

Informe de Resultados Vecinos de las Nieves 2018-2019



Proyecto de ciencia participativa
para estudiar los eventos de nieve
en la precordillera



Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas
Raúl Bitrán #1305, La Serena (51) 2 204378
ciencia.ciudadana@ceaza.cl
www.ceaza.cl





PROGRAMA DE CIENCIA CIUDADANA PARA ZONAS ÁRIDAS

El Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) es una entidad de investigación científica y tecnológica de la Región de Coquimbo fundada en el año 2003. Su misión es promover el desarrollo científico y tecnológico, a través de la realización de ciencia avanzada a nivel interdisciplinario en zonas áridas, ciencias biológicas y ciencias de la Tierra, con un alto impacto en el territorio y orientado a mejorar la calidad de vida de las personas, promoviendo la participación ciudadana en la ciencia a través de actividades de generación y transferencia del conocimiento.

La Región de Coquimbo se encuentra en un progresivo proceso de desertificación, donde la disponibilidad del recurso hídrico depende en gran medida de los glaciares (blancos, cubiertos y rocosos) y de las precipitaciones sólidas (nieve) en cordillera. Desde el saber local, se observan variaciones en los eventos de nieve que ocurren cada año, entre los años y entre lugares o microcuencas cercanas, lo que ha generado cambios en el acceso, disponibilidad de agua y en las características de las nevadas en la cordillera.

Desde el año 2015 el CEAZA ejecuta un Programa de Ciencia Ciudadana para Zonas Áridas, con el propósito de poner en valor los ecosistemas hídricos de la región, mediante la formación de capacidades y articulación con los habitantes locales en proyectos de ciencia

participativa para apoyar la toma de decisiones en los territorios, con bases científicas.

El proyecto “Vecinos de las Nieves” es parte de este programa y busca aportar con información sobre la nieve y, por consiguiente, del agua en términos de la disponibilidad del recurso. Esta información sólo ha sido posible de obtener en alianza con los habitantes de lo más alto de las cuencas, quienes han recopilado datos de nieve fresca in situ proveniente de diversos puntos de monitoreo ubicados en la zona cordillerana de la Región de Coquimbo, por sobre los 1.390 metros sobre el nivel del mar (msnm), a partir de la temporada invernal del 2018.

La estrategia de participación se ha realizado mediante campañas anuales durante la temporada invernal. Los voluntarios aprenden la metodología en un taller de entrenamiento, en el cual realizan cinco experimentos y completan una Bitácora de Datos en cada evento de precipitación sólida en su punto de monitoreo. Se entrega información de alertas meteorológicas e intercambio de información de los participantes utilizando un grupo WhatsApp. Para cumplir con los objetivos el equipo coordinador del programa ha desarrollado una estrategia de motivación mediante la entrega de resultados anuales y desarrollo de material impreso como el Manual del Científico Ciudadano del proyecto.

¿QUÉ ES LA
CIENCIA
PARTICIPATIVA?



La ciencia participativa es una metodología colaborativa y de aprendizaje entre personas sin formación en ciencia y científicos, quienes se unen para generar nuevo conocimiento que de otra forma no se podría generar.





PREGUNTA Y METODOLOGÍA

El cambio climático global ha generado modificaciones en los procesos de acumulación y derretimiento de la nieve, que luego discurre por ríos y quebradas hasta llegar a los hogares y zonas productivas. Si bien, gracias a las imágenes satelitales podemos obtener mucha información, aún se desconocen las características de los eventos de precipitación sólida en la cordillera. Por esta razón, la generación de vínculos con los habitantes de las zonas más altas de cada microcuenca, se convierte en una alianza virtuosa para comprender la climatología de cordillera en zonas áridas y responder diversas preguntas como los tipos de nieve, la cantidad de agua que ésta contiene, cuánto tiempo permanecerá sobre el suelo, entre otras preguntas que solamente la observación de nieve fresca *in situ* puede responder.

Para dar respuesta a la pregunta, se ha diseñado una metodología simple de monitoreo participativo de nieve, donde los voluntarios aprenden a realizar cinco experimentos con ayuda de un kit de materiales y un manual, el cual incluye una Bitácora de Datos para cada evento de nieve. (ver Anexo, Figura 9).

El sitio de los experimentos debe tener un área aproximada de 16 m² y la superficie con nieve no debe estar alterada ni por animales, personas o automóviles, ya que la compactación modifica los resultados. Parte importante de la metodología consiste en la construcción de una calicata de nieve, que servirá para medir dureza, densidad, temperatura y sacar muestras para su análisis en laboratorio.

LA PREGUNTA

¿Cómo varía la cantidad y calidad de la nieve fresca en diferentes meses y años en la cordillera de la Región de Coquimbo?

LA CALICATA DE NIEVE

Debe tener una longitud aproximada de 2 metros y se recomienda que la pared donde se realicen los experimentos quede orientada hacia la sombra.



Una calicata es una excavación que muestra un corte vertical en el terreno. Sirve para analizar propiedades físicas y químicas del suelo o nieve, y también tomar muestras para analizarlas en el laboratorio.



5 EXPERIMENTOS EN LA NIEVE

A continuación, se presentan los cinco (5) experimentos que se realizan cuando finaliza una nevada en cordillera. Gracias a estas mediciones será posible conocer algo más

sobre las características de la nieve fresca y responder la pregunta de indagación en un formato de ciencia participativa.



