha: 23 de mayo 2023

Medio: Presencial, Auditorio Hilda Cid, Universidad de Concepción.

Horario	Actividades
8:45	Recepción
9:15	Presentación del evento
9:20	Bienvenida (Dr. Roberto Urrutia)
9:30	Charla Inaugural: Dr. René Garreaud, Director (CR) ²
10:15	Fotografía inicial
10:20 – 11:20	Presentaciones orales
11:20	Coffee break
11:35 – 13:50	Presentaciones orales
13:50	Fotografía grupal
14:00	Cocktail
14:30 – 15:45	Presentaciones Orales
15:45	Cierre primera jornada

Programa General

Quinto Encuentro de Estudiantes e Investigadores Postdoctorales CRHIAM

Segunda Jornada

Fecha: 24 de mayo 2023

Medio: Presencial, Auditorio Hilda Cid, Universidad de Concepción.

Horario	Actividades
8:45	Recepción
9:15	Presentación del evento
9:20	Charla Inaugural: Dra. Sofía Valenzuela, Seremi CTCI
10:05	Fotografía inicial
10:10 – 11:10	Presentaciones orales
11:10	Coffee break
11:25 – 13:25	Presentaciones orales
13:25	Cocktail
13:55	Premiación
14:10	Fotografía final y cierre del evento

Resumen Charla Inaugural

PRIMERA JORNADA – 23 de Mayo

“PODEMOS SALVAR AL OSO POLAR EN UN CLIMA CAMBIANTE?: TODOS SOMOS EL OSO”

Dr. René Garreaud, Director Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)²

Resumen: El clima es definido tradicionalmente como el promedio de largo plazo de las variables meteorológicas (temperatura, precipitación, humedad, vientos, entre otras) en una región. El clima es determinado por la circulación atmosférica de gran escala y la geografía; a su vez, el clima define en gran parte los ecosistemas y los emprendimientos humanos que se desarrollan en una región, especialmente las actividades agrícolas y forestales. Formalmente el “largo plazo” corresponde a una ventana de 30 años de duración al interior de la cual puede existir considerable variabilidad interanual (asociada, por ejemplo, al fenómeno de El Niño – Oscilación del Sur) superpuesta en el ciclo medio anual. Cuando se examinan registros atmosféricos prolongados (observados directamente o inferidos de registros ambientales) resulta evidente que el clima también cambia en forma significativa en escalas de tiempo de siglos a cientos de miles de años.

La mayoría de estos cambios climáticos obedecen a factores naturales, incluyendo la inestabilidad interna del sistema atmósfera-océanos-criósfera, cambios en el forzante solar debidos a pequeñas desviaciones en la geometría orbital del planeta, cambios de la composición de la atmósfera debido al volcanismo y otros procesos superficiales, y cambios en la configuración continental del planeta debido a la tectónica de placas. El cambio climático que abordamos en esta presentación corresponde a los cambios del sistema climático debido al incremento de la concentración de gases con efecto invernadero (GEI, gases con gran capacidad de absorber la radiación emitida por la superficie del planeta) como consecuencia directa de la quema de combustible fósiles y otras actividades antropogénicas. La inyección de estos GEI, especialmente el dióxido de carbono (CO_2), comenzó a ser significativa a mediados del siglo XIX debido al proceso de industrialización. En la actualidad, la concentración promedio de CO_2 alcanza unas 360 partes por millón (ppm), un 30% por encima del valor preindustrial de 280 ppm. Evidencias paleo-ambientales indican que la concentración de CO_2 se mantuvo muy cercana a los 280 ppm durante los últimos 700.000 años. La tasa actual de aumento del CO_2 en la atmósfera es pronunciada, y se proyecta que dentro de las próximas dos décadas se duplicara el valor preindustrial.

• Los elementos claves en formación sobre Cambio Climático son: a) No todo es cambio climático (variabilidad y factores antrópicos); b) Cambio climático: Problema físico o socio-económico?; c) Problema grave de escala global e impacto regional; d) Cambio climático está ocurriendo...y continuará; e) Lo anterior requiere *buena* adaptación; f) El cambio climático es un problema tratable pero requiere *buena* mitigación (local, gran escala, nuevas soluciones, como las Soluciones Basadas en la Naturaleza - SBN, entre otras) y por último g) No bastan las buenas intenciones, es tiempo de actuar.

Charla Inaugural

PRIMERA JORNADA – 23 de Mayo

“PODEMOS SALVAR AL OSO POLAR EN UN CLIMA CAMBIANTE?: TODOS SOMOS EL OSO”

Dr. René Garreaud, Director Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)²



Resúmenes Orales

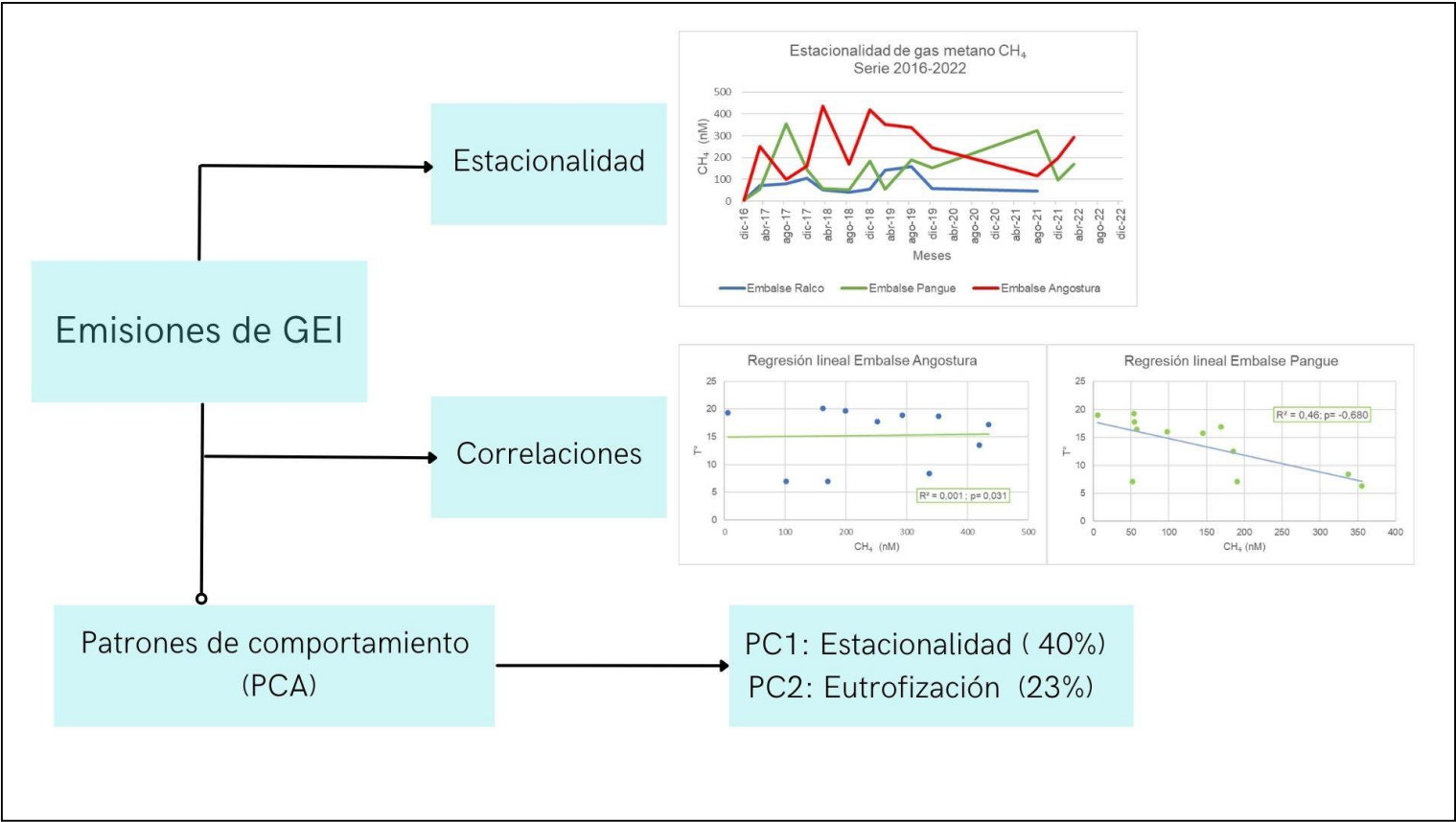
PRIMERA JORNADA – 23 de Mayo

Generación de gases efecto invernadero: Dióxido de carbono y metano en embalses de uso hidroeléctrico en Chile central

Autores: Carlos Campos, Marcela Cornejo, María Elisa Díaz, Mariela Yévenes y Ricardo Figueroa.

Resumen: Desde la antigüedad, la humanidad ha establecido las bases de sus civilizaciones en proximidad de zonas costeras y adyacente a ríos o lagos para proveer sus diversas necesidades. A medida que la población aumenta las necesidades crecen y también lo hacen las presiones sobre los recursos naturales. Las actividades industriales, agrícolas e hidro-energéticas han crecido a tal punto, que los ríos son considerados uno de los ecosistemas más intervenidos por la actividad humana, generando diversos impactos y conflictos socioambientales asociados a pérdida de servicios ecosistémicos y baja gobernanza. En ese contexto, los ecosistemas fluviales bien conservados son determinantes para el equilibrio de las comunidades biológicas, la integridad de las cadenas tróficas y la conservación de los servicios ecosistémicos y los cambios en su estructura determinan cambios funcionales relevantes. El presente estudio analiza las concentraciones de gases efecto invernadero (GEI) en embalses de uso hidroeléctrico de un ecosistema templado, operativos en el cauce del río Biobío (VIII Región, Chile) y para un periodo de 7 años (2016-2022). Se identifican patrones y relaciones entre los GEI y variables indicadoras de calidad de agua como: Nitrógeno total, fósforo total, pH, T°, fosfatos, nitratos y nitritos. Se observaron respuestas estacionales y correlaciones significativas entre NO_3 y NT con CO_2 y CH_4 . Esta información es única para embalses de latitudes templadas y confirma que también son fuentes emisoras de GEI, como se ha observado en ambientes tropicales y boreales.

Resumen Gráfico

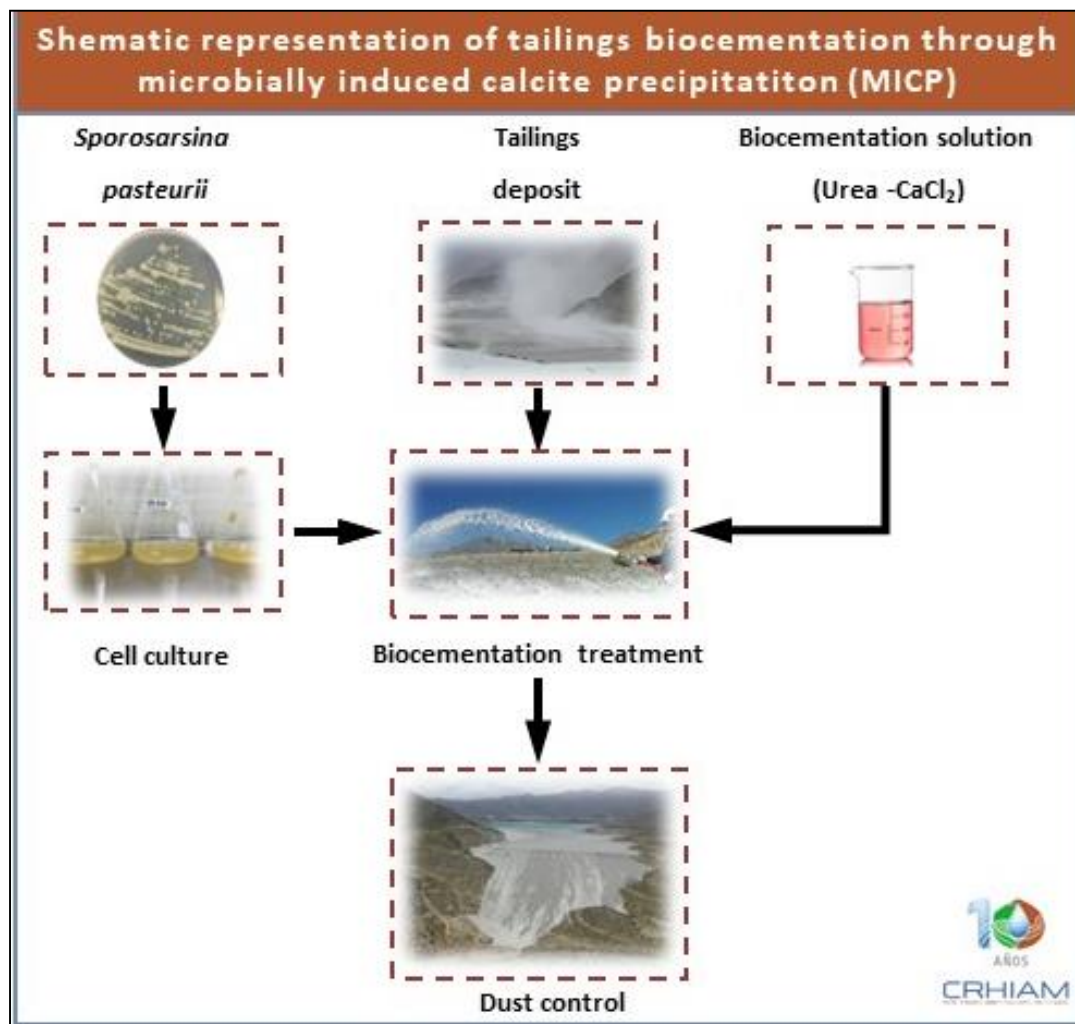


Estudio de la estabilidad de los relaves mineros biocementados mediante proceso de precipitación de calcita inducida por microorganismos

Autores: Héctor Zúñiga, Lorena Jorquera, Mariella Rivas y David Jeison.

Resumen: Para los países ricos en minerales, la industria minera puede representar la principal fuente de generación de riqueza. Sin embargo, el procesamiento de minerales involucra una serie de impactos ambientales, principalmente vinculados con la generación y gestión de los depósitos de residuos. Particularmente, la contaminación del aire por emisiones de polvo desde los depósitos produce daños a ecosistemas locales y efectos negativos para la salud de las personas. El proceso MICP puede ser una alternativa interesante para controlar las emisiones de polvo. Los precipitados de calcita producidos biológicamente, inducen un efecto biocementante sobre el material tratado, que aumenta la resistencia a la erosión por el viento. Sin embargo, uno de los desafíos más relevantes para aplicar MICP en relaves, es la estabilidad de los precipitados, que pueden ser vulnerables a las condiciones ambientales y el tiempo. Este estudio tenía como objetivo evaluar la estabilidad geoquímica del relave biocementado. En una primera etapa, se realizaron una serie de ensayos con el fin de evaluar el efecto de las condiciones ambientales. Las muestras de relaves biocementadas se sometieron a una etapa de riego-secado (W-D) para simular el efecto de la exposición a la lluvia. Una segunda fase se dedicó a determinar el efecto del tiempo y de las condiciones de humedad ambiental. Las muestras de relaves biocementadas se almacenaron durante un periodo de 2-6 meses en diferentes condiciones de humedad relativa. Los resultados muestran que se produce una capa de superficial en el relave biocementado que alcanza un contenido de CaCO_3 del orden del 3%, y que la emisión de polvo fue escasa o nula. Además, los resultados sugieren que el efecto de acidificación debidos a la liberación de amonio o a la lluvia ácida no sería relevante para la estabilidad química y mecánica a lo largo del tiempo. Por lo tanto, esta investigación sugiere que los relaves ofrecen un entorno prometedor para la aplicación de MICP en el control de polvo.

Resumen Gráfico

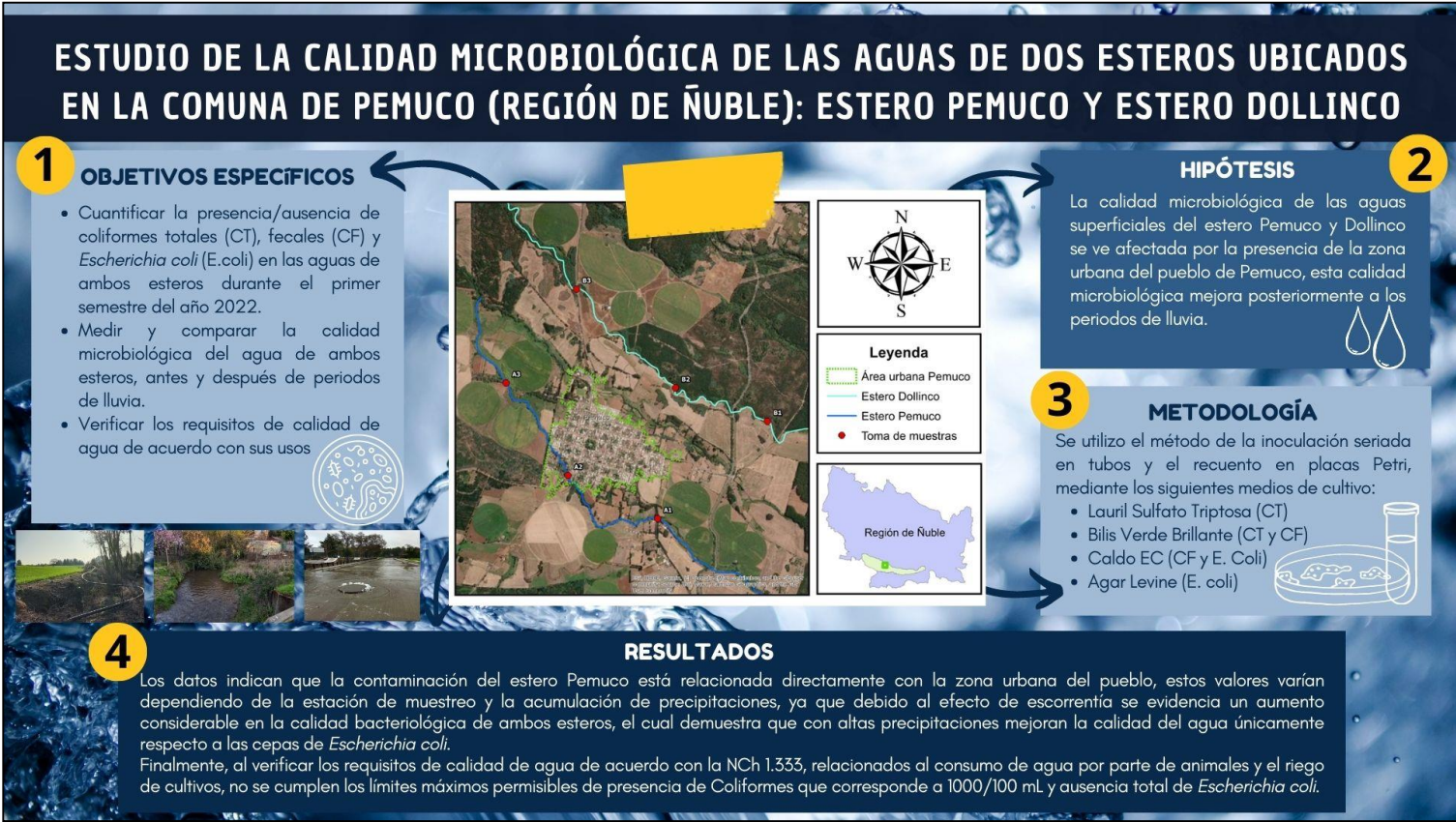


Estudio de la calidad microbiológica de las aguas de dos esteros ubicados en la comuna de Pemuco (Región de Ñuble): Estero Pemuco y Estero Dollinco

Autores: Yhoely Fariña Martínez, José Luis Arumí Ribera y Pedro Aqueveque Muñoz.

Resumen: Se cuantificó y comparó la presencia de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* en las aguas de dos esteros ubicados en la comuna de Pemuco, utilizando el método de la inoculación seriada en tubos y el recuento en placa. Por otro lado, se contrastó el efecto de las precipitaciones sobre la calidad microbiológica de las mismas. Al analizar los resultados se obtuvo que el estero Dollinco que pasa por la zona rural del pueblo contiene una menor carga microbiológica respecto al estero Pemuco que cruza por la zona urbana, con relación a los datos antes y después del primer periodo de lluvia se evidencia un aumento de la contaminación de los grupos de coliformes debido al efecto de la escorrentía, posteriormente con la acumulación de lluvia disminuye la carga de *E. coli*. Se determinó que el agua no es apta para uso agrícola y representa un riesgo para la salud de la población.

Resumen Gráfico

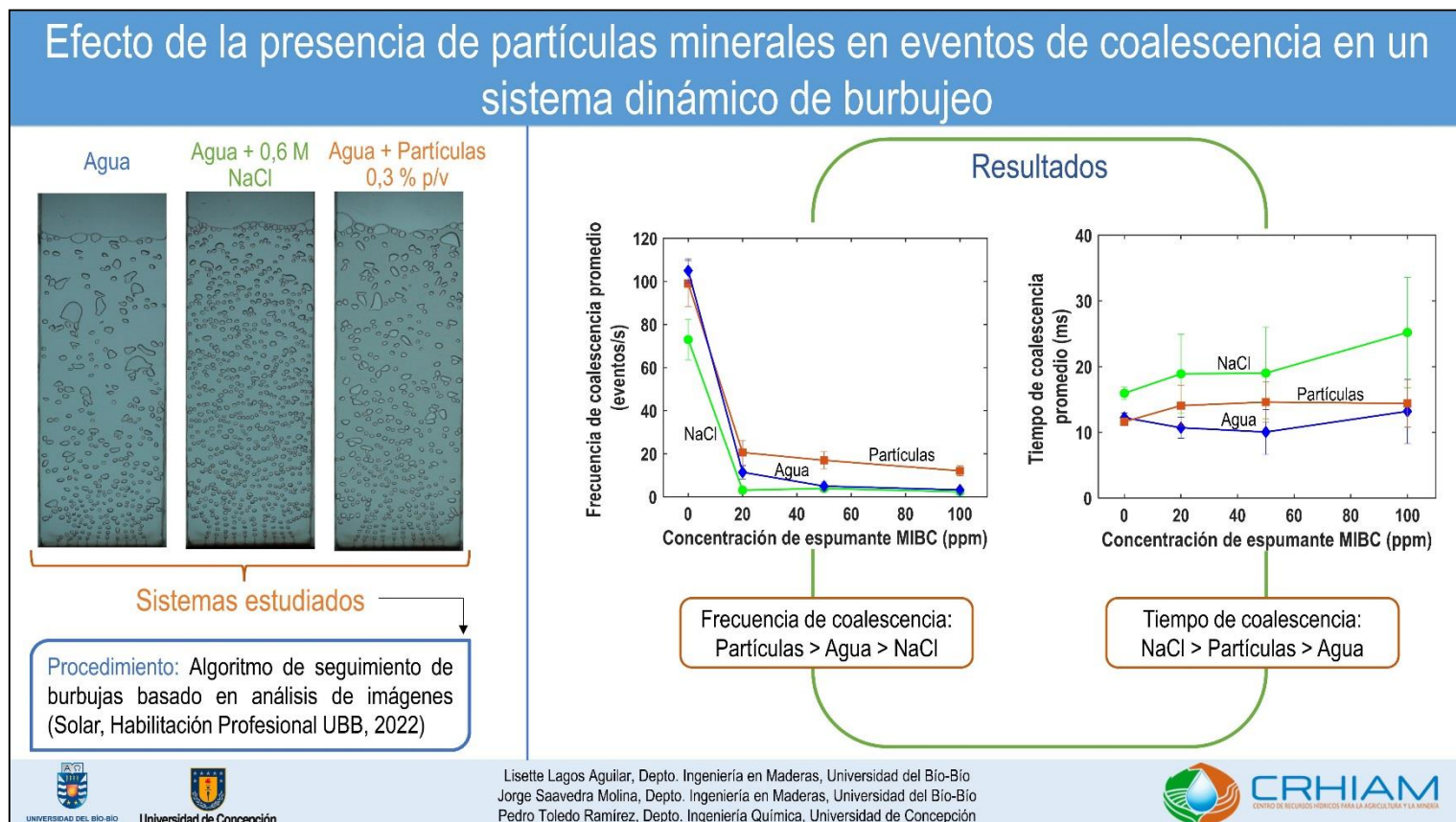


Efecto de la presencia de partículas minerales en eventos de coalescencia en un sistema dinámico de burbujeo

Autores: Lisette A. Lagos, Jorge H. Saavedra y Pedro G. Toledo.

