



CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA EN AMÉRICA LATINA

Experiencias y conclusiones de un debate



CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA EN AMÉRICA LATINA

Experiencias y conclusiones de un debate

Chile, febrero 2016

Sistematización y redacción de los resultados del seminario:

Jacob Acevedo García.

Edición:

Nelson González Loguercio.

Fotografías:

Jacob Acevedo, Roberto Pizarro, Alex Núñez, Homero Barría, Juan René Guzmán, Jorge Carrasco, Nelson González, Pier Paolo Roggero y Milcíades Gadelha de Lima.

Coordinación y supervisión:

Alejandra Alarcón y Luis Ibaceta.

Diseño, diagramación e impresión:

Ediciones e Impresiones Copygraph.

ISBN: 978-956-7469-69-7

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) autoriza la reproducción total o parcial de esta publicación, a condición de que se mencione la fuente del documento y se envíe al PNUD un ejemplar del material reproducido.

La información, las denominaciones y los puntos de vista que aparecen en el presente documento son de la exclusiva responsabilidad de sus autores y no constituyen la expresión de ningún tipo de opinión de parte del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Dag Hammarskjöld 3241. Vitacura. Santiago. 7630412. Chile.

Teléfono Central: +56 (2) 2654 1000. FAX Central: +56 (2) 265 41099.

www.pnud.cl

Esta publicación entrega los resultados del Seminario Internacional sobre Sistemas de Captación de Aguas Lluvia, realizado en Santiago de Chile, el 27-28 de noviembre de 2014, en la sede de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). El Seminario fue organizado por la Oficina del Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos de Chile y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en Chile, y contó con el apoyo financiero de la Unión Europea (UE).

Índice

1. ANTECEDENTES	6
2. DESARROLLO DEL SEMINARIO	8
2.1. Apertura del seminario	9
2.2. Experiencias en captación de aguas lluvia	11
2.2.1. La experiencia mexicana en captación de aguas lluvia	11
2.2.2. Experiencias del Programa de Lucha Contra la Desertificación del PNUD-UE	12
2.2.3. Un alto en el desierto: una experiencia de captación de aguas lluvia en Limarí	12
2.2.4. Los programas de captación de agua de lluvias en Brasil: un millón de cisternas	14
2.2.5. La experiencia del estado de Piauí (Brasil) en sistemas de captación de agua de lluvia	15
2.2.6. Experiencia de Chile sobre captación, acumulación y aprovechamiento de aguas lluvia para enfrentar la escasez de agua en la pequeña agricultura	16
2.2.7. Experiencias de sistemas de captación y acumulación de aguas lluvia en cinco comunas del secano, Región del Maule	18
2.2.8. La experiencia del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) en captación de agua de lluvias	20
2.2.9. Cosecha y manejo de aguas lluvia desde el punto de vista de un comunero de la localidad de La Aguada, en el secano costero de la Región de O'Higgins	22
2.2.10. Experiencia de la Corporación El Canelo de Nos en captación de agua de lluvias	23
2.2.11. Redes de investigación científica: DesertNet Internacional	25
2.2.12. Experiencias en África del Norte del Núcleo de Investigación en Desertificación de la Universidad de Sassari	25
2.3. Políticas para enfrentar las sequías	27
2.3.1. Chile	27
2.3.1.1. Acciones contra la sequía a nivel nacional	27
2.3.1.2. Acciones contra la sequía en la Región de Coquimbo	28
2.3.1.3. Acciones contra la sequía en la Región del Biobío	29
2.3.1.4. Acciones contra la sequía en la Región de Valparaíso	30
2.3.2. El Salvador	30
2.3.2.1. Experiencia del Programa de Pequeñas Donaciones del GEF en El Salvador en captación de agua de lluvias	30

2.4.	Antecedentes técnicos de los sistemas de captación de aguas lluvia	32
2.4.1.	Roberto Pizarro, Universidad de Talca, Chile	32
2.4.2.	Juan René Guzmán, Coordinador del Programa de Pequeñas Donaciones del GEF, en El Salvador	33
2.4.3.	Milcíades Gadelha de Lima, Fundación Agente, Brasil	33
2.4.4.	Ronda de preguntas	33
2.5.	Panel final: Pasando de los estudios de caso a una política pública sobre sistemas de captación de agua de lluvia	34
2.5.1.	Wilfredo Alfaro, Punto Focal ante la UNCCD, CONAF	34
2.5.2.	Alejandra Alarcón, Coordinadora del Programa de Lucha Contra la Desertificación PNUD-UE	35
2.5.3.	Eduardo Fuentealba, Coordinador Regional del Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos	35
2.5.4.	Milcíades Gadelha de Lima, Director de Fundación Agente, Brasil	35
2.5.5.	Juan René Guzmán, Coordinador del Programa de Pequeñas Donaciones del GEF, El Salvador	36
2.5.6.	César Morales, Asesor del Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos	36
2.6.	Clausura del seminario	36
3.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
4.	ANEXOS	40
4.1.	Anexo 1: Agenda del seminario	41
4.2.	Anexo 2: Listado de participantes (por orden alfabético)	43



1

Antecedentes

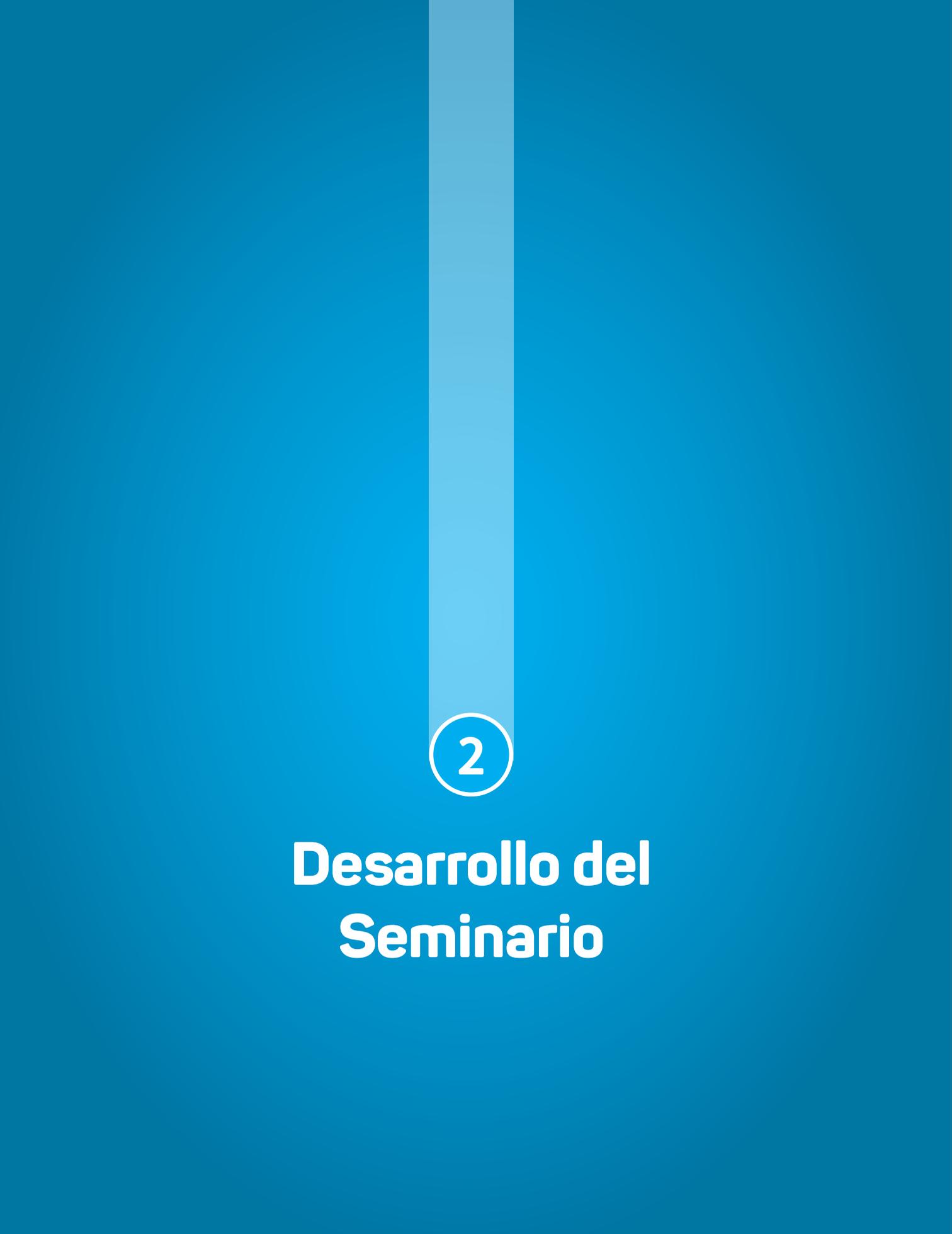
La finalidad del seminario fue compartir experiencias sobre el diseño e implementación de sistemas de captación de aguas lluvia en la región de América Latina y el Caribe y otras partes del mundo. Los sistemas de captación permiten aumentar la oferta de agua potable para consumo humano y usos agrícolas y ganaderos y, además, representan una alternativa viable para la recarga de acuíferos. De esta manera, contribuyen a la adaptación a los efectos adversos del cambio climático, por ejemplo las sequías prologadas que afectan a Chile y otros países de la región.

Existen opciones que permiten su adecuación a las condiciones hídricas y climatológicas de cada país y región, así como

opciones técnicas de bajo costo que pueden ser implementadas a nivel rural. A mayor escala, pueden utilizarse para medianas y grandes producciones agrícolas y ganaderas.

El seminario se propuso aportar al proceso de construcción de una agenda que permita pasar de estudios de caso y proyectos piloto a políticas nacionales permanentes, dotadas de los instrumentos técnicos y financieros que hagan posible que estas tecnologías sean transferidas de forma efectiva a las comunidades rurales, mejorando la calidad de vida de sus habitantes y su resiliencia a los efectos adversos del cambio climático.





2

Desarrollo del Seminario

2.1. Apertura del seminario

La inauguración del evento contó con la participación de la Oficial de Energía y Medio Ambiente del PNUD, Ignacia Holmes; la Representante Adjunta de la Oficina Regional de FAO para América Latina y el Caribe, Eve Crowley; el Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos de Chile, Reinaldo Ruiz; y el Asesor del Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos, César Morales.



Inauguración del Seminario Internacional de Captación de Aguas Lluvia.

Ignacia Holmes inauguró el evento dando la bienvenida a las autoridades presentes y participantes, señalando que se trata de un seminario abierto a todos los actores, orientado a mostrar las experiencias en capturar un recurso de extraordinario valor como es el agua de lluvia. A continuación, destacó que en julio de 2010 la Asamblea General de Naciones Unidas declaró que el acceso al agua potable y saneamiento es un derecho humano fundamental para el disfrute de la vida y de todos los derechos humanos, así como el Objetivo del Milenio Número 7 de sostenibilidad ambiental que insta a que en 2015 se reduzca el número de personas sin acceso a agua potable y saneamiento. A continuación, señaló que el cambio climático está alterando la disponibilidad de agua debido al aumento en la frecuencia de sequías, lo que impacta especialmente en las poblaciones más vulnerables y contribuye a la desigualdad.

La representante del PNUD también señaló que el agua es un recurso estratégico para un país, ya que permite la producción de alimentos y el sustento que hace posible la supervivencia de las personas. Además, posibilita el desarrollo de actividades productivas, generación de energías renovables y el mantenimiento de los bienes y servicios ecosistémicos. Según la Organización Mundial de la Salud, se requiere entre 50 y 100 litros por persona al día para que las necesidades básicas queden cubiertas y evitar amenazas para la salud.

Ignacia Holmes resaltó que los problemas asociados a la escasez de agua están vinculados con las áreas de trabajo del PNUD en Chile, en especial los proyectos que han permitido apoyar a las comunidades, al tiempo que se identifican buenas prácticas y lecciones aprendidas que son un insumo para la formulación de políticas públicas apropiadas. En este sentido, aludió al rol del PNUD dentro del Comité Técnico de Recursos Hídricos, Desertificación y Sequía que apoya a las Comisiones de Recursos Hídricos, Desertificación y Sequía del Senado y la Cámara de Diputados de Chile.

La Representante Adjunta de la Oficina Regional de FAO para América Latina y el Caribe, Eve Crowley, expuso que el agua es un elemento vital para la supervivencia de los seres humanos. Lamentablemente, las personas no son conscientes de lo limitado de este recurso, en especial las personas que viven en entornos urbanos y ciudades. La gobernanza de la tierra y el agua están estrechamente vinculadas, así como las inversiones que se realizan en el territorio, que impactan directamente en la disponibilidad de agua para la producción de alimentos. En el contexto de la Agenda Post-2015, se ha identificado que la reducción de desperdicios es esencial para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental. La captación de agua de lluvia apunta en esta dirección, porque permite que el desperdicio de agua sea menor, generando importantes ahorros, que pueden ser utilizados para la producción de alimentos.

Eve Crowley destacó que la FAO cuenta con un equipo para trabajar en recursos hídricos en el secano de Chile, esfuerzo que contribuye a la identificación de buenas prácticas y a la formulación de políticas para el desarrollo sostenible.

El Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos en Chile, Reinaldo Ruiz, comenzó su intervención destacando la preocupación del Gobierno de Chile sobre los temas de escasez de recursos hídricos y sequía, que es también un problema a nivel global. Su presentación giró en torno a los *nudos gordianos* (término de origen griego que se utiliza para dar nombre a una dificultad que no se puede resolver) para el desarrollo sostenible, directamente vinculados a la problemática de los recursos hídricos.

En una primera parte de su exposición, Reinaldo Ruiz destacó que la desigualdad en el acceso a los recursos hídricos afecta a las personas de forma diferente. En un extremo se ubican las personas en situación de vulnerabilidad para las cuales el acceso al agua es una cuestión de supervivencia; en el otro extremo, especialmente, la minería, producción forestal y agricultura de exportación, que suponen una gran demanda de agua. A esta situación se suman los nuevos hábitos de consumo y alimentación que suponen un incremento en el consumo de agua.

En segundo lugar, aludió a la problemática del cambio climático y sus efectos, que debe ser afrontado para que el país siga creciendo. El cambio climático en Chile se manifiesta de forma visible por la disminución de las precipitaciones, y de forma muy especial en la reducción de las masas de glaciares, que cubren 24.000 kilómetros cuadrados y lo pone a la cabeza a nivel mundial, siendo la disponibilidad per cápita de agua del orden de ocho veces superior al promedio mundial. Sin embargo, la disponibilidad de agua se distribuye de forma desigual en el país, con escasez en el norte y relativa abundancia en el sur. Para afrontar estos retos, se requiere de una visión sistémica que permita generar soluciones integrales, trabajando en tres frentes.

El primer frente es atender la emergencia de la sequía. En algunas regiones de Chile, de forma especial en la Región de Coquimbo, hay familias que en la actualidad están siendo apoyadas con canastas básicas de subsistencia porque han perdido cosechas como resultado de la sequía. A pesar de que existen infraestructuras para la acumulación de aguas, como

por ejemplo embalses y represas, muchas de estas estructuras están vacías. Por lo tanto, es necesario combinar un paquete de medidas e infraestructuras que atienda a los diferentes consumidores, combinando pequeños embalses, nuevos pozos, desalación de agua y sistemas de captación de agua de lluvias, así como potenciar la reutilización de aguas servidas, por ejemplo, para el riego de áreas verdes.

El segundo frente de trabajo es la institucionalidad pública alrededor de los recursos hídricos en Chile, que se caracteriza por gran cantidad de instituciones que comparten competencias con una posible duplicación y solapamiento de esfuerzos. Es necesario adecuar el marco institucional de los recursos hídricos a la situación actual, marcada por los retos que plantea el cambio climático.

La tercera área de trabajo es el marco jurídico de los recursos hídricos, cuyo modelo está basado en el Código del Agua de 1981, promulgado durante la dictadura militar. Dicho Código estableció que se puede conceder derechos de aprovechamiento de agua a particulares, siendo posible la compra y venta de dichos derechos, que a lo largo del tiempo han provocado una fuerte concentración de los mismos en algunos sectores de la sociedad. El mercado regula el uso del agua orientando los flujos hacia las actividades económicas más rentables, sin considerar otros usos que son esenciales para el desarrollo sostenible.

Finalmente, el Delegado indicó que para lograr un desarrollo sostenible es necesario enfrentar alternativas técnicas que consideren la posibilidad de transportar agua desde las regiones con mayor abundancia a otras, a modo de carreteras hídricas, así como la desalación de agua de mar a lo largo de la costa de Chile para reducir la presión sobre los recursos. En ambos casos, el costo de la energía es un factor limitante, uno de los *nudos gordianos* citados en la primera parte de su exposición. Según el Delegado, la forma más efectiva de enfrentar estos retos es combinar un paquete de acciones óptimo que busque un desarrollo más equilibrado.

2.2. Experiencias en captación de aguas lluvia

2.2.1. La experiencia mexicana en captación de aguas lluvia



Ing. Miguel Ángel Córdoba, del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Esta experiencia fue expuesta por el Ing. Miguel Ángel Córdoba, del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Su exposición se dividió en dos partes: la primera, sobre la experiencia mexicana en transferencia de tecnología sobre sistemas de captación de aguas lluvia a nivel doméstico y comunitario, y una segunda experiencia implementada en una comunidad indígena autogobernada en el estado de Michoacán.

De manera general, describió los principales elementos para la captación, recolección, intercepción, almacenamiento y tratamiento del agua de lluvia de los sistemas instalados en México.

En cuanto a sistemas instalados en viviendas, proporcionó detalles del proceso de construcción de estanques de almacenamiento, como por ejemplo la cisterna tipo “Capuchino” y la cisterna de hormigón armado fabricada con moldes. También analizó los sistemas de tratamiento solar del agua de lluvia, que tiene el inconveniente de ser dependiente de la luz solar, y el tratamiento del agua por biofiltros.

Respecto a sistemas comunitarios, mostró los detalles constructivos de un sistema de captación, de un sedimentador de sólidos y de otros ejemplos de almacenamiento para sistemas comunitarios. Mostró igualmente un embalse impermeabilizado con una lámina de polietileno, así como otro tipo de embalse que cuenta con una cubierta flotante de PVC. Este último tipo tiene la ventaja de poder capturar agua utilizando la cubierta flotante, lo que incrementa significativamente la superficie de captación.

Más específicamente, el Ing. Córdoba describió el esquema de trabajo para la instalación de los sistemas comunitarios autogestionados en la comunidad de Cherán, estado de Michoacán. Los aportes que realiza cada uno de los actores involucrados en el sistema de captación de agua de lluvia se dividen de la siguiente forma: los miembros de la comunidad aportan su maquinaria y trabajo no cualificado (mediante un esquema rotativo de jornales), la entidad privada Fundación Gonzalo Río Arronte aporta recursos para la compra de materiales, incluidas las geomembranas, y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (INTA) aporta los servicios de diseño de ingeniería.

Parte del agua capturada se somete a un tratamiento que permite obtener agua potable. Para generar ingresos adicionales, la comunidad cuenta con equipos para el lavado y reutilización de garrafas de 25 litros, que son vendidas al público. Estos ingresos contribuyen a la sostenibilidad del sistema de autogestión.

2.2.2. Experiencias del Programa de Lucha Contra la Desertificación del PNUD-UE



Alejandra Alarcón, coordinadora del Programa de Desertificación PNUD-Unión Europea en Chile.

La Coordinadora del Programa de Desertificación del PNUD y la Unión Europea, Alejandra Alarcón, expuso una serie de experiencias acumuladas a lo largo de la implementación del Programa desde su inicio en 2007. En cuanto al enfoque general de trabajo, destacó la importancia de considerar a las comunidades como protagonistas del proceso, la relevancia de contar con apoyo técnico adecuado, así como la necesidad de articular con todos los actores y facilitar un proceso de aprendizaje desde las experiencias locales hacia escalas mayores.

En cuanto a la desertificación en Chile, indicó que se da la paradoja de que el país es uno de los más afectados del mundo, pero al mismo tiempo existe un desconocimiento generalizado sobre la problemática y escasa atención por parte de los tomadores de decisión. Para que esto cambie en el largo plazo, es necesario un proceso de aprendizaje constante y la creación de capacidades que queden instaladas a nivel local.

Entre los logros del Programa, Alejandra destacó que el esquema de financiamiento del Programa permitió unir recursos de

la Unión Europea, el Fondo Mundial para el Medio Ambiente y otros fondos nacionales, logrando un monto total de alrededor de 5 millones de dólares.

Respecto al sistema de implementación, destacó la importancia de la rigurosidad de los procedimientos y la necesidad de ser flexibles, la igualdad entre hombres y mujeres, partir de una concepción que considere a las comunidades como protagonistas en lugar de beneficiarias y utilizar un enfoque integral a la hora de abordar el tema de la gestión del agua.

Para concluir, hizo mucho énfasis en el rol catalítico del Programa para que las comunidades pudieran acceder a diferentes instrumentos del Estado, muchos de ellos vinculados a la temática del agua, como por ejemplo restauración de suelos degradados o reforestación.

2.2.3. Un alto en el desierto: una experiencia de captación de aguas lluvia en Limarí



Nicolás Schneider Errázuriz, del Centro del Desierto de Atacama de la Universidad de Chile.

El geógrafo del Centro del Desierto de Atacama de la Universidad de Chile, Nicolás Schneider Errázuriz, expuso las experiencias de captación de agua de lluvia del proyecto de educación ambiental "Un alto en el desierto" desarrollado por el Centro del Desierto de Atacama de la Universidad Católica de Chile con doce comunidades en comunas de la provincia de Limarí, Región de Coquimbo.

Nicolás destacó que la situación de la gestión del recurso hídrico en la Región de Coquimbo es dramática, en especial por la disminución de precipitaciones y la falta de infraestructuras para la acumulación de agua. La producción del secano presenta una disminución de los cultivos de cereales y de la actividad ganadera, frente a un aumento importante de los cultivos de frutales. La disminución de la producción en el secano tiene un impacto directo en el aumento de la pobreza en la región. Por lo tanto, es necesario plantear estrategias de captación de agua que beneficien a las comunidades del secano.

El sistema propuesto combina la captación de agua de lluvias en tejados y mediante atrapanieblas, combinado con la reutilización de aguas grises. En cuanto al sistema de captación de agua de lluvia, destacó que existe un conjunto de percepciones alrededor de los sistemas de captación de agua de lluvia, por ejemplo en cuanto a la simplicidad de este tipo de instalaciones. Según su experiencia, esto no es cierto, porque se trata de instalaciones más complejas de lo que parecen, donde los detalles técnicos son muy importantes para que el sistema pueda captar agua de forma efectiva. Además, los usuarios tienden a pensar que la efectividad de estos sistemas es limitada, percepción que es necesario contrarrestar con hechos visibles, es decir, que los usuarios vean con sus propios ojos el agua cosechada.

En cuanto a los sistemas de almacenamiento, relevó que las precipitaciones promedio muestran un claro descenso, al tiempo que las intensidades de lluvia se concentran en pequeños periodos de tiempo. Por ejemplo, mencionó episodios donde se han registrado 50 litros por metro cuadrado en un día, lo que equivale a la mitad de toda la lluvia de un año en la zona. En estas condiciones, la capacidad de almacenamiento es insuficiente para acumular esta cantidad de agua, y por lo tanto los estanques van a estar vacíos durante gran parte del

año, por lo que el dimensionamiento del volumen de almacenamiento es fundamental en la Región de Coquimbo. En cuanto al uso del agua, comentó que existe un cierto desconocimiento sobre los requerimientos hídricos de las plantas y de tecnologías, como el riego por goteo.

Nicolás señaló la importancia de la educación ambiental, la que es necesario desarrollar e incorporar al sistema educativo nacional. Para esto, es necesario saltar de las experiencias piloto a modelos generalizados.

Adicionalmente, se refirió a las características clave que han hecho que el proyecto sea exitoso, como por ejemplo un acompañamiento cercano a las comunidades, con visitas frecuentes de los responsables de proyecto a las comunidades. Varios sistemas de captación de agua de lluvia, de bajo costo, han sido instalados en escuelas pequeñas con un solo profesor. Por otra parte, los logros han sido visibles, como por ejemplo el mantenimiento de huertos de plantas medicinales y de áreas verdes en las escuelas. Tales experiencias han permitido que los alumnos identifiquen esta tecnología como útil y eficaz para resolver necesidades concretas. Otro aspecto destacado en el proceso es contar con un líder en la comunidad que se encarga de apoyar el avance del proyecto.

Finalmente, resaltó que la educación ambiental sobre el tema del agua debería ser incorporada a los programas del Ministerio de Educación, a nivel institucional, de tal forma que sea inmune a los cambios de administración, con una visión de largo plazo que garantice que esta sea de calidad y disponga de los recursos necesarios para su implementación. En este sentido, sugirió la creación de una red nacional de cosechadores de agua de lluvia, con participación local y de actores privados, que contribuya activamente a la educación ambiental.

2.2.4. Los programas de captación de agua de lluvias en Brasil: un millón de cisternas



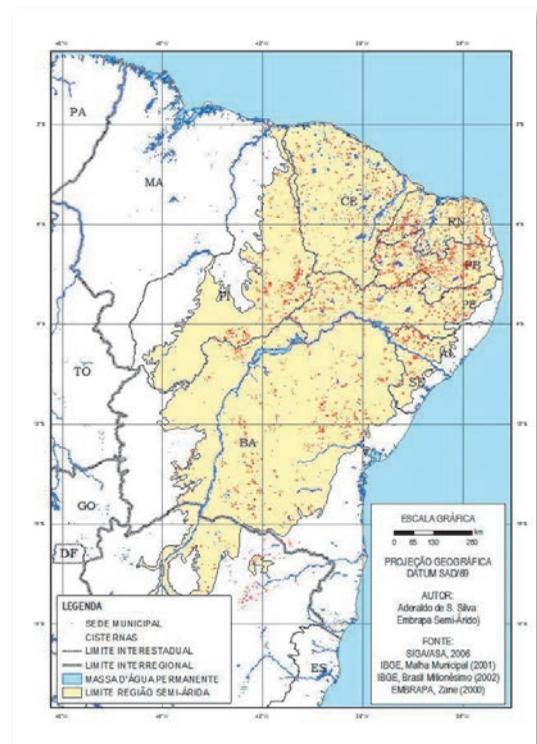
José Roberto de Lima, del Centro de Gestión y Estudios Estratégicos de Brasil (CGEE).