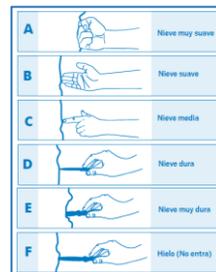
Experimento N°1: Descripción evento y dureza nieve

Objetivo

Describir el evento meteorológico y realizar test de dureza nieve con la mano.

Materiales

- ✓ Espátula o pala metálica
- ✓ Bitácora de datos, papel y lápiz.



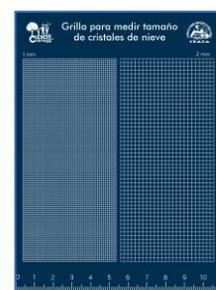
Experimento N°2: Clasificación cristales de nieve

Objetivo

Reconocer forma, tamaño y temperatura de los cristales de nieve.

Materiales

- ✓ Espátula grande
- ✓ Tarjeta de cristales de nieve
- ✓ Lupa 40x
- ✓ Termómetro



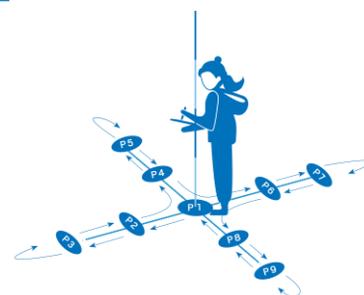
Experimento N°3: Altura de nieve

Objetivo

Conocer la profundidad de la nieve en 9 puntos tras un evento de precipitación sólida.

Materiales

- ✓ 1 estaca fija para medición central
- ✓ 1 estaca móvil
- ✓ Huincha o regla



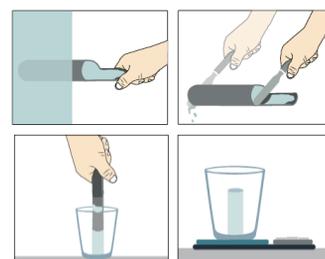
Experimento N°4: Densidad de nieve

Objetivo

Pesar un volumen conocido de nieve para determinar su densidad y agua equivalente.

Materiales

- ✓ Espátula de laboratorio
- ✓ Tubo para muestra de nieve
- ✓ Vasos plásticos



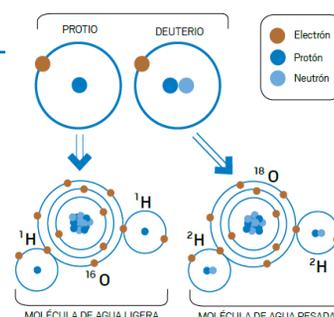
Experimento N°5: Isótopos de nieve

Objetivo

Obtener muestras de nieve para conocer isótopos estables del agua que la componen.

Materiales

- ✓ Bolsas estériles
- ✓ Tubo para muestra de nieve
- ✓ Huincha de medir





PARTICIPANTES Y ACTIVIDADES

En la Figura 3 se observa la localización de los científicos ciudadanos, quienes representan a tres microcuencas del Elqui (río de La Laguna, río Cochiguaz y río Claro) y dos microcuencas del Limarí (río Hurtado y río Grande). Son voluntarios mayores y menores de edad. Es un grupo más bien heterogéneo de personas, que lo une el espacio geográfico y el interés por las ciencias. Pertenecen a instituciones públicas y privadas, como la Junta de Vigilancia del Río Elqui, Tenencia de Carabineros Juntas del Toro, en el valle del río

Turbio; la Comunidad Indígena Canihuante, en el valle de río Cochiguaz; Vecinos de Horcón, Alcohuz y la Comunidad Agrícola Estancia Estero Derecho (administradores del Santuario de la Naturaleza Estero Derecho). Del mismo modo, en la provincia del Limarí, han aportado con sus observaciones, la Escuela Básica de Las Breas, en Río Hurtado, al igual que trabajadores agrícolas y mineros en el valle del río Grande, comuna de Montepatria.



Figura 1. Registro fotográfico de los talleres de entrenamiento o capacitación metodológica para los voluntarios, previa a la temporada invernal. Entrega de kit de materiales, manual y bitácoras de datos. Firma de compromiso para realizar registros de información después de un evento de nieve: (A) Horcón, (B) Escuela Básica de Las Breas, (C) Embalse La Laguna, (D) Tenencia de Carabineros Juntas del Toro, (E) Comunidad Agrícola Estero Derecho, (F) El Colorado, Cochiguaz, (G) Mina Los Pingos, sector El Toro, río Grande.



Figura 2. Taller motivacional en el Glaciar Tapado. Visita guiada por investigadores del equipo de Glaciología del CEAZA a sectores de interés cercanos al Embalse La Laguna. (A) Llano Las Liebres; (B) Glaciar Tapado, a pocos kilómetros del Paso Agua Negra. (C) El ascenso hasta los 4.000 msnm, permitió el intercambio de experiencias entre el conocimiento científico y local. Además, se presentaron los resultados preliminares del proyecto, junto a un refuerzo en la metodología del proyecto.



RESULTADOS 2018 – 2019: ALTURA Y DUREZA

Los *Vecinos de las Nieves* han recopilado datos de seis (6) eventos de nieve entre junio de 2018 y julio de 2019, en sitios que se encuentran a elevaciones entre los 1.400 y 3.100 msnm. Hasta la fecha, el 84% de participantes ha logrado registrar más de dos (2) experimentos, siendo la altura y dureza de nieve los experimentos más realizados. En el Embalse La Laguna, sitio que tiene la mayor elevación (de los 11 en total), han registrado la mayor cantidad de nevadas (todas, a excepción de la primera del año 2018). Por esta razón, se asignó un apartado especial para mostrar los resultados de ese lugar.

