

NUEVA NORMALIDAD HÍDRICA EN CHILE: SEQUÍA METEOROLÓGICA EN LA REGIÓN DE ÑUBLE

New hydric normality in Chile: meteorological drought in the Region of Ñuble

Nicole Zapata Márquez | Colegio Concepción de San Carlos | nzapata@cocosan.cl

RESUMEN: El estudio revisa la situación de sequía en la región de Ñuble, se examina el comportamiento meteorológico mediante la recopilación y análisis de datos de agua caída, dispuestos por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) en base a 42 estaciones distribuidas en la región. Se identifican dificultades en el acceso a datos, se evidencia la existencia de sesgo en la distribución de las estaciones, asociado principalmente a favorecer la industria agrícola y no a mantener información territorial para verificar efectos del cambio climático, en este sentido no es posible hacer una trazabilidad al agua caída en la región ya que solo una estación ubicada en la depresión intermedia es considerada como información oficial de la región. El estudio realiza una caracterización cualitativa en pobladores de las localidades con menor precipitación histórica en la región, para verificar su percepción frente a la sequía

PALABRAS CLAVES: Sequía – Estaciones meteorológicas – Lluvia – Región de Ñuble

SUMMARY: *The study reviews the drought situation in the Region of Ñuble, examining the meteorological behavior through the collection and analysis of falling water data, arranged by the Chilean Meteorological Office based on 42 stations distributed in the region. Difficulties in accessing data are identified, and the existence of a bias in the stations distribution is evident, mainly associated with favoring the agricultural industry, and not maintaining territorial information to verify the effects of climate change, in this sense it is not possible to make a traceability to falling water in the region since only one station located in the intermediate depression is considered official information for the region. The study performs a qualitative characterization of residents of the localities with the lowest historical rainfall in the region, to verify their perception of drought.*

KEY WORDS: *Drought – Meteorological Stations – Rain – Region of Ñuble*

INTRODUCCIÓN

Según Sepúlveda (2021), Chile enfrenta la peor sequía de su historia, y la nueva normalidad hídrica mantiene a cinco regiones del país, que equivalen a 104 comunas, bajo la categoría de *emergencia hídrica*. Si bien sequías de uno o dos años han sido un elemento recurrente en el clima de Chile central, la última década se destaca como un periodo seco de mayor duración y extensión territorial del que se tiene registro, sumando 12 años de sequía.

Esta megasequía, que se explica en el informe *del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia* ((CR)2, 2015), ocurre además durante la década más cálida registrada en Chile central, lo que trae consigo el aumento de pérdida de agua por evaporación, agravando aún más la situación de déficit hídrico. Tanto en la zona norte como centro del país han aumentado gradualmente sus temperaturas desde mediados de la década de los '70 (excepto la franja costera). Por su parte, las temperaturas máximas se han visto notablemente incrementadas en los últimos diez años, siendo esto aún más evidente sobre los 1000 metros de altura.

Las sequías son gatilladas generalmente por la ocurrencia de los fenómenos de *La Niña* y *del Niño* o *la oscilación decadal* y, si bien episodios de *La Niña* tienen una correlación con el déficit de precipitaciones en la zona central, se ha observado que la escasez de precipitaciones de hace más de una década está más bien dominada por una tendencia de Cambio Climático. Los años que conforman la megasequía se caracterizaron por condiciones neutras en el *Pacífico ecuatorial*, sin observarse un enfriamiento significativo del *Pacífico tropical*, a excepción del 2010 caracterizado como un evento de *La Niña*.

Históricamente, cuando se ha estado bajo condiciones neutras puede haber déficit o superávit de precipitación en Chile central. En consistencia con el informe del (CR)2 (2015), se estima que al menos un 25% del déficit de precipitación es atribuible al cambio climático antrópico, esto contribuirá a que, durante el siglo XXI, exista una progresiva aridificación de la zona central y sur de Chile.

Uno de los acontecimientos que más ha llamado la atención en el último tiempo es que algunas zonas del sur del país también han mostrado limitaciones hídricas, algo impensado teniendo en cuenta el clima que históricamente predominó en esa parte del territorio. Se ha podido observar cómo las regiones al norte del río *Maule* y el río *Ñuble* se encuentren bajo estrés hídrico alto, mientras que la región de la *Araucanía* y *Biobío* están con un estrés medio alto (CNN Chile, 2021).

Según René Garreaud, subdirector del (CR)2, en una entrevista en Televisión Nacional de Chile (TVN, 2019), la *región de Ñuble* se ha convertido en el epicentro de la sequía en los últimos años. Esta región es conocida por su productividad agrícola, por lo que se ha visto gravemente afectada por la disminución de precipitaciones que afecta a toda la zona central del país hace más de una década. Este fenómeno climático además se presenta en la década más cálida de los últimos 100 años, lo que ha exacerbado el déficit hídrico con la evaporación de lagos, embalses y cultivos.

Esta sequía histórica llevó a que, en febrero del año 2020, se decretara *zona de emergencia agrícola* a ocho comunas de la *región de Ñuble*, siendo estas las comunas de *Chillán*, *Chillán Viejo*, *Bulnes* y *Pinto*, en la *Provincia de Diguillín*; y las comunas de *San Carlos*, *Ñiquén*, *Coihueco* y *San Nicolás*, por la *Provincia de Punilla*. Esto permitió, a través del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INDAP), la *Dirección de Obras Hidráulicas* (DOH) y la *Comisión Nacional de Riego* (CNR), ir estructurando soluciones de apoyo en el corto plazo, de acuerdo con datos recabados por radio *Cooperativa* (2020).

Se analiza entonces el comportamiento meteorológico en la *Región de Ñuble* mediante la recopilación y análisis de datos de agua caída, dispuestos por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) en base a 42 estaciones meteorológicas consultadas, porque la región se especializa en actividades demandantes de agua (industria agrícola y forestal) con un alto porcentaje de población

rural que muchas veces ve seriamente disminuido su acceso al agua. Con dichos datos se elaboraron mapas temáticos, además de gráficas que dan cuenta de la disminución del agua caída.

DESARROLLO

La sequía como objeto de estudio en Geografía

Las sequías han sido reconocidas como un peligro climático importante a nivel mundial (Organización Meteorológica Mundial [OMM] & Asociación Mundial para el Agua [GWP], 2016), esto debido a que pueden conducir a una disminución significativa de los recursos hídricos, impactando negativamente en aspectos ecológicos, sociales y económicos (Mishra & Singh, 2010). A través de los años, los periodos de sequía han aumentado, provocando que el abastecimiento de agua se haya visto gravemente afectado.

En los últimos años, se han registrado intensas sequías en todo el mundo, las cuales han afectado grandes áreas en Europa, África, Asia, Australia, América del Norte, América Central y América del Sur (Mishra & Singh, 2010). En el caso de América Latina y el Caribe, la presencia de lluvias y sequías extremas se ha convertido en una amenaza constante (Báez, Fuchs, & Rodríguez-Castelán, 2017). Los eventos climáticos extremos pueden manifestarse en diferentes territorios, donde la escasez hídrica y prolongada se presenta como un problema global.

La definición de sequía no es solo una, puesto que la cuantificación de la deficiencia y el tiempo expresados en la definición varía notablemente según el espacio geográfico sobre el que deba aplicarse, Wilhite & Glantz (1985) detectaron más de 150 definiciones de este tipo, categorizándolas en cuatro grupos según la disciplina científica desde la que sea analizado el fenómeno: sequía meteorológica, sequía hidrológica, sequía agrícola y sequía socioeconómica. Otra definición menos compleja es la que hace la Superintendencia de Desarrollo del Nordeste (SUDENE, 1999) que establece una clasificación de sequías hidrológicas, agrícolas y efectivas (estas equivalentes a socioeconómicas).

A pesar de estas clasificaciones en general, se está de acuerdo en definir las como periodos prolongados de escasez de recursos hídricos que generan un impacto negativo en las sociedades y sistemas productivos (Yevjevich, Hall & Salas, 1978; Beran & Rodier, 1985). Las sequías se determinan cuando hay un déficit con respecto al registro histórico de la precipitación (sequía meteorológica) y/o del caudal en los ríos (sequía hidrológica). La sequía meteorológica que se observa en Chile entre *Coquimbo* y *Los Lagos* cumplió una década en 2019 y por eso se le ha llamado *megasequía* (Garreaud et al., 2017, 2019).