Resumen: La flotación es un proceso de separación fisicoquímico que aprovecha la diferencia de hidrofobicidad de las partículas minerales para recolectar el mineral valioso mediante burbujas de aire. El tamaño de las burbujas queda determinado por la acción de reactivos de especialidad, como los espumantes, capaces de inhibir el fenómeno de coalescencia. Dicho fenómeno y comportamiento de burbujas son elementos que aún no se comprenden en su totalidad y que han sido investigados por numerosos autores, no obstante, muy poco se ha incursionado sobre el efecto que genera la presencia de partículas minerales en la coalescencia de burbujas. El objetivo de este trabajo consiste en encontrar los parámetros de luminosidad, flujo de aire y condiciones de filmación para obtener videos a alta velocidad de una celda dinámica de burbujeo para soluciones acuosas en presencia de partículas minerales, además de usar un algoritmo de seguimiento y análisis de burbujas, desarrollado en nuestro grupo de investigación. Para esto se estudian tres soluciones diferentes: agua desmineralizada, agua desmineralizada con 0,6 M de NaCl y agua desmineralizada con 0,3 % de partículas minerales. Del análisis de estas soluciones se obtienen resultados como frecuencia de coalescencia, tiempos de coalescencia y tamaño de burbujas. Los resultados muestran que una correcta configuración de luminosidad, condiciones de filmación y flujo de aire son importantes para identificar los contornos de burbujas mediante el código computacional, el cual demostró ser válido para trabajar con bajas concentraciones de partículas minerales. Los resultados de frecuencia de coalescencia en ausencia de MIBC indican que la presencia de partículas minerales disminuye en 5,7 % la frecuencia de eventos respecto a los resultados de agua desmineralizada, lo que difiere con lo sucedido en soluciones con MIBC, donde la presencia de partículas tiende a aumentar la frecuencia de coalescencia en al menos un 40 % respecto a los resultados de agua desmineralizada. Respecto a los tiempos de coalescencia en soluciones con MIBC, la presencia de partículas minerales presenta valores por sobre los presentes en agua desmineralizada mientras que los tamaños de burbuja presentan resultados similares.

Resumen Gráfico



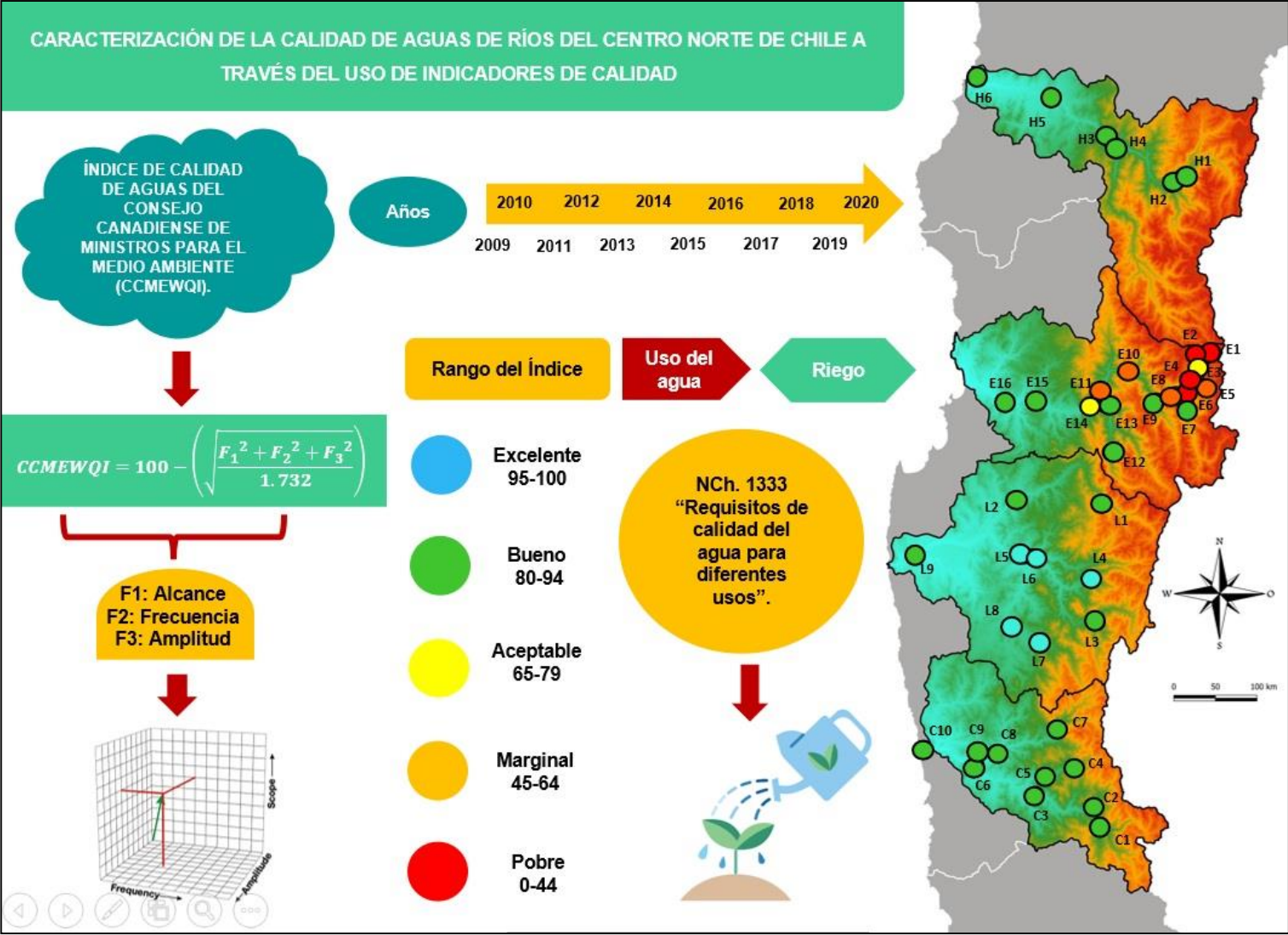
Línea de Investigación 2: Nuevas fuentes de agua para la agricultura, la minería y las comunidades.

Caracterización de la calidad de aguas de ríos del centro norte de Chile a través del uso de indicadores de calidad

Autores: Sara Vargas Villalobos y Ricardo Oyarzún Lucero.

Resumen: Este trabajo realizó una actualización de la memoria de Lesly Espejo desarrollada en el año 2010, sobre la calidad de aguas en las cuencas de los ríos Huasco, Elqui, Limarí y Choapa. El objetivo de esta memoria, fue evaluar la calidad de aguas de los ríos mencionados a partir de la Nch. 1333 “Requisitos de calidad del agua para diferentes usos” y con la aplicación del Índice de Calidad de Aguas desarrollado por el Consejo Canadiense de Ministros para el Medio Ambiente (CCMEWQI). Para ello, se evaluaron catorce parámetros físico-químicos de calidad del agua y se calculó un Índice de Calidad de Aguas (ICA) por año evaluado en cada una de las cuencas. Los valores del índice van desde 0 (peor calidad) a 100 (mejor calidad). En este trabajo se obtuvieron valores desde 20 (E2 - Río Malo después de faena minera El Indio- Cuenca del Río Elqui) hasta 93 (E9 - Río Incaguaz antes junta Río Turbio – Cuenca del Río Elqui). En términos generales, fue posible visualizar el deterioro en la calidad del agua para riego en las cuencas de interés. Sin embargo, la disminución de los índices fue gradual y acorde con los problemas actuales del agua. La aplicación de este y otros ICAs se presenta como herramienta fundamental para evaluar la calidad de aguas y permitir a los responsables tomar decisiones.

Resumen Gráfico



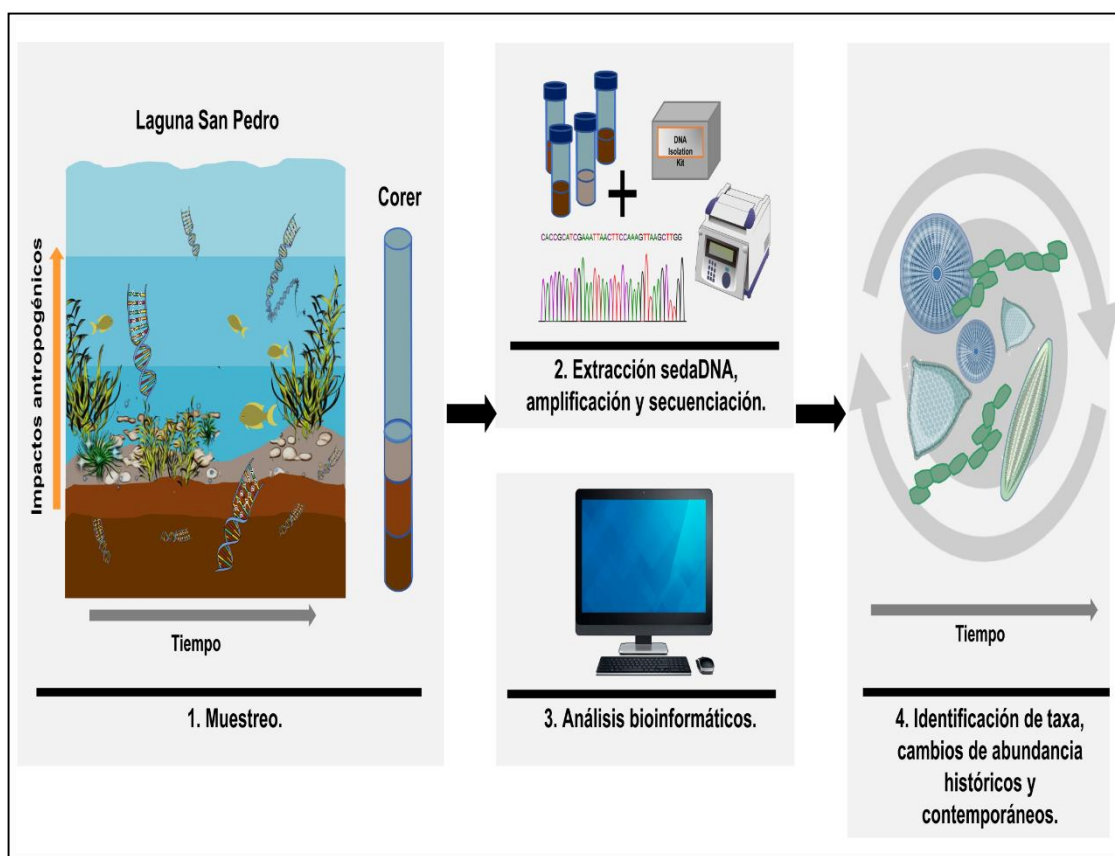
Línea de Investigación 3: Disponibilidad y calidad del agua para la agricultura y la minería ante el cambio climático.

Impacto antropogénico en las comunidades fitoplanctónicas históricas en un período de mil años en un lago urbano eutrófico

Autores: Valenzuela-Aguayo, F. V., Olivares, R., Alvarez, D. y Urrutia, R.

Resumen: Durante el último milenio, las comunidades biológicas de los lagos y lagunas se han visto afectadas por el aumento en la población humana y la urbanización de sus bordes, resultando en la eutroficación del cuerpo de agua y, por lo tanto, en cambios y/o pérdidas de su biodiversidad. Para poder analizar los cambios bióticos pasados y contemporáneos, el uso de ADN sedimentario (sedaDNA) ha surgido como una técnica alternativa y/o complementaria a la paleolimnología tradicional, ya que los sedimentos lacustres son capaces de preservar el ADN de los organismos que habitaban la zona, pudiéndose utilizar eficazmente como indicador paleolimnológico. Este trabajo tiene como objetivo principal reconstruir la producción primaria (basado en diatomeas y cianobacterias) durante los últimos 1000 años utilizando sedaDNA de un lago costero de Chile, Laguna Grande de San Pedro, cuyas condiciones naturales se han visto deterioradas por el crecimiento constante de la comuna que lo circunda. Para esto, un duplicado de core de sedimento fue tomado de la laguna y submuestreado, cada 0.5 cm de profundidad. Las submuestras fueron almacenadas a -80°C hasta los análisis moleculares. La extracción de ADN fue realizada específicamente en los centímetros asociados a períodos de cambios de temperatura importantes en el Holoceno. El ADN extraído fue cuantificado y concentrado. Las muestras fueron conservadas hasta la secuenciación NGS. Otra parte de las submuestras fueron utilizadas para la determinación de materia orgánica por LOI 550 y modelado de la edad del sedimento. Nuestros resultados indican que las edades obtenidas mantienen un orden estratigráfico a lo largo del perfil del corer, cubriendo los últimos 900 años dentro de los primeros 32 cm. Los resultados de las concentraciones demuestran una relación inversamente proporcional entre la profundidad del centímetro extraído y la concentración de ADN. Posterior a la secuenciación por NGS, esperamos identificar y determinar la abundancia de comunidades de cianobacterias y diatomeas, lo que permitiría rastrear cambios históricos en el estado trófico de la laguna, agregando información sobre los cambios de las comunidades y la sensibilidad específica de estos grupos taxonómicos a las modificaciones antropogénicas a través del uso de sedaDNA como proxy.

Resumen Gráfico



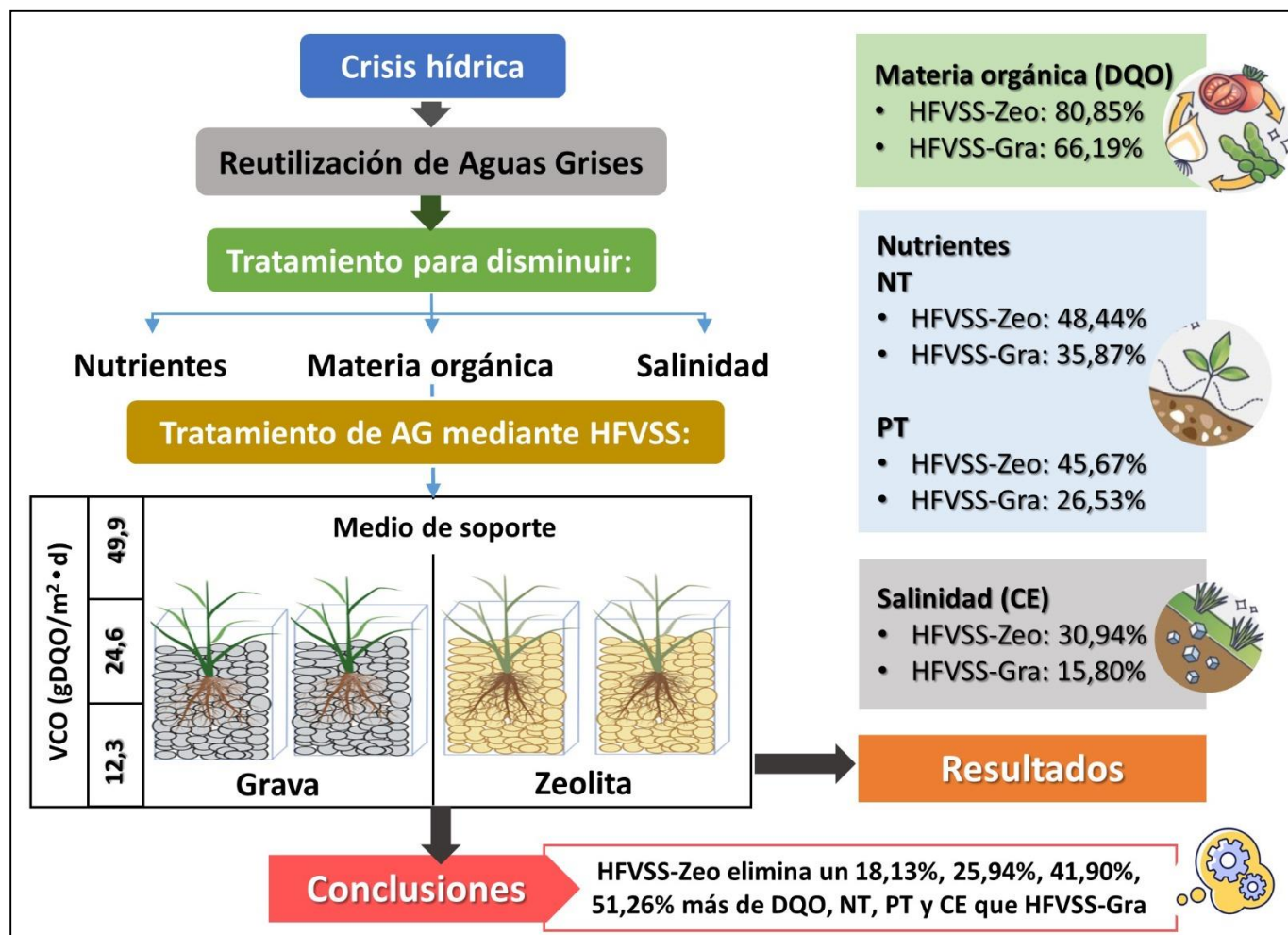
Línea de Investigación 3: Disponibilidad y calidad del agua para la agricultura y la minería ante el cambio climático.
Línea de Investigación 5: Gobernanza del agua, servicios ecosistémicos y sostenibilidad.

Evaluación del comportamiento de materia orgánica y salinidad en aguas grises tratadas mediante humedales construidos de flujo vertical subsuperficial

Autores: Javiera Francisca Gutiérrez Henríquez y Gladys Vidal.

Resumen: En Chile, se proyecta una disminución en las precipitaciones de hasta un 35% y 40% en la zona centro y sur respectivamente, por lo que la búsqueda de nuevas tecnologías para contrarrestar la crisis hídrica es fundamental, descartando la reutilización de las grises (AG). Un método basado en la naturaleza de tratamiento de AG es a través de Humedales Construidos (HC). Los Humedales de Flujo vertical subsuperficial (HFVSS), presentan mayores eficiencias de eliminación de materia orgánica, nutrientes y conductividad eléctrica (CE). El medio de soporte en HC es fundamental, estudios en aguas residuales demuestran mayores eficiencias de eliminación de materia orgánica, nutrientes y salinidad utilizando soporte de zeolita por sobre la grava. El objetivo de este estudio es la caracterización de AG y evaluar la eficiencia de eliminación de materia orgánica (MO), nutrientes y salinidad debido al tratamiento por HFVSS utilizando zeolita y grava como soporte, pensando en su futura reutilización. Para esto, se utilizaron cuatro HFVSS, dos con soporte de zeolita y dos de grava. Los reactores se operaron en tres fases, cuya estrategia de operación fue aumentar la velocidad de carga orgánica (VCO) y disminuir el tiempo de retención hidráulico (THR). Las eficiencias de eliminación, tanto para los HFVSS-Zeo con medios de soporte de zeolita y grava, fueron de: de 88,85% y 66,19%, 48,44% y 35,87%, 45,67% y 26,53% y 30,94% y 15,80% para DQO, NT, PT y CE. Los HFVSS eliminaron un 18,13%, 25,94%, 41,90% y 51,26% más que HFVSS-Gra en los parámetros antes establecidos. De esta forma, queda en evidencia que los HFVSS con zeolita como medio de soporte, presentan mayores eficiencias de eliminación que los que utilizaron grava. Siendo una alternativa viable, principalmente para la eliminación de salinidad en las AG.

Resumen Gráfico

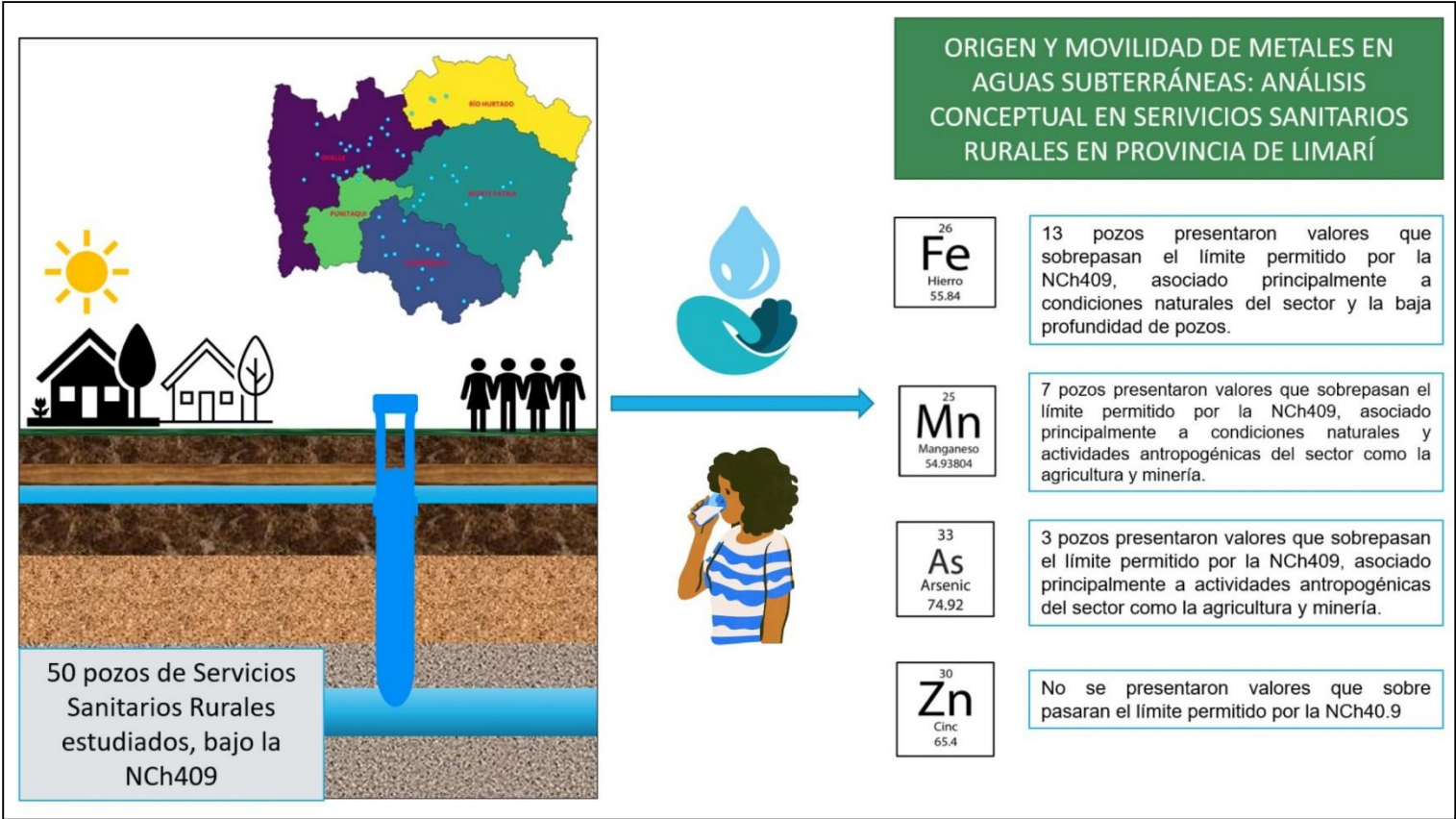


Origen y movilidad de metales en aguas subterráneas: análisis conceptual en servicios sanitarios rurales en provincia de Limarí

Autores: Camila Arlette Cerda Vega y Ricardo Oyarzún Lucero.