La primera nevada de 2018 se registró en la primera quincena de junio, en 7 puntos ubicados en la cordillera de Vicuña, Paihuano y Río Hurtado, con alturas de nieve entre 3 y 24 cm en Horcón. La primera nevada registrada del 2019 fue a fines de mayo, con alturas entre 2 a 4 cm, medidas en dos puntos de la cuenca del río Claro (Alcohuaz y SN Estero Derecho), en el río Grande (2 cm) y en Cochiguaz (2 cm). La segunda nevada del año fue a mediados del mes de junio en Las Ramadas (5 cm), y a fines del mismo mes en El Toro, valle del río Grande, Montepatria (2 cm) (ver Tabla 1 y Figura 4).



Figura 4. Registro fotográfico altura de nieve (2 cm) (sitio el Toro, Montepatria, 29 junio 2019).

En la Tabla 1, se observa que las alturas de nieve han disminuido en todos los puntos al segundo año de medición. En 2018 se midió un promedio de 14,5 cm, mientras que en 2019 2,8 cm. Por otra parte, todos registraron un tipo de nieve A (muy suave) en el test de dureza al lograr introducir un puño sin esfuerzo, tal como muestra la Figura 5. La nieve recibió los nombres de *plumilla* o *polvo*, en algunos sectores de la precordillera, y *garrotillo*, a aquella que se asemeja al aguanieve de acuerdo los relatos de los habitantes de cordillera.



Figura 5. Todos los test de dureza realizados han clasificado la nieve tipo A (muy suave)

Tabla 1. Resultados de altura, dureza y nombre local durante eventos de nieve de los años 2018 y 2019. No se incluye sitio del Embalse La Laguna (ver apartado de Resultados Embalse La Laguna).

*El registro del 17 junio corresponde a Las Ramadas y el 29 junio a El Toro.

Sitios de muestreo			Fecha de los eventos de nieve registrados en 2018 y 2019					
			11 de junio de 2018		28-31 mayo de 2019		17 y 29 junio de 2019*	
Comuna	Nombre	Elevación (msnm)	Altura nieve (cm)	Dureza nieve y nombre local	Altura nieve (cm)	Dureza nieve y nombre local	Altura nieve (cm)	Dureza nieve y nombre local
Vicuña	Juntas del Toro	2097	3 cm	muy suave	2 cm	-	0 cm	-
Paihuano	Camping Ganimedes	1721	15 cm	muy suave <i>polvo</i>	Lluvia	-	0 cm	-
	El Colorado	1719	17,5 cm	muy suave	Lluvia	-	0 cm	-
	El Empedrado	1863	14,4 cm	muy suave	2 cm	-	0 cm	-
	Horcón	1487	24 cm	muy suave	Lluvia	-	0 cm	-
	Alcohuaz	1752	0 cm	muy suave	2 cm	muy suave	0 cm	-
	SN Estero Derecho	1900	21,8 cm	muy suave	4 cm	muy suave <i>garrotillo</i>	0 cm	-
Río Hurtado	Escuela de Las Breas	1718	18,8 cm	muy suave <i>plumilla</i>	Lluvia	-	0 cm	-
Montepatria	El Toro	1925	0 cm	-	2 cm	-	2 cm	muy suave
	Las Ramadas	1391	0 cm	-	Lluvia	-	5 cm	muy suave



RESULTADOS 2019: CRISTALES DE NIEVE

Desde 2019 los *Vecinos de las Nieves* observan y clasifican los cristales de nieve, cuya forma y tamaño se determina en terreno utilizando una tarjeta de clasificación de cristales (ver Figura 6) y una lupa geológica (>8x).

Clasificación internacional de nieve para precipitación sólida			
Símbolo gráfico	Ejemplo	Símbolo numérico	Nombre
		F1	Cristal de placa
		F2	Cristal estrella
		F3	Columna
		F4	Aguja
		F5	Dendrita espacial
		F6	Columna tapada
		F7	Columna irregular
		F8	Grumo de nieve
		F9	Pelota de hielo
		F0	Granizo

Figura 6. Tarjeta de clasificación de forma y tamaño de cristales de nieve (al reverso de la tarjeta). En rojo se muestran las formas de cristales identificados por los voluntarios.

La Tabla 2 muestra los 5 tipos de cristales de nieve identificados en 5 sitios diferentes. En el Embalse La Laguna se observaron cristales tipo grumo de nieve y cristales estrellas entre el 29 y 31 de mayo, nieve que los Vecinos denominaron *plumilla*. En tanto, el 25 de junio los voluntarios identificaron cristales con formas de columnas tapadas, nieve que llamaron *pluma gansa*. El 22 de julio advirtieron la presencia de *granizo* cuya forma clasificaron del mismo modo. En los sitios de Alcohuzay y Santuario de la Naturaleza (SN) Estero Derecho, clasificaron los cristales de mayo como grumos de nieve y dendritas espaciales con temperaturas cercanas a los 0°C. En los sitios de Montepatria, observaron dendritas espaciales en distintas nevadas de junio en Las Ramadas y El Toro. Respecto al tamaño de cristales, éstos van desde los 1-2 mm (grosso) a más de 2 mm (muy grosso) (Fierz et al., 2009). Finalmente, en relación a las temperaturas del manto de nieve, estas fluctuaron entre -7,5 y 0,9°C (ver Tabla 2 y Figura 7)



Figura 7. Registro fotográfico temperatura nieve (0,9 °C). Sitio El Toro, 29 junio 2019.

