



Memoria Anual

Centro Tecnológico de

Hidrología Ambiental

2019

Sumario

I. Presentación.....	3
II. Áreas Temáticas del Centro.....	4
III. Actividades del Centro.....	4
IV. Investigación.....	4
V. Asistencia técnica.....	10
VI. Publicaciones de artículos.....	10
VII. Publicaciones de libros y capítulo de libros.....	11
VIII. Presentación en Seminarios y Congresos.....	11
IX. Vinculación educativa.....	17
X. Vinculación tecnológica.....	20
XI. Vinculación Institucional.....	21
XII. Organización de eventos científicos.....	21
XIII. Redes de trabajo.....	22
XIV. Premiaciones y otros.....	22
XV. Integrantes del Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental.....	23

I. Presentación.

Con fecha 24 de octubre de 2011 se creó el Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental (CTHA) aprobado por R.U. 1115/2011.

Dicho centro fue creado como una unidad dependiente de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Talca con la finalidad de generar condiciones habilitantes para propiciar un proceso de investigación, desarrollo e innovación eficiente y sustentable en torno a la gestión del agua y del medioambiente.

Con fecha 31 de mayo de 2019 se regularizó el funcionamiento del CTHA, de acuerdo a los nuevos requerimientos de la Universidad, lo que está estipulado en la R.U. 975/2019.

El Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental es un equipo multidisciplinario de investigación conformado por especialistas de diversas áreas ligados a la hidrología y al medioambiente. Agrupa a investigadores de las Facultades de Ciencias Forestales, de Ingeniería, de Ciencias Empresariales y de Derecho, además del Instituto de Química, todos pertenecientes a la Universidad de Talca. Asimismo, posee alianzas con las universidades de Arizona (Estados Unidos), Politécnica de Madrid y de Córdoba (España), así como con el Programa Hidrológico Internacional (PHI), la Iniciativa Internacional de Sedimentos (ISI), el grupo de trabajo de Hidrología de Sistemas Forestales, y con el Centro del Agua para las Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe, CAZALAC, todos de UNESCO. En el ámbito nacional, posee contactos de trabajo con investigadores de la Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Concepción, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Universidad de Valparaíso e Inacap, entre otros.

El CTHA proviene del grupo de investigación Estándares de Ingeniería para Aguas y Suelos (EIAS) y desde el año 2000 ha venido desarrollando investigación en torno a las precipitaciones, caudales y su interacción con el complejo suelo vegetación. Entre sus logros más relevantes se cuentan elaboración de las curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF), Diseño hidrológico de obras de conservación de aguas y suelos, Diseño e implementación de Sistemas de captación de aguas lluvias (SCALL), la elaboración del primer modelo matemático para la estimación de la erosión hídrica en la Región de Coquimbo, entre otros. Recientemente se adjudicó la primera Cátedra UNESCO en Hidrología de Superficie: Investigación, Conocimiento y Difusión en Escenarios de Incertidumbre Climática.

Como investigadores, el accionar se centra en la gestión de recursos naturales, especialmente, aguas y suelos, abordando temas como la disponibilidad de agua en términos espaciales y temporales, y su uso eficiente desde una perspectiva productiva, ambiental y social.

II. Áreas Temáticas del Centro.

1. Hidrología de Superficie
2. Hidrología Forestal
3. Erosión y Sedimentación
4. Restauración Hidrológico Forestal y Oasificación
5. Captación de aguas lluvias
6. Hidráulica Aplicada
7. Economía de Recursos Naturales
8. Calidad de Aguas

III. Actividades del Centro.

El CTHA dentro de su accionar, efectúa las siguientes actividades:

1. Investigación pura y aplicada en torno a los recursos hídricos y el medioambiente
2. Servicio de asesoría y asistencia técnica a instituciones públicas y privadas
3. Formulación y ejecución de proyectos postulados a concursos de financiamiento públicos y privados.
4. Publicación de artículos científicos ISI / Scopus
5. Difusión, transferencia y capacitaciones a profesionales del ámbito académico y profesional, a tomadores de decisión, estudiantes y comunidad en general
6. Organización de eventos científicos nacionales e internacionales.
7. Relaciones de trabajo con diversas instancias en el plano legislativo, tales como las comisiones de Recursos Hídricos de la Cámara de Diputados, servicios públicos, entre otros.