Resumen: Esta investigación plantea un estudio de análisis conceptual de la presencia y movilidad de metales y metaloides en aguas subterráneas, con especial énfasis en consumo humano, en la Provincia de Limarí. Se identifican los factores relevantes que influyen dentro de este transporte de elementos, en donde se abarca geología, hidrogeología, procesos de oxidación-reducción, solubilidad y potencial iónico de los distintos componentes. Para llevar a cabo el análisis, se utilizarán los datos dados por la SEREMI de Salud, institución encargada del monitoreo de los servicios sanitarios rurales (SSR) en donde se contemplan datos desde el 2016 a la fecha, se determinan que los componentes más críticos son As, Fe, Zn y Mn. Se complementará dicha información, con análisis de literatura que puedan relacionar los factores naturales y antrópicos, sobre la presencia actual de los constituyentes seleccionados en las aguas subterráneas para el consumo humano. El hierro y el manganeso son los elementos que más se presentan dentro de la Provincia, principalmente por factores naturales. Mientras que el arsénico se presenta en menor cantidad por causas antropogénicas y el zinc no está presente en valores que sobrepasan el límite por la NCh409.

Resumen Gráfico

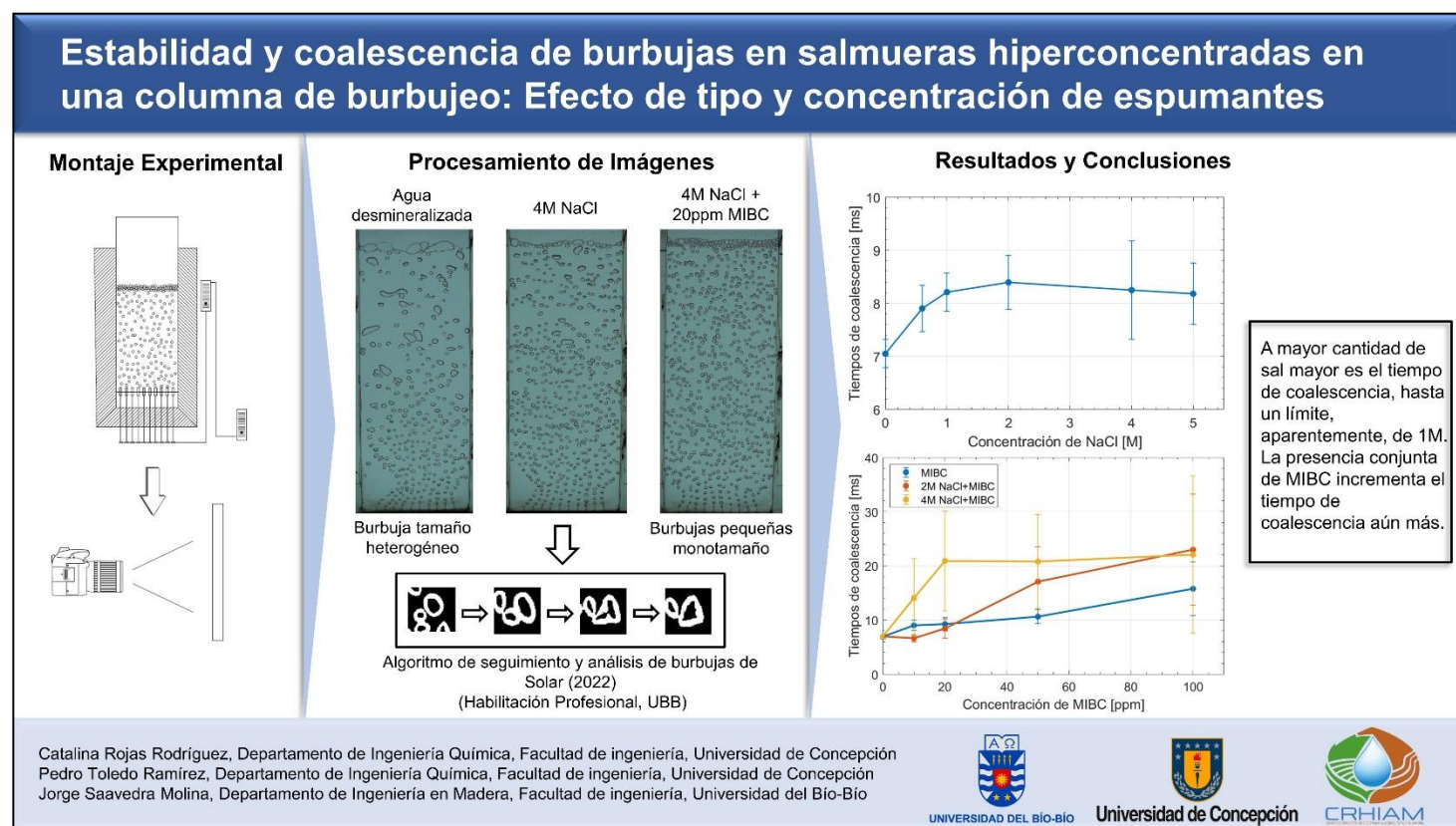


Estabilidad y coalescencia de burbujas en salmueras hiperconcentradas en una columna de burbujeo: Efecto del espumante MIBC

Autores: Catalina Rojas, Pedro G. Toledo y Jorge H. Saavedra.

Resumen: La escasez de agua obliga a la industria minera a utilizar agua salada o parcialmente desalada, lo que provoca cambios en los procesos de flotación de minerales. En particular, las sales afectan los tamaños de burbujas, la altura de la espuma y el rendimiento del proceso. Por esta razón, se llevó a cabo un estudio para analizar el comportamiento de burbujas en soluciones acuosas en altas concentraciones de NaCl con el espumante MIBC. Para ello, se realizaron cuatro tipos de experimentos: a) Agua desmineralizada; b) Solución acuosa de NaCl a 0.6 M, 1 M, 2 M, 4 M y 5 M; c) Solución acuosa de MIBC a 10, 20, 50, 100 ppm; d) Mezcla de MIBC en altas concentraciones de NaCl, se mezcló 2 M y 4 M de NaCl con las concentraciones de 10, 20, 50, 100 ppm de MIBC. Los experimentos se llevaron a cabo en una columna de burbujeo y se capturaron videos que fueron analizados mediante un software desarrollado en nuestro grupo de investigación. Los resultados indicaron que el NaCl tiene una concentración crítica de coalescencia de 2 M, lo que produce un efecto similar al obtenido con 10 ppm de MIBC. Además, se observó que la mezcla de 4 M de NaCl mejora el efecto del MIBC, y que los tiempos de coalescencia pasan a ser el doble solo al usar una concentración de 20 ppm de MIBC. En conclusión, los resultados del estudio indican que la estabilidad de las burbujas mejora al utilizar una solución acuosa de NaCl a alta concentración en presencia de MIBC como espumante, en comparación con el uso exclusivo de MIBC. Sin embargo, se observa que el aumento de concentración de NaCl en presencia de MIBC aumenta el rango de tiempo en que ocurre la coalescencia. En general, este estudio puede ser útil para comprender mejor los efectos de las sales en los procesos de flotación de minerales en la industria minera.

Resumen Gráfico



Línea de Investigación 2: Nuevas fuentes de agua para la agricultura, la minería y las comunidades.

Estudio del efecto de las modificaciones operacionales de sinterización en la evolución de fases cristalinas y amorfas de las espumas cerámicas elaboradas a partir de relaves mineros

Autores: Blanca Becerra León y Lina Uribe Vélez.

Resumen: En el presente estudio se evaluó el efecto de las variaciones operacionales de sinterización sobre las propiedades y evolución de las fases cristalinas de las espumas cerámicas elaboradas a partir de un relave minero. Para el desarrollo de la investigación, se elaboraron un total de 14 muestras cada una de ellas por triplicado, empleando como materia prima principal relave, silicato de sodio (Na_2SiO_3) como agente espumante en concentraciones de 12 y 16%, carbonato de sodio (Na_2CO_3) y cal (CaO), utilizados como agente fundente. Adicionalmente, se evaluó el efecto que producía la presencia de agente espumante dentro de las propiedades y fases cristalinas de las muestras. Para ello se elaboraron siete muestras adicionales utilizando la misma materia prima y reactivos ya mencionados, pero sin la presencia del agente espumante. Las muestras fueron sinterizadas a diferentes tiempos y temperaturas. La temperatura fue variada comenzando en los 850°C hasta llegar a los 880°C empleando un incremento de 10°C por prueba, a un tiempo fijo de 45 minutos. Para el caso del tiempo de sinterización, se evaluó un tiempo entre 30 y 45 minutos. A partir de los resultados obtenidos se evidenció que las variaciones de temperatura generaron cambios más abruptos en cada una de las propiedades estudiadas. Sin embargo, fue posible establecer que las mejores condiciones de sinterización empleadas fueron aquellas en las cuales se empleó una temperatura de 860°C , concentración de espumante del 16% y tiempos de 40 y 45 minutos debido a que bajo estas condiciones las muestras desarrollaron excelentes características tales como una alta resistencia mecánica con valores correspondientes a 3.55 MPa y 2.28 MPa, respectivamente, lo que se deriva principalmente, de las fases cristalinas formadas a esta temperatura, las cuales corresponden mayoritariamente a cuarzo y combeite, las que también permitieron generar una estructura uniforme y distribución homogénea de poros, además de una elevada porosidad, la cual contribuyó a generar una menor densidad.

Resumen Gráfico

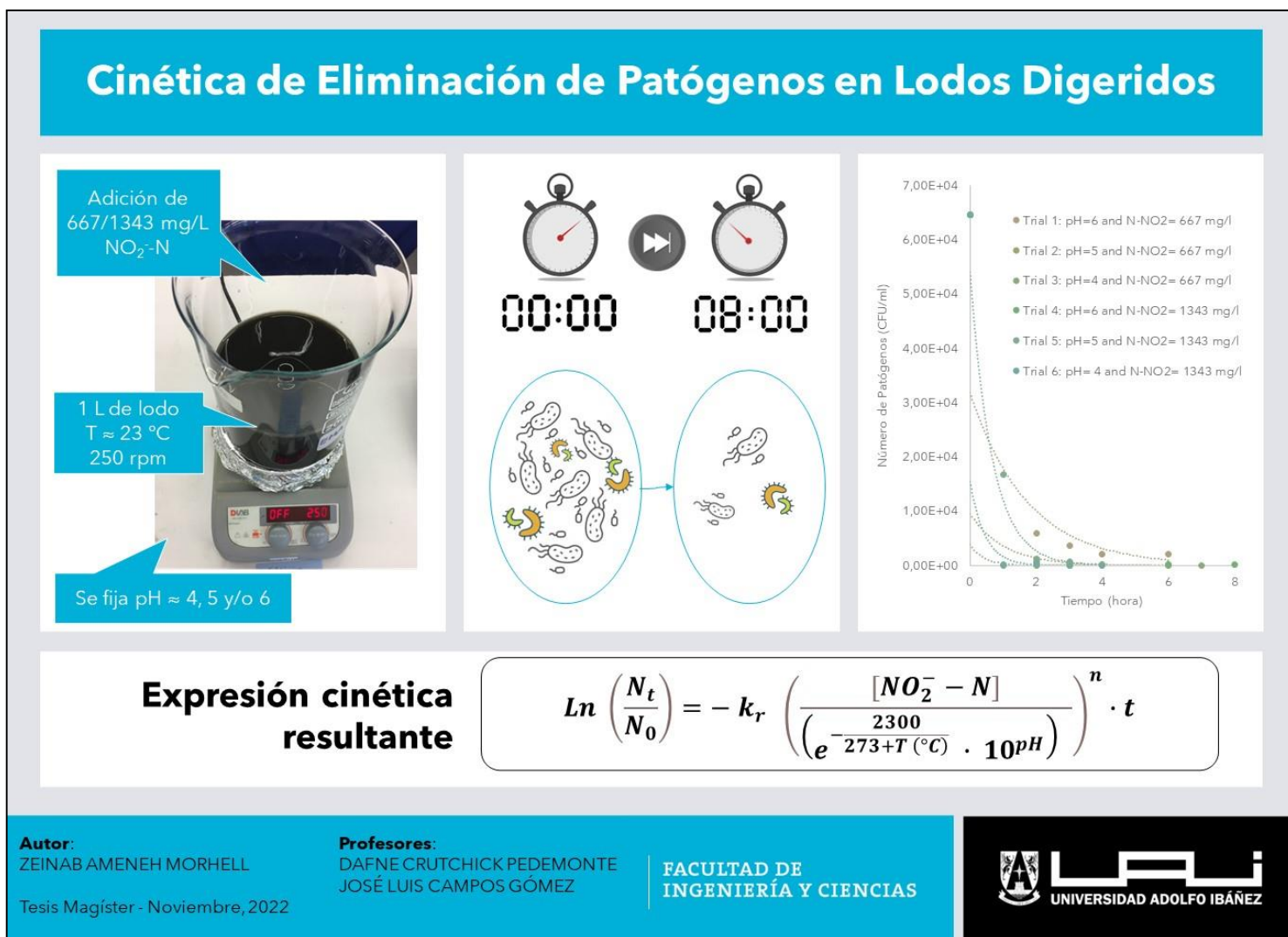


Cinética de eliminación de patógenos en lodos digeridos

Autores: Zeinab Ameneh Morhell, Dafne Crutchik Pedemonte y José Luis Campos.

Resumen: Este estudio se basó en el tratamiento de un lodo de depuradora que se genera como subproducto del proceso de tratamiento de las aguas residuales. Se estudió la eliminación de patógenos comúnmente presentes en los lodos (Coliformes Totales) cuando éstos entran en contacto con el ácido nitroso libre (FNA), el que se genera naturalmente dentro de un proceso de Nitrificación Parical/Anammox (PN/A). Durante la experimentación se ha simulado en una muestra de lodo digerido las concentraciones de ácido nitroso y los valores de pH que se obtendrían a la salida de un proceso PN/A. Los resultados mostraron que la descomposición de los Coliformes Totales es efectiva cuando se exponen a dosis de concentraciones iniciales de 667 mg/L y 1343 mg/L de ácido nitroso, por tiempos de exposición entre 0 a 4 horas. Asimismo, se encontró que el efecto del FNA fue más importante durante las primeras 2-4 horas de exposición, indicando que la concentración del FNA es más relevante dentro de ese tiempo. Por otro lado, se encontró que cuanto más bajo era el pH, más eficiente era la eliminación. Asimismo, al medir la cantidad de Coliformes Totales presentes en el lodo para cada prueba, se encontró que estos cumplen con los requisitos establecidos por la normativa chilena para el posterior uso del lodo en suelos agrícolas o en áreas verdes. Por último, se encontró la ecuación de la cinética de remoción de los patógenos en el tiempo, bajo el efecto del ácido nitroso. A partir de esta expresión, la se determinó el valor de los parámetros cinético (tasa de desinfección o coeficiente de letalidad) “ k_r ” y del exponente de la reacción “ n ”. Asimismo, se incluyeron los límites operacionales recomendados.

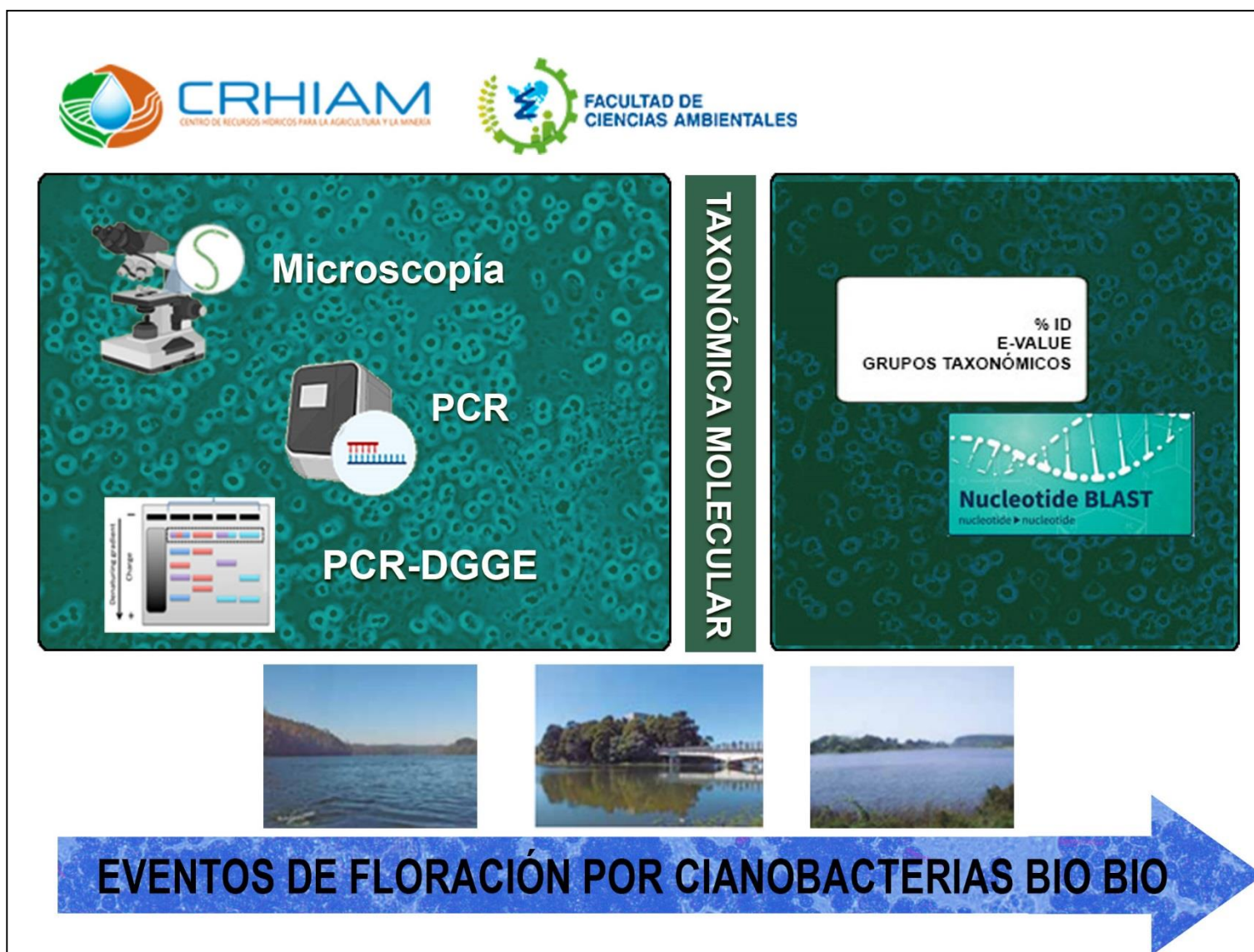
Resumen Gráfico



Autores: Matías Campos Garagay y Roberto Urrutia Pérez.

Resumen: Las cianobacterias son bacterias gramnegativas fotosintéticas que se encuentran ampliamente distribuidas en el planeta y que son de relevancia sanitaria para el análisis de cuerpos de aguas continentales que alimentan las redes de suministro de agua dado que frente a cambios en el medio ambiente pueden reproducirse desproporcionadamente provocando floraciones por cianobacterias (cianoFAN) con o sin producción de toxinas como por ej. microcistinas. El cambio climático ha provocado un aumento de los eventos de cianoFAN. Por tanto, existe la necesidad de identificar las especies responsables de detonar floraciones y/o sintetizar toxinas de manera rápida y efectiva. En efecto, como laboratorio creemos que el uso de métodos analíticos sumado a microscopía óptica tiene limitaciones para entender y predecir los eventos de floración. Por ello, a través de esta tesis se busca realizar una caracterización de cada uno de los microorganismos presentes en tres eventos de floraciones ocurridos en la región del Biobío. Como objetivo general se hizo uso de la técnica de PCR acoplada a DGGE y secuenciación de manera de obtener una caracterización precisa acerca de los microorganismos involucrados en el evento de cianoFAN; de tal manera de relacionar su presencia con los hallazgos obtenidos desde métodos analíticos y microscopía óptica en dependencias del laboratorio de ficología y microbiología ambiental.

Resumen Gráfico

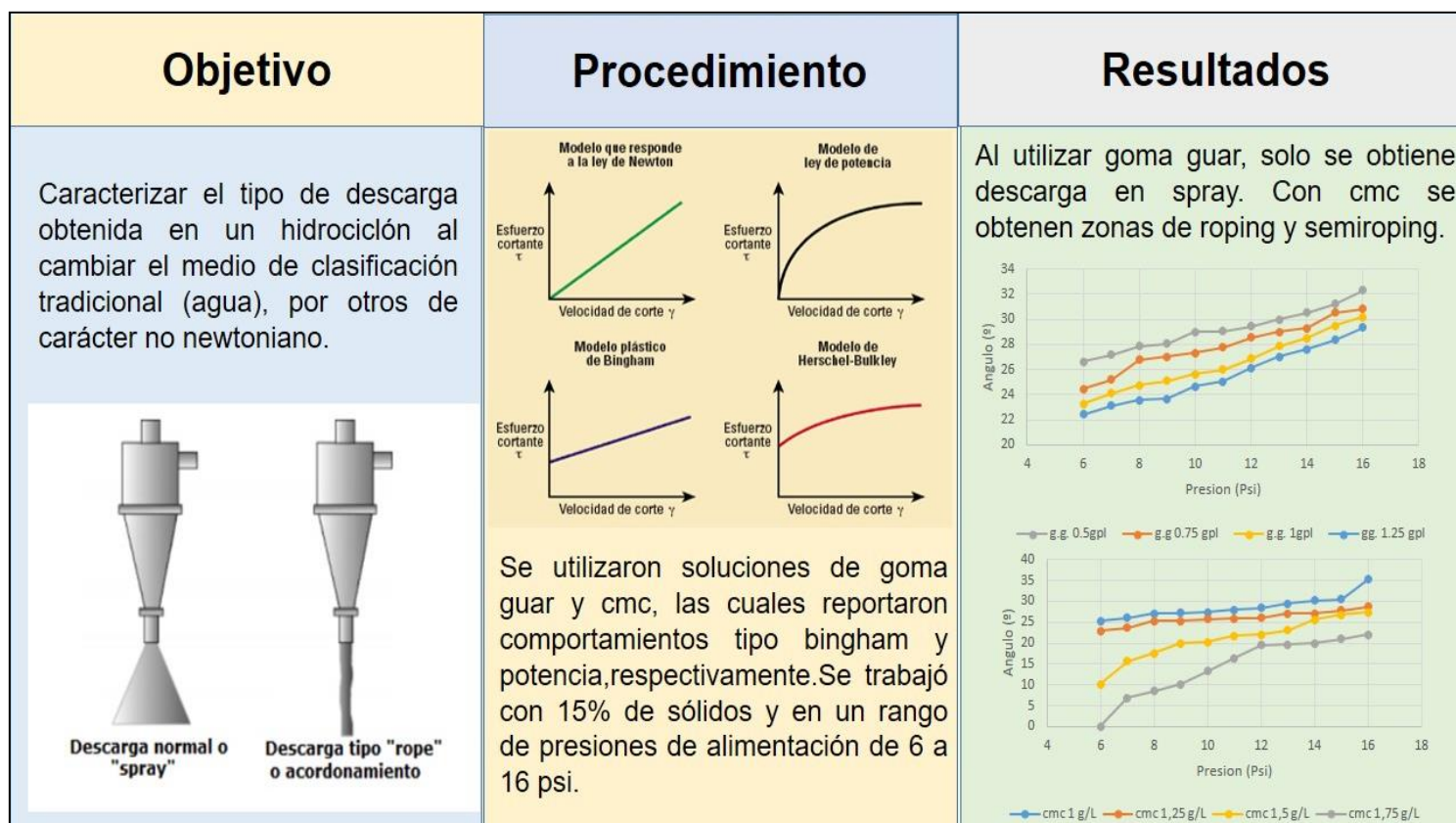


Influencia de la reología de los fluidos en el comportamiento de los hidrociclones

Autores: Daniel Reyes Pasmio y Fernando Betancourt Cerda.