Tabla 2. Presenta los registros de forma y tamaño de cristales de nieve, así como la temperatura (°C) del manto de nieve y resultados del test de dureza durante el año 2019.

Sitio	Elevación	Fecha	Forma	Tamaño	T°C	Dureza y nombre local
Embalse la Laguna	3.111 msnm	29-may	grumo de nieve	> 2 mm	-1,3	muy suave <i>plumilla</i>
		30-may	cristal estrella	> 2 mm	-1,1	muy suave <i>plumilla</i>
		25-jun	columna tapada	> 2 mm	-7,5	muy suave <i>pluma gansa</i>
		22-jul	granizo	> 2 mm	-2,3	muy suave <i>granizo</i>
Alcohuzay	1.752 msnm	30-may	grumo de nieve	2 mm	-0,1	muy suave
SN Estero Derecho	1.900 msnm	29-may	dendrita espacial	> 2 mm	0,1	muy suave
El Toro	1.925 msnm	29-jun	dendrita espacial	1 - 2 mm	0,9	muy suave
Las Ramadas	1.391 msnm	17-jun	dendrita espacial	2 mm	-1,0	muy suave



RESULTADOS ISÓTOPOS DE NIEVE 2019

Los procesos naturales más importantes que hacen variar la composición de los isótopos estables del agua, son cambios físicos como la evaporación y la condensación. Estos procesos dejan una huella isotópica en el agua, que es posible rastrear mediante el análisis químico en muestras de agua o nieve (no evaporadas). Finalmente se puede saber qué quebradas, cuencas, valles o glaciares aportan más o menos agua a un río y cómo cambia este aporte entre los diferentes meses o años.

En el experimento N°5 los participantes extraen dos (2) muestras de nieve para ser analizadas en el laboratorio y conocer los isótopos estables que la componen. Durante el año 2019, fue posible obtener nueve (9) muestras de nieve, de las cuales ocho (8) fueron procesadas satisfactoriamente en el laboratorio. La Figura 8, muestra un gráfico de puntos correspondientes a los valores isotópicos de hidrógeno y oxígeno de las ocho (8) muestras llevadas a laboratorio, cuyos valores se ajustan a la Línea Meteorica Global trazada en color rojo, la cual representa la relación media mundial entre los valores isotópicos del hidrógeno y oxígeno en las aguas naturales terrestres. Las muestras recolectadas por los participantes se ajustan muy bien a

estándares mundiales y aportan un dato concreto, demostrando que hicieron un muy buen trabajo.

Con el paso de los años tendremos la posibilidad de utilizar estas mediciones para identificar el origen de las precipitaciones y trazar su trayectoria en las cuencas de mar a cordillera.

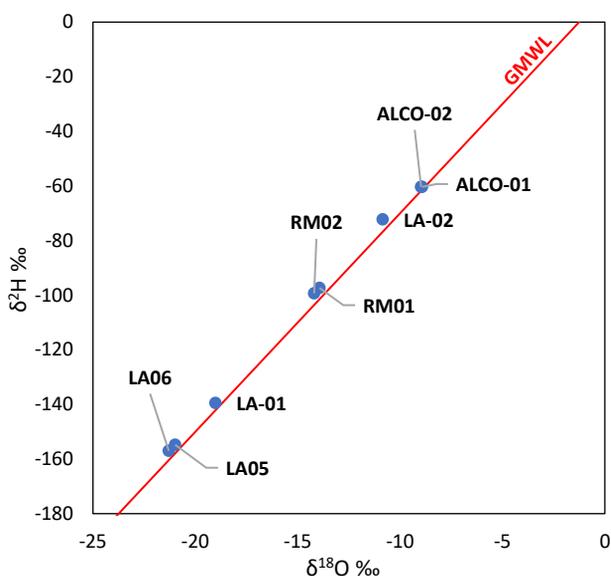


Figura 8. Gráfico que muestra los valores isotópicos de hidrógeno y oxígeno de 8 muestras de nieve analizadas en laboratorio. Línea Meteorica Global trazada en color rojo.

¿QUÉ SON LOS ISÓTOPOS?



Los isótopos son átomos de un mismo elemento, con el mismo número de protones, pero distinto número de neutrones en su núcleo. Por esto, existen átomos de agua más ligeras y pesadas que otras.





RESULTADOS EMBALSE LA LAGUNA 2019

En este apartado se presentan los datos recopilados a la fecha, del sitio Embalse La Laguna, ubicado a 3.111 msnm, siendo el lugar más alto de los puntos de monitoreo del proyecto. Este sitio es el que muestra mayor cantidad de datos recopilados, y por ende, mayor continuidad temporal del proyecto.

El Embalse La Laguna es administrado por la Junta de Vigilancia del Río Elqui y sus Afluentes (JVRE), organización de derecho privado, encargada de la distribución de las aguas provenientes de fuentes naturales para el consumo humano, que se provee gracias al almacenamiento del recurso hídrico en los embalses de La Laguna y Puclaro.