El asesor del Centro de Gestión y Estudios Estratégicos (CGEE), del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil, José Roberto de Lima, realizó una introducción referida a los antecedentes históricos de la situación del semiárido brasileño situado en el nordeste del país. Esta región ha sufrido diversas sequías a lo largo de la historia que han tenido graves efectos sociales. Por ejemplo, entre 1721 y 1725 hubo un gran sequía que acabó con la vida de todos los miembros de varias comunidades indígenas y tuvo efectos muy importantes en la fauna; la gran sequía de 1877-1879 acabó con la vida de alrededor de 500.000 personas que murieron por desnutrición, deshidratación y enfermedades, y provocó un movimiento migratorio masivo desde el nordeste brasileño hacia la Amazonía. En la actualidad, Brasil sufre una sequía prolongada que está provocando escasez en el suministro de agua y pérdidas de producción agrícola y ganadera.

Para enfrentar los problemas derivados de la sequía, Brasil se propuso la construcción masiva de sistemas de captación de agua de lluvia y cisternas de almacenamiento, mediante el Programa "Un millón de cisternas" (P1MC). Este programa surgió como resultado de la 3ª Conferencia de las Partes de la Convención

de Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación (UNCCD COP3), celebrada en Recife, Brasil, a partir de una propuesta de la sociedad civil que después se convirtió en política de Estado.

Hasta la fecha, se han instalado 600.000 cisternas para la acumulación de agua. En una primera fase, las cisternas estaban destinadas a proporcionar agua para consumo humano; y en una segunda fase, también a la producción agrícola. Esta segunda fase ha recibido el nombre de Programa "Una tierra y dos aguas", porque su finalidad es generar agua para el consumo humano y también para la producción agrícola y ganadera. Ambos programas han ido acompañados de importantes subsidios para las familias que viven en el semiárido, como por ejemplo la Bolsa Familia.



Cisternas instaladas en Brasil. Fuente: EMBRAPA Semi-Árido.

José Roberto destacó el rol que ha tenido el P1MC en la lucha contra la pobreza en el nordeste brasileño y en la mitigación de los efectos de la sequía. Sin embargo, señaló que es imprescindible que existan propuestas de desarrollo regional só-

lidas que consideren las lecciones aprendidas y la experiencia ganada hasta el momento, así como la aplicación de nuevas tecnologías e innovación en el semiárido.

En la ronda de preguntas, Alejandro León, de la Universidad de Chile, se interesó por la sostenibilidad de estos sistemas una vez construidos. En este sentido, José Roberto apuntó a que el apoyo técnico fue responsabilidad inicialmente de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA), durante la década de los 90, y que este trabajo ha sido asumido progresivamente por los estados del semiárido, como por ejemplo el estado de Ceará, con ciertas dificultades. Heitor Marallo, Coordinador de la Unidad de Coordinación Regional de la UNCCD en América Latina y el Caribe, agregó que los sistemas de captación de agua de lluvia se complementan con programas de desarrollo económico que están financiados por los bancos de desarrollo del país, como por ejemplo el Banco de Nordeste, que dedica el 60% de su presupuesto para financiar el desarrollo agrícola de la región.

2.2.5. La experiencia del estado de Piauí (Brasil) en sistemas de captación de agua de lluvia



Milcíades Gadelha, Director-Presidente de la Fundación Agente para el Desarrollo del Agronegocio y el Medio Ambiente.

El Director-Presidente de la Fundación Agente para el Desarrollo del Agronegocio y el Medio Ambiente, Milcíades Gadelha de Lima, realizó una exposición sobre la aplicación de los sistemas de captación de agua de lluvia en Brasil dentro del marco de trabajo de la Fundación Agente para el Desarrollo.

Según Milcíades Gadelha, la utilización de sistemas de captación de agua de lluvias constituye una estrategia de adaptación al semiárido brasileño. Estos sistemas se combinan con otros sistemas de riego que permiten la producción a escala de unidad familiar. Para optimizar los sistemas de captación y riego a nivel familiar, la Fundación Agente ha realizado cálculos detallados de las áreas de captación necesarias y de las necesidades hídricas de cada uno de los cultivos.

La aplicación de estas tecnologías en comunidades remotas del semiárido brasileño proporciona importantes beneficios a las comunidades, que de esta forma pueden asegurar una producción de hortalizas a lo largo del año. Se ha elaborado un catastro de los sistemas de captación de agua de lluvia instalados con información georreferenciada de su ubicación. Tales sistemas se orientan a la producción agropecuaria (agua secundaria), siendo necesario disponer de un sistema de agua potable (agua primaria) como requisito para que las familias participen en el proyecto.

En la ronda de preguntas, Enrique Medina, de la Comisión Nacional de Riego, preguntó si la introducción de cisternas ha supuesto también un programa de capacitación sobre las técnicas de riego que pueden ser aplicadas utilizando el sistema de captación y almacenamiento. Milcíades Gadelha comentó que, como resultado del proyecto, cada familia participante cuenta con un sistema de almacenamiento para consumo humano y un sistema de almacenamiento para riego de 52.000 litros. Para facilitar la aplicación de las tecnologías de riego, el proyecto ha desarrollado guías de gestión del agua a nivel familiar. Según Milcíades Gadelha, el agua productiva para agricultura y ganadería es percibida por las familias como “un regalo divino”.

2.2.6. Experiencia de Chile sobre captación, acumulación y aprovechamiento de aguas lluvia para enfrentar la escasez de agua en la pequeña agricultura



Ing. Jorge Carrasco, del INIA.

El Ing. Jorge Carrasco, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), expuso algunas experiencias de captación de agua de lluvias y su aprovechamiento para actividades productivas en Chile.

Señaló que las precipitaciones en el secano de la Región de O'Higgins durante los últimos cinco años se han mantenido por debajo de los 600 mm, lo que está generando serios problemas en el abastecimiento de agua, y hace necesario emprender acciones de adaptación, como la instalación de sistemas de captación de agua de lluvias. El Ing. Carrasco mencionó que, como resultado de la sequía, muchas municipalidades de la región tienen que apoyar a las familias con el abastecimiento de agua mediante camión aljibe, entre diciembre y mayo. Esta situación se ve agravada cuando se producen discontinuidades en el suministro; por ejemplo, en el caso de huelgas en el sector de suministro con camiones aljibe, lo que incrementa la probabilidad de conflictos sociales.

En el año 2009-2010, con apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y la Unión Europea, se dio inicio a un proyecto para captación de agua de lluvias por pequeños agricultores. En esa época, los agricultores realizaban capta-

ción de agua de lluvia mediante almacenamiento en botellas de plástico de diferentes capacidades y depósitos metálicos de 200 litros.

A continuación, aportó detalles sobre las técnicas de construcción de los sistemas de captación y almacenamiento para agricultura en el secano. Los tejados de las casas se emplean como superficie colectora del agua de lluvia. El agua es conducida mediante tubos de PVC a estanques que pueden tener una capacidad de 5.400 a 20.000 litros. Señaló la importancia de que las estructuras de almacenamiento sean resistentes a los sismos, lo que contrasta con otras estructuras utilizadas en América Latina y el Caribe, como por ejemplo en el semiárido brasileño, con menores requisitos estructurales. Otros sistemas de captación efectivos son los atrapanieblas, que captan el agua de la humedad que se estrella contra una malla, produciendo un agua de mucha calidad.



Sistemas de almacenamiento improvisado existentes con anterioridad a la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia. (Fuente: Jorge Carrasco, INIA).



*Estructura metálica resistente a sismos en depósitos de almacenamiento en Chile.
(Fuente: Jorge Carrasco, INIA).*

En cuanto al uso del agua captada, el Ing. Carrasco destacó el potencial del riego tecnificado por goteo. Mostró ejemplos de sistemas de producción de hortalizas en pequeños invernaderos familiares y la aplicación de técnicas de cultivo hidropónico que permiten obtener varias cosechas. Las lechugas que se producen son muy atractivas y limpias, siendo altamente apreciadas en el mercado.



*Forraje hidropónico producido con agua de lluvia.
(Fuente: Nelson González).*

Otro aspecto destacable de esta tecnología es la producción de forraje hidropónico, especialmente útil para la alimentación de pollos y conejos, que se comen todo el “pastel de forraje”, incluidas hojas, tallos y raíces, tiernos y nutritivos. Estos sistemas han sido aplicados por agricultores que también son propietarios de restaurantes y que crían conejos para abastecer el negocio.



*Cultivos hidropónicos de hortalizas.
(Fuente: Nelson González).*

En cuanto al aprovechamiento del agua captada para la bebida del ganado, el Ing. Carrasco explicó que han desarrollado un sistema que funciona con un dispositivo similar al del depósito de los inodoros domésticos: cuando el nivel del agua en el bebedero baja, se rellena automáticamente gracias a un sensor del nivel. Esta solución práctica permite garantizar el abastecimiento de agua para el ganado en aquellos predios que quedan alejados, donde los animales pueden pasar una semana sin supervisión.

Otro sistema de captación de agua de lluvia es el tranque acumulador, orientado a pequeños y grandes agricultores. El agua es captada mediante terrazas colectoras y conducida por caminos con una pendiente ligera que llevan el agua hasta depósitos de entre de 1.000 y 1.500 metros cúbicos.

En cuanto a las prácticas de conservación de suelos y agua, destacó las ventajas del uso de un tipo de arado subsolador que rompe la capa compactada del terreno. Ello permite que el agua de la lluvia se infiltre en el terreno y contribuya a la acumulación de humedad y a la recarga de los acuíferos. Este tipo de arado permite además alargar el periodo de producción de la pradera, generando mejores pastos para el ganado durante un mes adicional, en comparación con terrenos donde se ha aplicado un laboreo tradicional.

En la ronda de preguntas, Patricio Fernández, Representante del Delegado Presidencial de los Recursos Hídricos para la Región de La Araucanía, se interesó por el número de personas que se están beneficiando de estas tecnologías. El Ing. Carrasco informó que más de 500 agricultores se han beneficiado de este tipo de sistemas, con expectativas de que esta cifra aumente a través de los convenios que ha suscrito INIA con INDAP para actuaciones en el secano, así como con la CNR para el establecimiento de unidades demostrativas en Punta Arenas, Aysén y en la Región de Los Lagos.



*Técnicas de laboreo conservacionista.
(Fuente: Jorge Carrasco, INIA).*

2.2.7. Experiencias de sistemas de captación y acumulación de aguas lluvia en cinco comunas del secano, Región del Maule



Roberto Pizarro, de la Universidad de Talca.

El Ing. Roberto Pizarro, de la Universidad de Talca, expuso su trabajo de investigación y desarrollo de sistemas de captación de agua de lluvias adaptados a las necesidades específicas de la Región del Maule, como parte del trabajo desarrollado por el Centro Tecnológico de Hidrología Ambiental, con el objetivo de diseñar sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL) de bajo costo que puedan ser introducidos en el mercado para un proceso de masificación.

Aunque muchas personas creen que estas tecnologías son recientes, existen ejemplos de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia desde la antigüedad, como por ejemplo la cisterna de Yerebatan Sarayi, construida en Estambul por orden de César Justiniano (527-565 dC), la que tiene capacidad para almacenar 80 mil metros cúbicos de agua de lluvia.

El Ing. Pizarro expuso los detalles de un proyecto de construcción de sistemas de captación de agua de lluvia en cinco comunas del secano de la Región del Maule que ha contado con financiamiento del Plan INNOVA-CORFO y del Gobierno Regional.

El contexto de implementación del proyecto es un escenario de cambio climático, con mayor frecuencia de sequías y even-

tos extremos, con efectos muy importantes en la disponibilidad de recursos hídricos. Esto contrasta con la inversión que se realiza en Chile en investigación y desarrollo en temas relacionados con el agua (0,0043% del PIB).

El objetivo del proyecto fue incrementar la disponibilidad de agua para zonas urbanas y rurales mediante el diseño y construcción de sistemas de captación de aguas lluvia, con fines de producción agropecuaria, consumo doméstico, combate de incendios y bebida animal. Los objetivos específicos fueron: determinar el diseño óptimo de cada sistema de captación de aguas lluvia; determinar la calidad y los tratamientos hídricos para el agua almacenada; determinar el diseño óptimo de un sistema de distribución del agua a través de energía fotovoltaica; y transferir los paquetes tecnológicos desarrollados.



*Sistema fotovoltaico para proporcionar energía para la distribución de agua.
(Fuente: Roberto Pizarro, Universidad de Talca).*



*Sistema de captación y almacenamiento de agua de lluvia para consumo humano.
(Fuente: Roberto Pizarro, Universidad de Talca).*

Para el éxito de la aplicación de esta tecnología, el Ing. Pizarro destacó el componente metodológico para el diseño de los SCALL (Sistema de Captación de Agua de Lluvia). Es importante conocer la hidrología de la zona, y de esta forma obtener una precipitación de diseño, considerando las pérdidas del sistema, así como las dimensiones y materiales utilizados. En función de los tipos de materiales, se tienen distintos coeficientes de escorrentía, menores para hormigón y mayores para geomembrana. Los diseños varían considerablemente en función de si el agua es para uso humano (potable), riego o para bebida del ganado, ya que en cada caso se requiere de un sistema de tratamiento que garantice la calidad del agua deseada. El Ing. Pizarro indicó que el dimensionamiento de los equipos se realiza considerando que el sistema debe capturar el volumen de diseño al menos 9 de cada 10 años.