Resumen: El principal objetivo de la presente investigación fue caracterizar el tipo de descarga obtenida en un hidrociclón al cambiar el medio de clasificación tradicional (agua), por otros de carácter no newtoniano, en particular en este trabajo, soluciones de goma guar y cmc, las cuales reportaron comportamiento tipo bingham y potencia respectivamente. Otros objetivos secundarios fueron caracterizar parámetros de la descarga tales como porcentaje de sólidos, flujo de sólidos, bajo las mismas condiciones no newtonianas y comparar dichos parámetros con la situación base en que se trabaja con agua como medio de clasificación. Todas las pruebas de clasificación se realizaron en un rango de presión de alimentación de 6 a 16 psi, limitado principalmente por el sistema de bombeo disponible. Los ensayos con soluciones de goma guar reportaron ángulos de descarga fluctuando entre 20 y 32 grados para todo el rango de presiones con el que se trabajó, para razones du/do superiores a 0.2, por lo que el tipo de descarga fue siempre spray en estas condiciones, independientemente de la concentración de goma guar aplicada. Las pruebas realizadas con cmc, reportaron un rango de ángulos de descarga más variado, fluctuando entre 0 y 35 grados, reportándose a una razón du/do de 0.25 y presiones bajas, zonas de roping y semiroping. Por otra parte, el porcentaje de sólidos en la descarga tuvo un comportamiento creciente en función de la presión de alimentación para los dos tipos de fluidos no newtonianos empleados, tal cual como ocurre en el caso base en que se emplea agua. No obstante, se reportan porcentajes de sólidos más bajos para las soluciones de goma guar y cmc en comparación al medio de clasificación tradicional. Se proyectan mayores antecedentes para discutir y concluir los resultados anteriores mediante pruebas cualitativas con un hidrociclón transparente, lo que permitirá conocer la variación del comportamiento del núcleo de aire en condiciones no newtonianas y poder discutir a mayor profundidad los resultados presentados en este escrito.

Resumen Gráfico



Caracterización de soluciones basadas en la naturaleza enfocadas en la nueva Ley Marco de Cambio Climático

Autores: Karina Painenao, José Luis Arumí, Verónica Delgado y Ana María Aguilar.

Resumen: Las prácticas de siembra y cosecha de agua (SyCA) pueden ser consideradas como Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) y por lo tanto tienen potencial de ser consideradas como medidas de adaptación frente al cambio climático. Esto cobra particular importancia debido a que la Ley de cambio climático, recientemente aprobada en Chile, la cual incorpora el uso de SBN y genera las condiciones jurídicas para que el Estado de Chile fomente y considere la Construcción de una política nacional acorde a la crisis hídrica que vivimos. Con el fin de estudiar la forma como pueden ser transferidas las prácticas SyCA para su uso como SBN, se estudiaron cuatro tipos de soluciones: captación de aguas lluvias, uso de canales para recarga de aguas subterránea, atrapanieblas y humedales. Se analizaron diferentes ejemplos y se caracterizaron las soluciones desde el punto de vista ambiental, constructivo y jurídico analizando la ventajas y desventajas de cada una de estas.

Resumen Gráfico



Evaluación de métodos de cálculo y estimación de carga (flujo másico) de constituyentes seleccionados en ríos de la región de Coquimbo

Autores: Kimberly Fuentes y Ricardo Oyarzún

Resumen: Objetivo Principal: Caracterizar el flujo másico (carga) de constituyentes, en las cuencas seleccionadas de la región de Coquimbo. Objetivos Específicos: Evaluar el desempeño y comportamiento de distintos métodos que permiten determinar la carga de constituyentes en las cuencas seleccionadas. Estimar la variabilidad espacio – temporal de la carga (flujo másico). Se realizó una evaluación de métodos de estimación de carga aplicados a la cuenca del río Choapa y a la parte alta de la cuenca del río Elqui. Para ello, se consideraron los softwares LOADEST y RiverLoad, utilizando información de caudal y calidad de aguas de las estaciones de monitoreo de la DGA y del proyecto Fondecyt N°1210177. Para evaluar la idoneidad del modelo se utilizaron diferentes indicadores de desempeño, pese a que se obtuvieron mejores resultados con RiverLoad, sus modelos no permitían estimar adecuadamente las cargas a partir de solo valores de caudales y ciertos datos de concentraciones, por lo que se consideró solo los resultados de LOADEST para el posterior análisis de constituyentes. En general, los resultados demostraron que en el caso de la cuenca Choapa, las cargas se concentran principalmente en primavera, presentando una variabilidad interanual heterogénea para cada constituyente desde aguas arriba hacia aguas abajo, mientras que en las subcuencas de Elqui las cargas se concentran principalmente en los meses de invierno. Para el primer alcance en general se determinó que, si bien los valores de error (comparación entre carga simulada y determinada a partir de los datos de caudal y concentración) fueron menores con RiverLoad, no fue posible realizar una estimación para aquellos meses en los que no se disponía de datos de concentración. Por ello, se decidió continuar el estudio con las estimaciones del programa LOADEST. En cuanto al segundo alcance, se realizó una estimación simple para concentraciones disueltas y totales. Con respecto al análisis, en general, no se observaron mayores variaciones entre las cargas estimadas de concentraciones disueltas y totales, a excepción del Fe, en donde las cargas de las concentraciones totales excedían durante todo el periodo las cargas de las disueltas. Además, se percibió que tanto para las cargas de concentraciones disueltas y totales, el periodo de mayor aporte a la carga anual es invierno, y las cargas más bajas se presentaban en los meses de verano y otoño.

Resumen Gráfico

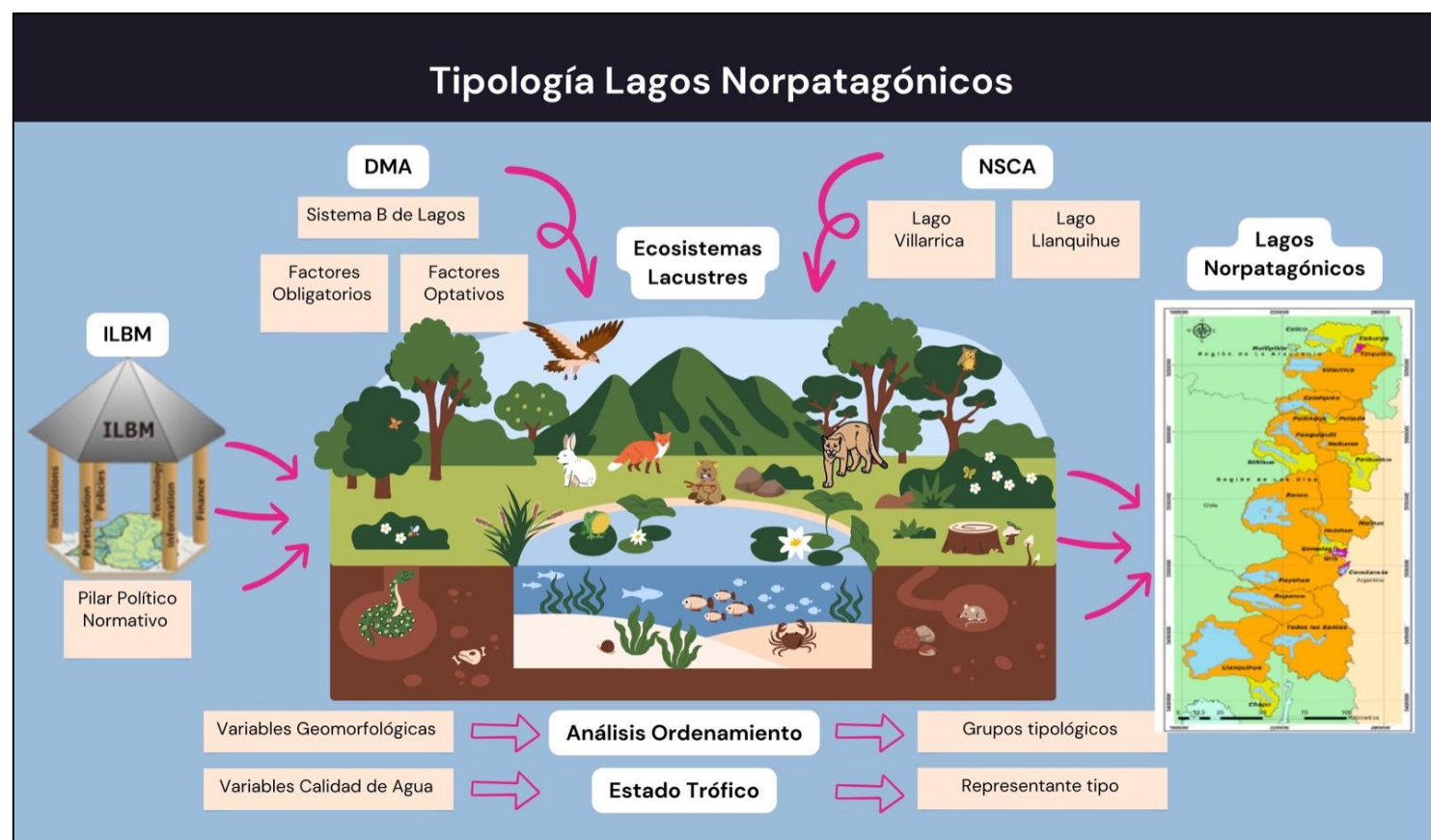


Análisis tipológico de Lagos Norpatagónicos chilenos para elaboración de Normas de Calidad de Aguas Superficiales

Autores: Camila Benavides, Marcela López y Ricardo Figueroa.

Resumen: Los lagos son uno de los ecosistemas continentales más relevantes del planeta ya que son considerados una de las mayores reservas de agua dulce y además, por brindar valiosos servicios ecosistémicos, aun cuando su estado no siempre es el adecuado en términos de la calidad de sus aguas. Por ello, requieren de una adecuada gestión; al respecto, el modelo ILBM es uno de los más usado y propone 6 pilares fundamentales entre ellos, las políticas y normativas asociadas. En Chile, las Normas Secundarias de Calidad Ambiental de Aguas Superficiales (NSCA) son una herramienta para proteger estos cuerpos lacustres, lamentablemente, solo dos lagos (Llanquihue y Villarrica) poseen una norma; mientras que los restantes lagos patagónicos y norpatagónicos carecen de normativa y de información que permita generarlas. Este estudio realiza una aproximación a la tipología de los 23 Lagos Norpatagónicos, buscando comprobar si es recomendable realizar una NSCA macrozonal; considerado la metodología B, propuesta por la Directiva Marco Europea del Agua (DMA). Para esto, utilizando 9 variables geomorfológicas, se realizó un análisis de ordenamiento (ACP, ADC y MSD). Posteriormente, se reunieron datos de calidad de agua con los cuales se identificaron valores límites históricos y a través de índices tróficos, aquellos que puedan ser definidos como lagos de referencia. Como resultado se identificaron 3 grupos tipológicos (GT) para los cuales se proponen (de acuerdo con su bajo nivel trófico) como lagos de referencia Pihueico (GT 1: 9 lagos), Tinquilco (GT 2: 4 lagos) y Rupanco (GT 3: 10 lagos). Además, para cada GT se proponen 15 variables de calidad de agua con sus respectivos valores a considerar en una NSCA, que permita monitorear estos cuerpos de agua y generar directrices para la planificación del territorio con el objeto de conservar o recuperar sus características oligotróficas.

Resumen Gráfico

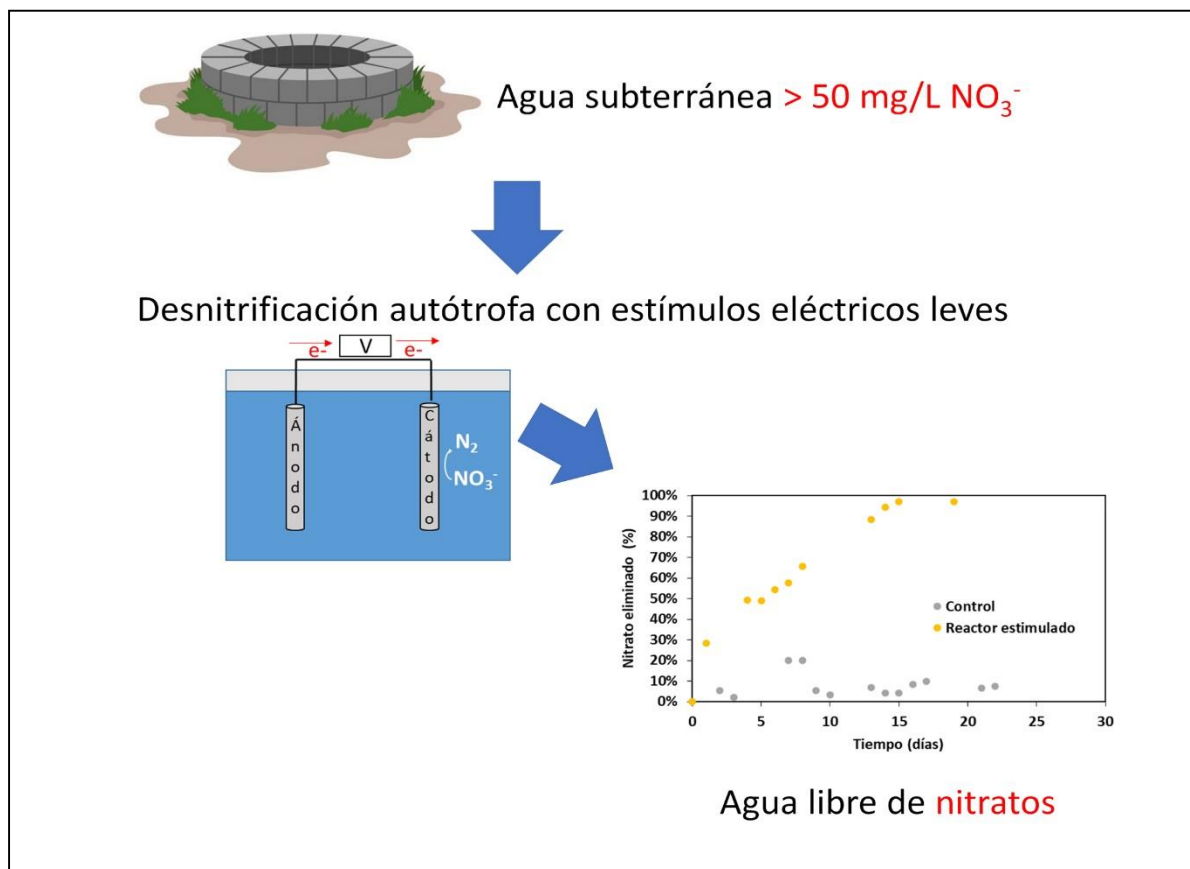


Remoción de nitrato en aguas subterráneas mediante desnitrificación autótrofa estimulada eléctricamente

Autores: Eduardo Ortega-Martínez, Javiera Toledo Alarcón, David Jeison Núñez, Ricardo Oyarzún Lucero, José Luis Campos.

Resumen: La escasez hídrica, especialmente la disminución de precipitaciones y de caudales superficiales de los ríos, ha incrementado considerablemente el uso de las aguas subterráneas. No obstante, monitoreos recientes muestran que un 21% de los pozos de Servicios Sanitarios Rurales de la Región de Valparaíso y 28% de los de la Región Metropolitana se encuentran con concentraciones preocupantes de Nitrato y alcanzando en algunos casos el doble de lo establecido por la normativa vigente (50 mg L^{-1} de NO_3^-). La ingesta de nitrato genera serios problemas de salud sobre todo en infantes. Aun cuando existen múltiples métodos para la remoción de nitrato, su aplicabilidad queda limitada en aguas subterráneas debido a su baja relación C/N. Para resolver este problema varios investigadores han evaluado el uso de diversos sistemas bioelectroquímicos los cuales suplen de manera externa los electrones para el proceso. Sin embargo, la escalabilidad de estos sistemas ha sido cuestionada debido a lo costoso de sus componentes, específicamente la membrana que es utilizada como separador. No obstante, recientes estudios han demostrado que estímulos eléctricos leves podrían ser suficientes para cumplir este fin sin requerir un separador. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la remoción de nitrato a través de la bioelectroestimulación de las bacterias desnitrificantes en agua subterráneas de baja conductividad eléctrica. Para esto se utilizó un reactor de 600 mL equipado con láminas de grafito de 10 cm de área superficial, equidistantes a 6 cm. Se utilizó $1,5 \text{ g SSV L}^{-1}$ de lodo anaerobio como inóculo. Se utilizó una preparación de agua subterránea con una conductividad de $3500 \mu\text{S cm}^{-1}$ y con 170 mg/L de nitrato. Las diferencias de potencial utilizadas fueron 2 V y 1 V. Se utilizó un reactor sin electrodos como control. Ambos reactores con estimulación eléctrica removieron el 100% del nitrato en comparación con el control, que sólo logró remover alrededor de un 30%. El reactor de 2V lo hizo en 11 días mientras que para el de 1V sólo bastaron 3 días, demostrando que un menor potencial pudiese ser más eficiente. Lo anterior demuestra lo efectiva de esta estrategia y que podría derivar en una tecnología de remoción in-situ de bajo costo aun en altas concentraciones de nitrato.

Resumen Gráfico



Línea de Investigación 4: Tecnologías para el tratamiento de aguas y remediación ambiental.

Línea de Investigación 3: Disponibilidad y calidad del agua para la agricultura y la minería ante el cambio climático.

Pueblo Mapuche y crisis hídrica: Afectación a su cosmovisión y formas de vida por la colonialidad extractivista

Autores: Carolina Sepúlveda y Robinson Torres

Resumen: Los últimos estudios de la ecología política han evidenciado que Chile está pasando por la crisis hídrica más importante de la historia y sus causas provienen principalmente del cambio climático y de las actividades extractivistas. Frente a esta problemática el Estado de Chile ha decretado emergencia hídrica e implementó camiones aljibes para aumentar el acceso al agua potable. En el país, aproximadamente 400.000 personas se encuentran sin agua potable, de las cuales 90.000 viven en la región de la Araucanía. En este estudio nos concentraremos en la cuenca del Río Chol Chol y Lumaco, región de la Araucanía, la cual está conformada por 11 comunas donde el 37,4% de la población rural se abastece con camiones aljibes. Dicha solución estatal no ha logrado alcanzar los estándares mínimos de litros de agua por persona que establece la organización mundial de la salud como un derecho fundamental. Esta problemática ha generado gran resistencia por parte de los habitantes de la zona, pero sobre todo del Pueblo Mapuche considerando que el 21,2% de la población total de la cuenca pertenece a este pueblo originario. Por eso, el análisis de este estudio tendrá un componente histórico porque además del conflicto territorial por tierras, se observa una resistencia frente a la escasez de agua, daño al hábitat y territorio, y daño cultural. En este estudio se realizó análisis cualitativo con entrevistas semiestructuradas hacia funcionarios municipales y autoridades ancestrales Mapuche. Los resultados de este estudio constatan el gradual disecamiento de la cuenca del río Chol-Chol y Lumaco, baja en los caudales de agua, lo cual ha conllevado a una lucha decolonial del Pueblo Mapuche, primeramente, por la diferencia de la significación cultural que tiene el territorio y sus recursos naturales, que han sido apropiados y degradados ambientalmente por el extractivismo forestal.

Resumen Gráfico



Resumen Charla Inaugural

SEGUNDA JORNADA – 24 de Mayo

“CIENCIA PARA LAS POLÍTICAS PÚBLICAS”

Dra. Sofía Valenzuela, Seremi de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de la Macrozona Centro Sur

Resumen: La sociedad del siglo XXI, debido a los avances tecnológicos y de información está viviendo en una “sociedad de lo inmediato”. Esto es debido a que existe más información que lo que podemos manejar a un alto nivel de acceso a las redes sociales, todas las personas en general tienen un elevado acceso a internet. Sin embargo, la información que podemos encontrar tiene un sesgo debido a que es publicada por medios con diferentes intereses y/o existe una línea editorial a seguir. En general, es posible decir que el material que encontramos puede contener información falsa, lo que conocemos con “Fake news”.

En este contexto, la evidencia científica entendida como los resultados de investigación realizada utilizando el método científico, de alta calidad, es la evidencia más precisa y la forma que toma depende del contexto. Es conocimiento explícito, sistemático y replicable. En este contexto, la evidencia científica es clave para generar las políticas públicas para el desarrollo del país.

Las políticas públicas basadas en evidencia científica son importantes para el país porque promueven su uso para la formulación de políticas públicas, en combinación con el entendimiento de la sociedad y sus necesidades. La evidencia científica también es utilizada para informar sobre el proceso de diseño, la toma de decisiones, la implementación y evaluación de las políticas públicas, con la aspiración de lograr una mayor eficiencia y efectividad. En Chile hay algunos ejemplos respecto a leyes generadas basadas en evidencia científica proporcionadas por centros de áreas prioritarias del país, tales como: Ley de Humedales, Ley de Cambio Climático, Inteligencia Artificial.

Los actores que constituyen este ecosistema son: a) Políticos y políticas: formulación de política públicas con visión de futuro para la resolución de problemas; b) Comunidad científica: proporcionan la evidencia científica; c) Asesores/as científicos: intermediarios, entregan opciones de políticas públicas; d) stakeholders; e) Grupos de interés y presión y f) Medios.

Los factores a considerar y pasos necesarios a seguir son:

- **Visión amplia del ecosistema.** Comenzar por examinar el alcance real de un problema, incluyendo dentro de esto, ¿cuál es y dónde está la evidencia científica más confiable y actualizada?. Además de esto, mapear y analizar a actores relevantes (stakeholders) a fin de identificar quienes se ven afectados y a quienes puede afectar el problema.

- **Explorar posibles sesgos.** Todos los actores del ecosistema están sujetos a sesgos, prejuicios, o ideas preconcebidas, lo cual puede afectar la percepción de los hechos, la toma de decisiones. Por ende, comprender los sesgos propios como de otros conduce a un enfoque abierto para el análisis del problema y la incorporación de evidencia. Una herramienta de apoyo para aumentar la conciencia de los sesgos lo constituye la “Rueda de sesgos”. Estos sesgos pueden estar relacionados con: asociación, investigación, cultura y valores, atención, interés y disponibilidad.