IV. Investigación.

Durante el año 2019 el CTHA ha realizado los siguientes proyectos de investigación:

a) Proyecto Fic Maule “Establecimiento de plantaciones de *Aristotelia chilensis* a través del uso de sistemas de captación de aguas lluvia (Scall).

El proyecto, que fue iniciado el 2016 tuvo como objetivo generar una propuesta para el establecimiento de maqui en suelos erosionados, asegurando el suministro de agua a los individuos en los periodos estivales y de mayor producción del fruto mediante los Sistemas de Captación de Aguas Lluvias (SCALL). De esta forma, se capturó y almacenó agua proveniente de las lluvias lo que permite el óptimo desarrollo de las plantas para la producción de fruto, hecho que tendría importantes implicancias económicas para los pequeños productores de la Región del Maule. Esto posee connotaciones adicionales, porque el maqui es una especie

autóctona factible de ser instaurada en terrenos degradados y por ende podría convertirse en una excelente opción para pequeños propietarios y en general para entregar un uso y una posibilidad de restauración a ecosistemas altamente degradados de la Región del Maule. En la actualidad, el maqui se ha convertido, según la literatura internacional, en uno de los principales berries a nivel mundial, derivado principalmente de sus propiedades antioxidantes y cardio-protectoras. El maqui presenta cuatro veces más antioxidantes que otros berries, como el arándano o la frambuesa. Esto ha derivado en una creciente demanda internacional que se ha traducido en crecientes exportaciones de frutos congelados, jugo y otras formas, alcanzando el año 2014 los US\$ FOB 650.000, con Estados Unidos como principal comprador. A la fecha, el precio de un kilo de maqui fresco alcanza un valor que fluctúa entre los \$15.000 y \$24.000.

Por otro lado, los SCALL tienen por objetivo el capturar aguas provenientes de las precipitaciones y almacenarlas para su posterior uso, especialmente en épocas estivales, donde las precipitaciones son nulas. Su ventaja radica en la posibilidad de utilizar el agua de lluvia, que es gratis y posible de ser capturada. A partir de un proyecto FIC Maule (año 2012) ha sido posible avanzar como ninguna otra región de Chile en el diseño y construcción de SCALL, hecho que permite asegurar la captura de agua. En este caso, la duda científica es si será posible abastecer hídricamente a una plantación de maqui, en base a sus propias demandas, y a la vez generar producción económica. Por ende, esta es la hipótesis de trabajo: “Se piensa que es posible, mediante sistemas de captación de aguas lluvias, suministrar el agua necesaria para que pequeñas plantaciones de maqui sean productivas desde un punto de vista económico y a la vez esto permita la restauración ambiental de territorios degradados de la Región del Maule”.

En base a lo anterior, si se considera una inversión por unidad productiva de 5 millones para el SCALL y de 2 millones para la instauración del material vegetal, y si a ello se suman bosquetes de poco más de 100 individuos, y cuya producción mínima sea de 2 kilo por año, se puede considerar que las entradas netas por año serán de \$2,6 millones anuales como mínimo, durante un periodo productivo de 20 años, otorgándole al pequeño productor una entrada monetaria estable para cada año.

Durante el año 2019 el proyecto llegó a su término. Las actividades que se desarrollaron durante este último año de ejecución fueron el seminario final, que contó con la participación de expositores nacionales y un expositor internacional; cursos de capacitación en manejo de maqui y diseño de sistemas de captación de aguas lluvias; días de campo, en donde asistieron beneficiarios directos e indirectos del proyecto y finalmente la elaboración de 2 publicaciones, una exclusivamente de referida a al establecimiento y manejo de maqui y la segunda referida al proyecto en sí y a la masificación de los scall en el ámbito urbano, para ataque de incendios y para recargar pozos.



Figura 1: Seminario final proyecto.



Figura 2: Exposición Dr. Christoph Lehmann, experto suizo en desastres naturales.



