



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
Facultad de Educación y Humanidades
Departamento de Ciencias Sociales
Pedagogía en Historia y Geografía

**El impacto del cambio climático en el uso de los
suelos agrícolas de la comuna de Parral en el periodo
2002 – 2022**

Por:

**FELIPE MARTÍNEZ QUIJÓN
CRISTOPHER MÜLLER MORA**

Memoria para optar al Título de Profesor de Educación Media en
Historia y Geografía.

Profesor guía: Dr. Jaime Rebolledo Villagra

Chillán, Agosto de 2023

“A Sísifo hay que imaginarlo feliz”

Albert Camus.

Ofrezco un agradecimiento general a las personas que han aportado su preocupación y amor en mi camino formativo.

En primer lugar, mi familia. A Patricia, quien por su amor incondicional y apertura de corazón ha sido un pilar fundamental en mi vida. A William, quien me transmitió el compromiso con el deber y el trabajo como valor cardinal y a William, de quién he recibido lecciones de disciplina y aprendizajes de vida en equivalente significancia. Personas sin las cuales no podría siquiera escribir estas palabras. A ellos debo las primeras enseñanzas de lo bueno y lo correcto en la vida, a cultivar el respeto por la sabiduría y las personas con quienes uno se cruza en su caminar.

Mis maestros, de quienes he recibido apoyo y guía a lo largo de mi formación académica, impulsando a superarme y explotar mis talentos. Algunos fundamentales que residen en mi mente y corazón: Pablo, Marta y Cecilia. Siempre su consejo oportuno y preocupación dejaron huella, tanto en lo que he logrado, como en quién pretendo ser como profesional .

Mis amigos, de quienes he recibido el apoyo y contención en la intimidad de su camaradería. La familia que uno va construyendo conforme transita la vida. Alejandro, Alexis, Elvis, Matías y Cristóbal, algunos de los más presentes en mi natal Parral y de quienes más he sentido su incondicional apoyo hacia mi persona, estando presentes siempre que alguna preocupación me asalte, acompañando lágrimas y festejos. A Valentina y Paula, de quienes, con amor y determinación, su amistad ha dejado mucho en mi formación emocional y personal. A Bastián, quien, pese a su partida de la carrera, ha sabido acompañar cada paso que transité por ella. A Rafael, quien con su oído y sabias palabra significó mucho en la concreción de esta investigación, A mi terapeuta Daniela y mis “tíos” de la Castilla, quienes ayudaron a encauzar una etapa hondamente introspectiva y propiciaron nuevas e íntimas consideraciones sobre amistad, el cariño, la vida y quien yo mismo soy.

No podría sino mencionar en este punto a la Universidad del Bío-Bío, pues fue mi paso por su campus La Castilla lo que ha posibilitado gran parte de lo que este escrito intenta condensar.

Mis culposas disculpas con todas aquellas personas que también han estado y que no se han podido ver mencionadas en este pequeño texto, pero que también han contribuido en mi crecimiento y formación. Mi más profunda gratitud y amor hacia todos ustedes, pues sin su presencia en mi vida, su sazón habría sido bastante más grisáceo y mucho de quién he podido lograr ser no tendría su sustento

Müller

Terminar una etapa como esta nunca es fácil

Ya sea por el tiempo transcurrido, el esfuerzo dedicado o el camino hecho, poder completar esta etapa es siempre un motivo de alegría y emoción

Agradecer nunca es suficiente para todas las experiencias que se han acumulado hasta llegar a este punto. Un sinfín de personas vienen al recuerdo, familiares, profesores y amigos. Todos han sido importantes para llegar a este punto, todos han tenido su granito de arena en esta gran empresa que acaba de finalizar. Agradecer primero a mi familia, a mi madre Fresia Quijón Figueroa , quien siempre estuvo apoyándome sin cesar estos 5 años de arduo esfuerzo. A mí padre Cesar Martínez Navarro, quien también siempre me mostró apoyo y consejo en momentos de dificultad y duda. A mi hermano Cesar Martínez Quijón, quien también siempre estuvo ahí apoyándome.

Dar un agradecimiento especialmente a mi amigo Cristóbal Orbenes Luengo, amigo quien siempre estuvo ahí en los mejores y peores momentos, y con quién mantengo una estrecha amistad desde hace más de 10 años.