La sequía es un fenómeno poco espectacular, y quizá por esto no llama mucho la atención y se tiende a subestimar. Por ello, es común la tendencia a menospreciar su presencia, esperando que sea algo de corta duración y sin mayores incidentes. No obstante, de acuerdo con evaluaciones de los daños y pérdidas que provoca, sobre todo cuando se prolonga por mucho tiempo (más de dos años), y se combina con temperaturas altas, vistos en conjunto y en relación con la agricultura, son por lo general mayores a cualquier otro fenómeno natural como huracanes, granizadas, heladas, plagas, etcétera (Managing Risk, 1997).

En tanto las sequías son una parte normal del clima, y pueden ocurrir en cualquier estación del año en todo el mundo, incluso en los desiertos y las selvas tropicales. Las sequías son uno de los riesgos naturales más costosos año tras año, sus impactos son significativos y generalizados (OMM & GWP, 2016).

La variabilidad climática y los impactos de las sequías pueden repercutir negativamente en la capacidad de adaptación y en el abanico de estrategias que las personas tienen para lidiar con el fenómeno, especialmente en zonas proclives a las sequías (Selvaraju et al., 2006). En Chile, las predicciones de cambio climático y sus impactos en la reducción de las precipitaciones y recursos

hídricos en general, sumado a un aumento proyectado de la demanda de agua, hacen prever un incremento del riesgo de las sequías en el país.

El cambio climático eleva el riesgo hídrico en la medida que acentúa la ocurrencia de daños sociales, ambientales y económicos (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2020). De acuerdo con el informe elaborado por Naciones Unidas Chile (2021), debido a la disminución de las precipitaciones en la zona centro-norte, el país experimenta desde hace más de una década una sequía recurrente. Actualmente, las regiones entre *Atacama* y *Ñuble* mantienen un déficit de precipitación de casi 100% con respecto al promedio histórico 1981-2010 y los acuíferos muestran una tendencia a la baja entre la *región de Coquimbo* y el *Maule* (Dirección General de Aguas [DGA], 2020).

Además, las temperaturas en las montañas han aumentado cada decenio desde 1976 entre 0,2 y 0,3°C, y los glaciares han experimentado un rápido retroceso (UNESCO, 2018). Esto dificulta el acceso al agua potable en las zonas rurales entre la *Región Metropolitana* y la *Región del Biobío* que dependen en un 83% de las aguas subterráneas (Ministerio de Obras Públicas [MOP], 2016). También, el aumento de la degradación de los suelos y la pérdida de biodiversidad debido a la sequía amenaza la producción agrícola y con eso la seguridad alimentaria, representando una fuente de pobreza y migración rural.

Si bien Chile está tomando acciones frente al cambio climático, a través de la *Estrategia Climática de Largo Plazo* y sus instrumentos relacionados, los desafíos persisten. Mami Mizutori, representante especial de la Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, asegura que "(...) *la sequía está a punto de convertirse en la próxima pandemia*" (Neslen, 2021), señalando además que no existe una vacuna contra esta y que ha afectado de manera directa a 1.500 millones de personas en lo que llevamos de siglo.

De acuerdo con el *Balance Hídrico Nacional*, Chile podría ser uno de los 30 países con mayor estrés hídrico y sequía multifactorial para el 2040. Según María Christina Fragkou («Sequía y desertificación: Los desafíos de Chile frente a la creciente escasez hídrica», 2021), esta realidad es preocupante, pues

"(...) constantemente vemos una disminución del agua disponible y el aumento de las necesidades hídricas, mientras que las soluciones del Estado son poco sensibles a las desigualdades sociales y particularidades territoriales, poniendo énfasis solo en asegurar el agua para el sector productivo".

A principios del 2008 el país se enfrentó una sequía que abarcó prácticamente todo el territorio, esto provocó que más de 80 mil agricultores fueran afectados por este fenómeno climático. Tras esto el Ministerio de Agricultura (s. f.) hizo urgente la necesidad de gestionar el riego para los agricultores en periodos de sequía para una adecuada planificación del desarrollo rural.

Sumado a todo lo anterior, Chile ha sido evaluado como un país altamente vulnerable al *cambio climático*; estudios nacionales proyectados al 2040 y hacia fines del siglo XXI indican una intensificación de la aridez en la zona norte, avance del desierto hacia el sur y reducción hídrica en la zona central.

Estudios

Existen cuatro grandes grupos de estudios relacionados con la sequía: el primero de ellos referido a mediciones de sequía meteorológica en Chile, en este grupo se evidencia la medición con datos proporcionados por estaciones meteorológicas a lo largo del país, principalmente en la zona central. Estas mediciones determinan la sequía mediante diversos índices, por la influencia del *cambio climático* o fenómenos atmosféricos como *La Niña* y *El Niño*, lo que permite evidenciar periodos o *rachas* de sequía.

El segundo grupo corresponde a informes emanados desde distintas reparticiones, tanto públicas como privadas, que analizan factores y actores intervinientes en la sequía, en este sentido se analizan los sectores y actividades funcionales del país, principalmente el sector agrícola, y cómo les afecta el fenómeno. Para ello utilizan datos de amplio rango temporal y espacial (todo Chile) considerando el *cambio climático* y los fenómenos atmosféricos como *La Niña* y *El Niño*.

El tercer grupo se refiere al análisis de características tipológicas y metodológicas que permiten definir la sequía, para ello se realiza una cuantificación de periodos, lugares, afectaciones y daños. Del mismo modo se analizan la evolución de normativas y su influencia en la determinación de la política pública. Cabe consignar un sub grupo donde se ubican los estudios que realizan mediciones de sequía y su influencia en actores y objetos geográficos específicos, tales como el caudal de los ríos para la generación eléctrica.

El último grupo, revisa los estudios de sequía meteorológica con experiencias en el extranjero, para ello determina índices y mediciones en los países de México, Venezuela y Argentina. Además, existen estudios que se enfocan en el cono sur de Sudamérica aportando nuevas definiciones para la sequía.

METODOLOGIA

Diseño Metodológico

El estudio es mixto, tiene un carácter exploratorio, con dos fases: la primera fase especifica una recopilación de datos de fuentes oficiales respecto a información de agua caída en la zona, con lo que se componen mapas síntesis en software SIG, para de esta forma identificar sectores con deficiencias en el agua caída. La identificación de esos sectores permite la segunda fase del estudio, correspondiente a la aplicación de un instrumento de medición de calidad de vida relacionado al acceso en localidades seleccionadas.

Sequía Meteorológica

Las sequías han sido estudiadas desde diferentes perspectivas y en diferentes escalas espaciotemporales. Garreaud (2017) estudió las megasequías meteorológicas en la zona central de Chile mediante 153 estaciones pluviométricas con registros históricos de entre 30 y 50 años, caracterizando la intensidad de estas sequías mediante el índice SPI, detectando como la más severa y extensa a la megasequía del período 2010-2015.

Zambrano et al. (2016) estudió las sequías agrícolas en la *región del Biobío* (ahora dividida en la *región de Ñuble* y *región de Biobío*) para los años 2000-2016, con datos de precipitaciones de 26 estaciones pluviométricas, con registros superiores a 30 años, y datos derivados del satélite MODIS, con los índices SPI y VCI, respectivamente. Obteniendo como resultado la identificación de 3 sequías de carácter agrícola, en los periodos 2007-2008, 2008-2009, y 2014-2015.

Las sequías de tipo hidrológicas se han estudiado utilizando estaciones pluviométricas presentes a lo largo de Chile (Fernández, 1997), pero muchas de estas estaciones se encuentran inactivas o con registros acotados en el tiempo para caracterizar sequías de tipo hidrológico, considerando también que la distribución de estas estaciones no asegura sean representativas en zonas de grandes extensiones.

El presente estudio mide la sequía considerando datos meteorológicos de acuerdo a información de DMC como una expresión de la precipitación respecto a la media durante un periodo determinado. Existe, sin embargo, dificultad en establecer una duración o magnitud del déficit pluviométrico, por la cantidad de datos en el tiempo y por la cantidad de estaciones con datos, lo que impide realizar la medición mediante indicadores estadísticos, por lo que el análisis considera 42 estaciones meteorológicas, las cuales se sitúan entre los 50m y los 2060m sobre el nivel del mar. Todas ellas cubren un periodo que comprende desde 1959 a 2021.

Se establece 7 clases de quiebre natural en el SIG, de acuerdo a la pluviosidad para el área de estudio, lo que hace referencia a identificar zonas con deficiencia en el volumen de agua caída, lo que actúa como insumo para la determinación de la intensidad de la sequía y a la vez para la determinación de la aridez, aunque considera más elementos referidos a los caudales de agua en ríos o embalses (Valiente, 2001).

Tabla 1: Estaciones Meteorológicas Región de Ñuble.