Figura 3: Curso de capacitación realizado en el marco del proyecto FIC Maule.



Figura 4: Día de campo realizado en el marco del proyecto FIC Maule al sector El Trigal, San Javier.

b) Proyecto Fic Biobío “Implementación y difusión de plataforma tecnológica para la gestión de recursos hídricos basados en sistemas de acumulación de aguas lluvias en sectores productivos de importancia agroalimentaria” FIC-R, 2017, desarrollado en conjunto con la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

El proyecto es desarrollado por la Universidad Católica de la Santísima Concepción en conjunto con el Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental de la Universidad de Talca y es financiado por el Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) de la región del Biobío.

La iniciativa pretende contribuir a difundir conocimientos, tecnologías y prácticas para la gestión del recurso hídrico en pequeños y medianos empresarios agrícolas.

El principal objetivo del programa, que está en su fase final, es incrementar la disponibilidad de agua mediante el diseño y construcción de sistemas tecnológicos de captación de aguas lluvia de baja complejidad y costo, enfocados en el sector de la pequeña agricultura. Por otro lado, mediante una plataforma interactiva, permitirá incrementar la competitividad con la utilización eficiente del recurso hídrico.

En total son 30 los beneficiarios directos del programa y ya fueron capacitados en tecnologías de acumulación de aguas lluvia y participaron en talleres impartidos en las unidades demostrativas del programa. Para los beneficiarios directos que ya poseen una unidad de acumulación para el desarrollo de sus actividades, el proyecto ha sido un gran aporte para enfrentar la escasez del recurso permitiéndoles buscar a través de estas soluciones, impulsar nuevos proyectos en sus actividades productivas.

Al finalizar el proyecto, cuya duración es 24 meses, con los resultados se pretende ayudar a disminuir problemas como la carencia de una adecuada oferta de agua para los volúmenes de producción y acortar la brecha para acceder a mercados más rentables.

Durante el presente año se ha trabajado con el equipo de la UCSC en los días de campo, en talleres de difusión de la iniciativa y en el diseño de la plataforma de diseño Scall.



Figura 5: Día de campo en comuna de Portezuelo.



Figura 6: Día de campo en comuna de Florida.

V. Asistencia técnica

Durante el año 2019 el CTHA ha realizado las siguientes asistencias técnica:

- **Servicio de aforos a la empresa Essbio S.A.:** La empresa sanitaria NUEVOSUR S.A. solicitó al CTHA realizar mediciones de caudales circulantes y lectura limnimétrica en distintos cauces de la Región del Maule, desde donde se captan los recursos hídricos para abastecer de agua potable a localidades urbanas de la región, y en los cuales se tienen estaciones fluviométricas. Los puntos de medición se encuentran en las localidades de Chanco, Pelluhue, Curanipe, Empedrado, Putú, Gualleco, Curepto e Iloca.

VI. Publicaciones de artículos

Durante el año 2019 el CTHA ha publicado los siguientes artículos científicos:

- J. Tapia, F. Villagra, C. Bertrán, J. Espinoza, S. Focardi , P. Fierro, C. Tapia, R. Pizarro, L. Vargas-Chacoff. Effect of the earthquake-tsunami (Chile, 2010) on toxic metal content in the Chilean abalone mollusc *Concholepas concholepas*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 169 (2019) 418–424. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.11.040>

Además, se encuentran los siguientes artículos científicos en revisión, a la espera de que sean aceptados para publicación:

- Stabilization of stage-discharge curves following the establishment of Monterrey pine plantations in Chile a la revista *River Research and Applications*
- The first drying lake in Chile: Possible causes and recovery options. Enviado a revista *Water*
- Análisis temporal y espacial de la producción de agua superficial en 42 cuencas de la zona Centro-Sur de Chile y su relación con el uso actual del suelo
- Estimating IDF Curves in Areas of Central Chile a la revista *Tecnología y Ciencias del Agua*.
- Peak flow tendencies in central Chile. Enviado a *Journal of Hydrology* por Cátedra Unesco en Hidrología de Superficie.