El gráfico de la Figura 9, muestra alturas de nieve mayores en el sitio, durante el último año. Si se promedian los valores de 2018 (barras azules) resultan 8,3 cm y 19,7 cm en 2019 (barras amarillas). Las alturas de nieve medidas en el 2019 alcanzan valores extremos entre 29 cm (25 de junio) y 9,8 cm (21 de julio). La composición de la primera medida fue identificada por los voluntarios como nieve 'pluma gansa'. En tanto, la segunda fue clasificada como 'nieve granizo', de igual forma como se efectuó con los cristales de nieve (ver resultados de cristales de nieve).

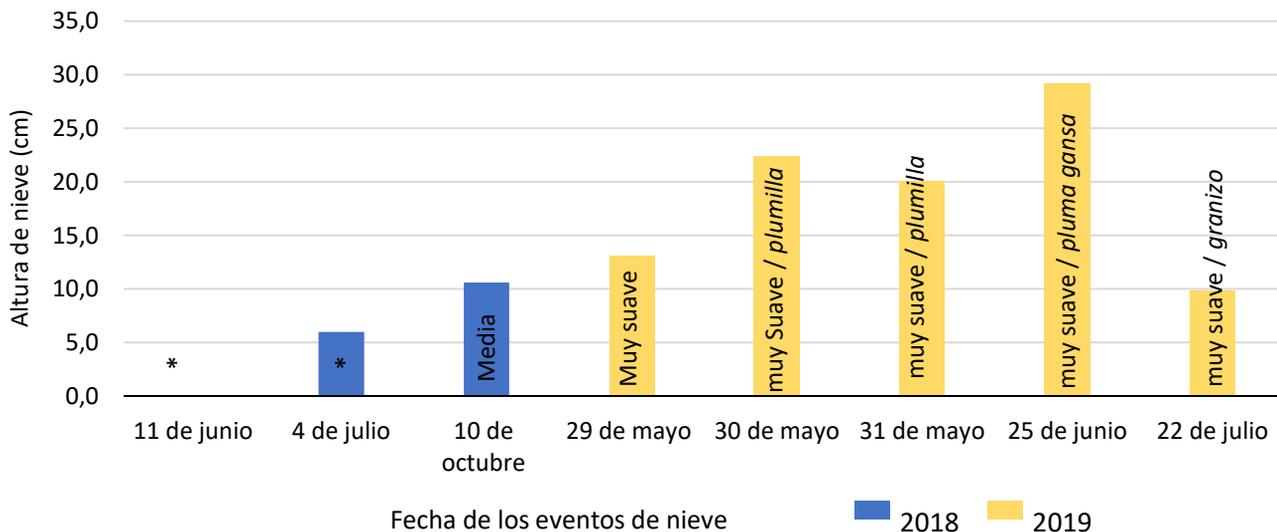


Figura 9. Registro de altura de nieve durante el 2018 -2019 del sitio Embalse La Laguna (3.110 msnm). Sobre la barra se indica la dureza de la nieve. *Los dos primeros eventos no se logró determinar dureza.

En este sitio se realizó cinco veces el experimento N°4, que consiste en pesar un volumen conocido de nieve, a partir de lo cual, ha sido posible calcular la densidad de la nieve y el agua equivalente (ver Figura 10). Esta corresponde a la columna de agua que resultaría si la masa de nieve se derritiera completamente y se mide mediante el pesaje de un volumen conocido de nieve, del cual se obtiene la densidad y se multiplica por la altura de nieve medida en el lugar (Fierz, 2009).

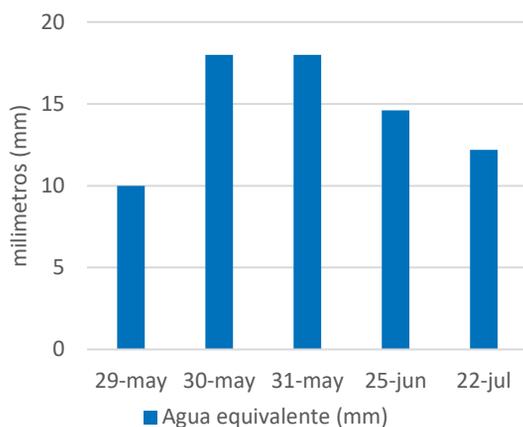


Figura 10. Gráfico que muestra el resultado de agua equivalente en milímetros, en Embalse La Laguna.



DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los datos de nieve recopilados en 2018 y 2019, han mostrado algunas características de las precipitaciones sólidas en la zona cordillerana de la Región de Coquimbo, por sobre los 1.390 msnm. Las mediciones de alturas de nieve del último año no superan los 5 cm, a excepción del sitio a mayor elevación, correspondiente al Embalse La Laguna (3.111 msnm), donde se midió un máximo de 29 cm en el año 2019. Además, algunos sitios que acostumbran a acumular nieve en invierno, sólo registraron escasas precipitaciones líquidas (ver Tabla 1). Por esta razón, se contempla la incorporación de pluviómetros para que los Vecinos de las Nieves puedan registrar precipitaciones líquidas.