N°	Código Nacional	Código OMM	Código OACI	Nombre	Latitud	Longitud	Altitud
1	360008			San Carlos Sendos	-36,42944	-71,94889	187
2	360009			San Nicolás retén	-36,50222	-72,20333	96
3	360010			San Fabián de Alico subcomisaría	-36,56000	-71,54222	472
4	360011	85672	SCCH	General Bernardo O'Higgins, Chillán Ad.	-3,658,583	-7,203,389	155
5	360014			San Ignacio de Palomares	-3,662,528	-7,261,000	74
6	360018			Bulnes Sendos	-3,674,139	-7,228,805	92
7	360025			Pemuco tenencia	-3,697,667	-7,208,472	199
8	360027			Santa Rosa de Cato	-3,654,055	-7,196,583	178
9	360028			Coelemu retén	-3,648,639	-7,271,167	36
10	360029			Coelemu SENDOS	-3,649,194	-7,269,472	80
11	360030			Ñiquén retén	-3,629,194	-7,189,805	170
12	360031			San Gregorio tenencia	-3,628,305	-7,181,333	182
13	360032			Instituto Profesional Adventista Chillán	-3,663,806	-7,199,972	193
14	360034			Pinto Municipalidad	-3,670,389	-7,189,805	302
15	360042	85671		Termas de Chillán	-3,690,361	-7,140,667	1708
16	360044	85669		Ninhue (FDF)	-3,639,972	-7,240,667	115
17	360045	85670		Chillán Quinchamalí	-3,662,083	-7,235,583	50
18	360046	85673		Chillán Mayulermo	-3,682,805	-7,188,111	397
19	360059			Ninhue	-3,639,805	-7,238,972	91
20	360060			CE arroz	-3,640,917	-7,200,000	162
21	360061			Itata en Coelemu	-3,646,667	-7,269,472	18
22	360062			Portezuelo	-3,653,194	-7,237,278	109
23	360063			Sta. Rosa	-3,653,528	-7,191,500	194
24	360064			Río Ñuble en San Fabián N° 2	-3,658,583	-7,152,528	450
25	360065			Canal de la Luz	-3,659,667	-7,210,167	129
26	360066			Chillán Viejo	-3,663,194	-7,211,861	112
27	360068			Nueva Aldea	-3,664,889	-7,250,833	82
28	360070			Chillán Esperanza N° 2	-3,680,028	-7,166,083	597
29	360074			Volcán Chillán	-3,689,361	-7,140,667	2060
30	360075			Navidad	-3,690,722	-7,194,889	314
31	360077			Diguillin San Lorenzo	-3,692,444	-7,157,611	721
32	360082			El Carmen Ñiquén	-3,629,361	-7,189,805	171
33	360083			San Nicolás	-3,651,778	-7,208,472	129
34	360084			Coihueco	-3,655,722	-7,183,028	228
35	360085			Chillan Los Colihues	-3,663,000	-7,189,805	86
36	360086			Pinto San Ignacio	-3,671,333	-7,189,805	306
37	360087			Bulnes	-3,673,555	-7,237,278	76
38	360088			Quillón	-3,674,500	-7,250,833	68
39	360089			San Ignacio Pinto	-3,684,361	-7,211,861	187
40	360090			El Carmen Trehualemu	-3,692,083	-7,189,805	376
41	360946			Digullín embalse, Chillán	-3,680,000	-7,189,805	800
42	370044			Yungay	-3,714,139	-7,200,000	265

Fuente: Elaboración propia, en base datos de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC, 2021).

Percepción de la sequía

Población y muestra

La población son los habitantes de las localidades de *Torrecillas* y *Las Juntas* en la comuna de *San Carlos*, *Provincia de Punilla* de la *Región del Ñuble*. La muestra la componen 7 habitantes de los sectores mencionados, los cuales, aunque vecinos, se encuentran alejados unos de otros.

Instrumento

Se ha construido un instrumento en papel que fue diseñado expreso para el estudio e incluye un total de 9 ítems, referidos a afirmaciones con las cuales el encuestado puede estar o no de acuerdo, con ítems que se respondieron sobre una escala tipo Likert con cuatro opciones que abarcaron desde *En desacuerdo* (1), *Medianamente de acuerdo* (2), *De acuerdo* (3), *Totalmente de acuerdo* (4). Además de dos preguntas abiertas.

Tabla 2: Instrumento de análisis local de la sequía.

Preguntas	En desacuerdo	Mediamente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Estamos en situación de sequía				
La sequía es un problema de esta zona				
Te has visto afectado por la sequía				
Hay ayuda por la sequía en la zona				
Me gustaría que hubiera más ayuda en la zona				
Recibí ayuda por la sequía				
¿Qué cree usted que es el agua?	Recurso	Bien	Patrimonio	Alimento
El agua es escaza en la actualidad				
Es un derecho tener acceso a agua potable				
¿Por qué estamos en sequía?				
¿Qué podemos hacer para mejorar la situación de sequía?				

Fuente: Elaboración propia.

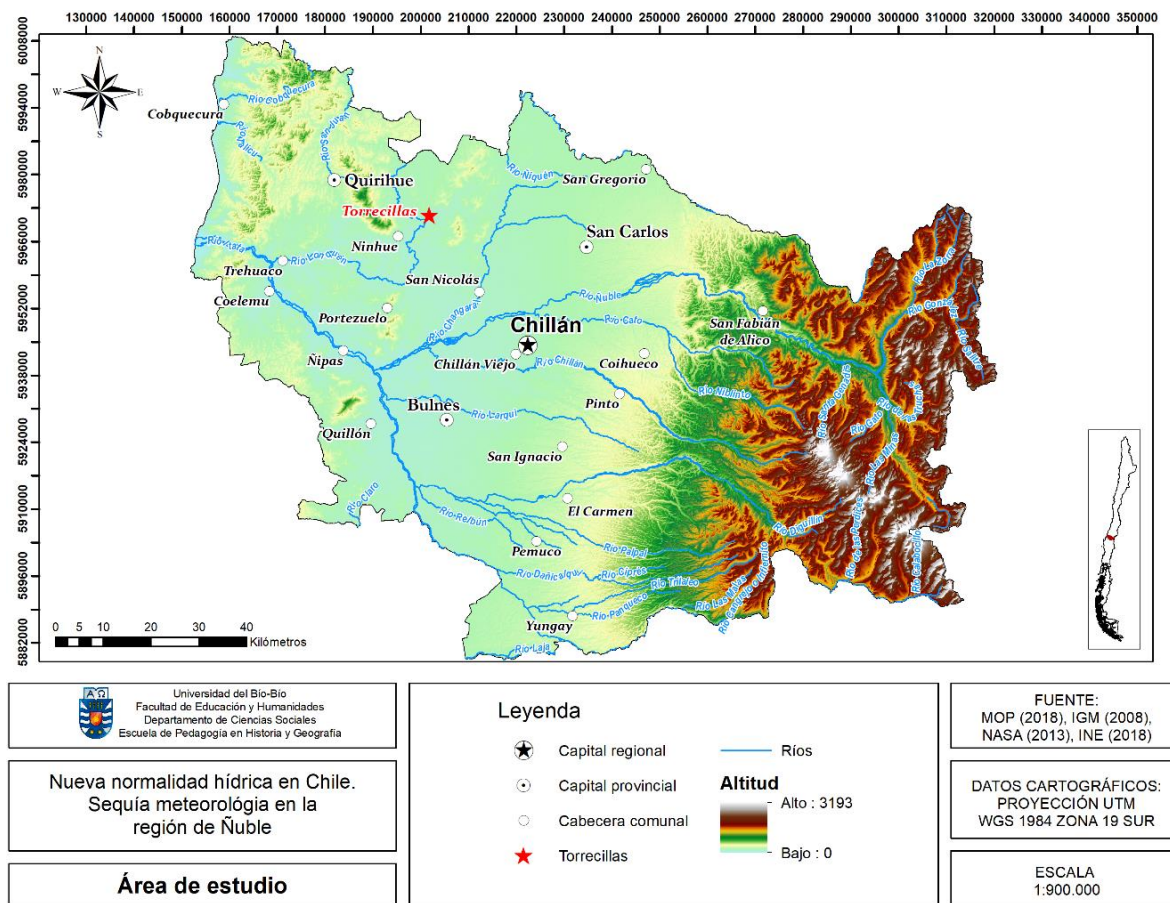
Procedimiento

La aplicación de la encuesta se realizó como actividad de terreno durante la mañana del día 2 de diciembre de 2021, el análisis de los datos se realizó calculando frecuencias de respuesta y estableciendo los gráficos representativos. Se entiende que la intención de este instrumento tiene un carácter exploratorio del fenómeno resultante de esta investigación. Más que emitir juicios de valor sobre el resultado de ellos, se busca presentar la realidad respecto de la apreciación y el logro en el desempeño.