- The large-scale effect of forest cover on water yield in Mediterranean catchments of central Chile. Comparisons and Statistical Relationships. Enviado a revista water en el marco de la Cátedra Unesco en Hidrología de Superficie.

VII. Publicaciones de libros y capítulo de libros

- Pizarro, R; Estévez, C; Vallejos, C; Ibáñez, A; Sangüesa, C; Fernández, M; Doll, U; Mendoza, R. y Campos, D. 2019. Plantaciones de *Aristotelia Chilensis* (Maqui) en Base a sistemas de captación de aguas lluvias (scall): una respuesta a los escenarios de escasez hídrica y los desafíos de la gobernanza del agua en Chile. Editorial Universidad de Talca. ISBN: 978-956-320-110-0. Talca. Chile. 96 pp.
- Unesco. 2019. Documento técnico N° 41. Pizarro, R; Sangüesa, C; Vallejos, C; Mendoza, R; Pino, J; Berríos, Á; Ibáñez, A; Castillo, B; Bernal, A; García, P; Arumí, J; Iroumé, A y Valdés-Pineda, R. Antecedentes de la relación masa forestal y disponibilidad hídrica en Chile. Unesco. 38pp.
- Fernández, M; Doll, U y Vallejos, C. 2019. El maqui: fruto forestal chileno famoso a nivel mundial. Editorial Universidad de Talca. ISBN N° 978-956-329-106-3. 40 pp.
- García, P; Jones, S; Daniels, M; Valdés-Pineda, R y Pizarro, R. 2019. Capítulo 9: Estado actual del manejo de sedimentos en Estados Unidos. Del libro Estado actual de sedimentos en nueve países de las Américas.
- El sector forestal chileno y su relación con los recursos hídricos. Editorial Springer, en el marco de la Cátedra Unesco en Hidrología de Superficie.

VIII. Presentación en Seminarios y Congresos

Durante el año 2019 se han realizado presentaciones en los siguientes eventos nacionales e internacionales:

- Enero. Santiago. Seminario ALHSUD “Gobernanza del agua subterránea en la gestión hídrica”
- Enero. La Serena. ceremonia de cierre del Programa nacional de Restauración ONUREDD en la región de Coquimbo.
- Marzo. Valparaíso. Seminario “Derecho Humano al Agua y al Saneamiento: Una exigencia democrática para Chile”, que se realizará en la Sala de Sesiones del Edificio del Senado en Valparaíso,
- Marzo. Santiago. Celebración Día Mundial del Agua. El CTHA en conjunto con INACAP, realizaron una ceremonia con motivo del Día Mundial del Agua.

- Marzo. Concepción. Celebración Día Mundial del Agua. El CTHA en conjunto con INACAP, realizaron una ceremonia con motivo del Día Mundial del Agua.
- Mayo. Talca. Organización y exposición en Seminario final proyecto FIC Transferencia Plantaciones de maqui con sistemas de captación de aguas lluvias. El seminario se realizó en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Forestal del campus Talca de la Universidad de Talca.
- Mayo. Organización y exposición el seminario “Desastres naturales ligados al agua”, en el marco de la inauguración de la Cátedra Unesco en Hidrología de Superficie.
- Julio. Participación del seminario “El rol de lo forestal en el cambio climático”. de la Comisión de Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación del Senado.
- Julio. Concepción. Participación del Seminario Agua y Bosque, organizado por Forestal Arauco S.A.
- Agosto. Quito, Ecuador. Seminario “El problema de la erosión y la sedimentación: una aproximación desde la investigación, la gestión técnica pública y privada y las políticas públicas”.
- Septiembre. Santiago. Seminario "Regulación ambiental de aguas en escenario de crisis hídrica y climática" organizado por la Universidad de Chile.
- Septiembre. La Serena. Seminario: “Adaptación al cambio Climático en Zonas Áridas y Semiáridas”. Esta actividad está inserta en el marco de la agenda Ciudadana COP25 y se realizó los días 12 y 13 septiembre.
- Octubre. IX Congreso Copsa “Congreso Nacional de Concesiones: Agrandemos Chile” Keynote speaker: cambio climático.
- Octubre. XXIII Jornadas Conaphi Chile 2019.
- Octubre. Seminario “Los desafíos hídricos del agua para Chile: Una visión desde San Clemente y la Región del Maule”.