- **Enfoque de 360 grados.** Explorar el tema desde una gama amplia de perspectiva: considerar un enfoque STEEPED (Desde: Social Technological, Economic, Environmental, Political/legal, Ethical and Demographic), que incluya un enfoque multidisciplinario y transdisciplinario, más la participación de diversos stakeholders para poder comprender el problema de diversas perspectivas y visualizar impactos posibles.

- **Evaluación de posibles impactos no intencionados o en otras áreas.** Es importante también considerar posibles consecuencias no intencionadas y no deseadas, para esto, la evidencia basada en método científico disminuye los sesgos en su origen.

Charla Inaugural

SEGUNDA JORNADA – 24 de Mayo

“CIENCIA PARA LAS POLÍTICAS PÚBLICAS”

Dra. Sofía Valenzuela, Seremi de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de la
Macrozona Centro Sur



Resúmenes Orales

SEGUNDA JORNADA – 24 de Mayo

Evaluar cambio en toxicidad del efluente secundario de celulosa tratado con procedimiento de oxidación avanzada en cultivos agrícolas

Autores: Joaquín Araya y Roberto Urrutia.

Resumen: El contexto actual de escasez hídrica, fomentado por el crecimiento poblacional y el cambio climático ha significado la necesidad de gestionar de manera adecuada el agua y junto con ello, la necesidad de buscar nuevas fuentes de agua no convencionales como lo es el reúso de aguas residuales, siguiendo este enfoque una de las combinaciones entre las diversas aguas residuales y sus posibles usos, es el uso de aguas residuales industriales para el riego agrícola lo que podría aplicarse en la zona sur de Chile dado que la industria de celulosa genera cerca de 100.000 m³ /día de efluentes con gran contenido de nutrientes; y el sector agrícola consume cerca del 70% de agua dulce. Sin embargo, para poder aplicar el reúso de agua, es imprescindible gestionar el riesgo que esto trae consigo, en este caso relacionado a la toxicidad del efluente de celulosa que puede afectar de manera negativa tanto al medio ambiente como al ser humano al ser utilizado de manera directa sobre los cultivos agrícolas. Es por esto que el presente proyecto tiene como objetivo evaluar la utilización del efluente de celulosa tratado con proceso de oxidación avanzada (POA) para riego agrícola pudiendo disminuir la carga de contaminantes que se descarga a aguas marinas y superficiales, y suplir una parte de la demanda de agua del sector agrícola a un nivel local. Para lograr el objetivo mencionado se han aplicado 2 POAs por separado, ozonización y UV/H₂O₂ al efluente secundario de una planta de celulosa ubicada en la región del Biobío, para luego aplicar dichos efluentes tratados de manera terciaria, sobre un cultivo en macetas de trigo harinero (*Triticum aestivum*). Los resultados preliminares han demostrado que los POAs seleccionados son un efectivo tratamiento para disminuir la carga de compuestos orgánicos halogenados adsorbibles (AOX), a los cuales se les atribuye una gran parte de la toxicidad del efluente, logrando una reducción de un 94,0% con ozonización y un 93,3% con UV/H₂O₂. Por otro lado, y de manera preliminar solo el efluente tratado por el segundo tratamiento ha mostrado resultados comparables con el agua a modo de riego.

Resumen Gráfico

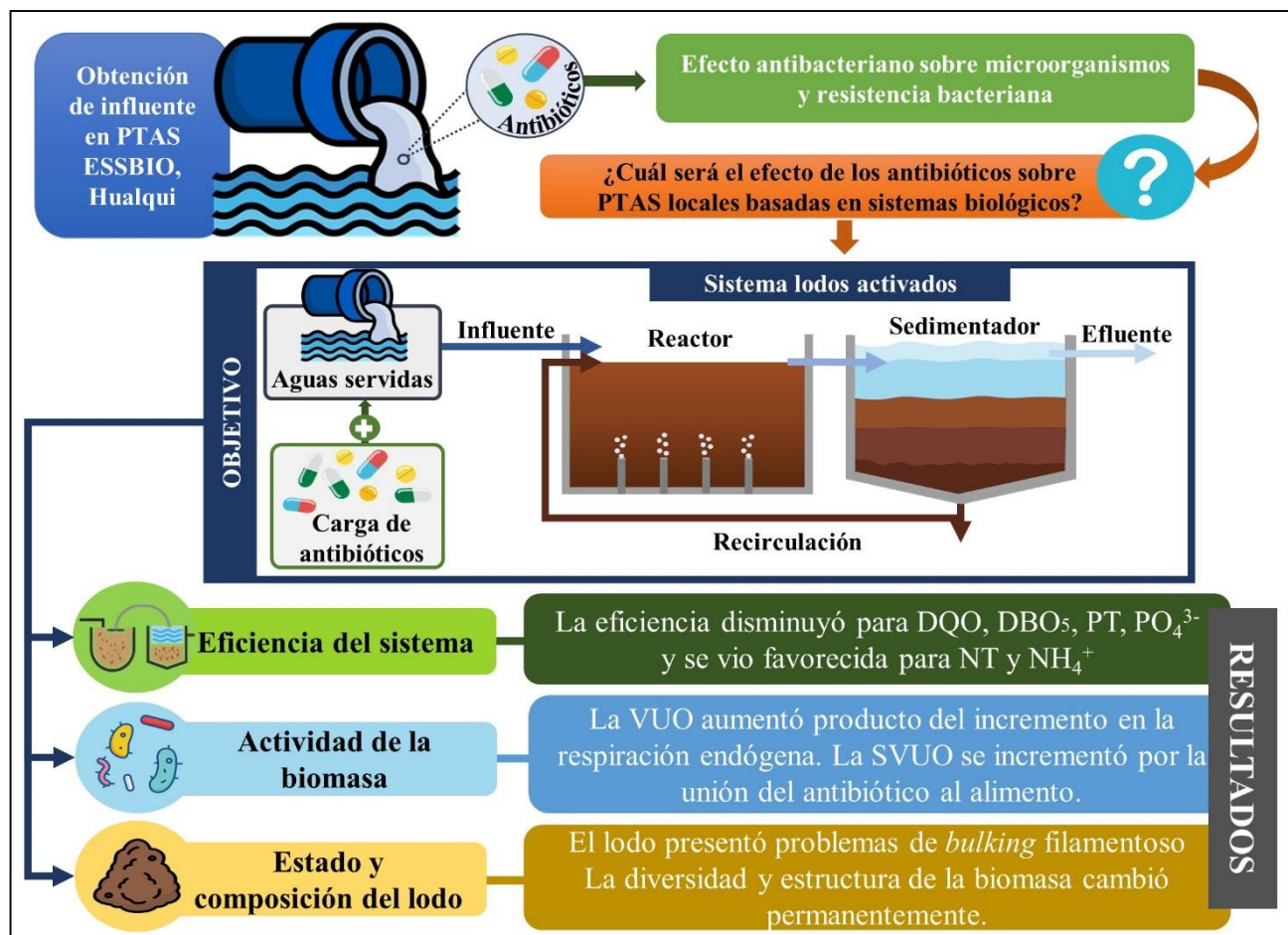


Evaluación del efecto de cargas de antibióticos en la estabilidad de lodos activados utilizados para el tratamiento de aguas servidas

Autores: Josefina Burgos y Gladys Vidal

Resumen: La presencia de microcontaminantes en aguas servidas (AS) ha cobrado relevancia en el último tiempo. Estos se encuentran a nivel traza y se asocian a problemas de salud y medioambientales por sus impactos en ecosistemas acuáticos. Dentro de los microcontaminantes se encuentran los antibióticos, los cuales llegan a las AS desde residencias, industrias farmacéuticas, centros hospitalarios, entre otros. En Chile, las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) utilizan el sistema de lodos activados (LA). Los LA se caracterizan por funcionar en base a biomasa libre para la degradación de materia orgánica (MO) presente en las AS a través de microorganismos. La variación en las características de las AS justifica la necesidad de estudiar la eficiencia del tratamiento de manera local, igualmente, no existen estudios relacionados con el efecto de antibióticos sobre PTAS nacionales, por tanto, el objetivo de estas tesis es evaluar el efecto de cargas de antibióticos en los parámetros de estabilidad de un sistema de lodos activados utilizado para el tratamiento de aguas servidas. Se recolectaron AS y lodo biológico desde una PTAS local para implementar un sistema LA al cual se le agregaron 2 cargas de antibióticos (S1 y S2). Se estudió la eficiencia de eliminación de MO, la actividad heterótrofa del lodo mediante análisis respirométricos y las características físicas y microscópicas del lodo. El sistema presentó una eliminación de DQO, DBO₅, PT y PO₄³⁻ deficiente, sin embargo, hubo un aumento del 28% para NT y 7,87% para NH₄⁺ después de S1. La actividad heterótrofa sufrió variaciones extremas, aunque tuvo una tendencia a aumentar producto de la respiración endógena. La biomasa sufrió pérdidas de especies de microorganismos bioindicadores, además, el lodo presentó flóculos irregulares y problemas de bulking filamentoso, por tanto, se acepta parcialmente la hipótesis. Los antibióticos tuvieron un impacto importante sobre el sistema, causando salida de MO y nutrientes por el efluente debido a la toxicidad de los antibióticos, lo cual puede provocar contaminación de cuerpos de agua receptores, contribuyendo a la problemática medioambiental y salud pública.

Resumen Gráfico

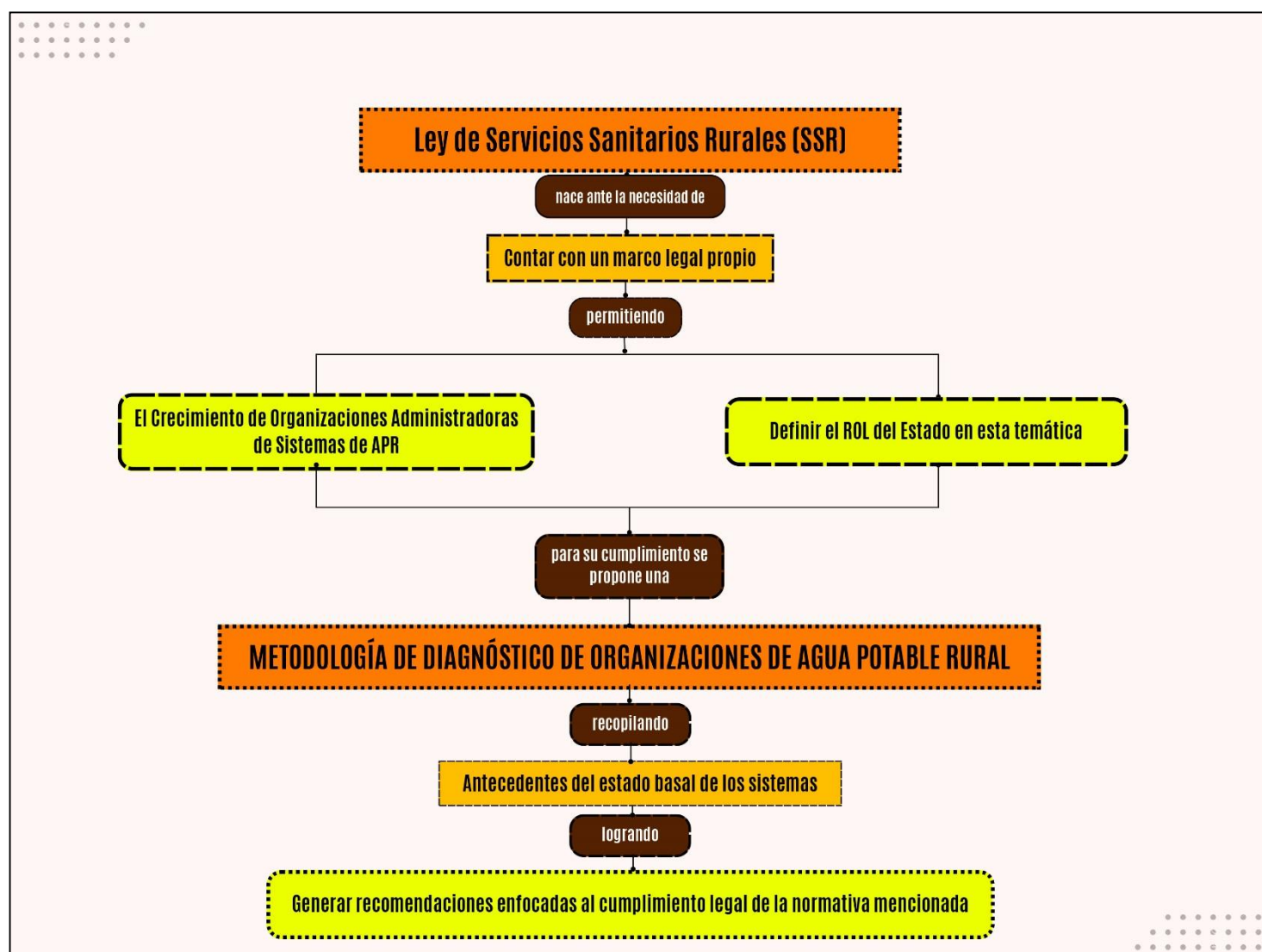


Diagnóstico de Organizaciones de Agua Potable Rural

Autores: Diego Arriagada y José Luis Arumí.

Resumen: La Ley de Servicios Sanitarios Rurales (SSR) nace ante la necesidad de contar con un marco legal propio para el sector sanitario rural, que permita, por un lado, el crecimiento de las organizaciones comunitarias que administran, opera y mantienen los Sistemas de Agua Potable Rural (APR), y por otra, definir el rol del Estado en esta temática. Este trabajo continúa el desarrollo de una metodología de evaluación propuesta por Diego Quiñones (2020), la cual se centra en los aspectos que involucran el funcionamiento actual de las organizaciones administradoras de Agua Potable Rural, con el fin de recopilar antecedentes del estado basal de los sistemas, previo a la implementación y a la obligación de dar cumplimiento a las exigencias legales. Se aplicó la metodología en 4 sistemas de la Región de Ñuble, encontrándose que 3 de ellos se pueden categorizar como sistemas Dinámicos y uno Integrado según sus características “Organizacionales” y “Técnico-Operacionales”, concluyendo que la metodología facilita óptimamente la identificación de los factores críticos del funcionamiento de un sistema de APR y logrando generar recomendaciones enfocadas al cumplimiento legal de la normativa mencionada.

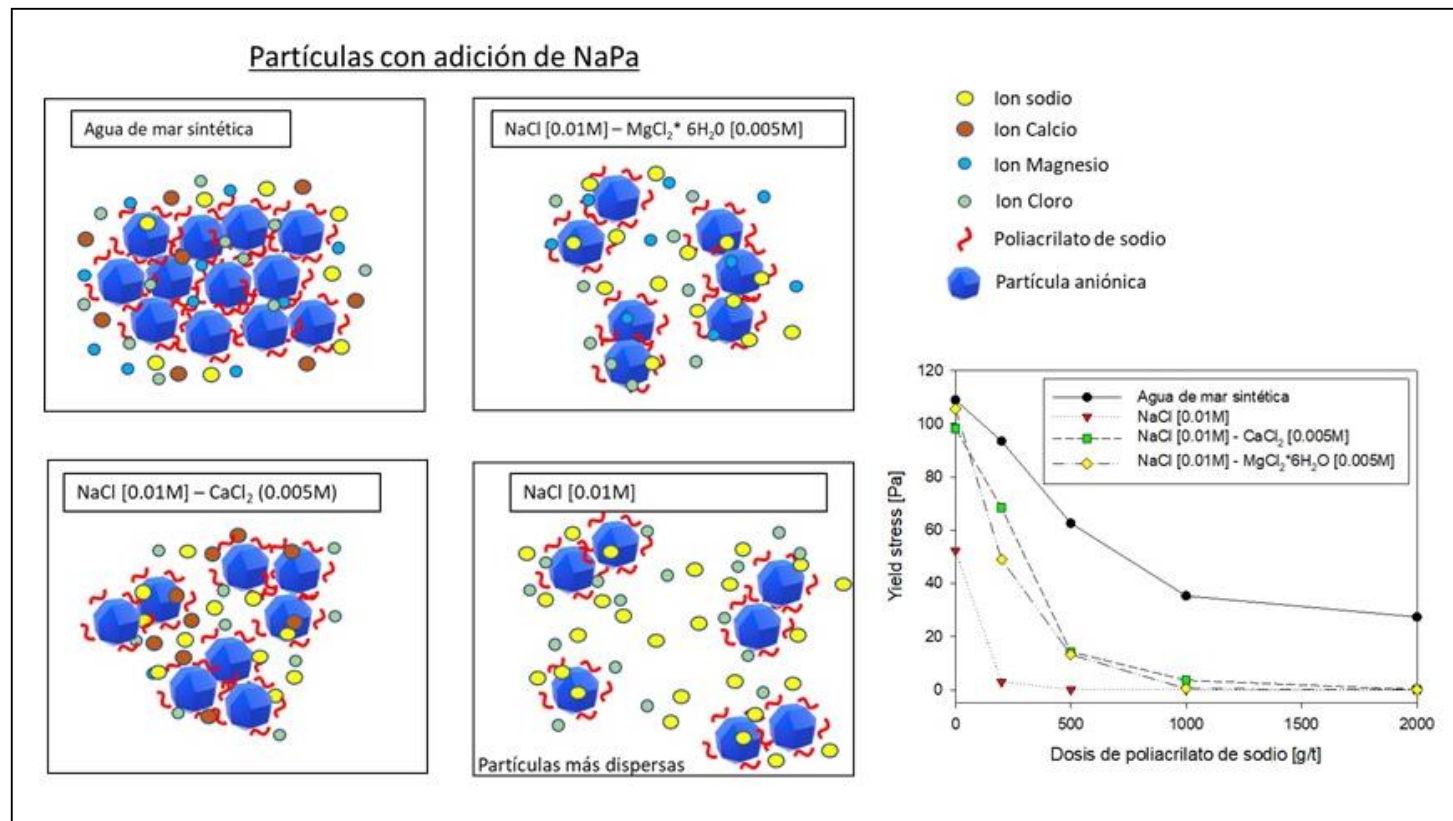
Resumen Gráfico



Autores: Jahir Ramos, Ricardo Jeldres y Fernando Betancourt.

Resumen: El objetivo de esta investigación es analizar el efecto de la concentración de calcio y magnesio en comportamiento reológico de pulpas arcillosas en presencia de poliacrilato de sodio (NaPA) como agente dispersante. La estabilización de relaves sintéticos ricos en arcilla con NaPA ha sido estudiada mediante mediciones del esfuerzo de cedencia y potencial zeta. El relave (60% de sólido) es mezcla de caolín (30%)-cuarzo (70%) en agua de mar sintética, solución con NaCl (0.01M), soluciones de NaCl (0.01M)-CaCl₂ (0.005M), NaCl (0.01M)-MgCl₂ (0.005M) a pH de 8. El esfuerzo de cedencia del relave decae exponencialmente al aumentar la dosis de NaPA. Todas las mediciones responden de manera similar a la presencia de NaPA, aumentando su carácter líquido y la estabilidad de la suspensión. La acción estabilizadora de NaPA está respaldada por un ligero aumento del potencial zeta negativo. El mecanismo subyacente de estabilización implica la repulsión estérico-electrostática de las partículas de arcilla-sílice. También se realiza un barrido de concentración de iones de CaCl₂ y de MgCl₂*6H₂O (0M a 0.1M) en función del esfuerzo de cedencia, los resultados muestran que a medida que aumenta la concentración de los iones, el esfuerzo de cedencia aumenta hasta alcanzar un estado estacionario en ambos casos. Esto se debe a que los iones divalentes (como el calcio y el magnesio) forman puentes iónicos con grupos cargados negativamente dispersas en la solución. Estos puentes iónicos pueden aumentar la rigidez de la solución y afectar su capacidad de fluir. Sin embargo, los que registran mayor esfuerzo de cedencia es la solución de CaCl₂, esto debido a que el calcio tiene una mayor carga eléctrica que el magnesio (al, S., Singh, R., & Kumar, A. (2018)), lo que significa que puede interactuar más fuertemente con otras moléculas en una solución y crear una estructura más rígida. Además, el calcio es un catión más grande que el magnesio, lo que significa que puede ocupar más sitios de adsorción en la superficie del mineral. Estos resultados sugieren una alternativa para mejorar el manejo de relaves ricos en arcilla en procesos que utilizan agua de mar a pH natural.

Resumen Gráfico



Línea de Investigación 2: Nuevas fuentes de agua para la agricultura, la minería y las comunidades.
Línea de Investigación 1: Uso eficiente del agua en la agricultura y la minería.

Caracterización de la calidad de agua superficial y subterráneas a lo largo del río Huasco

Autores: Omar Zapata y José Luis Arumí.

Resumen: El objetivo de este trabajo es caracterizar la cuenca del río Huasco según la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. El fin de este trabajo consiste en realizar un diagrama unifilar señalando en qué puntos de monitoreos, se encuentran las aguas de excelente, buena, regular, deficiente o mala calidad, dependiendo del uso que se le quiera dar. Se recopiló información de la calidad de las aguas de 15 estaciones tanto de la DGA como de otros entes públicos y privados, teniendo información de los años 2017 y 2018 para las temporadas de invierno y verano. También se fue recopilando información necesaria para poder identificar los usos prioritarios que tiene el agua en esta cuenca. Se realizó un estudio estadístico para filtrar algunos datos medidos, Luego de tener toda la información ordenada y clasificada se procedió a realizar un índice de calidad de agua para poder clasificar los parámetros como se señaló anteriormente e identificar el estado de las aguas. Esta investigación reveló que la calidad del agua de la cuenca del río Huasco presenta algunas variabilidades en sus aguas superficiales y subterráneas, dependiendo de la temporada que se realizó la medición. En las campañas de invierno la calidad del agua en general suele estar en la categoría de “regular” tanto para la parte baja, media y alta de la cuenca del río Huasco, por otra parte, en las campañas de primavera mejora la calidad, llegando a la categoría de “buena” por sobre todo en las zonas medias y altas de la cuenca. Por lo general la zona baja de la cuenca se encontraron la mayor concentración de iones asociados a la salinidad como, por ejemplo: el Cloruro, Sulfato y fosfatos, además se hallaron coliformes totales. Las Zonas medias de la cuenca ya no presentan tantas cantidades de concentraciones de estas sales, pero sí de algunos elementos metálicos y las Zonas altas de la cuenca presentaron mayor concentración de nitrógenos totales, nitrato y el pH. Con esta información se pueden tomar acciones al respecto para mejorar o no calidad del agua dependiendo del uso que se le vaya aplicar.