Área de estudio

Chile se extiende a lo largo de más de 4.000 km, en una franja entre la *Cordillera de los Andes* y la costa suroriental del *Océano Pacífico*. A partir de 2007 el país cuenta con 15 regiones, 54 provincias y 346 comunas en total, cambiando esta situación en 2017 cuando, el 5 de septiembre, se publica en el diario oficial la Ley N° 21.033, que crea la *XVI Región de Ñuble* y las provincias de *Diguillín, Punilla e Itata*. La división electoral experimentará algunos cambios, debido a que la creación de la *Región de Ñuble* afecta la composición del distrito electoral 19 y de la 10° circunscripción senatorial, quedando la nueva región representada en el Congreso Nacional por dos senadores y cinco diputados, sin embargo, esto cambiará una vez que la nueva región se encuentre en régimen y se produzca la renovación de representantes al parlamento en el año 2021 (Biblioteca del Congreso Nacional [BCN], 2017).

Siguiendo los lineamientos establecidos por la ley 21.033, la *Región de Ñuble*, está compuesta por las veintinueve comunas que componían la antigua *Provincia de Ñuble*, teniendo como capital regional a la comuna de *Chillán*. La región cuenta con tres provincias: *Diguillín, Punilla e Itata*, las que a su vez tendrán como capitales provinciales a las comunas de *Bulnes, San Carlos y Quirihue*, respectivamente (BCN, 2017). Este territorio de carácter eminentemente rural tiene una enorme carga cultural basada en el marco histórico de desarrollo de Chile como parte de la antigua zona de frontera, espacio donde existía un fuerte intercambio cultural y político, no exento de situaciones de confrontación entre la presencia del español y el *pueblo mapuche* y luego, durante el periodo de revolución independentista en contra del gobierno español y la organización política resultante "(...) situación que incide tanto en la estructura del espacio como en su función" (Instituto Geográfico Militar [IGM], 2001, p.11).



Mapa 1: Área de estudio.

RESULTADOS

Estaciones meteorológicas

Hay que hacer tres menciones en el acápite de resultados: primero que la información que existe en línea en la web de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) presenta problemas para su análisis porque no existe un formato de descarga, además de no ser homogénea. De todas las estaciones, una sola de ellas presenta amplia información, de hecho, es esa estación la que entrega los datos que se ocupan muchas veces para hacer el análisis regional, el problema es que su ubicación en *Chillán* en la *depresión intermedia* no la hace representativa de todo el territorio.

En segundo lugar, debe indicarse que las estaciones en la región no están proveyendo de información a la DMC, esto pues varias estaciones no registran datos de épocas recientes y varias de ellas presentan datos en forma intermitente, es así como existen amplias zonas oscuras de datos respecto de la fecha de instalación de la estación y las fechas de información que se encuentra en línea.

Un tercer elemento corresponde a la propiedad de las estaciones. La *región de Ñuble* posee 42 estaciones meteorológicas distribuidas a lo largo de su territorio. De ellas, 7 pertenecen al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y mantienen datos actualizados a partir de 2019; 24 pertenecen a la DMC, teniendo solo 2 de estas datos actualizados; y 11 pertenecen a la Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF)¹ de las cuales 8 estaciones tienen datos actualizados a partir de

¹ Institución privada sin fines de lucro fundada el año 1992 por un grupo de empresas exportadoras y productoras de frutas frescas con el objeto de desarrollar proyectos de Investigación y Desarrollo en forma asociativa. Uno de

2019, respecto de la variable 57 (DMC) *agua caída, acumulada 6 horas* (cantidad de precipitación líquida caída o acumulada durante un periodo de seis horas) con 14 estaciones, y la variable 60 (DMC) *agua caída total diaria* (cantidad de precipitación líquida caída o acumulada durante un periodo de 24 horas) con 17 estaciones, el resto de las estaciones no tiene información (11 estaciones).

Las estaciones tienen una fecha de creación variada que se extiende por más de 100 años. Las primeras estaciones fueron creadas en el año 1912, en este caso cabe mencionar la estación *San Carlos Sendos*² en la comuna de *San Carlos*, que presenta los datos respectivos a las variables mencionadas a partir de 1961 hasta 1999. Las últimas estaciones creadas corresponden a las estaciones de la *Fundación para el Desarrollo Frutícola*, que iniciaron sus mediciones en 2019.

Respecto a la ubicación de las estaciones, cabe indicar que en la *Cordillera de Los Andes* existen 3 estaciones, en la *Precordillera andina* existen 3 estaciones, en la *Cordillera de la Costa* existen 6 estaciones y 30 estaciones en la *Depresión Intermedia*, lo que se refrenda en las características del uso del suelo en la zona, dedicado a la actividad agrícola.

Tabla 3: Estaciones Meteorológicas Región de Ñuble: información básica.

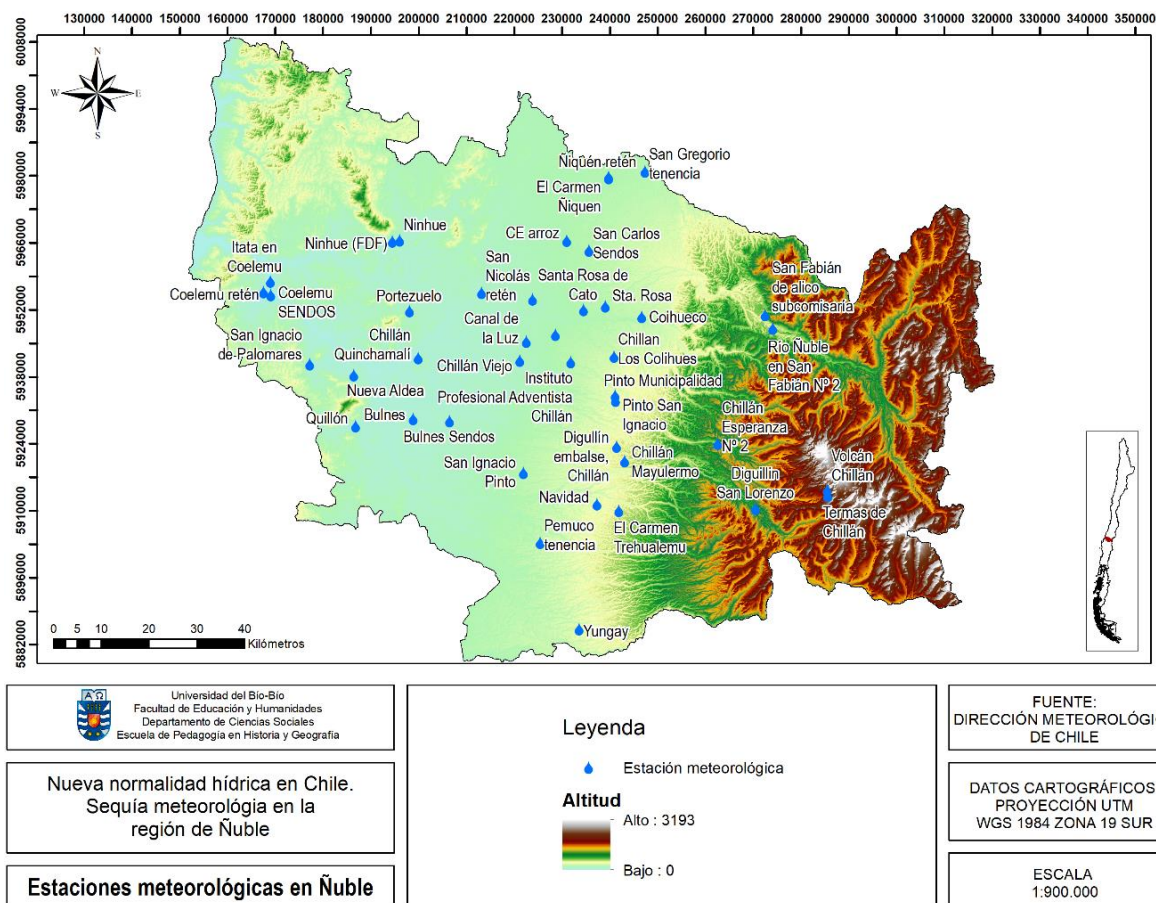
N°	Código Nacional	Código OMM	Código OACI	Nombre	Fuente	Creación	Desde	Hasta	Altitud
1	360008			San Carlos Sendos	DMC	1912	1961	1999	187
2	360009			San Nicolás retén	DMC	1963	1970	1980	96
3	360010			San Fabián de Alico subcomisaría	DMC	1914	1962	1999	472
4	360011	85672	SCCH	General Bernardo O'Higgins, Chillan Ad.	DMC	1939	1979	2019	155
5	360014			San Ignacio de Palomares	DMC	1941	1959	2012	74
6	360018			Bulnes Sendos	DMC	1912	1961	1998	92
7	360025			Pemuco tenencia	DMC	1969	1970	1999	199
8	360027			Santa Rosa de Cato	DMC	1970	1970	1979	178
9	360028			Coelemu retén	DMC	1962	1970	1973	36
10	360029			Coelemu Sendos	DMC	1962	1970	1975	80
11	360030			Ñiquén retén	DMC	1918			170
12	360031			San Gregorio tenencia	DMC	1981			182
13	360032			Instituto Profesional Adventista Chillán	DMC	1948			193
14	360034			Pinto Municipalidad	DMC	1999	1999	2013	302
15	360042	85671		Termas de Chillán	DMC	2012	2015		1708
16	360044	85669		Ninhue (FDF)	FDF	2010			115
17	360045	85670		Chillán Quinchamalí	FDF	2016	2016	2020	50
18	360046	85673		Chillán Mayulermo	DMC	2016	2016	2021	397
19	360059			Ninhue	INIA	2010	2020	2021	91
20	360060			CE arroz	INIA	2015	2019	2021	162
21	360061			Itata en Coelemu	DMC	2009			18
22	360062			Portezuelo	INIA	2010	2019	2021	109
23	360063			Sta. Rosa	INIA	2010	2019	2021	194
24	360064			Río Ñuble en San Fabián N° 2	DMC	2001			450
25	360065			Canal de la Luz	DMC	2008			129
26	360066			Chillán Viejo	DMC	1977			112
27	360068			Nueva Aldea	INIA	2009	2019	2021	82
28	360070			Chillán Esperanza N° 2	DMC	2009			597
29	360074			Volcán Chillán	DMC	1966			2060
30	360075			Navidad	INIA	2011	2019	2021	314
31	360077			Diguillin San Lorenzo	DMC	2009			721