El Ing. Pizarro manifestó que los sistemas son aplicables a cualquier región del país. En los lugares donde llueve poco y con gran intensidad, serán necesarios sistemas de captación de mayor superficie y sistemas de almacenamiento acordes. Según sus estimaciones, la instalación de un SCALL permite obtener un abastecimiento de agua para consumo humano con menos costo que el sistema de distribución mediante camiones aljibe.

El Ing. Pizarro señaló que su grupo de investigación está desarrollando un software simulador para el diseño de SCALL a nivel regional, una herramienta que generará el dimensionamiento de los SCALL a partir de los datos de precipitaciones y otras variables necesarias del lugar, facilitando la aplicación de esta tecnología y reduciendo los costos de diseño.

Respecto a los SCALL urbanos, destacó la experiencia realizada en conjunto con la Universidad de Arizona para la captación de agua de lluvia en techos y la captura de aguas en carreteras para el riego de zonas verdes y la recarga de acuíferos.

Finalmente, el Ing. Pizarro indicó que los sistemas de captación de agua de lluvia pueden contribuir de forma importante al aumento de la oferta de agua, pero es necesario tener una idea muy clara de las posibilidades reales de la aplicación de esta tecnología, y mencionó algunos temas clave para que la tecnología tenga éxito: en primer lugar, reconocer las singularidades regionales en Chile en el proceso de diseño; en segundo lugar, realizar un diseño y dimensionamiento de los equipos que garantice un abastecimiento de agua en cantidad y calidad adecuadas.

En la ronda de preguntas, Ariel Durán, Coordinador Regional de la Delegación Presidencial de Recursos Hídricos de la Región del Biobío, se interesó por la tecnología utilizada para la potabilización de agua. El Ing. Pizarro explicó que cuando el agua se almacena en tanques flexibles (conocidos como Flexitanks) y además se tiene radiación solar intensa, el aumento de la temperatura en el agua produce un proceso de pasteurización que elimina cualquier microorganismo o patógeno. En otros casos, se cuenta con un sistema fotovoltaico para bombeo, el agua es transportada hasta un depósito específico para un proceso de filtración y cloración.

Patricio Fernández, representante del Delegado Presidencial de los Recursos Hídricos para la Región de La Araucanía, se interesó por la disponibilidad de datos hidrológicos en el secano costero.

Al respecto, el Ing. Pizarro comentó que se dispone de una base de datos en una plataforma web que permite conocer las intensidades de lluvia para una coordenada geográfica específica en las regiones Metropolitana, Maule y Biobío a diez, veinte y treinta años. Esta plataforma podría ampliarse a otras regiones del país con las inversiones necesarias.

2.2.8. La experiencia del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) en captación de agua de lluvias



Homero Barría, experto en riego del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP).

Homero Barría, experto en riego del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), expuso sobre las principales experiencias de INDAP en varias regiones del Chile, principalmente en las regiones de O'Higgins, Maule y Biobío.

INDAP dispone de varios programas que trabajan directamente con agricultores relacionados con inversiones para riego. En cuanto a los sistemas de captación de agua de lluvia, mencionó algunas prácticas destinadas a favorecer la infiltración en el terreno, captación de agua de lluvias superficial para su almacenamiento en pequeños tranques y la captación de agua de lluvias desde los techos. Acerca de estas últimas, expuso los detalles de un programa de captación de agua de lluvias desde los techos para el riego de un invernadero de 40 metros cuadrados en la Región de O'Higgins, donde la inversión alcanzó los 400 millones de pesos entre 2012 y 2014.



*Sistema de captación de agua de lluvia desde los techos para el riego de un invernadero de 40 metros cuadrados en la Región de O'Higgins.
(Fuente: Homero Barría, INDAP).*

En cuanto al almacenamiento de agua en tranques, mencionó que se ha realizado una inversión de alrededor de 300 millones de pesos en la Región del Biobío entre 2012 y 2014. El agua almacenada se utiliza principalmente para la producción de hortalizas y ganadería, a nivel de pequeños agricultores. Estos sistemas cuentan con un sistema de canalización del agua desde el área de captación hasta el almacenamiento para evitar la erosión y la destrucción de las paredes del tranque.



*Captación de agua de lluvia superficial y almacenamiento en tranques. A la derecha, detalle de canalización del agua que evita la erosión de las paredes del tranque.
(Fuente: Homero Barría, INDAP).*

El Sr. Barría destacó que el trabajo de INDAP enfrenta problemas asociados al marco legal y regulatorio establecido en el Código del Agua. Respecto a la captación de agua de lluvia, INDAP basa sus actuaciones en el marco del Artículo 10 del Código de Aguas, el que establece lo siguiente: "El uso de las aguas pluviales que caen o se recogen en un predio de propiedad particular corresponde al dueño de este, mientras corran dentro de su predio o no caigan a cauces naturales de uso público. En consecuencia, el dueño puede almacenarlas dentro del predio por medios adecuados, siempre que no se perjudique derechos de terceros."

En la ronda de preguntas, la Coordinadora Regional de la Delegación Presidencial de Recursos Hídricos de la Región del Maule, Gloria González, se interesó por los costos asociados a proyectos de riego con captación de agua de lluvia que cuentan con energía fotovoltaica para el bombeo de agua. El Sr. Barría manifestó que existe una experiencia acumulada en este sentido de más de dos años, con costos de aproximadamente 3.200.000 pesos para un sistema de captación de agua de lluvia, distribución a invernaderos, equipos de impulsión y paneles fotovoltaicos. Los tranques de acumulación varían entre 700 y 2.000 metros cúbicos, con inversiones de hasta 8.000.000 de pesos donde INDAP aporta con el 90% y el agricultor el 10%.

Ariel Durán, Coordinador Regional de la Delegación Presidencial de Recursos Hídricos de la Región del Maule, consultó sobre cómo se evita que los tranques de acumulación se llenen de sedimentos, desde un punto de vista de diseño y mantenimiento. El Sr. Barría indicó que se instalan equipos para disipar la energía del agua y reducir al máximo el arrastre de sólidos.

2.2.9. Cosecha y manejo de aguas lluvia desde el punto de vista de un comunero de la localidad de La Aguada, en el secano costero de la Región de O'Higgins



Alex Núñez, representante de la Junta de Vecinos de La Aguada.

El Representante de la Junta de Vecinos de La Aguada, en la Comuna de Navidad, Alex Núñez, realizó una exposición sobre su experiencia relacionada con la cosecha de agua de lluvia, como participante de un proyecto impulsado por el Programa de Lucha Contra la Desertificación PNUD-UE-GEF en su comunidad.

La localidad de La Aguada, ubicada en la parte más alta de la comuna de Navidad, afronta graves problemas de sequía. La localidad cuenta con alrededor de 12 familias, número que se ha reducido en los últimos años como consecuencia de la migración, debido a que las sequías persistentes limitan las actividades productivas.

La Junta de Vecinos de La Aguada tiene como finalidad promover el desarrollo de la comunidad y defender los intereses de sus vecinos. Los principales problemas que han identificado en la localidad son la degradación de suelos, el déficit hídrico que afecta la calidad de vida de las personas y la crianza de animales, erosión de los suelos por las altas pendientes y sistemas de acumulación de agua inadecuados.

En el año 2008 postularon a fondos del PNUD con el apoyo del INIA para la instalación de sistemas de captación de agua de

lluvia. Alex se refirió a las diferentes actividades del proyecto: construcción de sistemas de cosecha y almacenamiento de lluvia, mejoramiento de aguadas, construcción de disipadores de energía para reducir la erosión por escorrentía, construcción de invernaderos para la producción de hortalizas, prácticas de conservación de suelos, así como talleres de capacitación y de intercambio de experiencias.

En la actualidad, la acumulación de agua para riego les permite tener agua hasta febrero o marzo. Los invernaderos construidos en el marco del proyecto permiten el cultivo de tomates, lechugas y otras hortalizas durante todo el año, destinadas al autoconsumo y a la venta de los excedentes en las ferias locales, generando un ingreso extra a las familias.



Prácticas de conservación: construcción de disipadores de energía para evitar la erosión por escorrentía.

(Fuente: Alex Núñez, Junta de Vecinos de La Aguada).

Respecto a las prácticas de conservación de suelos, destaca la construcción de disipadores de energía en las quebradas, que reducen la velocidad del agua de escorrentía previniendo la erosión de los suelos y la pérdida de la capa fértil. También se utilizan neumáticos usados para fijar la capa de suelo necesaria para que crezcan árboles en la zona.

En cuanto a los logros del proyecto y los beneficios para la comunidad, Alex destacó que la capacidad de almacenamiento de agua de las familias se ha prácticamente duplicado respecto a la situación inicial. Otros resultados han sido: mejora de la calidad de vida de los habitantes, mayor proactividad de la comunidad y mejor vinculación con organismos públicos, como la municipalidad y organismos internacionales, como PNUD o FAO. Resaltó el rol activo y participativo de la comunidad en la implementación del proyecto, con una fuerte valorización del rol de la mujer en el proceso de toma de decisiones y en la ejecución de actividades. Los niños y adultos mayores de la comunidad también han participado activamente en el proyecto.

Un desafío de la comunidad es mejorar los accesos por carretera. En la actualidad, no están pavimentados, lo que limita el transporte de personas y mercancías, especialmente en los meses de invierno, así como el abastecimiento de agua mediante camiones aljibe, que solo pueden subir hasta la localidad en verano. Otro desafío es la producción de agua potable.

En la ronda de consultas, Alejandro León, de la Universidad de Chile, se interesó por el origen de la fuerte degradación de suelos en la zona. Alex comentó que el origen es histórico y está relacionado con el cultivo de la lenteja en laderas durante muchas décadas, y más recientemente la degradación asociada al ganado caprino.

Patricio Fernández, Representante del Delegado Presidencial de los Recursos Hídricos para la Región de la Araucanía, se interesó por las fuentes de ingreso de las familias en la zona. Alex indicó que la mayor parte de las familias vive de la apicultura y ganadería. Sin embargo, estos negocios son atendidos por adultos mayores, ya que la mayor parte de los jóvenes ha migrado por falta de opciones laborales.

2.2.10. Experiencia de la Corporación El Canelo de Nos en captación de agua de lluvias



Alejandro Salinas, representante de la Corporación El Canelo de Nos.

Alejandro Salinas, representante de la Corporación El Canelo de Nos, realizó una presentación sobre el trabajo realizado por esta organización en materia de captación de agua de lluvia en la Región de Coquimbo. Alejandro señaló primeramente la situación dramática de las familias que sobreviven con 25 litros de agua al día. Al mismo tiempo, valoró positivamente los esfuerzos que se están realizando en los últimos años para enfrentar esta situación, como por ejemplo la existencia de un Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos que lidera el trabajo en esta materia, así como la realización de talleres y seminarios en temas relacionados, como este Seminario Internacional de Sistemas de Captación de Aguas Lluvias.

La Corporación El Canelo de Nos, que opera en la Región de Coquimbo desde hace 30 años, considera que los procesos de

desertificación y degradación de tierras constituyen una grave amenaza para el desarrollo del país, procesos que además se expanden progresivamente, y que hay una fuerte contradicción entre el modelo basado en la extracción de recursos naturales y la mirada de desarrollo sostenible que ellos propician. Esta contradicción se expresa, por ejemplo, en la ideología que subyace en la Ley Minera y en el Código de Aguas, entre otros textos legales.

Alejandro también llamó la atención sobre la inequidad en el acceso a los recursos hídricos por parte de las comunidades y la agricultura familiar campesina, frente a una agricultura altamente intensiva en capital orientada a la exportación. En este marco, la corporación ha identificado algunos actores invisibilizados en la región, como por ejemplo las comunidades agrícolas, los comités de agua potable rural, los comités de mujeres, las juntas de vecinos, los criadores caprinos y las comunidades escolares, entre otros. Explicó que las comunidades agrícolas de la Región de Coquimbo conservan un modelo tradicional de subsistencia basado en un sistema organizacional que existe desde la Colonia. Existen 178 comunidades agrícolas en la región, con aproximadamente 15.000 familias que ocupan el 25% del territorio regional, alrededor de 1 millón de hectáreas principalmente en el secano. Sin embargo, estas comunidades disponen en la actualidad del 0,01% de los derechos de agua en la región. Esta situación se deriva del Código de Aguas vigente, que separa la propiedad del suelo de la propiedad del agua, generando un mercado especulativo del agua que ha propiciado la concentración del recurso.

La metodología de trabajo de la corporación El Canelo de Nos se fundamenta en el rol transformador que juegan las organizaciones de la sociedad civil, estructuras pequeñas en comparación con el Estado, pero con mecanismos para llamar la atención sobre temas críticos y activar procesos de cambio. Los puntos clave de esta propuesta son la valoración y rescate de tradiciones y saber local; transferencia de tecnología para mitigar situaciones negativas; fortalecimiento de liderazgos, elevando el rol de las comunidades en los procesos transformadores; empoderamiento local, permitiendo la influencia en los marcos reguladores que afectan a nivel local; y búsqueda de incidencia política.