Resumen Gráfico



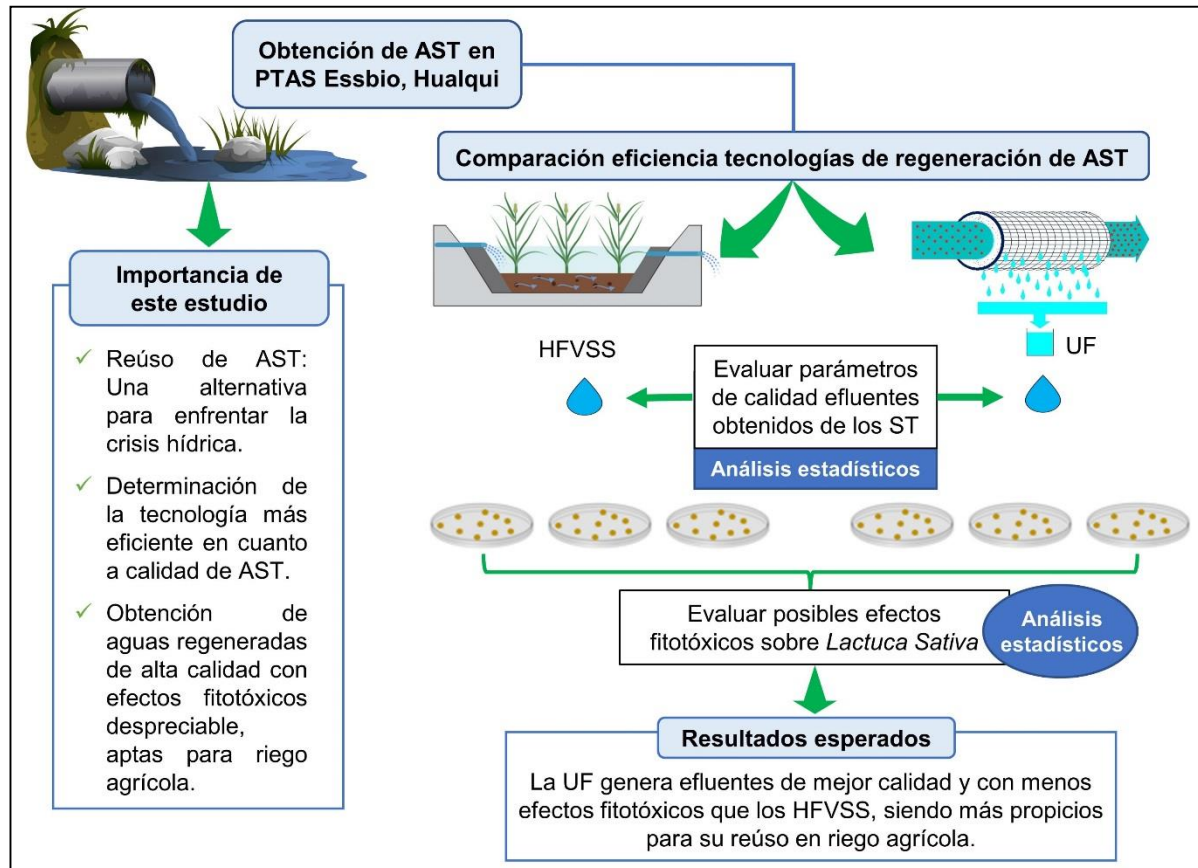
Línea de Investigación 3: Disponibilidad y calidad del agua para la agricultura y la minería ante el cambio climático.

Evaluación de la calidad de aguas regeneradas mediante tecnologías de ultrafiltración y humedales construidos a través de ensayo de fitotoxicidad para reúso en cultivos agrícolas

Autores: María Monserrat Sabag, Ana María Leiva y Gladys Vidal.

Resumen: En el estudio se compararon dos sistemas de tratamiento para reúso de aguas servidas regeneradas (ASR) en riego agrícola: Humedales Construidos de Flujo Vertical Subsuperficial, y Ultrafiltración. Se compararon en base a parámetros de calidad aguas, eficiencias de eliminación de nutrientes, iones, entre otros parámetros, y en base a bioensayos de fitotoxicidad sobre *Lactuca Sativa*, especie sensible a contaminantes, por lo cual sirve como indicador de calidad de aguas. Los objetivos del estudio fueron: 1) Evaluar las eficiencias de eliminación de parámetros de calidad de aguas servidas regeneradas a partir de tecnologías de ultrafiltración y humedales construidos. 2) Determinar el comportamiento de *Lactuca Sativa* utilizando ensayo de fitotoxicidad frente a la presencia de contaminantes provenientes de las aguas servidas regeneradas por las tecnologías de ultrafiltración y humedales construidos. 3) Comparar el potencial reúso en cultivos agrícolas de las aguas servidas regeneradas mediante tecnologías de tratamiento de ultrafiltración y humedales construidos, según la normativas y guías internacionales de reúso de AS. Los resultados determinaron que los efluentes de la UF obtuvieron eficiencias de eliminación de parámetros fisicoquímicos como DQO, COT, NT, NH_4^+ , PT, PO_4^{3-} , entre un 8 y 60% mayores que las eficiencias obtenidas por los efluentes del HFVSS. En los bioensayos de fitotoxicidad, se obtuvo que los efluentes de UF poseen nulo o bajo impacto sobre *Lactuca Sativa* para la germinación y crecimiento de la raíz y epicotilo. Se determinó que los efluentes de HFVSS presentaron $\text{PGI} > 10\%$ evidenciando efectos inhibitorios sobre la germinación e $\text{IG} < 80\%$, que indica una posible presencia de agentes tóxicos para la planta. Mientras que en los efluentes UF se obtuvieron valores opuestos, demostrando que estos efluentes serían más propicios para su reúso en riego agrícola. Por otro lado, al comparar los parámetros fisicoquímicos de los efluentes con normativas y guías internacionales, los efluentes de UF se ajustan de mejor manera y presentan una mejor calidad de aguas de reúso para riego agrícola comparado con los efluentes del HFVSS. En conclusión, los efluentes obtenidos por el sistema de UF presentan una mejor calidad de aguas para reúso, y serían más propicios para riego agrícola.

Resumen Gráfico

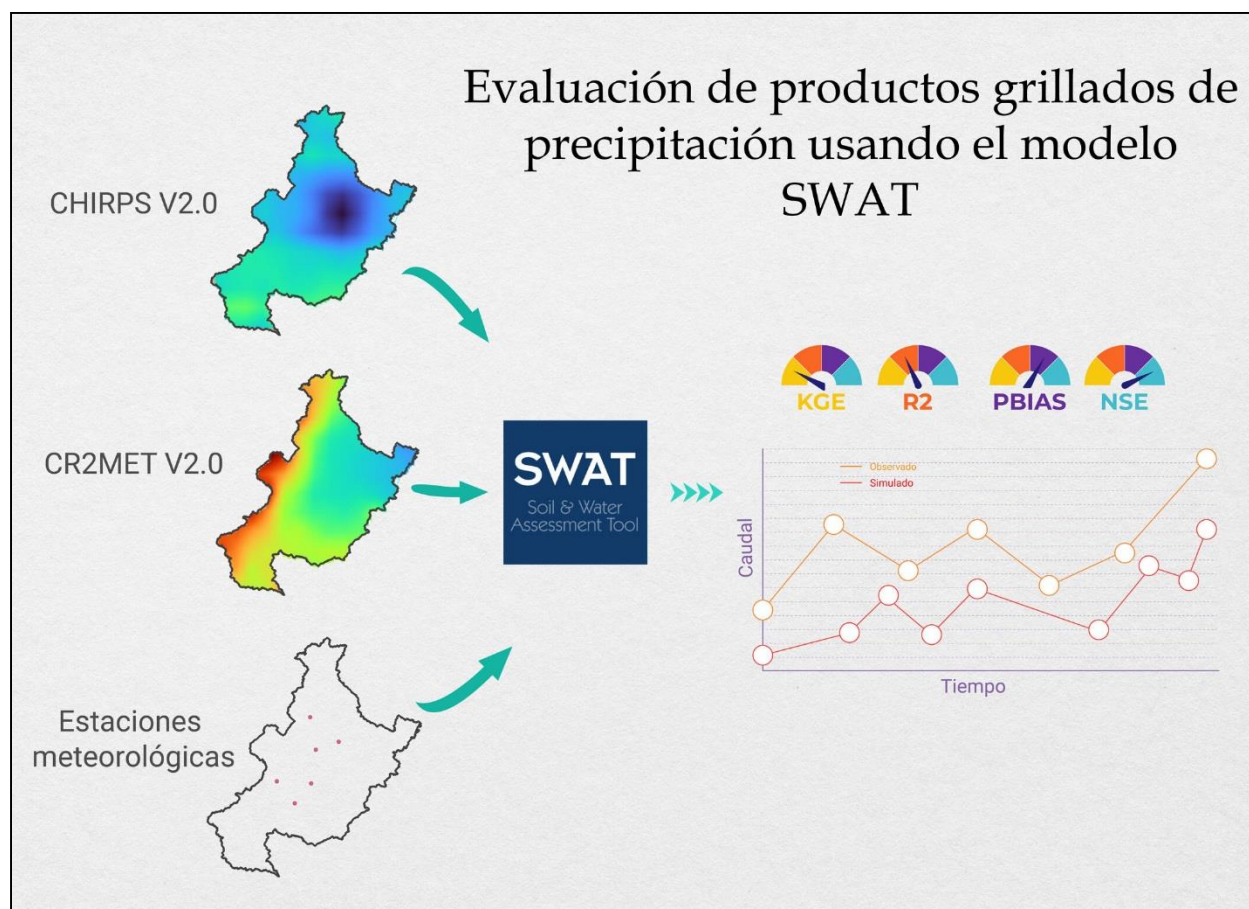


Evaluación de productos grillados usando el modelo hidrológico SWAT

Autores: René Sepúlveda y José Luis Arumí.

Resumen: Esta investigación se centra en evaluar las simulaciones del modelo hidrológico SWAT utilizando datos de precipitación tanto de la red de estaciones meteorológicas automáticas como de productos grillados en la cuenca del río Cauquenes. Los objetivos específicos abordan la comparación de estimaciones de precipitación utilizando ambas fuentes de datos, la aplicación del modelo SWAT en la cuenca y la cuantificación del error en la modelación hidrológica empleando dichas fuentes de precipitación. La hipótesis principal sostiene que las estimaciones de precipitación de productos satelitales de alta resolución espaciotemporal podrían mejorar las simulaciones del modelo hidrológico SWAT. Los resultados preliminares del análisis comparativo entre productos grillados y estaciones, previo a su incorporación al modelo SWAT, muestran que CHIRPS v2.0 tiene un buen desempeño a nivel mensual, aunque no es tan preciso a nivel diario, mientras que CR2MET V2.0 es superior en la escala diaria. Ambos productos, CHIRPS y CR2MET, tienden a sobreestimar la cantidad de precipitación en la mayoría de las estaciones evaluadas. CHIRPS subestima la precipitación en la estación de mayor altitud (Tutuven), además mantiene sus estadísticas en todas las estaciones mientras que CR2MET presenta mejor predicción en estaciones de la DGA, y disminuye en las estaciones del INIA. Ambos productos tienen una mejor predicción en los meses de invierno, pero sobreestiman las precipitaciones en verano. El estudio busca entender las ventajas y limitaciones de las distintas fuentes de datos de precipitación en la simulación del modelo SWAT, proporcionando información valiosa para la gestión de recursos hídricos y la adaptación al cambio climático. La comparación de estimaciones de precipitación y la evaluación del error en las simulaciones hidrológicas permitirán identificar áreas en las que la incorporación de datos de precipitación satelital podría mejorar las predicciones del modelo, contribuyendo así a una gestión más eficiente y adaptable de los recursos hídricos en la cuenca del río Cauquenes.

Resumen Gráfico

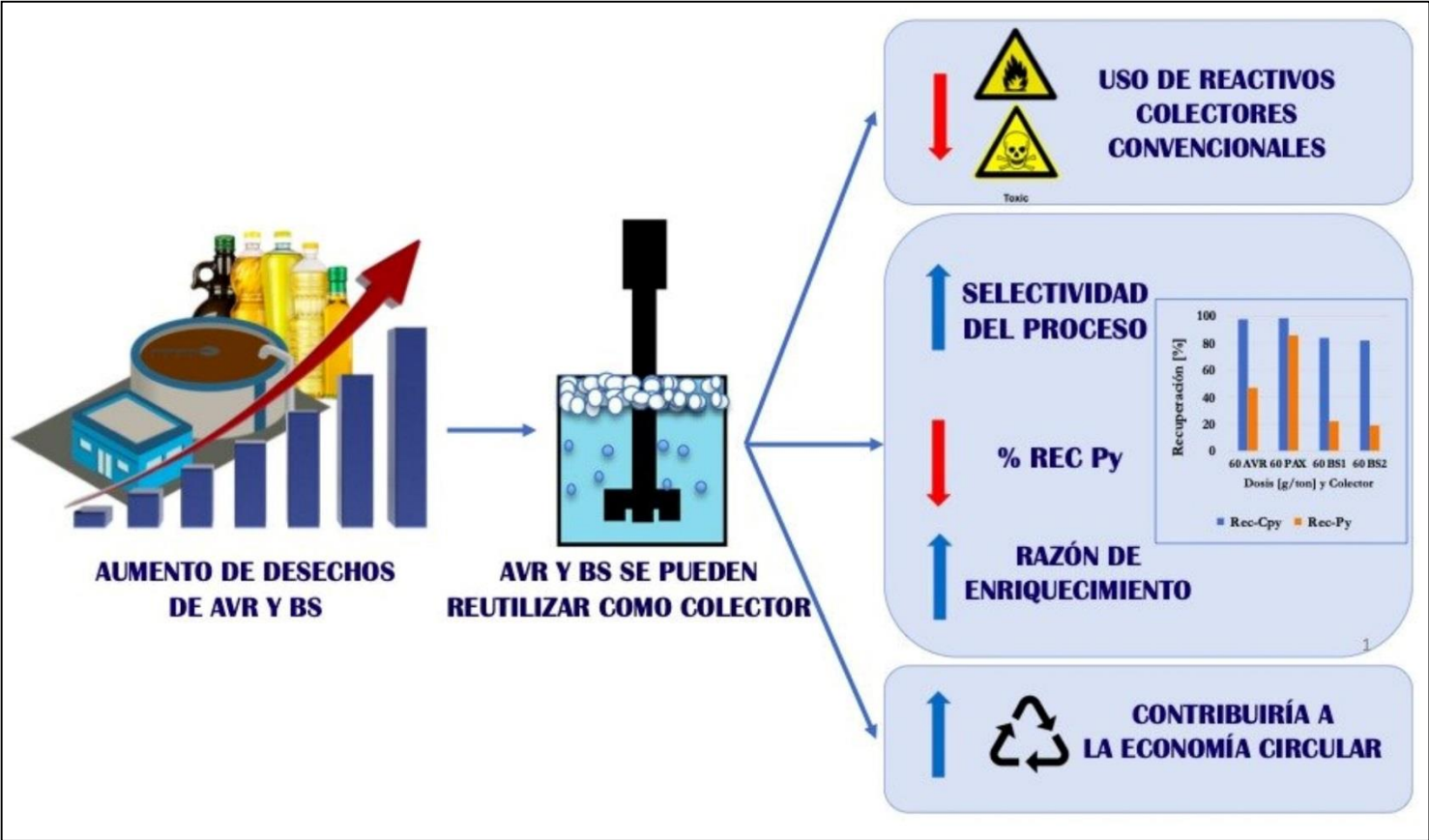


Evaluación del uso de residuos agroindustriales como reactivos colectores en la flotación de sulfuros de cobre

Autores: Matías Espinoza y Lina Uribe.

Resumen: En Chile el beneficio del cobre a partir de sulfuros ha ido en crecimiento, debido al envejecimiento de los yacimientos que poseen este metal, para realizar una recuperación de concentrado de sulfuros de cobre se emplean diferentes reactivos entre los que se encuentran los colectores, quienes tienen la función de impartir hidrofobicidad al mineral de interés. Estos colectores se caracterizan por ser altamente tóxico e inflamables, es por esto que estudia la factibilidad técnica de utilizar residuos agroindustriales en la flotación de sulfuros de cobre, y de esta forma favorecer la economía circular en la industria minera, para ello se realizaron pruebas de flotación de sulfuros de cobre a escala de laboratorio empleando muestras procedentes de faena minera. Las condiciones estudiadas fueron en función de la concentración de los reactivos colectores (20, 40, 60, 80 y 100 [g/ton]). Los resultados obtenidos mostraron que el aceite vegetal reciclado (AVR) y los Biosólidos (BS1 y BS2) presentaron mejores índices de selectividad (IS) y de razón de enriquecimiento (RE) que el colector convencional xantato amílico de potasio (PAX), viéndose comprometida la recuperación de mineral. De acuerdo con los resultados de esta investigación es posible concluir que la acción conjunta de estos residuos con el reactivo convencional PAX contribuirá a mejores índices metalúrgicos en etapas colectivas de flotación, por lo que la reutilización de estos residuos de la agroindustria contribuiría a un doble beneficio en cuanto a disminuir el uso de reactivos tóxicos utilizados en el proceso de flotación y a la reutilización de residuos generados en la agroindustria.

Resumen Gráfico

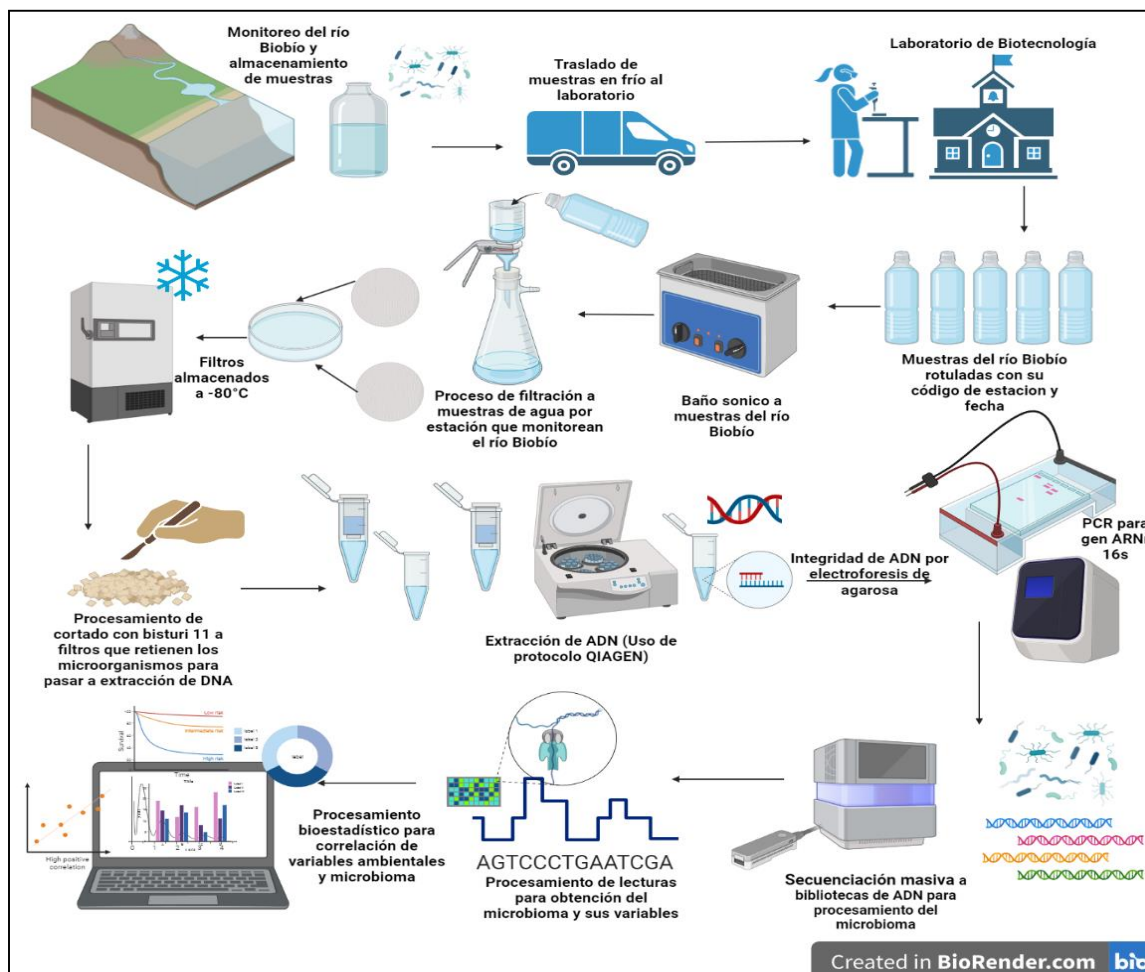


Aproximación al estudio del microbioma del río Biobío y su relación con variables ambientales

Autores: Camila Vásquez, Ricardo Figueroa y Homero Urrutia.

Resumen: Durante toda la trayectoria de un río podemos encontrar distintas composiciones de microorganismos que a simple vista no podemos ver y estos pueden verse alterados producto del cambio en la composición química del agua a causa de contaminación directa o indirecta presente en la cuenca. El microbioma está integrado por toda la microbiota de una muestra ambiental, en conjunto con sus funciones y espacio (ecosistema) que compone, por lo que entender el microbioma de un río y en conjunto con lo que sucede en su cuenca nos da un indicio de lo que puede estar beneficiándola o perjudicándola, es acá la importancia de entender y analizar el microbioma. El río Biobío ha sido monitoreado durante años por el PMBB, y a pesar de tener varios parámetros físico-químicos y poseer una norma de calidad del agua a partir del 2015 (DS N°9/2015), esta no considera la calidad del microbioma del río a excepción de las Coliformes fecales. El uso de nuevos métodos para la obtención del microbioma como lo es la metagenómica son de gran importancia, como el uso de la secuenciación masiva que analiza las muestras para las 19 estaciones monitoreadas por el PMBB para los meses de diciembre (2021), marzo (2022) y agosto (2022), que representan los extremos caudales que tiene el río Biobío en un año. A través de distintos procesos como; filtración al vacío para cada muestra de agua, extracción de DNA, cuantificación de DNA, integridad de ADN por electroforesis de agarosa, recuento de viabilidad, secuenciación masiva y análisis bioestadístico, es que podemos obtener el microbioma de las 19 estaciones y los 3 meses de cada una, y sus variables (riqueza, dominancia, etc.), para luego correlacionarlo con las variables ambientales que evalúa la norma para así si en los distintos puntos de monitoreo en el río podemos entender lo que entrega la correlación de variables y si las aguas del río Biobío son influenciados por un tipo de alteración a lo largo de su cauce.