los objetivos de esta institución es realizar informes especiales tanto para productores como también análisis agrícolas, es por esto que sus estaciones se localizan en comunas donde se desarrolla ampliamente la ganadería y agricultura como *San Nicolás*, *San Ignacio*, *Bulnes*, *Coihueco* y *El Carmen*.

² Servicio Nacional de Obras Sanitarias, forma parte de las políticas públicas de la dictadura militar en relación con el agua potable y saneamiento ambiental.

N°	Código Nacional	Código OMM	Código OACI	Nombre	Fuente	Creación	Desde	Hasta	Altitud
32	360082			El Carmen Niquen	FDf	2019	2020	2021	171
33	360083			San Nicolas	FDf	2019	2020	2021	129
34	360084			Coihueco	FDf	2019	2020	2021	228
35	360085			Chillan Los Colihues	FDf	2019	2020	2021	86
36	360086			Pinto San Ignacio	FDf	2019	2020	2021	306
37	360087			Bulnes	FDf	2019	2020	2021	76
38	360088			Quillón	FDf	2019	2020	2021	68
39	360089			San Ignacio Pinto	FDf	2019	2020	2021	187
40	360090			El Carmen Trehualemu	FDf	2019	2020	2021	376
41	360946			Digullín embalse, Chillán	DMC	1966	1966		800
42	370044			Yungay	INIA	2010	2019	2021	265

Fuente: Elaboración propia, en base datos de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC, 2021).



Mapa 2: Ubicación de estaciones meteorológicas de la Región de Ñuble.

Agua caída

La actual sequía que enfrenta el país, y en especial la *región de Ñuble*, es un problema que se ha mantenido por 12 años, sin embargo, al realizar un análisis específico para la región con los datos que existen y que fueron corroborados con información solicitada³, no es posible realizar un seguimiento en el tiempo del agua caída en la región.

Si bien la *región de Ñuble* cuenta con 42 estaciones meteorológicas, muchas de ellas no presentan datos registrados por años y tampoco hay una continuidad en los datos entregados por año, habiendo inclusive estaciones que solo presentan datos de un solo año. Por ende, a partir de los

³ Correo electrónico de Jorge Enrique Carreño Aravena, encargado de gobierno transparente de la DMC, enviado el 3 de noviembre de 2021.

datos entregados por la DMC no es posible realizar un análisis en el tiempo de cómo ha variado la precipitación de la región, solo la estación *General Bernardo O'Higgins, Chillán Ad.* que se encuentra camino a *Coihueco* en la comuna de *Chillán* ha mantenido un registro continuo de datos.

En este sentido se realizó un mapa de agua caída mediante la utilidad de interpolación de datos de la herramienta SIG con los datos existentes para el 2020, información que se obtuvo de 18 estaciones, la mayoría ubicada en la depresión intermedia. El resultado muestra 5 sectores con una pluviosidad mayor a 1145 mm de agua caída/año. El primero de ellos corresponde al sector de *Confluencia* donde se juntan los ríos *Ñuble* e *Itata* en la frontera de la depresión intermedia con la cordillera de la costa, en las comunas de *Portezuelo* y *Ránquil*.

El segundo sector corresponde a la zona donde transita el río *Changaral* en la *depresión intermedia*, justo en el límite de las comunas de *Ñiquén* y *San Carlos*. El tercer sector se encuentra frente al segundo, en la *depresión intermedia* sobre el río *Ñuble* en la comuna de *San Carlos*. El cuarto sector, se encuentra al sur de la región en las comunas de *San Ignacio* y *Pinto* cercano al río *Diguillín*. El quinto sector se encuentra en el extremo sur de la región, zona cruzada por una red de cursos de agua de los cuales se puede mencionar el río *Cholguán*, *El Trilalao*, y el *Dañicalqui* en la *depresión intermedia*.

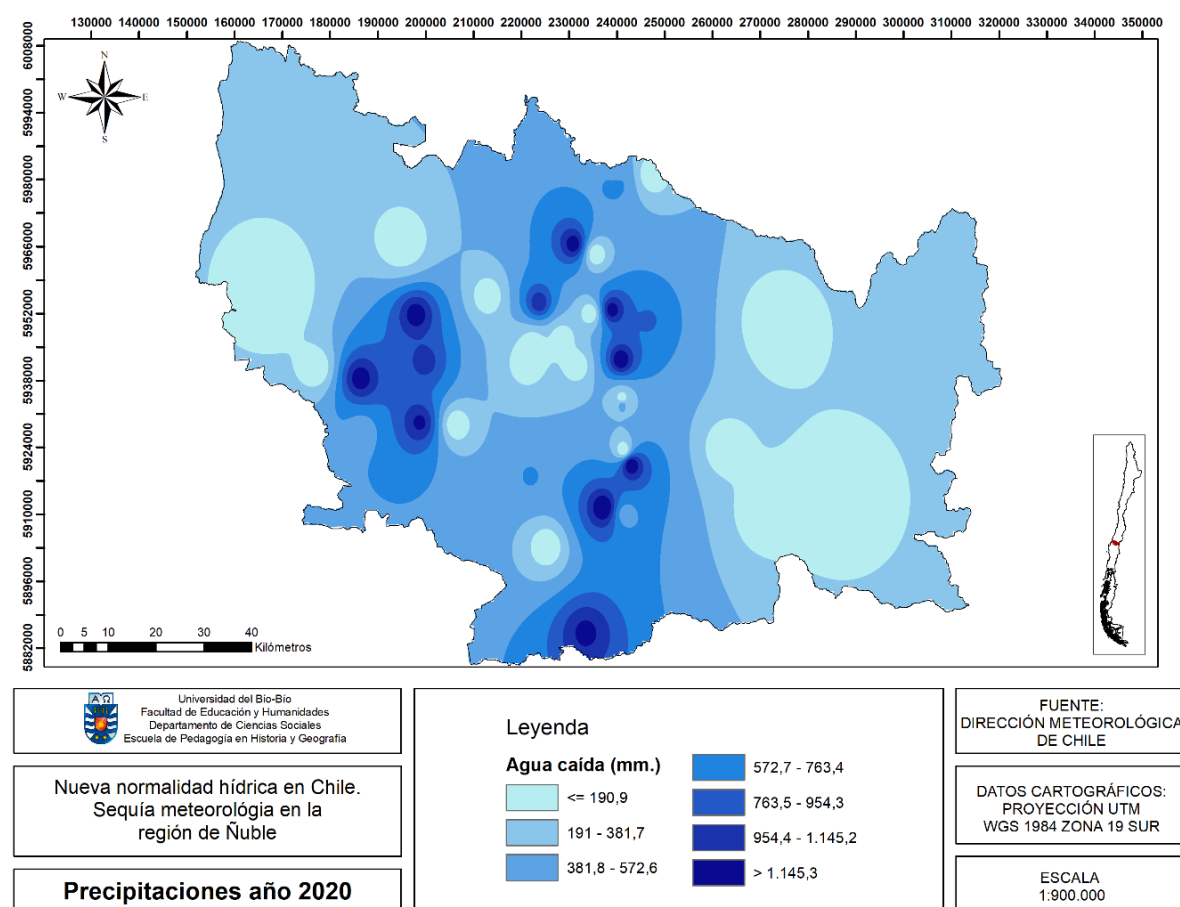
Respecto de la información de agua caída menor a 190 mm cabe indicar la presencia de 4 sectores. El primero de ellos en la *Cordillera de la Costa* con estaciones que no tienen información, pero que se condicen con estaciones que si lo tienen en la comuna de *Ninhue* en plena cordillera costera. El segundo sector se localiza en la *depresión intermedia* cercano a la ciudad de *San Carlos* en la comuna del mismo nombre, en este sector se ubican las localidades de *Torreallas* y *Las Juntas* donde se realizó la toma de encuestas. El tercer sector se encuentra en la *depresión intermedia* en la comuna de *Yungay* donde no hay datos de precipitación. El cuarto sector se halla en la *Cordillera de los Andes* con estaciones que no presentan información, como *San Fabian* y *Pinto*.