Alejandro destacó el trabajo realizado en el marco del Proyecto “Río Hurtado: Agenda civil de lucha contra la desertificación

y la pobreza”, que contó con financiamiento de la Unión Europea. Este proyecto contribuyó a establecer un Foro Social Comunitario y a introducir alternativas tecnológicas como los hornos solares. También destacó algunos instrumentos que se han utilizado para facilitar la transferencia tecnológica a los comuneros, en especial el Programa Agropecuario para el Desarrollo Integral de los Pequeños Productores Campesinos del Secano de la Región de Coquimbo (PADIS), del INDAP.

El Proyecto “Comunidades Agrícolas y Derecho al Agua: Una Agenda para un actor social vulnerable. Región de Coquimbo”, también financiado por la Unión Europea, tuvo un rol especial en el fortalecimiento de las estructuras organizativas de las comunidades agrícolas. Entre los logros de este proyecto resalta la realización de un Seminario Temático con parlamentarios realizado en Elqui.

El Proyecto “Fortalecimiento y cohesión de múltiples actores sociales para incidir en la implementación de políticas públicas que prioricen el uso humano del agua. Regiones de Coquimbo, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos” tiene como finalidad avanzar en propuestas orientadas a lograr cambios legislativos en materia de recursos hídricos. En el marco de este proyecto se han hecho contribuciones valiosas al proceso de reforma del Código del Agua y de reforma constitucional.

Alejandro presentó algunos aprendizajes en materia de trabajo a nivel de comunidades: las personas se movilizan por problemas concretos, por lo que ayudas concretas siempre van a ser bien recibidas; los aprendizajes son recíprocos, tanto de las comunidades como de las instituciones técnicas; cuando a pesar de los esfuerzos a nivel local no se logran avances, corresponde la búsqueda de soluciones a nivel superior; es necesario establecer alianzas con una base de respeto mutuo; y el agua es un derecho humano vital que debe ser accesible a todos y todas por una cuestión de respeto y dignidad.

En la ronda de preguntas, Milcíades Gadelha de Lima se interesó por el proceso que se ha dado para llegar al actual marco normativo del agua. Alejandro explicó que los derechos de agua fueron entregados de forma gratuita a agentes privados, creando un mercado especulativo. A lo largo del tiempo, estos derechos se han concentrado en las actividades que ofrecen más

rentabilidad, en perjuicio de las comunidades campesinas y los pequeños agricultores.

Una segunda pregunta fue realizada por Homero Barría de INDAP sobre el trabajo realizado por el Canelo de Nos con los parlamentarios. Alejandro comentó que algunos parlamentarios demostraban una sensibilidad respecto del tema de la escasez hídrica, mientras que otros tenían una visión del problema como algo que requiere medidas únicamente de contingencia. La visión que se ha ido construyendo es positiva, según Alejandro, y se refleja en la existencia de la Comisión de Recursos Hídricos, Desertificación y Sequía de la Cámara de Diputados y del Senado y su estrecha colaboración con el Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos.

2.2.11. Redes de investigación científica: DesertNet Internacional



Richard Escadafal, Presidente del Comité Francés de Lucha Contra la Desertificación.

En la primera parte de su presentación, Richard Escadafal explicó que existen formaciones de vegetación en zonas desérticas del norte de África que parecen aprovechar de forma altamente eficiente los recursos disponibles en el ecosistema, y que esto está siendo investigado para ver si sigue algún patrón matemático. Señaló que algunos ejemplos de captación de agua de lluvia tradicionales en la República Tunicina para el cultivo de olivos siguen patrones similares, lo que es visible mediante imágenes aéreas. En ambos casos, la clave es favorecer la

infiltración al máximo posible y la transpiración, proceso que permite el crecimiento de las plantas.

En una segunda parte de su presentación, presentó la red DesertNet Internacional, una red de investigación científica sobre los temas de desertificación. Se trata de una red de científicos integrada en la actualidad por aproximadamente 300 personas, principalmente en Europa, Asia y África, con una presencia más limitada de investigadores y científicos de América Latina y el Caribe.

DesertNet Internacional es una red independiente con una estructura basada en una Asamblea General, un Comité Ejecutivo, un Panel de Asesoramiento y un Panel de Usuarios. Esta red ha participado en varios eventos internacionales, como la Segunda Conferencia Científica de la UNCCD (abril 2013, Bonn, Alemania), la 11ª Conferencia de las Partes de la UNCCD (septiembre 2013, Windhoek, Namibia) y la Primera Conferencia Científica de la Iniciativa Latinoamericana de Ciencia y Tecnología para la Implementación de la UNCCD (ILACC) (agosto 2013, Sobral, Brasil).

2.2.12. Experiencias en África del Norte del Núcleo de Investigación en Desertificación de la Universidad de Sassari



Pier Paolo Roggero, de la Universidad de Sassari.

Pier Paolo Roggero es investigador del Núcleo de Investigación en Desertificación (NRD) de la Universidad de Sassari. La misión de este grupo es desarrollar actividades de investigación, cooperación y capacitación que son consistentes con las estrategias de la Convención de Naciones Unidas de Lucha Contra Desertificación (UNCCD). La visión de este grupo es abordar los temas complejos relacionados con los procesos de desertificación y degradación de tierras, a través de una integración de las ciencias biofísicas y socioeconómicas, con énfasis en la participación local. El NRD es, además, la Secretaría Ejecutiva de Desertnet Internacional, una red de organizaciones de diversos países, que realizan investigación científica sobre los temas de desertificación, degradación de la tierra y sequía.

El NRD tiene experiencia en ciencias del suelo, hidrogeología, agricultura y agronomía sostenible, servicios ecosistémicos de los bosques, biodiversidad y teledetección para monitoreo ambiental y ciencias sociales para el diseño de acciones de investigación participativa a nivel local.

Pier Paolo se refirió al Proyecto WADIS-MAR de Cosecha de Agua y Técnicas Agrícolas en las Tierras Secas: Un Modelo Integrado y Sostenible en la Región del Magreb, coordinado por el Profesor Ghigliery y financiado por la Unión Europea. El proyecto cuenta con una financiación de 22 millones de euros y los principales socios son el Núcleo de Investigación en Desertificación de la Universidad de Sassari (NRD), la Universidad de Barcelona (UA), la Agencia Nacional de Recursos Naturales de Argelia (ANRH), el Observatorio del Sahara y el Sahel (OSS) y el Instituto de las Regiones Áridas (IRA).

El proyecto se ha desarrollado en una zona de la República Tunecina particularmente seca, con un régimen hídrico errático que combina largos periodos de sequía y lluvias torrenciales, con una media anual de 200 mm de lluvia, altas temperaturas y alta evapotranspiración.

El objetivo del proyecto fue mejorar los estándares de vida de la población rural, combatir la escasez de agua y la sobreexplotación de los recursos naturales y mitigar los procesos relacionados

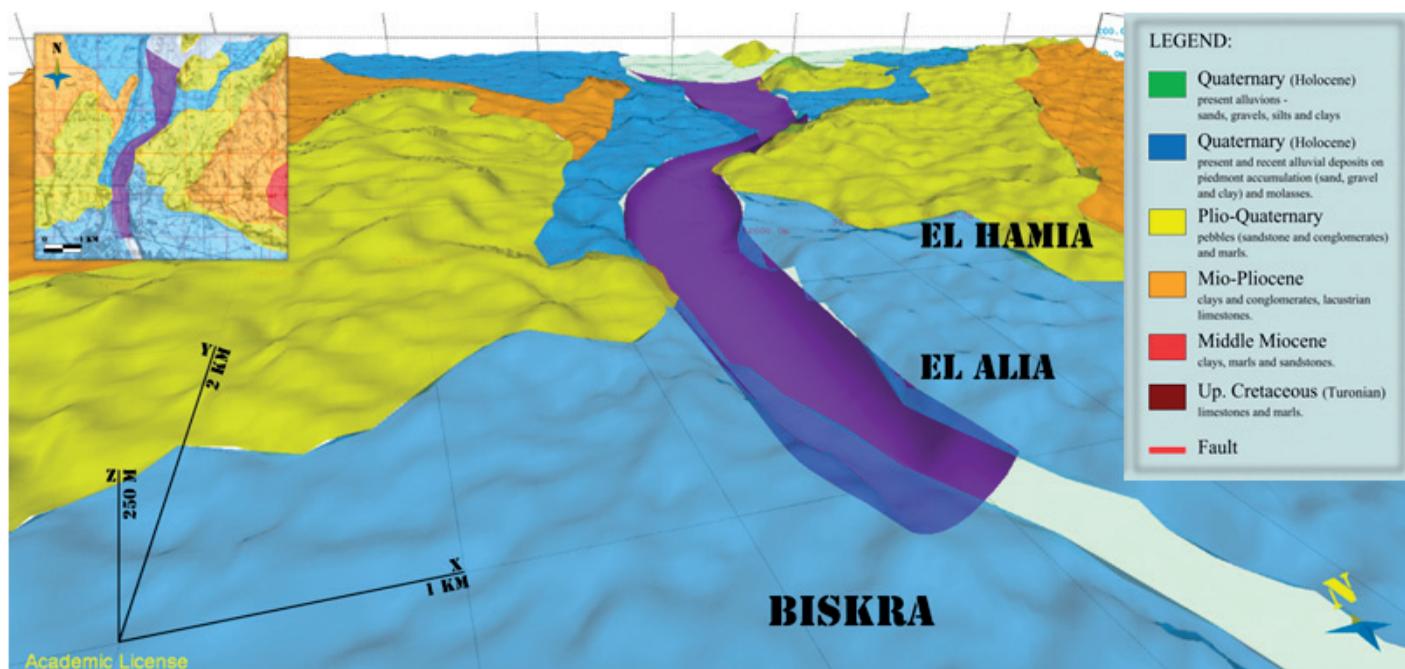
con el cambio climático. El objetivo específico fue desarrollar un sistema integrado y sostenible de cosecha de agua que mejore la gestión del agua, la disponibilidad y calidad del agua y la agricultura, mediante la implementación de buenas prácticas agrícolas. El enfoque estratégico del proyecto fue lograr estos objetivos mediante la aplicación de un cambio tecnológico suave y con un enfoque de abajo hacia arriba.

En una primera fase, se procedió a la georreferenciación y homogeneización de información disponible para la zona en cuanto al clima, agricultura, suelos, economía, etc., así como la construcción de una base de datos. A continuación, se elaboró un modelo tridimensional de la hidrogeología de la zona de intervención del proyecto, para comprender la complejidad de los estratos en el suelo y el flujo de agua disponible. Además, utilizando isótopos radiactivos presentes en el agua, se determinó el origen del agua del acuífero, teniendo de esta forma una caracterización completa del mismo.

En base a la información sobre el acuífero, se procedió a diseñar una serie de dispositivos para la recarga del acuífero. Estas intervenciones fueron zanjas y barreras temporales que permiten frenar el agua en la época de lluvias torrenciales, así como la construcción de 10 cámaras de recarga que permiten que el agua alimente el acuífero en puntos estratégicamente seleccionados. Esta tecnología permite reintroducir 1,2 millón de metros cúbicos en el acuífero cada año.

Entre las lecciones aprendidas, Pier Paolo destacó la importancia de involucrar fuertemente a la comunidad en todas las fases del proyecto, para lo cual es importante utilizar mapas e información geográfica que ilustre de forma visual las actuaciones sobre el terreno.

En la ronda de preguntas, Ariel Durán, Coordinador Regional del Delegado Presidencial de Recursos Hídricos en la Región de Biobío, se interesó por la superficie máxima en la que se ha aplicado el tipo de estudios hidrogeológicos mencionados. Pier Paolo indicó que la superficie máxima en la que han trabajado es de 50 por 50 kilómetros.



Modelo tridimensional de la hidrogeología de la zona de intervención.
(Fuente: Pier Paolo Roggero, Universidad de Sassari).

Alejandro León, de la Universidad de Chile, solicitó información sobre los años que lleva funcionando el sistema de recarga de los acuíferos, así como los efectos económicos del proceso de recarga en los agricultores y las ciudades cercanas. Pier Paolo indicó que el proyecto lleva operando dos años, que se han dedicado a estudios preliminares de geomorfología e hidrología del acuífero. Manifestó también que las actuaciones directas en el terreno han enfrentado algunas dificultades institucionales.

Roberto Pizarro, de la Universidad de Talca, se interesó por el balance hídrico resultante del proceso de recarga del acuífero. Pier Paolo puntualizó que, a pesar de que se espera una recarga de 1,2 millón de metros cúbicos al año, el balance global seguirá siendo negativo, ya que esta acción pretende mitigar una situación de déficit.

2.3. Políticas para enfrentar las sequías

2.3.1. Chile

2.3.1.1. Acciones contra la sequía a nivel nacional

El Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos, Reinaldo Ruiz, explicó que la figura del Delegado Presidencial, que tiene dedicación exclusiva al ámbito de los recursos hídricos, fue creada para impulsar las reformas necesarias, en especial en lo referente a la multitud de organismos competentes en esta materia y a la dispersión de funciones y competencias.

Su exposición se centró en describir un conjunto de medidas impulsadas por la oficina del Delegado Presidencial de los Recursos Hídricos, que son las siguientes:



Reinaldo Ruiz, Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos.

a) Estructuración del trabajo a nivel de regiones

Se comenzó con la elaboración de planes regionales para enfrentar la emergencia de la sequía, empezando por la Región de Coquimbo. Posteriormente, se nombraron Coordinadores Regionales de la Delegación Presidencial para los Recursos Hídricos en cada una de las regiones del país.

b) Planificación de medidas a largo plazo

Se han realizado propuestas de mediano y largo plazo, como por ejemplo la propuesta de construcción de siete nuevos grandes embalses, así como un plan de construcción de pequeños y medianos embalses, que permitan enfrentar mejor la sequía recurrente.

c) Medidas para enfrentar la emergencia de la sequía

Se trata de instrumentos legales que permiten flexibilizar las medidas para enfrentar los problemas de sequía de forma rápida.