Resumen Gráfico



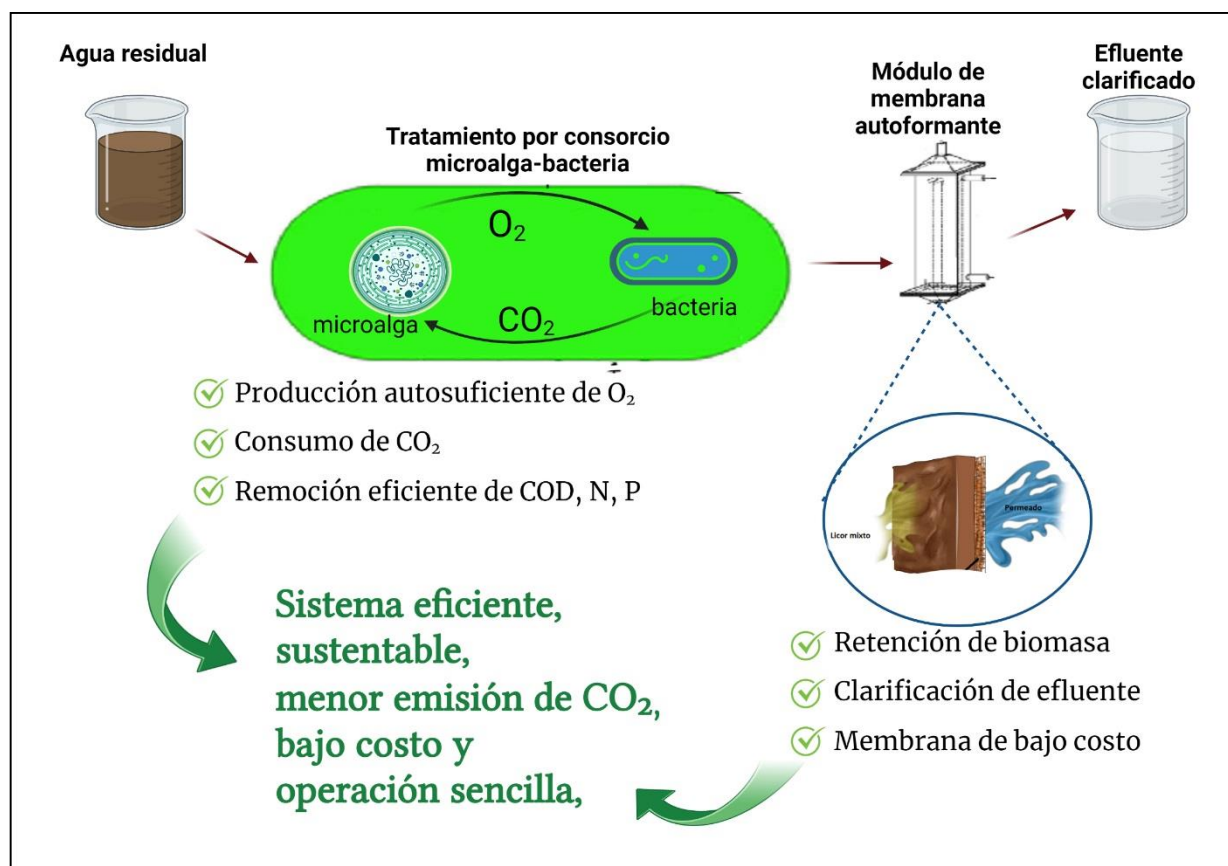
Línea de Investigación 3: Disponibilidad y calidad del agua para la agricultura y la minería ante el cambio climático.

Uso de membranas dinámicas autoformantes en reactores MBR para tratamiento de agua residual basados en consorcios alga-bacteria

Autores: Evelyn Gómez, Jineth Arango, Raúl Muñoz y David Jeison.

Resumen: El tratamiento de agua residual contribuye a garantizar el derecho fundamental al acceso a agua limpia, sanidad e higiene. Por eso, las tecnologías de saneamiento están en constante avance y se promueve la investigación para el desarrollo y mejoramiento de procesos. Por ejemplo, el consumo de energía y las emisiones de CO_2 de las plantas de tratamiento son aún un problema por resolver. Una alternativa potencial para enfrentar estas dificultades es el tratamiento basado en consorcios microalga-bacteria. En esta combinación sinérgica de metabolismos, las microalgas producen oxígeno y consumen el CO_2 producido por las bacterias, cuyo metabolismo remueve los contaminantes del agua. De esta manera se elimina la necesidad de aireación mecánica y se emiten menores cantidades de CO_2 . En este tipo de tratamiento, la separación de biomasa al final del proceso se dificulta debido a la baja sedimentación de las microalgas. El uso de biorreactores de membrana es una alternativa prometedora para abordar esta limitación, pues facilita la retención de biomasa y la clarificación del efluente. Sin embargo, el alto costo de la membrana todavía es una restricción. Por eso, se ha planteado sustituir las membranas convencionales de micro y ultrafiltración por membranas dinámicas autoformantes que usan materiales simples como un soporte sobre el cual se desarrollan las capas gel y torta que actúan como membrana. Esta tecnología ha sido utilizada en sistemas aerobios y anaerobios demostrando ventajas como baja resistencia a la filtración, flux altos, costos bajos, menores requerimientos de energía, mantenimiento sencillo. Sin embargo, se reportan muy pocas aplicaciones en sistemas que involucran microalgas, en estos casos las membranas autoformantes se aplican para concentración y cosecha de biomasa, alcanzando retenciones mayores al 90% y permeados con turbidez menor a 45 NTU, lo que sugiere su capacidad para retener biomasa algal. Con base en lo anterior, el presente trabajo plantea la aplicación del concepto de membranas autoformantes en sistemas con consorcios alga-bacteria, en un biorreactor que combinaría las ventajas de retención de biomasa con la eficiente remoción de contaminantes, desarrollando un sistema alternativo de tratamiento de agua residual menos complejo, más sustentable y de menor costo.

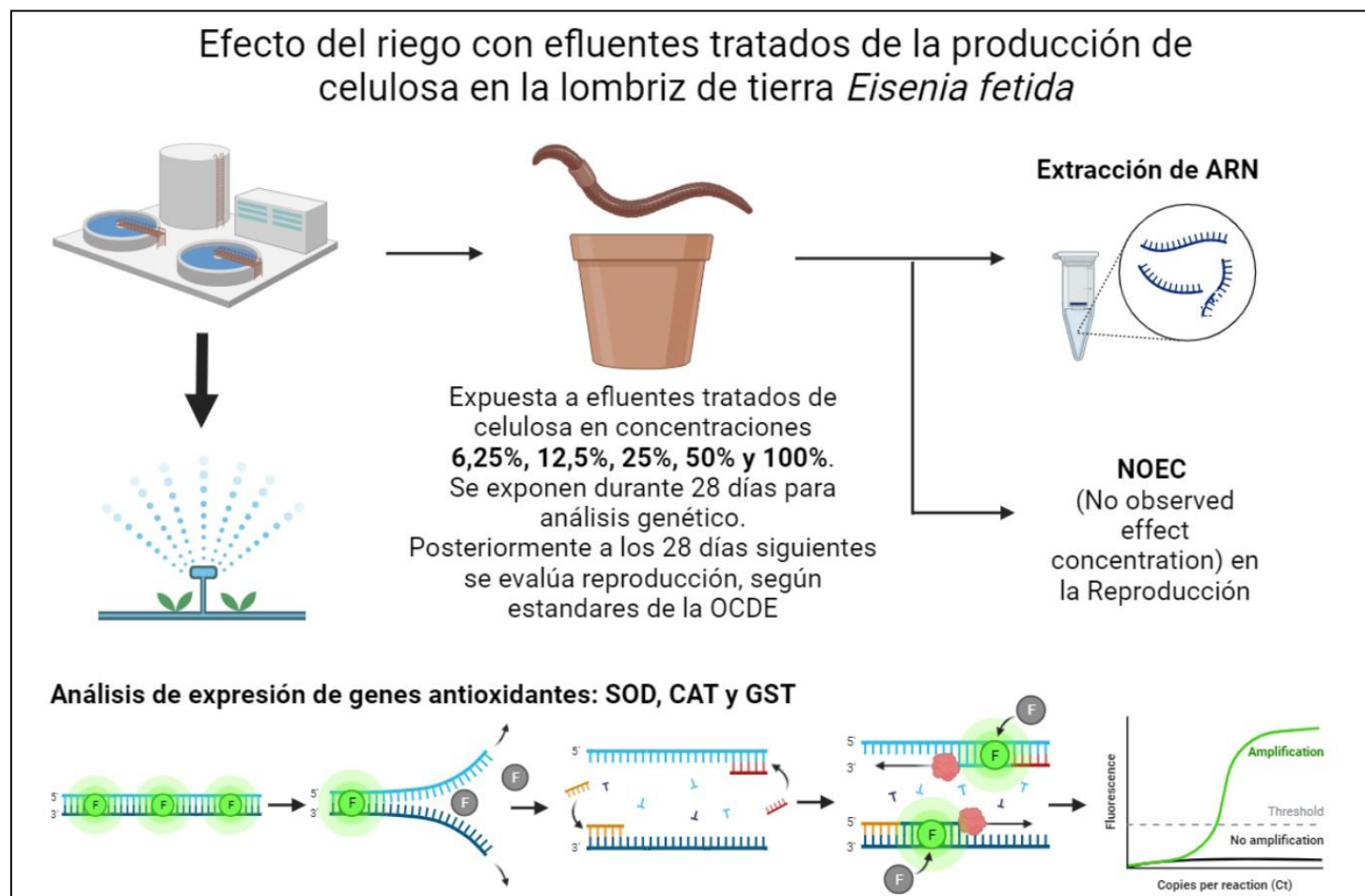
Resumen Gráfico



Autores: Jazmín Veloso, Ana Carolina Baeza y Roberto Urrutia.

Resumen: En Chile, la industria de la Celulosa produce un promedio de 100 mil metros cúbicos de efluentes diarios, los cuales contienen altas concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio. Estos nutrientes podrían ser útiles para mejorar el rendimiento de los cultivos agrícolas. Dado que la agricultura consume alrededor del 70% del agua dulce disponible a nivel mundial y en Chile enfrentamos una crisis hídrica, es importante buscar nuevas fuentes de este recurso. La reutilización de aguas residuales es una solución prometedora, y los efluentes de celulosa podrían ser una opción viable. Sin embargo, es necesario llevar a cabo estudios rigurosos para evaluar el efecto que estos efluentes pueden tener en el suelo agrícola. Las lombrices terrestres, en particular la especie *Eisenia fetida* o lombriz roja, es un buen indicador de la toxicidad del suelo. Estos organismos han sido ampliamente utilizados en estudios de toxicidad, y se espera que puedan proporcionar información valiosa sobre el impacto de los efluentes de celulosa en la calidad del suelo. Con este fin, se llevó a cabo un estudio que evalúa el efecto del riego de efluentes de celulosa tratados en la calidad del suelo a través de la lombriz *Eisenia fetida*, siguiendo los estándares de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) para ensayos de reproducción y, además, evaluando el efecto a nivel genético mediante la expresión de genes antioxidantes (superóxido dismutasa, catalasa y glutatión-S-transferasa). Para esto la lombriz es expuesta a efluentes tratados de celulosa en concentraciones 6,25%, 12,5%, 25%, 50% y 100%. Se exponen durante 28 días para análisis genético. Posteriormente a los 28 días siguientes se evalúa reproducción. En donde se espera obtener diferencias entre las concentraciones más bajas con las más altas.

Resumen Gráfico

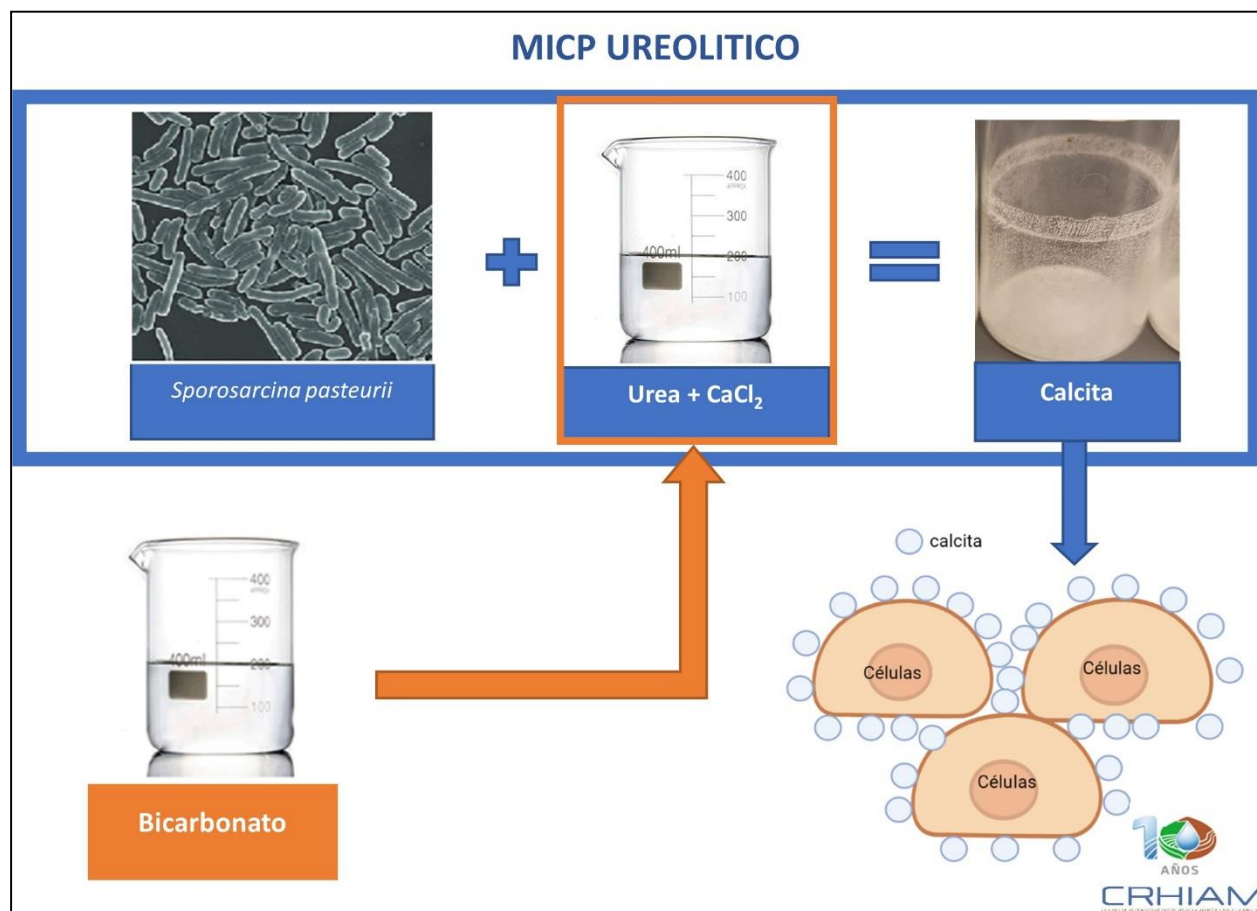


Reducción de la utilización de urea durante el proceso de precipitación de calcita inducida por microorganismos (MICP)

Autores: Camila Pardo, Álvaro Torres y David Jeison.

Resumen: La precipitación de calcita inducida por microorganismos (MICP) se considera un proceso biogeoquímico, ya que modifica las propiedades mecánicas e hidráulicas de los suelos. La aplicación MICP va desde la remediación y consolidación de suelos, restauración de hormigón y a la actualidad se ha estudiado su potencial aplicación la inmovilización de metales pesados, tratamiento de aguas residuales y relaves mineros. El MICP por vía ureolítica ha sido de los más estudiados. Este consiste en la aplicación de microorganismos con capacidad ureolítica, los cuales genera las condiciones necesarias para la precipitación de calcita en un medio rico en calcio y urea. Sin embargo, MICP posee desventajas que la consideran una tecnología poco amigable con el medio ambiente, como el alto consumo de urea y por consecuencia la generación de amonio/amoniaco, compuestos considerados contaminantes para el medio ambiente y nocivos para la salud. A raíz de esto, la presente investigación busca evaluar la sustitución de urea por una fuente de carbono inorgánico alternativa como el bicarbonato, con el fin de reducir la generación de amonio/amoniaco y obtener rendimientos similares en comparación con un tratamiento convencional MICP. Se llevaron a cabo ensayos en medio líquido, en modalidad batch por 24 horas con reemplazo parcial de urea en el medio cementante, desde un 30-86% y manteniendo una equimolaridad entre carbono inorgánico y calcio disponibles. Se trabajaron con concentraciones de 12,5; 25 y 50 mM de calcio/carbono inorgánico, midiendo pH y calcio soluble para evaluar el desempeño del proceso. Los resultados obtenidos muestran que a una concentración de 12,5 mM se logró reducir la urea hasta un 70%, obteniendo un $94,7\% \pm 0,5$ de precipitación de calcio versus un $85,7\% \pm 0,5$ en condiciones convencionales de MICP. De modo que, podemos concluir que es posible disminuir el consumo de urea y la consecuente generación de amonio/amoniaco.

Resumen Gráfico

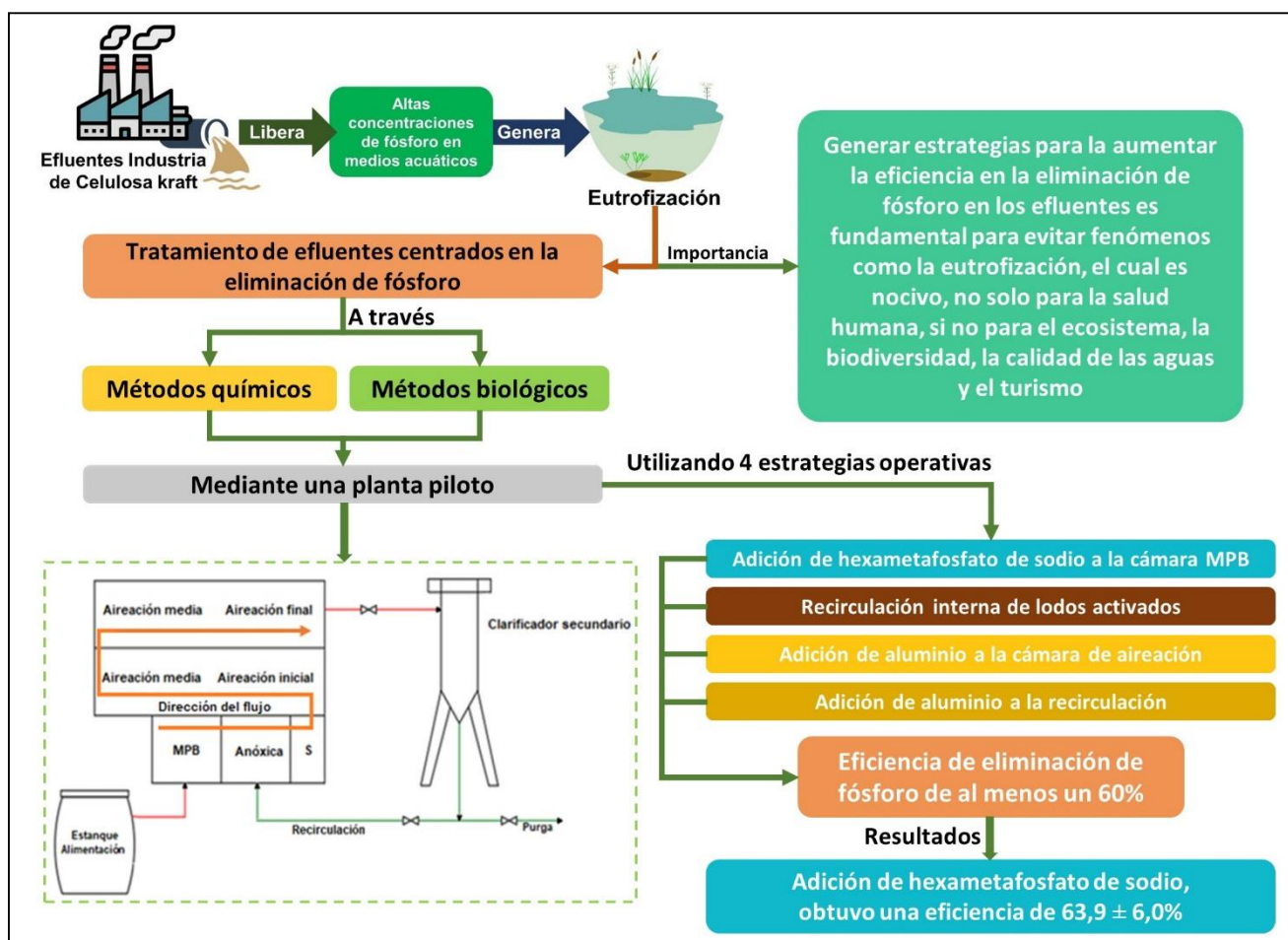


Generación de una estrategia para disminuir la concentración de fósforo en una planta de tratamiento de efluentes de Arauco y Constitución S.A, Planta Horcones Proyecto MAPA

Autores: Daniel Lewis y Gladys Vidal.

Resumen: La industria forestal chilena comprende unos de los sectores industriales más relevantes en el país, siendo fundamental para el desarrollo de la economía nacional. Dentro de las industrias forestales, un 15% de éstas, se dedica a la producción de celulosa blanqueada mediante el proceso Kraft. Una de las más relevantes es la empresa Arauco y Constitución S.A, esta se encuentra en el proyecto de modernización y ampliación de la planta Arauco (proyecto MAPA), este aumentará la producción de celulosa de 52.500 a 1.500.000 toneladas al año. Por consiguiente, la cantidad de los RILes (Residuos Industriales Líquidos) aumentará alrededor de 500 mg/L de materia orgánica y de 5-10 mg/L de fósforo. Todo esto significa mayor descarga de fósforo a los ecosistemas, con una concentración superior a 5 mg/L, con posibles impactos de eutrofización en el cuerpo receptor. Debido a lo antes indicado es necesario optimizar el tratamiento de los efluentes, mediante la generación de estrategias operativas que permitan cumplir con la norma legal establecida por el decreto supero N°90 de 5 mg/L, en caso de posibles alzas de concentración de fósforo, debido a la producción de celulosa. El objetivo de este estudio es analizar diferentes estrategias para aumentar la eliminación de fósforo en efluentes de celulosa de planta Arauco a un 60%. Para este trabajo se utilizó una planta piloto que recrea las condiciones de operación de los biorreactores de la planta de tratamiento de efluentes. Se realizó un total de 4 estrategias diferentes, estas son: a) la adición de hexametáfosfato de sodio a la cámara MPB (Mínima producción de biolodos), b) una recirculación interna de lodos activados, c) una adición de aluminio a la cámara de aireación y d) una adición de aluminio a la recirculación de lodos activados, estas estrategias obtuvieron eficiencias de eliminación de $63,0 \pm 6,1\%$; $22,8 \pm 16,0\%$; $58,2 \pm 9,5\%$; $54,7 \pm 8,2\%$, respectivamente. La adición de hexametáfosfato de sodio es la más eficiente del total de estrategias realizadas.