Figura 7: Presentación director CTHA en ceremonia de cierre del Programa nacional de Restauración ONUREDD en la región de Coquimbo.



Figura 8: Seminario Derecho Humano al Agua y al Saneamiento: Una exigencia democrática para Chile.



Figura 9: Celebración Día Mundial del Agua 2019 en Sede Inacap Santiago.



Figura 10: Exposición del Director del proyecto FIC Transferencia Plantaciones de maqui con sistemas de captación de aguas lluvias en seminario final del proyecto, realizado en el auditorio de la Facultad de Ing, Forestal del campus Talca de la Universidad de Talca.



Figura 11: Exposición del Director del CTHA en el Seminario de lanzamiento de la Cátedra Unesco en Hidrología de Superficie, realizado en el Campus Quebec de la Universidad de Talca. Santiago.



Figura 12: Participación del CTHA del seminario “El rol de lo forestal en el cambio climático”. de la Comisión de Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación del Senado.



Figura 13: Participación del CTHA del seminario “El problema de la erosión y la sedimentación: una aproximación desde la investigación, la gestión técnica pública y privada y las políticas públicas”, realizado en Quito, Ecuador.



Figura 14: Participación del CTHA del seminario "Regulación ambiental de aguas en escenario de crisis hídrica y climática" organizado por la Universidad de Chile.



Figura 15: Participación del CTHA IX Congreso Copsa “Congreso Nacional de Concesiones: Agrandemos Chile” Keynote speaker: cambio climático.



Figura 16: Participación del CTHA en el seminario “Los desafíos hídricos del agua para Chile: Una visión desde San Clemente y la Región del Maule”

IX. Vinculación educativa

- Marzo 2019. Talca. Conferencia sobre el Día Mundial del Agua en la escuela El Edén de Talca.
- Marzo 2019. Talca. Conferencia sobre el Día Mundial del Agua en una escuela a cargo del Sename en Talca.
- Junio 2019. Conferencia sobre el Día Mundial del Medio Ambiente en el colegio Matías Cousiño, Yervas Buenas, Linares.
- Septiembre 2019. Conferencia sobre el Cambio Climático a Rotary Club de Linares.
- Noviembre 2019. Encuentro ambientalista Vilches Alto, con el tema “La situación de los recursos hídricos en Chile”



Figura 17: Conferencia del Director del CTHA sobre el Día Mundial del Agua en la escuela El Edén de Talca.



Figura 18: Conferencia del Director del CTHA sobre el Día Mundial del Agua en una escuela a cargo del Sename en Talca.



Figura 19: Encuentro ambientalista Vilches Alto, con el tema “La situación de los recursos hídricos en Chile”

X. Vinculación tecnológica

- Junio. Santiago. Jornada técnica de ALHSUD: Hidrología y recarga de acuíferos.
- Agosto. Curso Estimación cuantitativa de la erosión hídrica y propuesta de medidas para la corrección del fenómeno. Curso organizado por la Secretaría Nacional del Agua de Ecuador. Quito.
- Noviembre 2018. Talcahuano y Chillán. Taller Diseño Sistema de Captación de Aguas Lluvias en el marco del proyecto FIC Biobío “Implementación y difusión de plataforma tecnológica para la gestión de recursos hídricos basados en Sistemas de Acumulación de Aguas Lluvias (Scall) en sectores productivos de importancia agroalimentaria” ejecutado por la UCSC y el CTHA. Se realizaron 2 talleres, uno en cada comuna, a los beneficiarios indirectos del proyecto, en la temática del diseño y construcción de sistemas de captación de aguas lluvias.



Figura 20: Entrega de certificaciones del Curso Estimación cuantitativa de la erosión hídrica y propuesta de medidas para la corrección del fenómeno. Quito, Ecuador.

XI. Vinculación Institucional

- Jornada de diálogo científico para aportar en la construcción de una ley de cambio climático. Organizado por la comisión de Medio Ambiente y Bienes Nacionales del Senado.
- Seminario sobre “Ley General de Suelos-Chile” de la Comisión de Agricultura del Senado.