- **Decretos de Emergencia Agrícola**, utilizados en las zonas afectadas por la sequía donde se observan impactos negativos en la agricultura, que son promulgados por el Ministerio de Agricultura para permitir que las instituciones bajo este ministerio puedan flexibilizar sus instrumentos y puedan usarlos de forma más rápida para enfrentar los problemas de la sequía.
- **Decretos de Escasez Hídrica**, promulgados por el Ministerio de Obras Públicas. Permiten que la Dirección General de Aguas pueda intervenir los cauces y reasignar los caudales de agua durante un plazo acotado que no es prorrogable.
- **Decreto de Zona de Catástrofe**, que es promulgado por el Ministerio del Interior para enfrentar eventos como terremotos, inundaciones, etc., y que está orientado a las ayudas asistenciales, como por ejemplo la reconstrucción de viviendas, entrega de equipamiento básico, etc. Este instrumento flexibiliza los procesos de contratación, que en general están sometidos a unos controles internos rigurosos.

A continuación, los Coordinadores Regionales de la Delegación Presidencial de Recursos Hídricos realizaron una presentación sobre la situación en sus respectivas regiones.

2.3.1.2. Acciones contra la sequía en la Región de Coquimbo

Eduardo Fuentealba explicó que la Región de Coquimbo es una región emblemática en cuanto a sequía, ya que esta se ha prolongado por 9 años. En el 2013, estima que el déficit de precipitaciones fue del 60% en la región, con los embalses llenos a un 8,3% de su capacidad. Frente a esta situación, el Gobierno Regional preparó un plan de contingencia con un presupuesto de 22.000 millones de pesos para la emergencia por sequía, considerando líneas de acción a nivel de infraestructuras, apoyo productivo, programas de creación de empleo y canastas de apoyo para familias que han perdido sus cultivos. También ha habido un programa de apoyo para la alimentación de ganado caprino que permite que el ganado vaya a Argentina a alimentarse, previo cumplimiento de algunos requisitos sanitarios específicos de Argentina.



Eduardo Fuentealba, Coordinador Regional de la Delegación Presidencial de Recursos Hídricos, Región de Coquimbo.

Eduardo dio ejemplos de la reducción de agua disponible para agricultores en algunas cuencas, por ejemplo en el río Limarí, donde se está entregando un caudal de 0,1 litro por segundo a cada agricultor cuando lo normal es 1,0 litro por segundo.

En la ronda de preguntas, Alejandro Salinas, de El Canelo de Nos, solicitó al Coordinador Regional que evalúe el rol de las comunidades agrícolas y sus organizaciones en impulsar las iniciativas para mejorar la gestión de recursos hídricos. Eduardo destacó que las comunidades rurales de la Región de Coquimbo tienen un sistema organizativo sólido, pero una capacidad limitada de acceso a los instrumentos existentes, por las condiciones particulares del secano, caracterizada por procesos de migración constantes y envejecimiento de la población.

Alejandra Alarcón, Coordinadora del Programa de Lucha Contra la Desertificación del PNUD-Unión Europea, añadió que es importante que algunos instrumentos se flexibilicen para que puedan beneficiar a los habitantes del secano, para lo cual es fundamental potenciar los instrumentos que están validados por resultados satisfactorios.

2.3.1.3. Acciones contra la sequía en la Región del Biobío

Ariel Durán expuso que se ha dado un escenario de reducción de precipitaciones en la Región del Biobío del 45% en la precipitación media de cada mes. Esta situación ha mejorado un poco durante el año en curso, en el que se han registrado 1.100 mm de lluvia, lo que se considera dentro de los parámetros normales.

En una etapa inicial, la oficina del Coordinador Regional del Delegado para Recursos Hídricos realizó diagnóstico a nivel de terreno visitando las comunidades directamente. Como resultado de este trabajo, se identificó que los habitantes asocian el déficit hídrico actual a tres causas: desplazamiento del nivel freático (napa) como consecuencia del terremoto de 2010; excesivas plantaciones forestales de pino y eucalipto, con un 55% de la superficie forestal plantada con estas especies; y la disminución de las precipitaciones. Se estima que hay alrededor de 70.000 personas afectadas por déficit hídrico, las cuales son abastecidas mediante camiones aljibe. En algunas comunidades, los sistemas de Agua Potable Rural quedaron dañados durante el terremoto, por lo que más personas deben ser abastecidas con camiones aljibe.



Ariel Durán, Coordinador Regional de la Delegación Presidencial de Recursos Hídricos, Región del Biobío.

Sucesivamente, se constituyeron mesas de trabajo, como por ejemplo la Mesa Provincial de Arauco y la Mesa Regional del Agua, lideradas por el Intendente y con participación del Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos. Se trabaja en base a un plan que tiene tres líneas de acción: 1) abastecimiento de agua potable rural, APR; 2) entrega de apoyo para actividades productivas afectadas por la escasez hídrica; y 3) análisis de la realidad hídrica y promoción del uso sostenible del recurso.

Se han destinado fondos especiales a través del Gobierno Regional por un monto de 3.600 millones de pesos para que los municipios postulen a la financiación de sistemas de captación de agua de lluvia, así como a la construcción y mejoramiento de algunos pozos. Además, ha aumentado la cartera de inversión de la Dirección de Obras Hidráulicas con recursos del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), lo que permitirá invertir 40.000 millones de pesos para 9.000 sistemas de APR hasta 2017. Según Ariel, lo más importante para que las tecnologías de captación de agua de lluvia sean aplicadas de forma efectiva es que los proyectos sean elegibles dentro del marco de financiación regional actual.

2.3.1.4. Acciones contra la sequía en la Región de Valparaíso

Marcelo Herrera señaló que el 2014 es un año histórico en cuanto a nivel de precipitaciones, muy por debajo de lo normal, observándose un caudal bajo en ríos y pozos. Esta situación se combina con un aumento continuo de las actividades agrícolas, lo que agrava la situación de disponibilidad de recursos hídricos. El punto rojo de la región en términos de disponibilidad de recursos hídricos es la provincia de Petorca, donde no existen fuentes de agua naturales procedentes de la cordillera ni embalses.

El trabajo en la Región de Valparaíso se ha estructurado en tres niveles: 1) Conformación de una Mesa Regional del Agua; 2) Coordinación de instituciones públicas y privadas; y 3) Elaboración de un plan regional de gestión de recursos hídricos. Este plan se ha desarrollado con un enfoque orientado a reducir las brechas existentes, con medidas a corto, mediano y largo plazo.

Las mesas de diálogo han generado un Plan de Emergencia que ha permitido apalancar 20.000 millones de pesos para

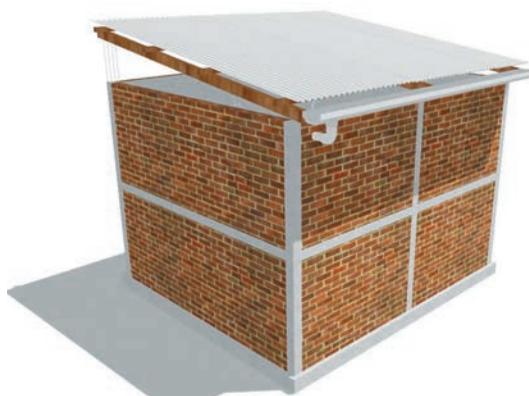
actuaciones en el corto plazo, principalmente para apoyar la operación de pozos destinados a pequeños agricultores. El paquete de acciones incluye la compra de camiones aljibe para algunos municipios con el fin de mejorar su capacidad de atender a la población.

2.3.2. El Salvador

2.3.2.1. Experiencia del Programa de Pequeñas Donaciones del GEF en El Salvador en captación de agua de lluvias

Juan René Guzmán, Coordinador Nacional de Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) del GEF en El Salvador, realizó una exposición sobre las llamadas casas del agua promovidas por el programa en comunidades campesinas para cosechar y almacenar agua de lluvia. Cada proyecto financiado por el programa beneficia a 20 familias, las que son capacitadas en la construcción y mantenimiento de sistemas de captación de agua de lluvia, así como en el manejo sostenible del recurso hídrico.

Juan René se refirió al clima de El Salvador, caracterizado por una alta frecuencia de fenómenos hidrometeorológicos. Por ejemplo, el huracán Ágata en 2010 dejó 672 mm de lluvia en 8 días. En estas condiciones, los sistemas de captación de agua de lluvia tienen un diseño y operación que difiere considerablemente con otros sistemas adecuados para lugares afectados por escasez hídrica.



Infografía de una casa del agua.
(Fuente: Juan René Guzmán, El Salvador)

El Salvador tiene dos estaciones: una seca, que se extiende del 15 de noviembre al 15 de abril, con un periodo de transición. Entre mayo y noviembre, existen periodos de hasta 45 días sin lluvias, lo que genera pérdidas de cosechas y efectos en la seguridad alimentaria de las familias. En la estación de lluvias se cultiva maíz y frijol, siendo estos granos la base para el sustento en la estación seca. Las casas del agua permiten que las familias sigan cultivando maíz y frijol, lo que contribuye significativamente a la seguridad alimentaria durante la estación seca.

Las familias que participan en la construcción de las casas del agua aportan su mano de obra, mientras que el Programa de Pequeñas Donaciones contribuye con los materiales para la construcción. El enfoque es utilizar, en lo posible, materiales disponibles en la zona, para generar ahorros.

Las casas del agua captan el agua de lluvia del techo, la que se almacena en un depósito con capacidad de 25 metros cúbicos. El costo de la construcción y mano de obra es de alrededor de USD 1000, aunque este costo puede variar en función de la distancia de transporte de materiales y la estación, siendo más bajo en la estación seca por el mejor estado de las carreteras. Es importante señalar que la comunidad contribuye con entre USD 1,0 y 1,5 por cada unidad puesta por el programa. Por esta razón, se considera que los miembros de la comunidad son los propietarios del proceso, mientras que el programa es un agente que acompaña y apoya a la comunidad. Las mujeres suelen ser las protagonistas, con un fuerte liderazgo en todas las etapas.

Las casas del agua contribuyen al control de los insectos que son vectores de enfermedades tropicales. Esto se ha logrado mediante la introducción de peces en las casas de agua, los que se alimentan de los insectos y sus larvas. Esta práctica es una innovación que ha surgido desde las propias comunidades.

Desde el punto de vista de la formulación de políticas públicas, Juan René destacó que existen periodos de cambio de gobierno que difieren entre el nivel comunitario (cada dos años), municipal (cada tres años) y gobierno nacional (cada cinco años), hecho que es muy condicionante para efectos de articular la canalización de ayudas ante situaciones de emergencia.

En la ronda de preguntas, Patricio Fernández, representante del Delegado Presidencial de los Recursos Hídricos para la Región de La Araucanía, se interesó por el uso del agua acumulada, así como por la forma en que se provee de agua potable a las comunidades. Juan René explicó que las casas del agua están diseñadas para proveer agua para usos productivos, principalmente agricultura, mientras que el agua para consumo está resuelto por un tanque que cubre las necesidades de ocho comunidades cercanas y que cuenta con distribución entubada.



*Proceso de construcción de casa del agua.
(Fuente: Juan René Guzmán, El Salvador).*

2.4. Antecedentes técnicos de los sistemas de captación de aguas lluvia

El panel sobre antecedentes técnicos de los sistemas de captación de agua de lluvias se centró en las cuestiones técnicas de estos sistemas y sus costos de implementación.

2.4.1. Roberto Pizarro, Universidad de Talca, Chile

Roberto Pizarro realizó una serie de puntualizaciones relativas a aspectos importantes del diseño y construcción de sistemas de captación de agua de lluvias.

En cuanto a las superficies de captación de agua destacó el desempeño de las geomembranas de polietileno por su alto coeficiente de escorrentía. Sin embargo, señaló que es muy importante que la superficie se instale evitando dejar rugosidades que perjudican el proceso de captación. Para garantizar un proceso de instalación adecuado es necesario considerar la capacitación de los operarios que participan en los trabajos. También se pueden utilizar superficies de captación construidas con hormigón, aunque estas presentan el inconveniente de tener un costo mayor, así como una mayor porosidad y, por lo tanto, un menor coeficiente de escorrentía.

La Universidad de Talca ha utilizado diversos sistemas de almacenamiento. Entre ellos, un sistema con base de hormigón y una cobertura de tablero OSB (tablero de virutas de madera orientadas). En este caso, es muy importante que la zona de almacenamiento esté perfectamente cubierta, para evitar el ensuciamiento del agua y mantener su nivel de calidad; sin embargo, el tablero OSB presenta dificultades cuando la superficie de almacenamiento es muy grande.

Otros sistemas de almacenamiento son los tanques flexibles (Flexitanks), los que han presentado un buen comportamiento en las zonas rurales. Los equipos de fibra de vidrio, de gran tamaño, presentan problemas para su transporte por carretera, porque es necesario obtener permisos especiales a las autoridades competentes y en la práctica es poco recomendable para las zonas rurales.