Las proyecciones climáticas para la zona andina semiárida advierten una disminución de un 10% a 30% de precipitaciones en la cuenca alta del Limarí, en comparación a lo que ocurría entre 1960-1990. Asimismo, la línea de nieve (elevación mínima donde hay nieve) se ha movilizó hacia alturas más elevadas. En este marco, se espera que el trabajo de los “Vecinos de las Nieves” pueda contribuir al conocimiento de la dinámica de la nieve y los glaciares en la cordillera, importante reserva hidrológica de ríos y aguas subterráneas en la zona semiárida.

El desarrollo del proyecto “Vecinos de las Nieves” ha sido exitoso en cuanto a la participación, compromiso y aplicabilidad de los experimentos. Los participantes han generado información única y maravillosa, demostrando gran interés en realizar los experimentos en su localidad. También han ahondado en el conocimiento del ciclo del agua y de los glaciares presentes en la Región de Coquimbo.

Experiencias similares se han realizado en el mundo. Por ejemplo, la Red Comunitaria Colaborativa de Lluvia, Granizo y Nieves (www.cocorahs.cl) es una red estadounidense de veinte mil voluntarios, que son capacitados y reciben herramientas de bajo costo para medir

precipitación sólida y líquida en sus comunidades locales, proporcionando datos de alta calidad para investigación y educación (Cifelli, 2005). Otro proyecto nacional es Pluviómetros Ciudadanos, iniciativa de la Dirección General de Aguas (DGA) que distribuye pluviómetros a escuelas y organizaciones para medir la lluvia caída. Los datos obtenidos se ingresan en una plataforma web llamada “Mi Lluvia” y es posible acceder libremente a los datos (<http://milluvia.dga.cl/>).

Para la captura de datos el programa Vecinos de las Nieves aplica una metodología simple con materiales de fácil acceso. Así, puede llegar a ser aplicada en distintos sectores y regiones del país, donde haya nieve en algún momento del año. Este proyecto de ciencia participativa demuestra ser un ejemplo de trabajo colaborativo entre las comunidades locales y la ciencia, al generar nueva información sobre el sistema hídrico en zonas áridas y semiáridas.

La preparación de la temporada invernal año 2020 se ha realizado de manera remota, debido a la pandemia mundial por COVID-19. Esto ha significado el envío de materiales y videos para reforzar la metodología de los experimentos.

Entre las metas del proyecto para el año 2020, está la expansión territorial de los sitios hacia el sur, incluyendo la cordillera de la Provincia del Choapa.

La expansión de la cobertura espacial y temporal de los datos, hará posible la obtención de series de datos más exhaustivas, que cubran todos los eventos en el año. En este sentido, el estudio de la nieve y de la lluvia puede entregar información valiosa, en el contexto del cambio climático y la desertificación, con el objeto de aportar al uso sostenible del agua, evitar desequilibrios en los ecosistemas y repercusiones en las actividades humanas.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cifelli, R. et al (2005). *The community collaborative rain, hail, and snow network*. Informal education for scientists and citizens. In American Meteorological Society, 1069-1078.
- Fierz, C., et al (2009). *The International Classification for Seasonal Snow on the Ground*. IHP-VII Technical Documents in Hydrology N°83, IACS Contribution N°1, UNESCO-IHP, Paris.
- Mook, W.G (Ed) (2002). *Isótopos ambientales en el ciclo hidrológico. Principios y aplicaciones*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. Serie: Guías y Manuales N° 1
- Rivera, A., Bown, F., Napoleoni, F., Muñoz, C., & Vuille, M. (2016). *Balance de masa glaciar*. Valdivia, Chile: Ediciones CECs
- Schaffer, N., MacDonell S., Réveillet, M., Yañez, E., & Valois, R. (2018). *Rock glaciers as a water resource in a changing climate in the semiarid*. Regional Environmental Change, 1- 17.
- Sinclair, K. & MacDonell S. (2016). *Seasonal evolution of penitente glaciochemistry at Tapado Glacier, Northern Chile*. Hydrological Processes N° 30, 176–186.



AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a participantes:

Alex Cortés, Germán Briceño, José Alcayaga, Germán Rubio y Manuel Leiva (Junta de Vigilancia Río Elqui), Teniente Hans Burdiles (Carabineros Juntas del Toro), Luis Canihuante, Carmen Canihuante, Daniela Canihuante, José Canihuante, Aldair Parraguez (Comunidad Indígena Canihuante), Carlos Peralta, Jilda Pizarro y Rosendo Rojas (Santuario de la Naturaleza Estero Derecho), Ana Muñiz, Juan Carlos Silva y Bibiana Muñoz (Vecinos de Horcón y Alcohuz), Profesora Gloria Oporto y estudiantes Escuela Las Breas, trabajadores agrícolas y mineros en el valle del río Grande, comuna de Montepatria.

Agradecimiento instituciones que colaboraron:

Municipalidad de Paihuano, Municipalidad de Río Hurtado, The Nature Conservancy, PROMMRA de la Universidad de La Serena, Junta de Vecinos de Cochiguaz, Radio Cuna del Sol de Paihuano, Junta de Vigilancia del Río Limarí y sus afluentes.

Proyecto financiado por :

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo – ANID.

Proyecto R16A10003 “Fortalecimiento de la generación y transferencia del conocimiento científico interdisciplinario de CEAZA, a partir de la vinculación con los territorios y ecosistemas de la región de Coquimbo”, ejecutado desde 2017 al año 2020.