Tabla 4: Agua caída (mm) acumulado año 2020.

N°	Código Nacional	Código OMM	Código OACI	Nombre	2020
1	360008			San Carlos Sendos	
2	360009			San Nicolás retén	
3	360010			San Fabián de alico subcomisaría	
4	360011	85672	SCCH	General Bernardo O'Higgins, Chillán Ad.	
5	360014			San Ignacio de Palomares	
6	360018			Bulnes Sendos	
7	360025			Pemuco tenencia	
8	360027			Santa Rosa de Cato	
9	360028			Coelemu retén	
10	360029			Coelemu SENDOS	
11	360030			Ñiquén retén	
12	360031			San Gregorio tenencia	
13	360032			Instituto Profesional Adventista Chillán	
14	360034			Pinto Municipalidad	
15	360042	85671		Termas de Chillán	
16	360044	85669		Ninhue (FDF)	
17	360045	85670		Chillán Quinchamalí	1069
18	360046	85673		Chillán Mayulermo	1399
19	360059			Ninhue	31
20	360060			CE arroz	1299
21	360061			Itata en Coelemu	
22	360062			Portezuelo	1301
23	360063			Sta. Rosa	1297
24	360064			Río Ñuble en San Fabián N° 2	
25	360065			Canal de la Luz	
26	360066			Chillán Viejo	
27	360068			Nueva Aldea	1296
28	360070			Chillán Esperanza N° 2	
29	360074			Volcán Chillán	
30	360075			Navidad	1402

N°	Código Nacional	Código OMM	Código OACI	Nombre	2020
31	360077			Digüillín San Lorenzo	
32	360082			El Carmen Ñiquen	1178
33	360083			San Nicolás	1145
34	360084			Coihueco	796
35	360085			Chillan Los Colihues	1381
36	360086			Pinto San Ignacio	492
37	360087			Bulnes	1215
38	360088			Quillón	476
39	360089			San Ignacio Pinto	589
40	360090			El Carmen Trehualemu	459
41	360946			Digüillín embalse, Chillán	
42	370044			Yungay	1218

Fuente: Elaboración propia, en base datos de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC, 2021).



Mapa 3: Precipitaciones año 2020.

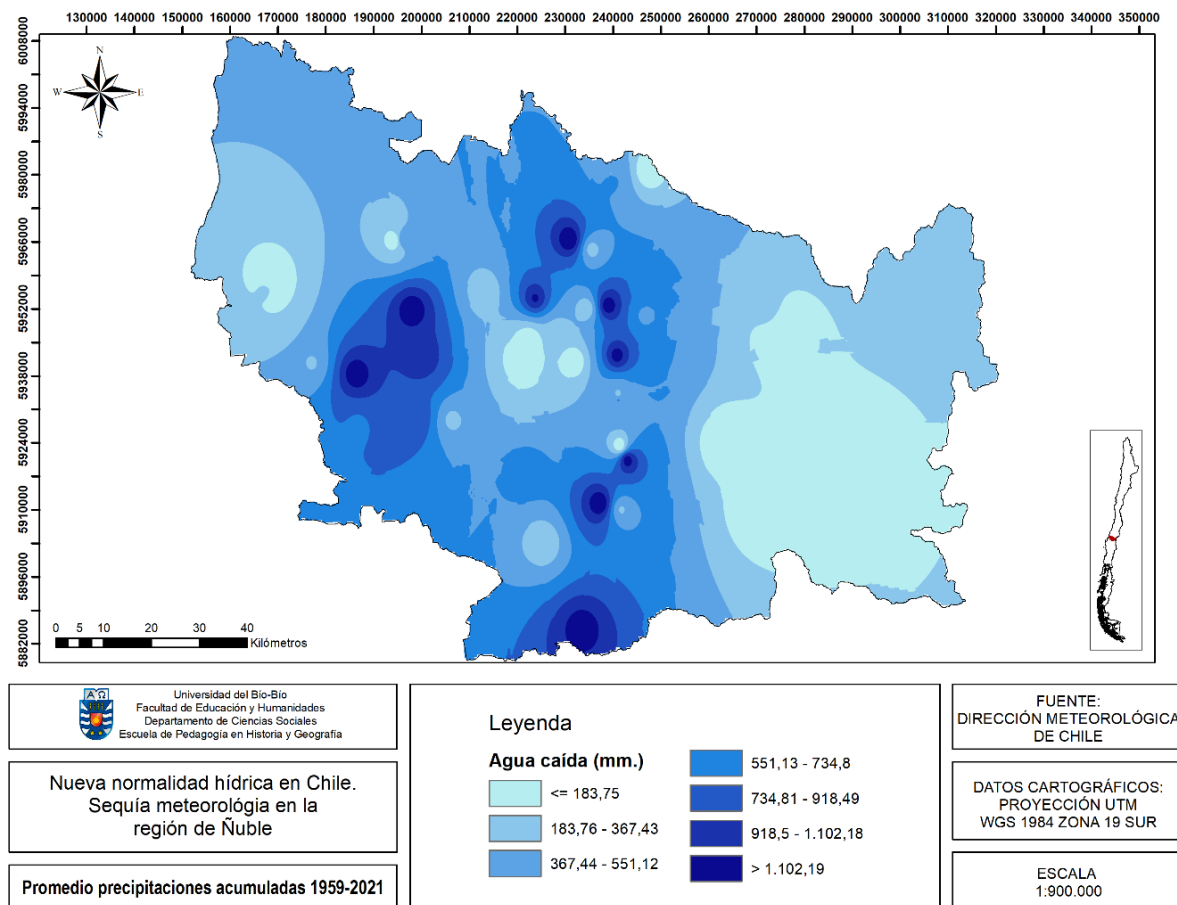
Existe una imposibilidad práctica para hacer un análisis comparativo entre 2020 y años anteriores, producto de los antecedentes expuestos, lo que conlleva que, para superar la contingencia, se debe realizar un mapa de promedios acumulados de agua caída por estación, que permite incorporar más estaciones en la confección del análisis y entrega mayor detalle del comportamiento pluviométrico en el tiempo. Se consideran los datos de 31 estaciones, independiente del año de registro de esos datos, se corrigen por promedio y se entrega un resultado final por estación.

Tabla 5: Promedio de agua caída 1959-2021.