En término de costos, el sistema de captación con geomembrana de 50 m² y almacenamiento de hormigón cubierto con tablero OSB con capacidad de 30 m³ alcanza un costo de 4.600.000 pesos chilenos, mientras que la misma superficie de captación combinada con un estanque de polietileno alcanza los 3.700.000 pesos chilenos. Debe tenerse en cuenta que estos costos son de unidades experimentales instaladas por la Universidad de Talca, pudiendo ser menores en instalaciones ejecutadas por empresas que pueden mejorar la economía de escala del proceso. Estos costos no incluyen los costos de instalación de paneles fotovoltaicos para el bombeo del agua hasta los puntos de consumo.

Se ha observado que los sistemas más económicos son los que utilizan superficies de captación con geomembrana y sistemas de almacenamiento con geomembrana o tanques flexibles.



*Estanque de polietileno con capacidad de 20 metros cúbicos.
(Fuente: Roberto Pizarro, Universidad de Talca).*

Respecto al lugar de instalación de los sistemas de captación de agua de lluvias, es importante tener en cuenta las características del terreno. Por ejemplo, en las áreas arenosas será necesario construir estructuras de estabilización de los terrenos para evitar la deformación de los componentes del sistema de captación de agua de lluvia.

Según Roberto Pizarro, esta tecnología tiene un gran potencial en otras actividades, como la minería y producciones agrícolas de mayor envergadura. Para esto, es necesario avanzar en alianzas estratégicas con instituciones como INDAP e INIA, y con el sector privado. Es fundamental también que se realicen estudios sobre las intensidades de precipitación a nivel regional para mejorar los procesos de diseño de sistemas de captación.

Finalmente, Roberto Pizarro enfatizó que los procesos de la naturaleza rara vez son lineales. Las situaciones reales son complejas, en especial cuando se habla de hidrogeología, por lo que cada problema debe ser analizado con mucho rigor considerando toda la información disponible.

2.4.2. Juan René Guzmán, Coordinador del Programa de Pequeñas Donaciones del GEF, en El Salvador

Juan René Guzmán realizó una serie de consideraciones sobre los aspectos de diseño de los sistemas de captación de agua de lluvia para la situación particular de El Salvador.

En primer lugar, subrayó la importancia de seleccionar adecuadamente el lugar de instalación, teniendo en cuenta las características del suelo, en especial su resistencia a eventuales episodios sísmicos.

En cuanto a costos, señaló que los costos más importantes en El Salvador están asociados al transporte de materiales, en especial en la época de lluvias durante la cual los caminos no son transitables.

2.4.3. Milcíades Gadelha de Lima, Fundación Agente, Brasil

Milcíades Gadelha de Lima explicó que existe una diferencia muy grande en los costos de los sistemas de captación de agua de lluvia en función de la distancia a la ciudad principal más cercana.

La tecnología más utilizada para captación de aguas secundarias (para usos diferentes al consumo humano) es la cisterna de calzada (55% de las instalaciones). En cuanto al esquema de costos, Milcíades Gadelha mencionó que los materiales más costosos son el árido y el cemento para la fabricación de hormigón. En total, los materiales tienen un costo de USD 6.000. En cuanto a los costos de mano de obra, se realiza una contribución a la familia que cubre jornales de trabajo, un paquete de alimentación y el agua necesaria para la construcción, que es suministrada por la familia, por un importe de USD 3.000.

En cuanto al uso de barras de acero, la experiencia demuestra la conveniencia de utilizar una cantidad moderada en la construcción, siendo más importante fortalecer la base de la cisterna para lograr una vida útil más larga. En cuanto a las barras de acero, los costos de corte local son muy altos, y es más conveniente encargar estas barras cortadas en origen, que generalmente tienen el mismo costo.



*Cisterna con superficie de captación en tejado, Brasil.
(Fuente: Milcíades Gadelha de Lima, Fundación Agente).*

2.4.4. Ronda de preguntas

Homero Barría, del INDAP, consultó a Roberto Pizarro sobre la existencia de antecedentes hidrológicos para la captación de agua de lluvia aplicada a la agricultura. Según su experiencia, es necesario disponer de al menos 350 litros por metro cuadrado para determinados cultivos, mientras que las precipitaciones están por debajo de estas cantidades. Tomando en cuenta estas consideraciones, se plantea la duda de la aplicabilidad de estas tecnologías, así como el riesgo de crear falsas expectativas en los agricultores. Roberto Pizarro explicó que el diseño de los sistemas de captación de agua de lluvia se basa en considerar que 9 de cada 10 años se va a tener la precipitación de diseño, y que por lo tanto se van a satisfacer las demandas establecidas inicialmente. Respecto a la demanda para agricultura de gran escala, Roberto Pizarro clarificó que estas tecnologías son totalmente escalables, no habiendo problemas para instalar sistemas mucho mayores que los usados a nivel de la agricultura familiar; por ejemplo, estanques de 2.000 metros cúbicos.

Ariel Durán, Coordinador Regional del Delegado de Recursos Hídricos para la Región del Biobío, preguntó a Milcíades Gadelha quién asume los costos del mantenimiento de los sistemas de captación de agua de lluvia. Milcíades explicó que las familias que participaron en el Programa recibieron una capacitación específica para el mantenimiento de las cisternas, siendo responsabilidad de las familias el mantenimiento y conservación de las mismas.

Ariel Durán consultó a Roberto Pizarro sobre el efecto de las plantaciones forestales en el balance hídrico. Roberto Pizarro explicó que los procesos hidrológicos presentan una gran complejidad. Sin embargo, un estudio ha demostrado que los pinos consumen el agua no saturada del suelo, es decir, el agua que se encuentra en la zona superficial del suelo, porque las raíces llegan a una profundidad de tres metros, mientras que el acuífero más cercano está a partir de diez metros de profundidad. Esto no significa que los pinos no consuman agua del acuífero, pero sí puede indicar que no es la principal causa del consumo del recurso hídrico. Estos resultados no pueden ser extrapolados a otras especies, como el eucalipto, para lo cual se requieren estudios adicionales.

2.5. Panel final: Pasando de los estudios de caso a una política pública sobre sistemas de captación de agua de lluvia

César Morales, Asesor del Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos, dio la bienvenida a los miembros del panel, a los que invitó a realizar una reflexión sobre la hoja de ruta para transformar las experiencias puntuales y estudios de caso en captación de agua de lluvia en programas más amplios y políticas nacionales.

2.5.1. Wilfredo Alfaro, Punto Focal ante la UNCCD, CONAF

Según Wilfredo Alfaro, la hoja de ruta para incorporar los sistemas de captación de agua de lluvia en la formulación de políticas públicas pasa por incorporar estos sistemas dentro de los instrumentos de fomento forestal y agropecuario con los que cuenta el país. Para esto, en principio no sería suficiente modificar la normativa existente, sino crear nuevas normas específicas para los sistemas de captación de agua de lluvia.

Wilfredo Alfaro expresó que para la creación de nueva normativa y legislación es fundamental contar con un posicionamiento positivo por parte de la Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda (DIPRES), confirmando que existe una partida presupuestaria que permite desarrollar una ley de lucha contra la desertificación que considere los sistemas de captación de agua de lluvia. Sin embargo, desde el punto de vista de un servicio público, como es la CONAF, se hace muy difícil promover un proceso de creación de nueva normativa. Por lo tanto, es necesario que la sociedad civil y otros actores involucrados articulen acciones para tener incidencia a nivel de grupo de parlamentarios y, a través de este proceso, logren una incidencia en política pública.

Finalmente, destacó el trabajo del Comité Técnico de Recursos Hídricos, Desertificación y Sequía en el que participa el PNUD, la Oficina Regional de UNCCD y la CONAF, instancia que viene asesorando a las comisiones de la Cámara de Diputados y del Senado que trabajan en estos temas.



Panel final del Seminario Internacional.

2.5.2. Alejandra Alarcón, Coordinadora del Programa de Lucha Contra la Desertificación PNUD-UE

Alejandra Alarcón planteó que es necesario disponer de nuevos instrumentos y que estos, además, tengan objetivos adecuados y financiamiento suficiente, considerando las brechas que existen para que los grupos más vulnerables accedan a los instrumentos. Alertó que los problemas que se están gestando en las zonas rurales del país van a provocar procesos migratorios que podrían generar mayores niveles de vulnerabilidad y nuevas brechas.

Por otra parte, destacó la capacidad que tiene Chile, tanto técnica como financiera, para enfrentar estos problemas de una forma real, como lo hizo Brasil en la década de los noventa, con un programa masivo de construcción de cisternas. Para diseñar este programa masivo, que podría tener un alto impacto, es necesario desarrollar un modelo que se adapte a la diversidad del país y sus singularidades regionales.

Destacó, además, la importancia de trabajar a nivel local, a nivel de municipios, donde el PNUD tiene una amplia experiencia. Los ciclos de planificación a nivel municipal giran al-

rededor de los Planes de Desarrollo Comunales (PLADECO). Por lo que ha podido observar, los temas de desertificación y recursos hídricos están apenas incorporados en los PLADECO. Por lo tanto, existe un espacio de trabajo muy importante para incluir estos temas a nivel municipal; por ejemplo, mediante el fortalecimiento de las capacidades técnicas en los municipios.

Finalmente, llamó la atención sobre la importancia del trabajo interinstitucional y la articulación de diferentes actores para avanzar en una agenda común. Esto es importante también desde el punto de vista financiero, ya que la combinación de varios aportes de diferentes instituciones puede generar cambios significativos en el terreno y, por lo tanto, proporcionar mejoras sostenibles en la calidad de vida de las personas.

2.5.3. Eduardo Fuentealba, Coordinador Regional del Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos

Eduardo Fuentealba destacó que en Chile existen experiencias positivas y eficaces para enfrentar problemas en materia de gestión del recurso hídrico, siendo importante mejorar las redes que comparten información en esta materia. Esta difusión

debería considerar la especificidad y ámbito de trabajo de cada institución, pero operar de forma coordinada, por ejemplo, mediante una página web de fácil acceso.

Por otra parte, Eduardo resaltó la necesidad de sensibilizar a las direcciones de los servicios públicos sobre la urgencia e importancia de enfrentar los problemas de recursos hídricos y desertificación, de forma que en cada institución se puedan proponer acciones específicas que contribuyan en esta materia.

2.5.4. Milcíades Gadelha de Lima, Director de Fundación Agente, Brasil

Milcíades informó que existen 3,3 millones de viviendas en el semiárido de Brasil, de las cuales alrededor de 2 millones no tienen agua potable. Sin embargo, el Programa “Un Millón de Cisternas” está cambiando esta realidad, permitiendo la captación de agua para el consumo humano, agrícola y ganadero.

Destacó el rol de las organizaciones no gubernamentales en la implementación dinámica del Programa “Un Millón de Cisternas”, debido a que sus procesos administrativos de contratación son más simples y rápidos.

En cuanto a la formulación de políticas públicas efectivas, mencionó la necesidad de considerar las singularidades de los pueblos indígenas y comunidades tradicionales, así como las comunidades difusas del país, donde la captación de agua es fundamental porque tienen muy pocas precipitaciones concentradas en un periodo muy corto de tiempo. En cuanto a las necesidades de financiación para la implementación de estas políticas, mencionó el reto de considerar la inflación en la elaboración de estos presupuestos, que encuentran problemas asociados a la inflación acumulada dentro del periodo de vida del proyecto.

2.5.5. Juan René Guzmán, Coordinador del Programa de Pequeñas Donaciones del GEF, El Salvador

En cuanto a la formulación de políticas públicas, Juan René resaltó la importancia de contar con la participación de todos los

actores, incluida la sociedad civil y el sector privado. Mencionó la importancia de realizar un proceso de abajo hacia arriba, respetando la institucionalidad y normativas existentes en el país.

Invitó a que se aprovechen las estructuras institucionales que ya existen, y evitar la creación de nuevas estructuras con las que se podría incurrir en costos adicionales.

2.5.6. César Morales, Asesor del Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos

César Morales señaló que la formulación de políticas públicas es una herramienta fundamental para guiar un proceso con visión estratégica. Estas políticas deben establecer instrumentos adecuados que estén dotados de recursos suficientes y, además, reglas claras y transparentes para el acceso a los recursos.

En esta línea, Roberto Pizarro complementó la idea con la necesidad de considerar las singularidades regionales de Chile y, al mismo tiempo, la necesidad de invertir en investigación y desarrollo que sustenten las políticas e instrumentos alrededor de los sistemas de captación de agua de lluvia desde un punto de vista científico y técnico.

2.6. Clausura del seminario

César Morales, Asesor del Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos, clausuró el Seminario Internacional sobre Sistemas de Captación de Aguas Lluvia agradeciendo a todos y todas por su participación. Además, resaltó la utilidad de compartir experiencias de países con realidades muy diferentes en la región de América Latina, así como otras experiencias en el norte de África y redes de cooperación internacional en materia de investigación científica.



Ejemplo de sistema de captación y almacenamiento de agua de lluvia. Foto superior: Estanque colector del agua de lluvia. Foto inferior: Aprovechamiento del agua para el riego de cultivos de hortalizas bajo invernadero. Productora: Hermosina Torres Escobar. Ubicación: Sector La Capilla, Comuna de Paredones, Región de O'Higgins, Chile.