Agradecer también a mis profesores tutores en la práctica, Manuel Troncoso Mora y el profesor Víctor

También a los profesores del colegio San Vicente de Paul, Rosa Ríos y Alexander Sievers, quienes me mostraron la posibilidad de la confianza y creer en uno mismo, además de enseñarme grandes lecciones de vida.

Agradecido de todas las personas que he conocido en este proceso, solo decir
¡MUCHAS GRACIAS!

Martínez

ÍNDICE

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES	9
1.1 Introducción	10
1.2 Planteamiento del problema	11
1.3 Justificación de la investigación	13
1.4 Preguntas de Investigación	14
1.5 Hipótesis	14
1.6 Objetivos	14
1.6.1 Objetivo General	14
1.6.2 Objetivos Específicos	14
1.7 Caracterización del área de estudio.	15
1.7.1 Ubicación geográfica.	15
1.7.2 Sistema Físico-Ambiental	16
1.7.3 Sistema Socio-Demográfico	26
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	33
2. Marco Teórico	34
2.1 Suelos	36
2.1.1 Capacidad de uso de suelo	44
2.1.2 Erosión	46
2.1.3 Cero Labranza.	48
2.2 Clima	51
2.2.1 Antropoceno	52
2.2.2 Cambio Climático	54
2.2.3 Agricultura	57
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	59
3. Metodología	60
3.1 Enfoque Metodológico	60
3.2 Etapa de revisión	60
3.3 Etapa de Análisis	61
3.3.1 Censos y catastros	61
3.4 Etapa de síntesis	62
3.4.1 Empleo de Sistema de Información Geográfica.	62
3.5 Variable.	63
3.6 Población y muestra.	63
3.7 Método de muestreo.	63
3.8 Instrumentos de recolección de información para trabajo en terreno.	64
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y RESULTADOS	65
4. Análisis y resultados.	66

4.1 Clima	66
4.1.1 Temperatura	66
4.1.2 Precipitaciones	68
4.2 Uso de suelos	71
4.3 Trabajo en terreno	77
4.4 Conclusiones	85
CAPÍTULO VI: ANEXOS	92
CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA	95
5. Referencias Bibliográficas	96

ÍNDICES TEMÁTICOS

ÍNDICE DE CARTOGRAFÍAS

ÍNDICES TEMÁTICOS	6
ÍNDICE DE CARTOGRAFÍAS	6
Límites comuna de Parral.	15
Geomorfología comuna de Parral.	16
Hidrografía comuna de Parral.	19
Clasificación climática de Köppen, región del Maule	20
Distribución de capacidad de uso de suelo agrícola en Parral.	23
Distribución de series de suelo en Parral.	25
Erosión actual Región del Maule	48

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE TABLAS	6
Series de suelo comuna de Parral.	24
Población censo 2017 comuna-provincia- región.	26
Variación de población general en Censos 2002-2017 comuna de Parral.	26
Proyección 2023 de población y censo 2017, comuna de Parral.	27
Número de personas productoras tramos de edad a nivel regional, para el año agrícola de referencia 2020/2021	28
Clasificación de suelos arables y no arables.	44
Comparación suelo sembrado total y no productivo entre VII y VIII CAF.	49
Informe Pluviométrico Especial. Totales al 31 de mayo de 2022.	69
Comparación uso de suelos agrícolas entre censo 2007 y 2021 en Parral.	72

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE GRÁFICOS	7
Climograma de Parral	21
Porcentaje de capacidad de uso de suelo agrícola, comuna de Parral	22
Comparación por rango etario de población comunal, regional y nacional.	28
Distribución de rubros económicos por cantidad de empresas, Parral 2021	31
Comparación histórica entre los principales 2 rubros económicos de Parral y los demás agrupados	32
América Latina y el Caribe: impactos del cambio climático ante un aumento en la temperatura de 2,5 °C, segunda mitad del siglo XXI (En porcentajes del PIB regional).	41
Relación entre rendimientos agrícolas y parámetros meteorológicos.	42
Región del Maule superficie erosionada	47
Concentración de Gases de Efecto Invernadero en los últimos 800 mil años.	55
Promedio temperatura máxima	67
Promedio temperatura mínima	67
Índice de precipitación anual.	69
Longitud máxima de días secos	70
Transformaciones en el uso de suelos agrícolas según Censos Agropecuarios 2007 y 2021 en Parral.	73
Comparación hortalizas, cereales (grano seco) y frutícolas en Maule 2007-2021	75
Gráfico de resultados pregunta 1.	78
Gráfico de resultados pregunta 2.	78
Gráfico de resultados pregunta 3.	79
Gráfico de resultados pregunta 4.	80
Gráfico de resultados pregunta 5.	80
Gráfico de resultados pregunta 6.	81
Gráfico de resultados pregunta 7.	82
Gráfico de resultados pregunta 8.	82
Gráfico de resultados pregunta 9.	83
Gráfico de resultados pregunta 10.	83