N°	Código Nacional	Código OMM	Código OACI	Nombre	Latitud	Longitud	Promedio 1959-2021
1	360008			San Carlos Sendos	-3,642,944	-7,194,889	296.59
2	360009			San Nicolás retén	-3,650,222	-7,220,333	224.38
3	360010			San Fabián de Alico subcomisaría	-3,656,000	-7,154,222	278.05
4	360011	85672	SCCH	General Bernardo O'Higgins, Chillán Ad.	-3,658,583	-7,203,389	242.73
5	360014			San Ignacio de Palomares	-3,662,528	-7,261,000	352.20
6	360018			Bulnes Sendos	-3,674,139	-7,228,805	322.39
7	360025			Pemuco tenencia	-3,697,667	-7,208,472	206.69
8	360027			Santa Rosa de Cato	-3,654,055	-7,196,583	214.18
9	360028			Coelemu retén	-3,648,639	-7,271,167	228.25
10	360029			Coelemu SENDOS	-3,649,194	-7,269,472	136.75
11	360030			Ñiquén retén	-3,629,194	-7,189,805	
12	360031			San Gregorio tenencia	-3,628,305	-7,181,333	
13	360032			Instituto Profesional Adventista Chillán	-3,663,806	-7,199,972	
14	360034			Pinto Municipalidad	-3,670,389	-7,189,805	302.47
15	360042	85671		Termas de Chillán	-3,690,361	-7,140,667	171.00
16	360044	85669		Ninhue (FDF)	-3,639,972	-7,240,667	
17	360045	85670		Chillán Quinchamalí	-3,662,083	-7,235,583	1093.20
18	360046	85673		Chillán Mayulermo	-3,682,805	-7,188,111	1203.50
19	360059			Ninhue	-3,639,805	-7,238,972	531.00
20	360060			CE arroz	-3,640,917	-7,200,000	1289.33
21	360061			Itata en Coelemu	-3,646,667	-7,269,472	
22	360062			Portezuelo	-3,653,194	-7,237,278	1256.67
23	360063			Sta. Rosa	-3,653,528	-7,191,500	1232.67
24	360064			Río Ñuble en San Fabián N° 2	-3,658,583	-7,152,528	
25	360065			Canal de la Luz	-3,659,667	-7,210,167	
26	360066			Chillán Viejo	-3,663,194	-7,211,861	
27	360068			Nueva Aldea	-3,664,889	-7,250,833	1240.00
28	360070			Chillán Esperanza N° 2	-3,680,028	-7,166,083	
29	360074			Volcán Chillán	-3,689,361	-7,140,667	
30	360075			Navidad	-3,690,722	-7,194,889	1274.67
31	360077			Digüillín San Lorenzo	-3,692,444	-7,157,611	
32	360082			El Carmen Ñiquen	-3,629,361	-7,189,805	1074.50
33	360083			San Nicolas	-3,651,778	-7,208,472	1133.50
34	360084			Coihueco	-3,655,722	-7,183,028	519.00
35	360085			Chillán Los Colihues	-3,663,000	-7,189,805	1195.00
36	360086			Pinto San Ignacio	-3,671,333	-7,189,805	568.50
37	360087			Bulnes	-3,673,555	-7,237,278	895.50
38	360088			Quillón	-3,674,500	-7,250,833	710.50
39	360089			San Ignacio Pinto	-3,684,361	-7,211,861	677.00
40	360090			El Carmen Trehualemu	-3,692,083	-7,189,805	348.50
41	360946			Digüillín embalse, Chillán	-3,680,000	-7,189,805	31.00
42	370044			Yungay	-3,714,139	-7,200,000	1204.00

Fuente: Elaboración propia, en base datos de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC, 2021).

Los datos son concluyentes: en el periodo se identifican zonas donde el agua caída tiene mayor incidencia, las que tienen características coincidentes con los resultados de 2020, esto es que se ubican en la *depresión intermedia*, que se encuentran asociadas a importantes cursos de agua y que ocurren en sectores con vegetación nativa. En cuanto a la identificación de sectores con poca o nula cantidad de agua caída en el periodo, es necesario especificar que estos datos también son coincidentes con los resultados de 2020 en cuanto a los sectores donde menos agua caída existe, esto es en la *cordillera de la costa*, referido a toda la *provincia de Itata*, en la cordillera andina y algunos sectores en la *depresión intermedia*.



Mapa 4: Promedio de agua caída periodo 1959-2021.

Percepción de la sequía

Localidad de Torrecillas y Las Juntas

Las principales conclusiones luego del análisis de las encuestas refieren a que la mayoría de los encuestados apuntó a la disminución de precipitaciones en la zona, lo cual ha sido evidente desde hace ya varias décadas según los habitantes del lugar. Se asocia la sequía con la presencia de forestales en la zona, en algunos casos. En otros, se culpa a las forestales como factor de intensificación de la sequía, producto de la expansión de esta industria en la zona. De igual forma se menciona que el cambio climático y el calentamiento global forman parte de las causas de la sequía, aunque, en la conversación posterior, se reconoce que estos conceptos no se conocen en su totalidad. También se mencionó la quema de basura como causa de la sequía, esto porque los encuestados entendían que la quema de basura genera daños al medio ambiente y, por lo tanto, contribuye al calentamiento global.

Los encuestados apuntan a que debiese existir un mayor apoyo de parte de las autoridades respecto de la sequía que los aqueja, expresando la existencia de necesidades por parte de vecinos y dueños de terrenos respecto a la organización en la gestión de ayudas para el sector en la instalación de Agua Potable Rural. Cabe destacar que los encuestados plantean la necesidad de regulación en el mercado, conscientes que el limitado acceso al agua disminuye el valor de sus tierras, cuestión que obliga a aceptar el precio que las forestales imponen al valor del suelo y que, como únicos demandantes (compradores), existen "aprovechamientos" con las personas mayores, que son los únicos que quedan en el lugar, situación que es refrendada por los profesionales de la

salud que atienden el lugar, los cuales indican que los jóvenes no ven perspectivas de desarrollo y emigran.



Fotografía 1: Vista parcial Sector Torrecillas.

En cuanto a las soluciones eventuales para subsanar los efectos de la sequía expresadas por los encuestados en la conversación resultante, estos indican que es fundamental el apoyo de autoridades. Cabe indicar que los encuestados relacionan la presencia del Estado con la visita en terreno de funcionarios públicos, no diferenciando entre funcionarios municipales y del gobierno central, en los cuales (indistintamente) reconocen la posibilidad de continuar viviendo en la zona.



Fotografías 2, 3 y 4: Sector Fundo El Molino, se puede evidenciar el uso de recipientes de almacenamiento de agua que son ocupados como única fuente de acceso al agua.

CONCLUSIONES

El estudio da cuenta de datos acumulados en las estaciones pluviométricas para verificar las características que la situación de sequía mantiene en la *región de Ñuble*. Sin embargo, se reconocen carencias de estos a la hora de realizar análisis comparativos, producto de la distribución espacial de las estaciones y la irregularidad en la disposición de los datos. El estudio identifica que la *región de Ñuble* solo cuenta con una única fuente oficial de datos, situación que no se condice con las características geomorfológicas de la región, cuestión que afecta la distribución del agua caída.

Se reconoce la importancia que tienen para el desarrollo territorial los estudios de sequía meteorológica en la región, producto de las perspectivas que la producción agrícola tiene. La caracterización, por tanto, se reviste de relevancia a la hora de ofrecer un diagnóstico pormenorizado que incide en la evaluación que la intensificación proyectada de la aridez y el avance de la desertificación y erosión tienen en el país. En este sentido, el aumento de la temperatura provisto por las consecuencias del cambio climático y el aumento creciente de la demanda de agua hacen presumir un mayor riesgo de sequía.

La distribución espacial de precipitaciones (mm) es de gran ayuda para definir zonas afectadas por episodios adversos de falta de precipitación, y podrían servir de apoyo a las organizaciones de usuarios de agua para enfrentar de mejor manera sus efectos. La *región de Ñuble* se ha posicionado como un territorio con actividades económicas concentradas en la agricultura y ganadería, por lo que la crisis hídrica que enfrenta actualmente, y que se ha agudizado en el año 2020, ha llevado a generar diversos efectos en la población, y ha causado un daño en las capacidades productivas, especialmente de pequeños agricultores de la región.

En el actual contexto de sequía que mantiene Chile desde hace más de una década, se hace necesario que las instituciones correspondientes realicen una correcta y eficaz toma de datos para así conocer en detalle cuál es el panorama que actualmente enfrentamos y cómo este ha variado en el transcurso de los años. Asimismo, con datos actualizados se podrían realizar estudios exhaustivos de los efectos de la sequía en menor escala.

Existen varias alternativas al fenómeno de la sequía, pero todas debiesen apuntar a una solución de ajuste sostenible del uso del agua, que esté en concordancia con la realidad hídrica que enfrentamos, cuestión que apunta a la regulación de la industria forestal y al fomento en la creación de bosque nativo. El abandono que enfrentan múltiples localidades rurales como *Torrecillas* y *Las Juntas* ha llevado a procesos migratorios que evidencian un vaciamiento comunal, producto del abandono de los espacios por parte de los jóvenes o personas en edad productiva, así como un evidente envejecimiento de la población, materia que obliga a mantener servicios públicos y equipamiento colectivo con disminuida rentabilidad social.