Resumen Gráfico

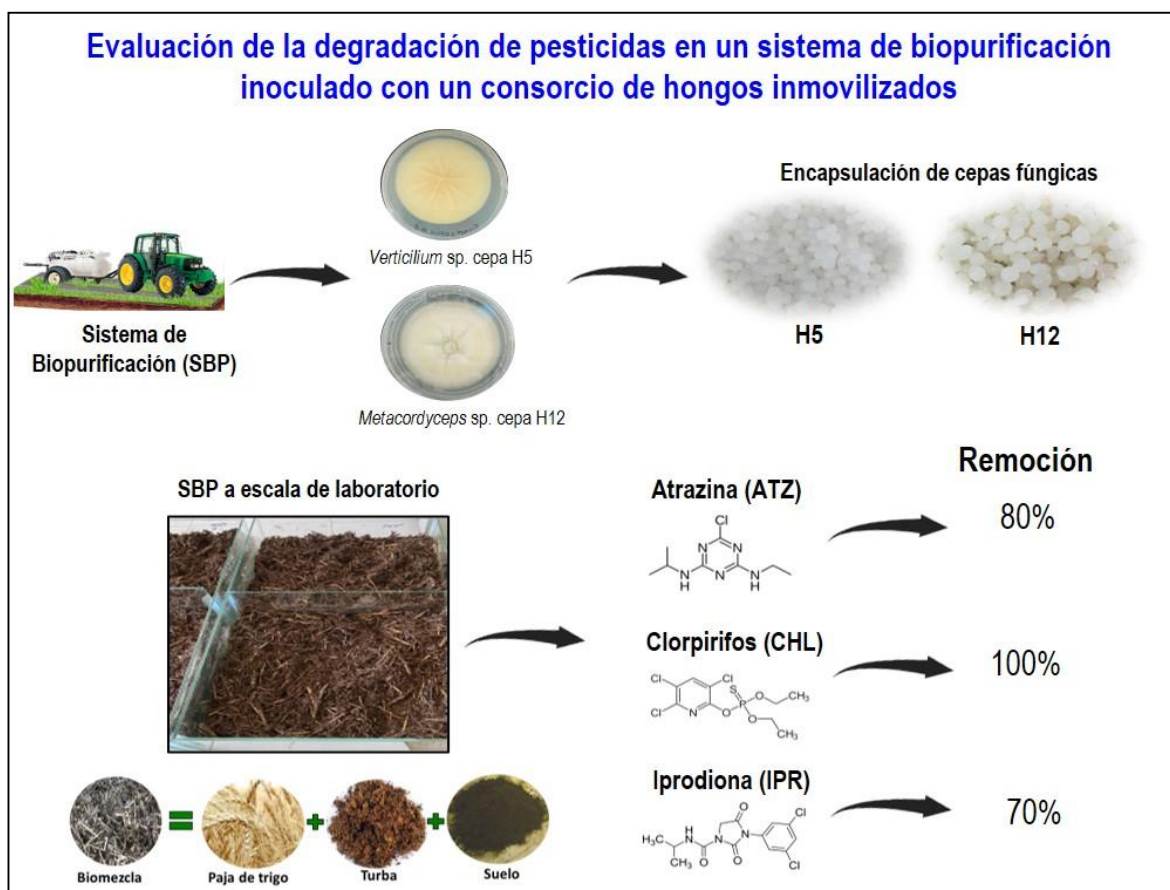


Evaluación de la degradación de plaguicidas en un sistema de biopurificación inoculado con un consorcio de hongos inmovilizados

Autores: Catalina Jara, Marcela Levío-Raimán y María Cristina Diez

Resumen: Los plaguicidas son sustancias químicas o naturales destinadas a eliminar, destruir o controlar cualquier plaga o enfermedad en los cultivos agrícolas. Sin embargo, su uso intensivo y su inadecuada manipulación han causado problemas de contaminación que pueden afectar a los recursos naturales, siendo la contaminación puntual la más habitual. Para evitar este tipo de contaminación por plaguicidas se ha desarrollado el Sistema de Biopurificación (SBP), una alternativa biotecnológica para reducir los efectos de los plaguicidas en el medio ambiente. El SBP se basa en una biomezcla orgánica biológicamente activa compuesta por suelo, turba y paja de trigo (1:1:2 v/v). En el presente trabajo se propuso utilizar las cepas fúngicas inmovilizadas *Verticillium sp.* H5 y *Metacordyceps sp.* H12, aisladas de un SBP para formular un consorcio fúngico e inocular una biomezcla para mejorar la degradación de plaguicidas. Las cepas fúngicas se cultivaron en medio Kirk modificado (MKM) durante 7 días a $27 \pm 1^\circ \text{C}$ en un agitador orbital a 100 rpm en oscuridad. Luego, las cepas fúngicas se inmovilizaron individualmente en perlas de alginato y se formuló un consorcio fúngico (H5+H12). Posteriormente, se contaminó la biomezcla con una mezcla de los plaguicidas atrazina (ATZ), clorpirifos (CHL) e iprodiona (IPR) a concentraciones de 50 mg/L. La concentración de pesticidas y metabolitos se midió por HPLC. Los resultados mostraron una alta degradación para los tres plaguicidas estudiados. En el caso de IPR, se observó Al día 15 se una drástica disminución en la concentración y un aumento de su metabolito 3,5-DCA, lo que indica la degradación del compuesto inicial. Sin embargo, para ATZ se observó una disminución más lenta tanto para el consorcio de hongos como para el control. Para el caso del CHL con el consorcio, se observó un descenso lento de la concentración para el día 15, sin embargo, se visualizó un aumento significativo de su metabolito TCP en comparación al control, lo que indica la degradación del CHL Este estudio concluye que el consorcio fúngico inoculado en una biomezcla permite mejorar y potenciar los procesos de degradación de los pesticidas ATZ, CHL e IPR.

Resumen Gráfico

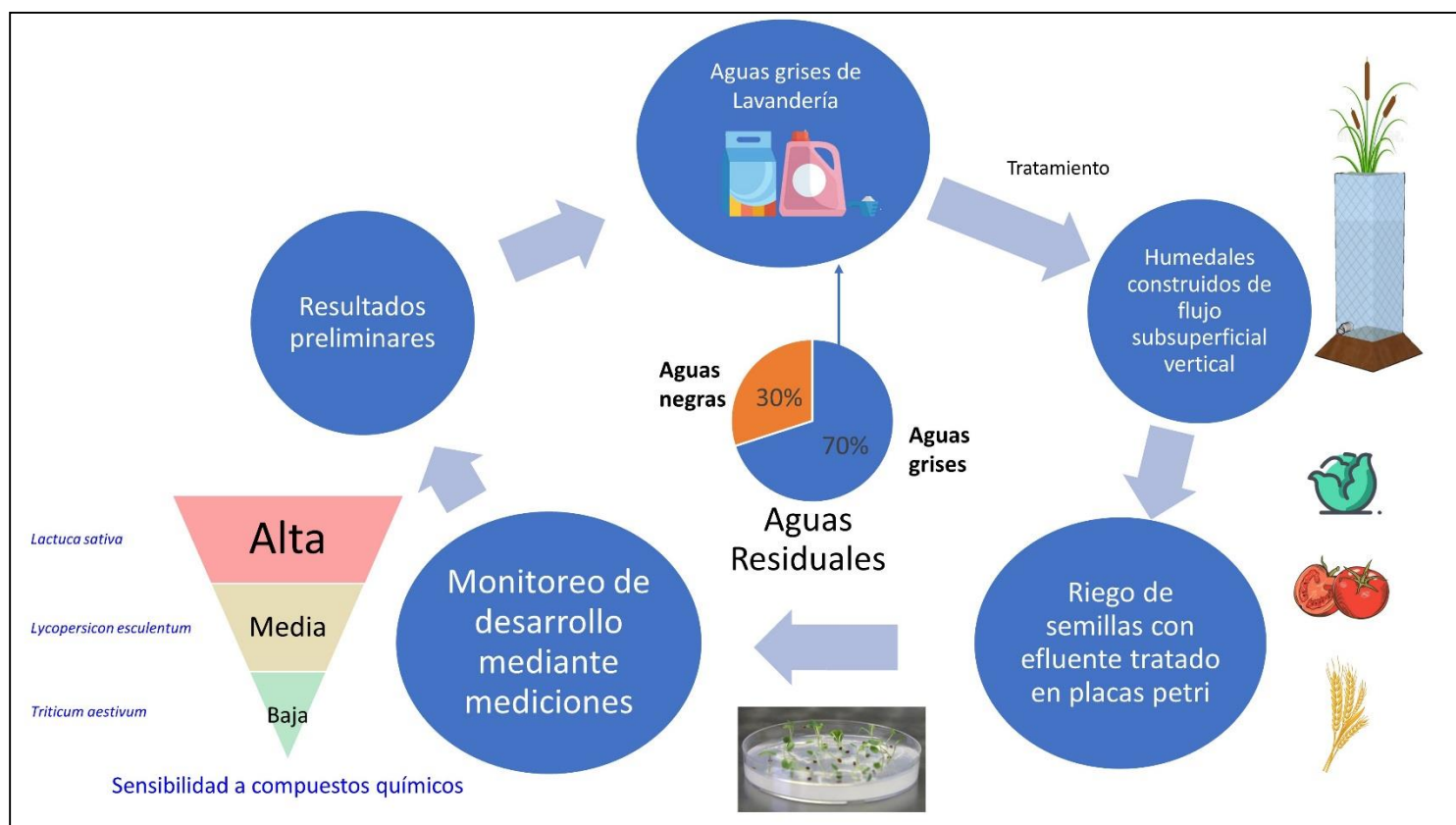


Evaluación del potencial reúso de aguas grises de lavandería en la agricultura, tratadas mediante un humedal construido de flujo vertical subsuperficial

Autores: Benjamín Garnica y Gladys Vidal.

Resumen: La escasez hídrica es un fenómeno que se encuentra a lo largo del mundo, el cual ha tenido una especial presencia en Chile desde ya varias décadas. Como parte de este fenómeno el mundo ah aumentado su necesidad de agua dulce en diferentes áreas, y se estima que para el año 2050 se genere un aumento del 55% de la demanda mundial de este valioso recurso. Es por esto, que el reúso de aguas grises es una opción viable para aumentar la disponibilidad de agua dulce para la población. En esta investigación se analizará la eficiencia de los humedales subsuperficiales verticales (HSSFV) como sistema de tratamiento no convencional de aguas grises, enfocándonos en las provenientes de lavandería. Esta fuente tiene la particularidad de ser más complicada de tratar debido a la concentración de los parámetros fisicoquímicos que posee, los detergentes, blanqueadores y suavizantes son un latente problema a la hora de evaluar el reúso de estos efluentes debido a la fitotoxicidad resultante de elevados niveles de sodio, nutrientes, fosfatos y surfactantes entre otros parámetros que se mencionan a lo largo del documento. Es por esto que los HSSFV se utilizaran como tratamiento en esta investigación, debido a su alta eficiencia según literatura para la remoción de surfactantes y materia orgánica, 94% y 86% respectivamente. Este trabajo contempla una crítica hacia la ley 21.075 del MOP sobre la regulación, recolección y disposición de aguas grises para ámbitos de riego en agricultura, al ser comparada con otros estándares internacionales y someter a pruebas escala laboratorio mediante bioensayos en placas para analizar su potencial reúso en la agricultura.

Resumen Gráfico

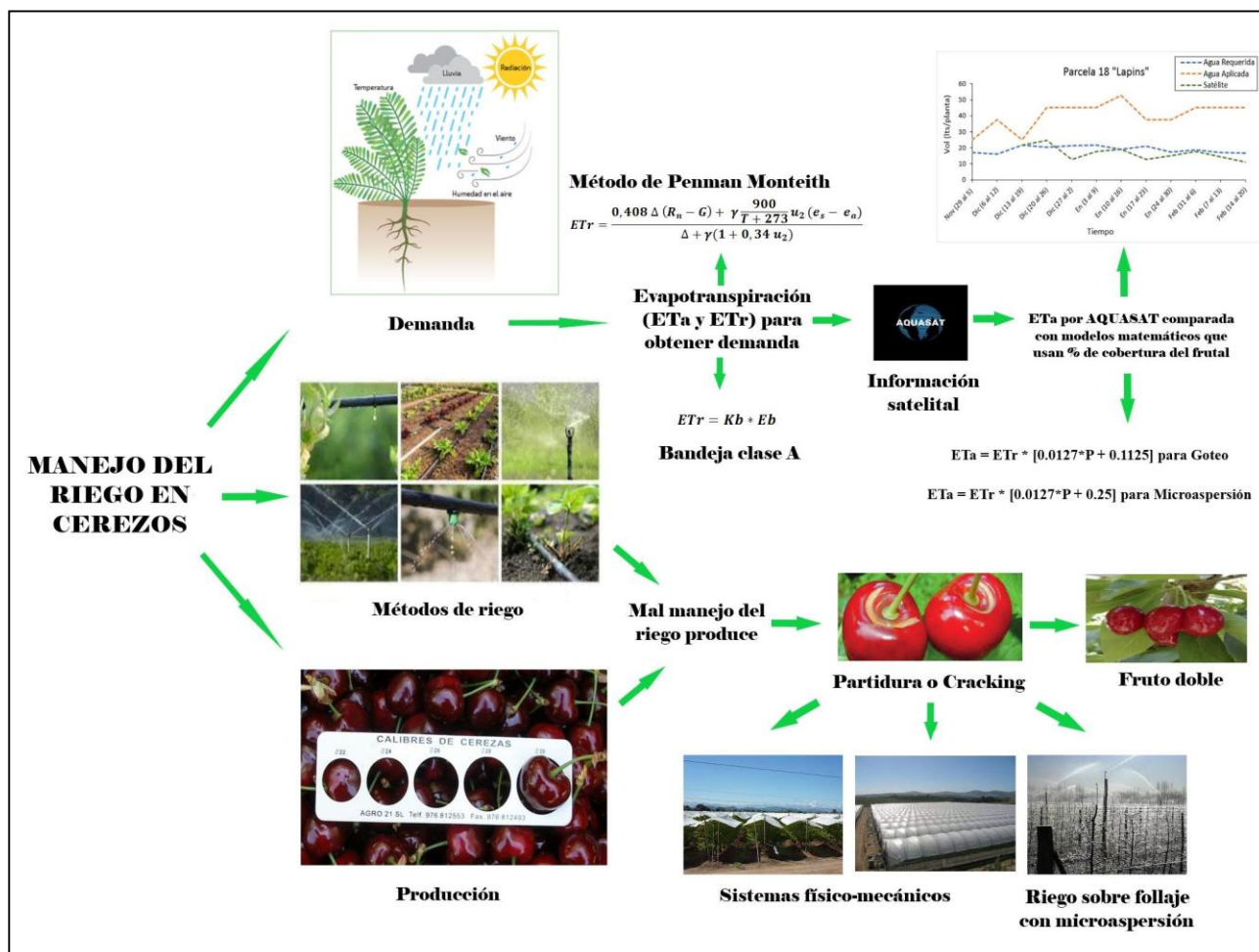


Manejo del Riego en Cerezos

Autores: Estefanía Morán y Eduardo Holzapfel.

Resumen: El presente estudio considera una revisión bibliográfica de investigaciones, estudios, y artículos científicos que se basan en El Riego en Cerezos, relaciona los sistemas de aplicación de agua, manejo, operación, producción de cerezas y técnicas de riego que optimicen la producción y minimicen enfermedades. Se hizo un análisis general sobre árboles frutales, con el fin de entregar información sobre diversos parámetros que influyen en el desarrollo del árbol, la determinación de la demanda hídrica, plantación, el riego y el consumo de agua. Se describen herramientas y métodos utilizados en la obtención parámetros en el control del riego, que entregan información necesaria para la determinación de la demanda hídrica a través de antecedentes ambientales (evapotranspiración) y del suelo (Humedad). Se muestra el desarrollo de estudios que utilizan la evapotranspiración de referencia y actual (ETr y Eta). En la primera se varía en porcentajes la ETr en el riego de un huerto de cerezos y se muestran los efectos en la producción, en la segunda, se utiliza Eta obtenida con el modelo AQUASAT y hace una relación de semejanza entre el uso del porcentaje de cobertura del árbol con métodos matemáticos tradicionales que determinan la Eta. AQUASAT entrega información exacta sobre la demanda del cerezo, ya que al compararse con otros métodos muestra diferencias de hasta un 50 % de eficiencia. Los métodos de aplicación, generalmente son métodos que utilizan la presión del agua. En frutales, goteo es el riego con mayor incidencia de aplicación y microaspersión se encuentra después. Dentro de esta clasificación se mostrarán los resultados de un censo realizado en el año 2019 que muestra los sistemas de riego utilizados en los sectores frutícolas del sur de nuestro país, confirmando que goteo es el más usado. Una mala elección del sistema de riego, un mal manejo en los tiempos de riego y una aplicación excesiva de agua o muy baja tiene consecuencias en la calidad de la fruta. Para mitigar estos efectos, se utilizan sistemas físico-mecánicos, químicos. Existen investigaciones que utilizan microaspersores en el control de heladas, para evitar la partidura en cereza por este fenómeno o la lluvia.

Resumen Gráfico

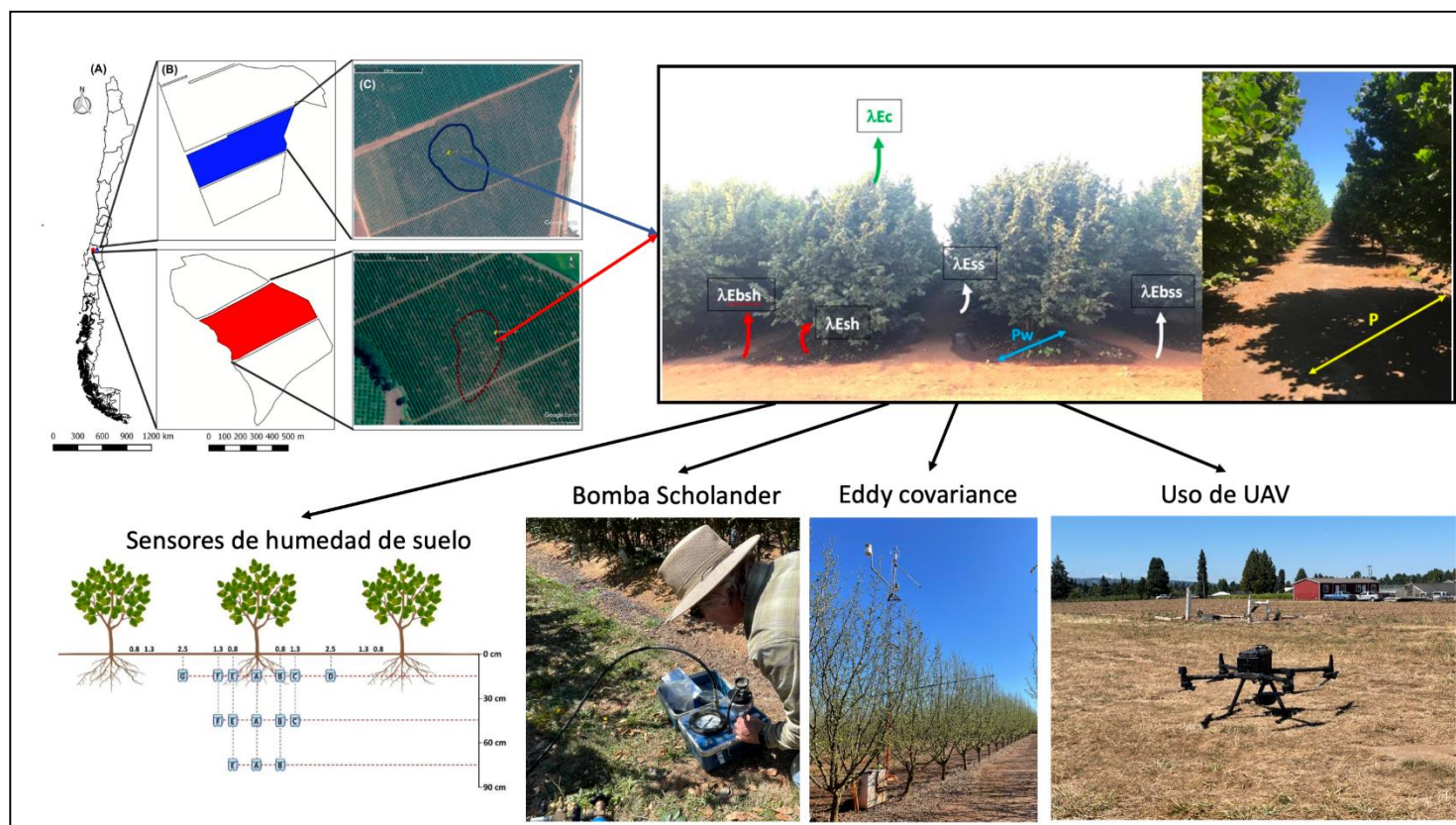


Uso de nuevas tecnologías para el manejo y optimización del agua en huertos de micro-riego

Autores: Camilo Souto, Eduardo Holzapfel, David Bryla y Gladys Vidal.

Resumen: En el mundo, el cambio climático y el aumento de las temperaturas amenazan con reducir la disponibilidad de agua superficial. En Chile, diversos estudios han realizado proyecciones de cambio climático y vulnerabilidad e impactos de este fenómeno encontrando que se experimentará un aumento de las temperaturas y disminución de la precipitación anual en todo el país, siendo de mayor magnitud en la zona norte y centro. Todos los estudios conducen a un efecto en la oferta y demanda de los recursos hídricos, por lo que se hace fundamental implementar nuevas tecnologías en la agricultura y evaluar su efecto en la toma de decisiones desde los productores. El uso de nuevas tecnologías para estimar la evapotranspiración (ET) y los requerimientos de agua para el manejo y diseño de sistemas de riego en frutales ofrece nuevas oportunidades en la optimización de los recursos hídricos. Como caso de estudio se analizó el manejo de riego del avellano europeo regado por microaspersión, abordando su manejo en cuanto a la demanda de agua, humedad de suelo, monitoreo fitosanitario y el uso de imágenes de alta resolución usando un drone. Los resultados mostraron que la integración de la información para el manejo y optimización del agua en sistemas de microriego es la clave para obtener un aumento en la calidad de la cosecha. Específicamente, el uso de un drone con sensores apropiados apoya la toma de decisiones con la gran ventaja de tener una visión espacio-temporal de los huertos. En un futuro cercano se espera que estas nuevas tecnologías sirvan para mejorar las prácticas de diseño y manejo de los huertos micro-irrigados.

Resumen Gráfico



Línea de Investigación 1: Uso eficiente del agua en la agricultura y la minería.

Línea de Investigación 4: Tecnologías para el tratamiento de aguas y remediación ambiental.



RECONOCIMIENTOS

PREMIOS POR CATEGORÍA

PREGRADO



De izquierda a derecha: Jazmín Veloso (UdeC), Javiera Gutiérrez (UdeC), Matías Espinoza (U. Talca), Kimberly Fuentes (U. La Serena), Carolina Sepúlveda (UdeC) y Dra. Valentina Carrillo (Evaluadora).

PREMIOS POR CATEGORÍA

POSTGRADO: Magíster



De izquierda a derecha: Jahir Ramos (U. Antofagasta) y Dr. Jorge Saavedra (Evaluador).

PREMIOS POR CATEGORÍA

POSTDOCTORADO



De izquierda a derecha: Eduardo Ortega (UAI) y Dr. Andrés Ramírez (Evaluador).

PREMIO “FERNANDO CONCHA ARCIL”

RECONOCIMIENTO A ZEINAB MORHELL POR PRESENTACIÓN DESTACADA DEL EVENTO

Nivel: Magíster



De izquierda a derecha: Zeinab Morhell (UAI) y Dra. Gladys Vidal (Directora de CRHIAM).

REGISTROS FOTOGRÁFICOS DEL EVENTO

REGISTROS FOTOGRÁFICOS

Primera jornada – 23 de mayo



REGISTROS FOTOGRÁFICOS

Primera jornada – 23 de mayo



REGISTROS FOTOGRÁFICOS

Primera jornada – 23 de mayo



REGISTROS FOTOGRÁFICOS

Primera jornada – 23 de mayo



REGISTROS FOTOGRÁFICOS

Primera jornada – 23 de mayo



REGISTROS FOTOGRÁFICOS

Segunda jornada – 24 de mayo



REGISTROS FOTOGRÁFICOS

Segunda jornada – 24 de mayo



REGISTROS FOTOGRÁFICOS

Segunda jornada – 24 de mayo



Fifth CRHIAM Student and Postdoctoral Researcher Meeting

Universidad de Concepción, Campus Concepción

May 23 and 24, 2023

**This book was edited in CRHIAM
by Felipe Barriga, Sujey Hormazábal and Gladys Vidal**

May 2023

ANID/FONDAP/15130015



Universidad de Concepción



**UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA**



Universidad del Desarrollo
Universidad de Excelencia



Quinto Encuentro de Estudiantes e Investigadores Postdoctorales CRHIAM



Fifth CRHIAM Student and Postdoctoral Researcher Meeting