3

Conclusiones y Recomendaciones

- a. Los sistemas de captación de agua de lluvia son una **alternativa viable para aumentar la oferta de agua** para diferentes usos: agua potable para consumo humano, agua para agricultura y ganadería, recarga de acuíferos, etc.
- b. Los sistemas de captación de agua de lluvia se pueden adaptar a **diferentes condiciones hídricas y climatológicas**. Para esto, es importante disponer de información sobre el régimen de precipitaciones y sobre los requisitos de cantidad y calidad del agua en función de los usos previstos.
- c. Los sistemas de captación de agua de lluvia son **escalables**, pudiendo satisfacer desde las necesidades de una unidad familiar rural o comunidad, hasta los requerimientos de una actividad productiva de mediana o gran escala, por ejemplo agrícola o ganadera.
- d. Para disponer de sistemas de captación de agua de lluvia eficientes, se requiere de un **proceso de diseño adecuado**. Es necesario que se realicen inversiones en investigación y desarrollo que contribuyan a mejorar los diseños existentes, considerando las especificidades regionales.
- e. Los sistemas de captación de agua de lluvia contribuyen a mejorar la **capacidad de adaptación de las comunidades rurales** a la sequía grave, con efectos directos en su **calidad de vida**.
- f. La combinación de sistemas de captación de agua de lluvia con la **producción agrícola en invernaderos** permite mejorar los **ingresos de las familias rurales**. La eficacia de estos sistemas aumenta con la introducción de tecnologías apropiadas, por ejemplo **técnicas de cultivo hidropónico y sistemas de optimización** del uso del agua (como la recirculación).
- g. Existen ejemplos exitosos de sistemas de captación de agua de lluvia **autogestionados** a nivel comunitario (por ejemplo experiencias en el estado de Michoacán, México) y a nivel de unidad familiar (por ejemplo el Programa “Un Millón de Cisternas”, en Brasil).
- h. Para una implementación efectiva a nivel nacional es necesario que existan **políticas públicas e instrumentos** técnicos y financieros adecuados. Las políticas y sus instrumentos deben diseñarse con una mirada de corto, mediano y largo plazo que garantice la sostenibilidad y continuidad en los esfuerzos.
- i. La **combinación de varios instrumentos** para financiar transferencia de tecnología y construcción de sistemas de captación de agua de lluvia puede generar **cambios permanentes en las comunidades** y aumentar la efectividad de las acciones y su sostenibilidad.
- j. La implementación de instrumentos de fomento de sistemas de captación de agua de lluvia es más efectiva cuando se crean o fortalecen las **capacidades a nivel local (municipios)** y se articula de forma inclusiva con los actores relevantes.
- k. La **educación ambiental** es fundamental para enfrentar la escasez de recursos hídricos y los efectos de la sequía. Los programas de educación ambiental deberían estar incluidos de forma **permanente en el sistema educativo nacional, subnacional y local**. Los sistemas de captación de agua de lluvia instalados en centros educativos son una herramienta eficaz para la **concientización y educación de jóvenes**.
- l. Los sistemas de captación de agua de lluvia pueden proporcionar **beneficios paralelos de gran importancia para la comunidad** (experiencia de las casas del agua, en El Salvador, donde los sistemas de captación de agua de lluvia ayudan al control de insectos que son vectores de enfermedades y para la lucha contra incendios).
- m. El rol de las **mujeres, adultos mayores y niños** es fundamental para la implementación de tecnologías de captación de agua de lluvias.
- n. Los sistemas de captación de agua de lluvia pueden combinarse con sistemas de producción de **energías renovables**; por ejemplo, paneles fotovoltaicos, que permiten generar energía para bombear el agua hacia los puntos de uso u otras aplicaciones.
- o. Existen **redes científicas internacionales** sobre los temas de desertificación, degradación de tierras y sequía que contribuyen a compartir información y experiencias sobre sistemas de captación de agua de lluvias; por ejemplo, DeserNet Internacional.



4

Anexos

4.1. Anexo 1: Agenda del seminario

Jueves 27	
09:00 – 09:20	Inscripción
09:20 – 09:45	Inauguración: Palabras de bienvenida y presentación de participantes. Sr. Antonio Molpeceres, Representante Residente del PNUD. Sr. Reinaldo Ruiz, Delegado Presidencial de Recursos Hídricos.
09:45 – 10:00	Los Nudos Gordianos del Desarrollo sostenible con igualdad; los Recursos Hídricos. Sr. Reinaldo Ruiz.
10:00 – 10:45	México. La experiencia mexicana en captación de agua de llluvias. Sr. Miguel Ángel Córdova.
10:45 – 11:10	Consultas, comentarios y debate.
11:10 – 11:30	Café.
11:30 – 12:00	Experiencias del Programa de Lucha contra la Desertificación PNUD-UE. Alejandra Alarcón.
12:00 – 12:30	Un Alto en el Desierto: Una experiencia de captación de aguas llluvias en Limarí. Nicolás Schneider Errázuriz, Centro del Desierto de Atacama UC.
12:30 - 13:00	Consultas, comentarios y debate.
13:00 – 14:15	Almuerzo.
14:15 – 14:45	Brasil: Los programas de captación de agua de llluvias: de 100.000 cisternas de agua, al Programa “Un millón de cisternas” (PM1C) y el Programa “Dos aguas” (P2A). Dr. Milcíades Gadelha de Lima, José Roberto de Lima, CGEE, Ministerio de Ciencia y Tecnología.
14:45 – 15:10	Brasil: La experiencia del Estado de Piauí en sistemas de captación de agua de llluvias. Dr. Milcíades Gadelha de Lima.
15:10 – 15:35	La experiencia de Chile sobre captación de aguas llluvias. Jorge Carrasco, INIA VI Región.
15:35 – 15:50	Consultas, comentarios y debate.
15:50 – 16:40	Café.
16:40 – 17:05	Experiencias de captación de agua de llluvias. Roberto Pizarro, U. de Talca.
17:05 – 17:25	La experiencia del INDAP. Víctor Medina, Jefe del Departamento de Inversiones, y Rodrigo Figueroa, experto en riego.
17:25 – 17:45	La experiencia desde el punto de vista de un comunero de la VI Región. Alex Núñez, Presidente de la Comunidad La Aguada, Navidad.
17:45 – 18:05	Consultas, comentarios y debate
18:05 – 18:30	Vino de honor.

Viernes 28

09:00 – 09:20	Políticas para enfrentar las sequías:
09:20 – 09:40	a) Chile: Reinaldo Ruiz.
09:40 – 10:00	b) Brasil: José Roberto de Lima, CGEE, Ministerio de Ciencia y Tecnología.
	c) El Salvador: Juan René Guzmán.
10:00 – 10:20	Consultas, comentarios y debate.
10:20 – 10:45	La experiencia de África del Norte: El proyecto de captación de agua de lluvia SWIM – WADISMAR (Túnez y Argelia). Pier Paolo Roggero y Luciano Gutiérrez, Núcleo de Investigación de la Desertificación (U. de Sassari, Italia). Otras experiencias en África: Richard Escadafal, Comité científico francés de la Desertificación.
10:45 – 11:10	Consultas, comentarios y debate.
11:10 – 11:30	Café.
11:30 – 12:00	Experiencias de la Corporación El Canelo de Nos en sistemas de captación de agua de lluvias. Alejandro Salinas.
12:00 – 12:45	Antecedentes técnicos de los sistemas de captación de agua de lluvias: tipos, diseños y costos para diferentes situaciones. Brasil: Milcíades Gadelha de Lima. Chile: Alejandra Alarcón, Roberto Pizarro y Jorge Carrasco. El Salvador: Juan René Guzmán.
12:45 – 13:10	Consultas, comentarios y debate.
13:10 – 14:30	Almuerzo.
14:30 – 15:00	Impactos socioeconómicos en la población beneficiaria: Brasil, El Salvador, Chile, República Tunicina y Argelia.
15:00 – 16:00	Mesa Redonda: Del plan piloto a los programas nacionales. Reinaldo Ruiz, Milcíades Gadelha de Lima, José Roberto de Lima y Juan René Guzmán.
16:00 – 16:40	Conclusiones y cierre del seminario internacional.
16:40 – 17:00	Café y clausura del evento

4.2. Anexo 2: Listado de participantes (por orden alfabético)

Nombre	Institución	Correo electrónico
Alejandra Alarcón	Coordinadora del Programa de Lucha Contra la Desertificación del PNUD-UE.	alejandra.alarcon@undp.org
Alejandro León	Universidad de Chile. Profesor asociado.	aleon@renare.uchile.cl
Alejandro Salinas	Canelo de Nos.	asalinas@elcanelo.cl
Alex Octavio Núñez Soto	Presidente de la Junta de Vecinos de La Aguada.	
Ariel Durán Fredes	Coordinador Regional. Delegación Presidencial de los Recursos Hídricos, Región de Biobío.	aduran@interior.gov.cl
Carolina Morales Calderón	Ministerio del Interior.	cmorales@interior.gov.cl
Claudio Fiabane	Ministerio del Interior.	cfiabane@interior.gov.cl
Cristian Navarrete	Profesional de la CNR.	cristian.navarrete@cnr.gob.cl
Dalia Chiu	Superintendente de Servicios Sanitarios y geóloga.	dchiu@siss.cl
Edmundo Urra Osses	Coordinador Regional. Delegación Presidencial de los Recursos Hídricos, Región de Los Ríos.	eurra@interior.gov.cl
Eduardo Fuentealba	Coordinador Regional. Delegación Presidencial de los Recursos Hídricos, Región de Coquimbo.	efuentealba@interior.gov.cl
Enrique Mlynarz	Coordinador de la CNR.	Enrique.mlynarz@cnr.gob.cl
Francisco Brzovic	Centro de Políticas Públicas, Universidad de Chile.	Francisco.brzovic@gmail.com
Gloria González	Coordinadora Regional, Delegación Presidencial de los Recursos Hídricos, Región del Maule.	ggolzalez@interior.gov.cl
Heitor Matallo	Coordinador de la Unidad de Coordinación Regional de la UNCCD para América Latina y el Caribe.	hmatallo@unccd.int
Homero Barría	INDAP.	hbarria@indap.cl
Jacob Acevedo Garcia	Consultor.	jacobacevedog@gmail.com
Jorge Santibáñez	Canelo de Nos.	Jsantooz@gmail.com
Jorge Soto	Investigador Universidad de Chile.	jsoto@renare.uchile.cl

Nombre	Institución	Correo electrónico
José Roberto de Lima	Asesor CGEE.	jraclima@gmail.com
Juan René Guzmán	Coordinador Proyecto Pequeñas Donaciones del GEF en El Salvador.	rene.guzman@undp.org
Koen Verbist	UNESCO.	k.verbist@unesco.org
Luciano Gutiérrez	Universidad de Sassari.	lgutierrez@uniss.it
Luis Ibaceta	Programa de Lucha Contra la Desertificación del PNUD-UE.	luis.ibaceta@undp.org
Marcelo Herrera	Coordinador Regional. Delegación Presidencial de los Recursos Hídricos, Región de Valparaíso.	mherrera@interior.gov.cl
Milcíades Galdeha de Lima	Director Fundación Agente.	gadelhaenator@gmail.com
Miguel Ángel Córdoba Rodríguez	Instituto Mexicano del Tecnología del Agua. Subcoordinador.	mcordova@haloc.imta.mx
Oscar Núñez M.	EL Canelo de Nos.	onunez@elcanelo.cl
Paolo Saltori	Asesor de Comunicaciones e Información, Delegación Presidencial para los Recursos Hídricos.	psaltori@interior.gov.cl
Patricio Fernández	Coordinador Regional para la Región de La Araucanía. Delegación Presidencial de los Recursos Hídricos.	patricioseylor@yahoo.es
Pier Paolo Roggero	Universidad de Sassari.	pproggero@uniss.it
Reinaldo Ruiz	Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos.	rruiz@interior.gov.cl
Ricardo Jorratt Wigard	Delegación Presidencial de Recursos Hídricos.	rjorratt@interior.gov.cl
Richard Escadafal	IRD.	richard.escadafal@ird.fr
Roberto Fuentes	Ministerio del Interior	rfuentes@interior.gov.cl
Solange Sánchez	Coordinadora RM.	ssanchez@gobiernosantiago.cl
Virginia López	Revisora de Proyectos de Riego del CNR.	virginia.lopez@cnr.gob.cl
Washington Guerrero	Coordinador Regional. Delegación Presidencial de los Recursos Hídricos, Región de Los Lagos.	wguerrero@interior.gov.cl
Wilfredo Alfaro	Punto Focal UNCCD- CONAF.	wilfredo.alfaro@conaf.cl

ISBN: 978-956-7469-69-7



9 789567 469697



Esta publicación presenta los resultados del Seminario Internacional sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia, realizado en Santiago de Chile, el 27-28 de noviembre de 2014. Los sistemas de captación de agua de lluvia aumentan la oferta de agua para consumo doméstico y uso en la agricultura y ganadería. Además, favorecen la recarga de acuíferos. De esta manera, contribuyen a la adaptación al cambio climático y a enfrentar sus efectos adversos, como las sequías prologadas que se presentan en vastas zonas de Chile y del planeta. Las experiencias de diversos países expuestas y analizadas durante el seminario y las conclusiones generadas como resultado del debate constituyen un aporte al conocimiento sobre la materia y hacen ver la necesidad de políticas nacionales que promuevan la implementación de estas tecnologías a mayor escala, mediante instrumentos técnicos y financieros.



Al servicio
de las personas
y las naciones