En conclusión, frente a la realidad de sequía que debemos enfrentar, lo que debe hacerse es plantearnos varias preguntas, tales como: ¿cómo se debiese administrar el agua en contexto de sequía? ¿Debemos asignar prioridades de uso al agua en contexto de sequía? ¿Cuánto de la sequía obedece al contexto climático mundial y cuánto al contexto rural? Las respuestas a estas preguntas exigen una concientización y conocimiento de la nueva realidad hídrica de nuestro país y, por sobre todo, un acuerdo en nuestras respuestas que nos lleve a organizarnos, permitiéndonos avanzar hacia soluciones y propuestas en concordancia a los desafíos que nos depara el futuro en términos climáticos.

Referencias

- Báez, J. E., Fuchs, A., & Rodríguez-Castelán, C. (2017). *¿Desarrollo Económico Inestable? Choques Agregados en América Latina y el Caribe*. Grupo Banco Mundial.
- Beran, M.A. & Rodier, J.A. (1985) *Hydrological aspects of droughts*. Studies and reports in hydrology 39. UNESCO/WMO.
- Biblioteca del Congreso Nacional (2017). *Creación de la XVI Región de Ñuble*. Recuperado 27 de julio de 2021 de <https://www.bcn.cl/siit/actualidad-territorial/nueva-region-de-nuble>
- Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (2015, noviembre). *Informe a la Nación «La megasequía 2010-2015: una lección para el futuro»*. <https://www.cr2.cl/informe-a-la-nacion-la-megasequia-2010-2015-una-leccion-para-el-futuro>
- CNN Chile. (2021, 14 abril). Alfredo Moreno: "Nunca habíamos tenido más de 4 años seguidos de sequía, ahora llevamos 12". *CNN Chile*. Recuperado 24 de julio de 2021, de https://edition.cnn.com/lodijeronencnn/entrevista-alfredo-moreno-escasez-hidrica-12-anos-sequia_20210414/
- Cooperativa. (2020, 12 febrero). Sequía: Declaran emergencia agrícola en ocho comunas de la Región de Ñuble. Recuperado 27 de julio de 2021, de <https://www.cooperativa.cl/noticias/pais/region-de-nuble/sequia-declaran-emergencia-agricola-en-ocho-comunas-de-la-region-de-2020-02-14/223327.html>
- Dirección General de Aguas (2016). *Atlas del Agua: Chile 2016*. Ministerio de Obras Públicas. <https://snia.mop.gob.cl/repositoriodga/handle/20.500.13000/4371>
- Dirección General de Aguas (2020). *Boletín Información Pluviométrica, Fluviométrica, Estado de Embalses y Aguas Subterráneas (Nº 503 Marzo 2020)*. <https://dga.mop.gob.cl/productos yservicios/informacionhidrologica/Informacin%20Mensual/Boletin%2003%20Marzo%202020.pdf>
- Dirección Meteorológica de Chile (2008). *El Niño – La Niña*. Recuperado el 27 de agosto de 2013, de https://web.archive.org/web/20131006074451/http://www.meteochile.cl/nino_nina/nino_nina.html
- Dirección Meteorológica de Chile (2017). *Reporte anual de la evolución del clima en Chile*. <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/publicaciones/reporteClimatologico>
- Dirección Meteorológica de Chile (2018). *Reporte anual de la evolución del clima en Chile*. <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/publicaciones/reporteClimatologico>
- Dirección Meteorológica de Chile (2018). *Reporte anual de la evolución del clima en Chile*. <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/publicaciones/reporteClimatologico>
- Dirección Meteorológica de Chile (2020). *Reporte anual de la evolución del clima en Chile*. <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/publicaciones/reporteClimatologico>
- Dirección Meteorológica de Chile (2021). *Reporte anual de la evolución del clima en Chile*. <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/publicaciones/reporteClimatologico>
- Fernández Larrañaga, B. (1997). Identificación y caracterización de sequías hidrológicas en Chile central. *Ingeniería del agua*, 4(4), 37-46. <https://doi.org/10.4995/ia.1997.2734>
- Garreaud, R., Alvarez-Garreton, C., Barichivich, J., Boisier, J. P., Christie, D., Galleguillos, M., LeQuesne, C., McPhee, J., & Zambrano-Bigiarini, M. (2017). The 2010–2015 mega drought in

- Central Chile: Impacts on regional hydroclimate and vegetation. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21(12), 6307-6327. <https://doi.org/10.5194/hess-2017-191>
- Garreaud, R., Boisier, J.P., Rondanelli, R., Montecinos, A., Sepúlveda, H., & Veloso-Aguila, D. (2019) The Central Chile Mega Drought (2010-2018): A Climate dynamics perspective. *International Journal of Climatology*, 40(1), 421-439. <https://doi.org/10.1002/joc.6219>
 - Instituto Geográfico Militar (2001). *Geografía de Chile: VIII Región del Bío Bío*. Tomo VIII, coordinado por María Mardones.
 - Managing Risk (1997). *Guide to Crop Insurance. Being Prepared*. National Crop Insurance Services.
 - Ministerio de Agricultura (s. f.). *Proteger el recurso agua*. Recuperado 21 de julio de 2021, de <https://web.archive.org/web/20161009213108/http://www.minagri.gob.cl/proteger-el-recurso-agua/>
 - Mishra, A. K., & Singh, V. P. (2010). A review of drought concepts. *Journal of Hydrology*, 391(1-2), 202-216. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.07.012>
 - Naciones Unidas Chile (2021). *Escasez hídrica en Chile: desafíos pendientes*. Grupo Medioambiental del Sistema de las Naciones Unidas en Chile. <https://chile.un.org/es/105929-escasez-hidrica-en-chile-desafios-pendientes>
 - Neslen, A. (2021, 17 junio). U.N. warns drought may be «the next pandemic». *Reuters*. <https://www.reuters.com/article/un-drought-report/un-warns-drought-may-be-the-next-pandemic-idU5L5N2NY51U>
 - Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2018) *El Atlas de Glaciares y Aguas Andinos: el impacto del retroceso de los glaciares sobre los recursos hídricos*. UNESCO/GRID-Arendal. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000266209>
 - Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2020) *The United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change*. <https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2020>
 - Organización Meteorológica Mundial & Asociación Mundial para el Agua (2016). *Manual de indicadores e índices de sequía* (M. Svoboda & B.A. Fuchs). Programa de gestión integrada de sequías, Serie 2 de herramientas y directrices para la gestión integrada de sequías. Ginebra.
 - Selvaraju, R., Subbia A., Baas, S. & Juergens, I. (2006). *Livelihood adaptation to climate variability and change in drought-prone areas of Bangladesh: Developing institutions and options*. FAO and Asian Disaster Preparedness Center.
 - Sepúlveda, A. (2021, 12 abril). *Agua, la otra crisis: ¿Cuáles son las 104 comunas en escasez hídrica?* Meteored. Recuperado 23 de julio de 2021, de <https://www.meteored.cl/noticias/actualidad/agua-la-otra-crisis-cuales-son-las-104-comunas-en-escasez-hidrica-abril-2021.html>
 - Sequía y desertificación: Los desafíos de Chile frente a la creciente escasez hídrica. (2021, 17 junio). *Universidad de Chile*. <https://www.uchile.cl/noticias/177118/los-desafios-de-chile-frente-a-la-creciente-sequia-y-desertificacion>
 - Superintendencia do Desenvolvimento do Nordeste (1999). *O fenômeno das secas*. Recuperado 26 de julio de 2021, de <https://web.archive.org/web/20041227142153/http://www.sudene.gov.br/nordeste/Seca.html>
 - Televisión Nacional de Chile (2019, 19 junio). *El invierno más seco en los últimos 60 años: «La región de Ñuble es el epicentro de la sequía»*. Recuperado 26 de julio de 2021, de <https://www.>

24horas.cl/programas/entrevistas/el-invierno-mas-seco-de-los-ultimos-60-anos-la-region-del-nuble-es-el-epicentro-de-la-sequia-3362463

- Valiente, Ó. M. (2001). Sequía: definiciones, tipologías y métodos de cuantificación. *Investigaciones geográficas*, 26, 59-80. <https://doi.org/10.14198/INGEO2001.26.06>
- Wilhite, D.A. & Glantz, M.H. (1985). Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions. *Water International*, 10(3), 111-120. <https://doi.org/10.1080/02508068508686328>
- Yevjevich, V., Hall, W.A. & Salas, J.D. (Eds.) (1978) *Drought Research Needs*. Water Resources Publications.
- Zambrano, F., Lillo-Saavedra, M., Verbist, K., & Lagos, O. (2016). Sixteen years of agricultural drought assessment of the Biobío region in Chile using a 250 m resolution vegetation condition index (VCI). *Remote Sensing*, 8(6), 1–20. <https://doi.org/10.3390/rs8060530>