I. RESUMEN.

El cambio climático tiene efectos que se hacen cada vez más evidentes en diversos aspectos de la vida y uno de los sectores más impactados por este es la agricultura. La comuna de Parral, no es ajena a estos cambios, por tanto, se hace necesario investigar el impacto que este proceso ha tenido, específicamente, en el uso de los suelos agrícolas. Para esto, se analizará las transformaciones de uso de suelos agrícolas comprendidas en el período comprendido entre 2002 y 2022, relacionándolas con las variables climáticas temperatura y precipitaciones, así como también con la experiencia recopilada de agricultores de la comuna para sintetizar, desde distintas fuentes epistémicas, cómo se ha materializado este fenómeno y sus características más importantes, de tal manera que contribuya a generar conocimiento científico actualizado que sea de utilidad para su abordaje y mitigación oportuna y pertinente.

II. ABSTRACT.

Climate change has effects that are becoming increasingly evident in various aspects of life and one of the sectors most impacted by it is agriculture. The commune of Parral is no stranger to these changes, therefore, it is necessary to investigate the impact that this process has had, specifically, on the use of agricultural soils. For this, the transformations of agricultural land use included in the period between 2002 and 2022 will be analyzed, relating them to the climatic variables temperature and rainfall, as well as the experience collected from farmers in the commune to synthesize, from different epistemic sources, how this phenomenon has materialized and its most important characteristics, in such a way that it contributes to generating updated scientific knowledge that is useful for its timely and relevant approach and mitigation.

III. RÉSUMÉ

Le changement climatique a des effets de plus en plus évidents sur divers aspects de la vie et l'un des secteurs les plus touchés est l'agriculture. La commune de Parral n'est pas étrangère à ces changements, il est donc nécessaire d'étudier l'impact que ce processus a eu, en particulier, sur l'utilisation des sols agricoles. Pour cela, les transformations de l'utilisation des terres agricoles comprises dans la période comprise entre 2002 et 2022 seront analysées, en les mettant en relation avec les variables climatiques température et pluviométrie, ainsi que l'expérience recueillie auprès des agriculteurs de la commune à synthétiser, à partir de différentes sources épistémiques, comment ce phénomène s'est matérialisé et ses caractéristiques les plus importantes, de manière à contribuer à générer des connaissances scientifiques actualisées utiles pour son approche et son atténuation opportunes et pertinentes

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES

1.1 Introducción

El estudio de la realidad geográfica cobra particular relevancia de cara a la formación integral de individuos que viven en un mundo cada vez más interconectado. Tener conocimientos sobre la geografía representa un importante aporte para la construcción de una comprensión colectiva que posibilite la coexistencia sostenible entre el sistema-mundo y los seres humanos, mediante, entre otras cosas, el conocimiento de la dimensión climática y sus implicancias para la vida. Dentro de este marco, el cambio climático es un fenómeno que preocupa a las poblaciones humanas y las obliga a tomar acciones para afrontar este escenario. Puesto que el planeta Tierra posee características que lo constituyen como un sistema que interactúa holísticamente, es decir, interconectado e interdependiente; es que la alteración de alguna de sus interrelaciones y/o ciclos naturales puede ocasionar consecuencias de inesperada magnitud, trascendiendo las fronteras de las distintas naciones del mundo.

Según lo dicho, establecer puentes de diálogos y acciones internacionales tiene especial relevancia a partir del incremento de fenómenos climáticos extremos tales como sequías, anegamientos, huracanes y récords térmicos registrados alrededor del mundo, lo que acaba impactando en el equilibrio y grado de adaptabilidad de todos los ecosistemas alrededor del globo, ocasionando desbalances en los biomas, en sus ciclos como lo son el del agua o del carbono, por ejemplo. Este escenario ha llevado a la postulación del concepto del “Antropoceno” para ilustrar una época caracterizada por el impacto de la sociedad humana en el sistema terrestre y sus dinámicas.