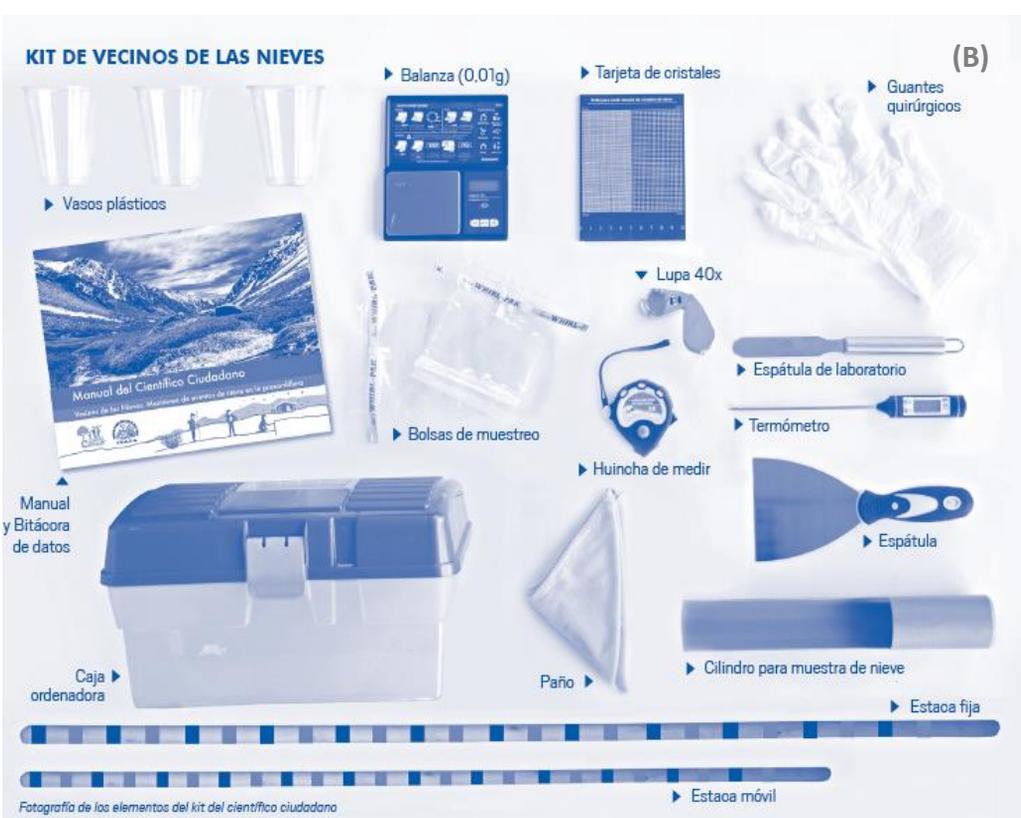
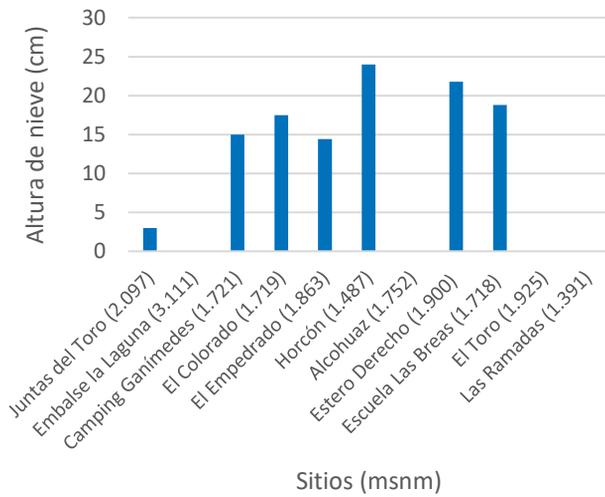


Figura 10. Materiales para realizar 5 experimentos. (A) Manual del Científico Ciudadano; (B) Kit de Vecinos de las Nieves.