Figura 21: Director del CTHA en el Seminario sobre “Ley General de Suelos-Chile” de la Comisión de Agricultura del Senado.

XII. Organización de eventos científicos

Durante el año 2019 el CTHA ha organizado o ha sido parte de los organizadores de los siguientes eventos científicos:

- Marzo 2019. Celebración Día Mundial del Agua. Se realizaron eventos en Santiago y Concepción, los que fueron organizados por el CTHA en conjunto con INACAP.
- Mayo 2019. Talca. Seminario del proyecto Establecimiento de plantaciones de *Aristotelia chilensis* a través del uso de sistemas de captación de aguas lluvias.

- Mayo 2019. Santiago. Seminario de Lanzamiento de la Cátedra Unesco en Hidrología de Superficie denominado “Desastres naturales ligados al agua”
- Octubre 2019. Santiago. XXIII Jornadas de Trabajo CONAPHI-Chile.
- Octubre 2019. San Clemente. Seminario “Los desafíos hídricos del agua para Chile: Una visión desde San Clemente y la Región del Maule”, organizado en conjunto con la I. Municipalidad de San Clemente.

XIII. Redes de trabajo

Durante el año 2019 el CTHA estableció relaciones de trabajo con la Universidad Tecnológica Metropolitana, de manera de realizar postulaciones a proyectos en conjunto, en donde se pueda potenciar el conocimiento en la captura de aguas lluvias sumado a la tecnología que pueda implementar la UTEM.

Sumado a lo anterior, ha seguido el vínculo con la Universidad Católica de la Santísima Concepción, en lo referido a postulaciones a proyectos en conjunto, donde se adjudicó el proyecto FIC Biobío Transferencia Observatorio de calidad de aguas del Biobío para la gestión hídrica.

XIV. Premiaciones y otros

i) Premio Zerosion

Los Premios Zerosion nacieron en el año 2014, organizados por BPS Group para reconocer la labor educativa, divulgativa, así como de la adopción de medidas de control de la erosión del suelo, de restauración paisajística, de cuidado y conservación del entorno natural por parte de personas, asociaciones, instituciones, medios de comunicación o entidades, cuyo esfuerzo esté orientado de forma destacada al mantenimiento de los suelos vivos y su biodiversidad.

Cada mes BPS Group publica, a través de su página web y su página en Facebook, el nombre del candidato o candidata que podrá optar a la elección final.

El jurado estará compuesto por:

- Un representante de la Universidad de Granada.
- Un representante de la Delegación de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en Granada.

- Un representante de la Delegación de Agricultura de la Junta de Andalucía en Granada.
- Un representante del Área de Medio Ambiente de la Diputación de Granada.
- Un representante de la Fundación Caja Rural de Granada.
- Tres miembros de BPS Group, empresa creadora del premio.

En el mes de septiembre, el Sr. Valentín Contreras de BS Group informó que el premio para el mes julio-agosto 2019 fue otorgado al Dr. Roberto Pizarro en base a la defensa a ultranza que realiza de forma cotidiana de todos los valores del suelo, comunicándolos en todos aquellos foros públicos y políticos de relevancia donde interviene, tanto a nivel nacional como de otros países, sobre todo del área iberoamericana, a parte del gran currículum científico y amplia experiencia docente que presenta el Dr. Pizarro.

XV. Integrantes del Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental

Nº	NOMBRE	PERFIL	UNIDAD	ORIGEN DE FONDOS
1	Dr. Jaime Tapia.	Académico asociado	Instituto de Química de los Recursos Naturales	
2	Dr. Iván Obando	Académico asociado	Fac. de ciencias Jurídicas y Sociales	
3	Dra. Claudia Sangüesa	Investigadora equipo titular	CTHA	Proyectos
4	Ing. Carlos Vallejos	Investigador equipo titular	CTHA	Proyectos
5	Ing. Romina Mendoza	Investigador equipo titular	CTHA	Proyectos
6	Ing. Alfredo Ibáñez	Investigador equipo titular	CTHA	Proyectos