Por tal motivo, la presente investigación busca examinar las consecuencias del cambio climático, esto delimitado espacialmente a la comuna de Parral, Chile; en un tiempo circunscripto a los años 2002 al 2022. Mediante el trabajo de información recopilada de diversas fuentes científicas, de entidades públicas y privadas competentes a la temática y el levantamiento de información en terreno, se pretende conseguir un mayor nivel de claridad respecto de cómo se han dado las transformaciones territoriales desde el análisis del uso de suelos agrícolas.

El uso del suelo con fines agrícolas es una actividad crucial puesto que de esto depende la seguridad alimenticia y la explotación económica de la que una determinada sociedad puede verse beneficiada en mayor o menor medida. Por tanto, con el fin de dilucidar los factores climáticos que inciden en su uso, las preguntas de la investigación están orientadas en una línea de análisis de uso del suelo agrícola, las variaciones climáticas a través del tiempo y el manejo que se ha hecho sobre los cultivos llevados a cabo, teniendo presente sus restricciones y aptitudes, para aprovechar de forma óptima las condiciones que el territorio ofrece.

1.2 Planteamiento del problema

Parral es una comuna perteneciente a la región del Maule, Chile. Desde una óptica climática, esto la enmarca en una región que está experimentando una transición en su comportamiento climático al registrar variaciones sostenidas en el tiempo que se proyectan como nuevas regularidades climáticas. Una de sus principales actividades económicas es la agricultura, por tanto, la sitúa en un escenario de vulnerabilidad ante los impactos ocasionados por el cambio climático global, esto debido a la estrecha relación que existe entre las características climáticas existentes en un determinado espacio y la aptitud de su suelo para la explotación agrícola.

La Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Madrid (2022), a partir del informe del Grupo de Trabajo II del IPCC (2022), señala que:

“El informe del Grupo de Trabajo II reconoce la interdependencia entre el sistema climático, los ecosistemas naturales y las sociedades humanas. Las interacciones entre estos tres sistemas son la base de los riesgos emergentes derivados del cambio climático, de la degradación de los ecosistemas y de la pérdida de biodiversidad, pero, al mismo tiempo, ofrecen oportunidades para afrontarlos. El cambio climático genera impactos y riesgos que pueden sobrepasar los límites de la capacidad de adaptación y ocasionar pérdidas y daños. Los ecosistemas y la biodiversidad proporcionan medios de subsistencia y múltiples servicios esenciales para la sociedad humana que, por un lado, provoca impactos negativos sobre los mismos, pero también es capaz de conservarlos y restaurarlos”. (p.8)

En esta línea, los riesgos propiciados por el cambio climático están relacionados directamente con el nivel de calentamiento global total que sea alcanzado y, puesto que las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero es la principal causa por las que se ve retroalimentado este fenómeno, es que se entiende lo que plantea Ministerio del Medio Ambiente [MMA], (2017) al decir que: *“Existe un consenso científico en que este fenómeno es un hecho inequívoco, causado por la acción del hombre, detonada a través de sus excesivas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y de otros forzantes climáticos de vida corta.” (p. 9)*

Los nuevos comportamientos climáticos modificarán las taxonomías correspondientes al territorio chileno, articulado esto sobre 2 procesos centrales:

- 1) Extensión e intensificación de la estación cálida.
- 2) La disminución de la media pluviométrica.

Los análisis científicos también señalan una tendencia creciente en la frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos extremos en los últimos cincuenta años y es esperable que las anomalías térmicas y de los regímenes

de precipitaciones continuarán siendo más frecuentes en el futuro. Las previsiones emanadas desde diversos autores y metodologías de estudio, indican que se producirán simultáneamente riesgos climáticos de carácter múltiple —riesgos compuestos—, que además MMA, (2017) señala que: *“interactuarán con otros factores no climáticos, provocando un incremento del riesgo global y de los riesgos en cascada en diferentes sectores y regiones geográficas.”*(p. 19)

Esto se ve traduce en el desplazamiento de las configuraciones climáticas propias de zonas climáticas más cálidas a regiones más templadas y frías. Esto es, para el caso chileno, en dirección norte-sur. Tal ha sido el caso de la fruticultura en Chile, puesto que ha experimentado un paulatino traslado desde la zona centro-norte, donde históricamente había habido condiciones climáticas más adecuadas a sus requerimientos; hacia el sur, al desplazarse zonas climáticas enteras.