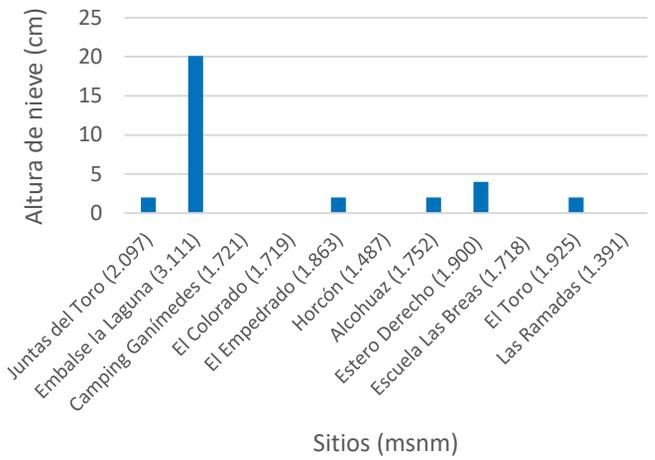


ANEXOS

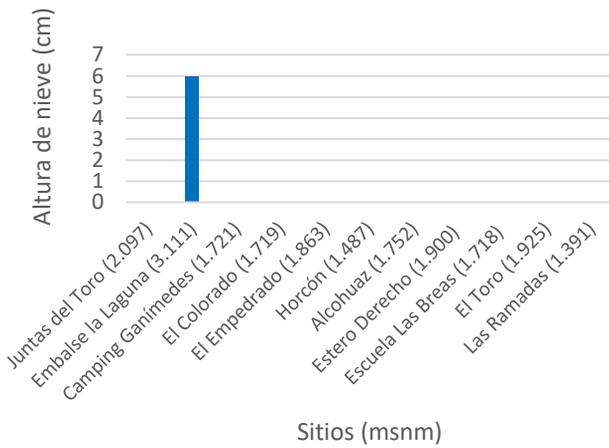
11 junio de 2018



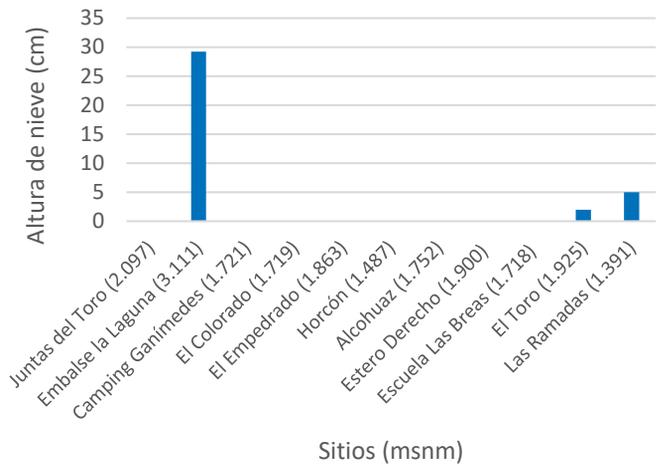
30 mayo de 2019



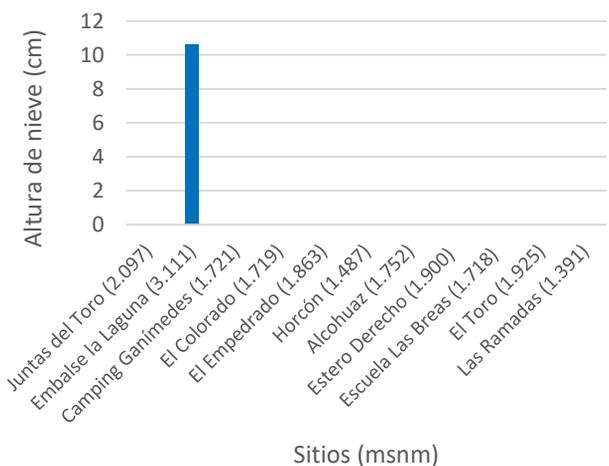
4 julio de 2018



25 junio de 2019



10 octubre de 2018



22 julio de 2019

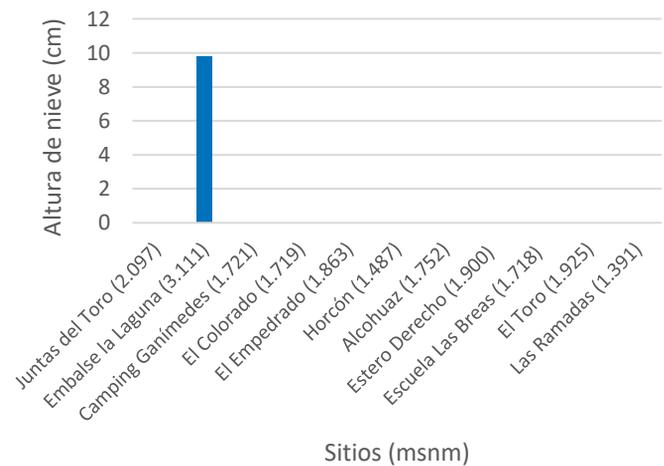


Figura 11. Registros de alturas de nieve (cm), por cada evento de nieve, en los 11 sitios de monitoreo participativo, durante el 2018 - 2019. La elevación de cada sitio entre paréntesis (msnm).



ANEXO FOTOGRÁFICO

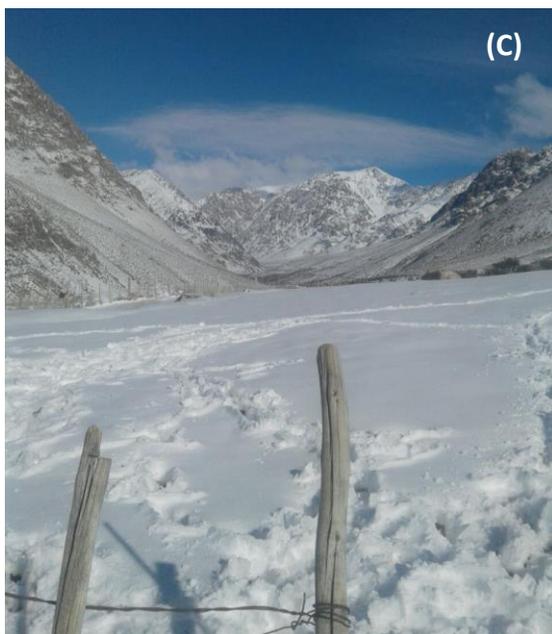


Figura 11. Registro fotográfico de las localidades después del evento de nieve: (A) El Empedrado, Cochiguaz (11 junio de 2018); (B) Escuela Básica Las Breas, Río Hurtado (11 junio 2018); (C) Entrada al Santuario de la Naturaleza Estero Derecho (11 junio 2018); (D) El Empedrado, Cochiguaz (30 mayo 2019); (E) Mina Los Pingos, El Toro, Montepatria (29 junio 2019); (F) Las Breas, Río Hurtado (30 mayo 2019).