Si bien es cierto que las consecuencias del cambio climático se manifiestan en función de diversos factores contextuales particulares a cada territorio, remitiéndose al ámbito de la agricultura, los cultivos que se realicen dependen de la relación existente entre el tipo de suelo con el que se trabaje y las características climáticas que lo configuren. Por tanto, el que las regularidades climáticas estén variando, plantea una reconsideración de la relación entre el Humano y el uso que hace de los suelos agrícolas. Altieri, M. y Nicholls, C. (2009) destacan al respecto que se puede dar *“la pérdida de materia orgánica del suelo por calentamiento; las temperaturas más altas del aire pueden acelerar la descomposición de la materia orgánica y afectar la fertilidad del suelo.”* (p. 5),

Este proceso de cambio y degradación representa una dificultad para la producción agrícola. Adaptarse implica una modificación de recursos y tiempo invertido para lograr el desarrollo óptimo de los cultivos, pero también cabe considerar su eventual descarte parcial o total si se llega a volverse inconveniente o inviable en el nuevo contexto climático. En otras palabras, el cambio en el uso de los suelos se perfila como estrategia de adaptación posible y probable. Esto es problemático al plantear una proyección con cultivos que variarán su relación coste/beneficio. La presencia de estaciones de crecimiento más largas, que además favorecen la aparición de plagas y enfermedades para las plantas, cultivos menos productivos y más costosos de llevar a cabo, empobrecimiento, precarización de la actividad y rentabilidad agrícola son algunas de las consecuencias más esperables.

No obstante, el cambio climático no se colapsa exclusivamente en consecuencias negativas. El surgimiento de nuevas condiciones de posibilidad y eventuales nuevas viabilidades de uso de suelos en base a las nuevas configuraciones climáticas aparece como una dimensión comprendida dentro del proceso de cambio climático. La exploración y evaluación de estas implicancias

también forman parte de la previsión y construcción de estrategias de mitigación y adaptación.

Por lo expuesto, emerge la necesidad de contar con datos actualizados mediante levantamientos de información por profesionales desde las diversas ciencias, en vista a evaluar apropiadamente las características y desafíos que representa el cambio climático. En este contexto está enmarcada la investigación llevada a cabo en la comuna de Parral, como una contribución en aras de generar conocimiento pertinente y actualizado que ayude en la doble tarea que tiene la humanidad respecto a la contingencia climática: Por un lado, salvaguardar la integridad ecológica, por medio de la cual subsisten todas las formas de vida conocidas; así como también el alcanzar sustentabilidad de su particular estilo de vida, en una frágil y compleja interrelación.

1.3 Justificación de la investigación

La investigación cobra su justificación a partir del interés que despierta en los especialistas la incertidumbre que ocasiona el cambio climático sobre los seres humanos y la vida terrestre en general. Las acciones de adaptación se han dirigido principalmente a reducir el riesgo de sequías e inundaciones pluviales, fluviales y costeras. No obstante, existen todavía muchos límites físicos, económicos y sociales para lograr una adaptación efectiva en el ámbito de la agricultura.

La comuna de Parral se caracteriza por poseer un importante nivel de actividad agrícola. Por tanto, el cambio climático tendrá una sensible implicancia en el uso que se haga de sus suelos. Por tanto, es un tema relevante para entender su impacto en la productividad y sostenibilidad de este sector.

Aunque existen estudios sobre el cambio climático y su impacto en la agricultura en términos generales, es necesario profundizar en la situación específica de la comuna para comprender su situación con mayor claridad. Se han observado cambios significativos en los patrones climáticos, lo que podría estar afectando el uso de los suelos agrícolas. El empleo que se hace del suelo agrícola según qué cultivo se pretenda cultivar en él estaría viéndose comprometido. De esta manera, comprender las transformaciones, tanto territoriales como humanas que ha generado el cambio climático, desde múltiples perspectivas de análisis, se muestra como una vía para la comprensión de esta compleja realidad.

En vista de lo expuesto, estas consideraciones responden a la necesidad de comprensión teórica de la problemática planteada. El estudio del impacto del cambio climático en los suelos agrícolas proporciona conocimiento actualizado de las nuevas condiciones y desafíos que supone la realidad del cambio climático para los agricultores de la comuna de Parral. La toma de decisiones basadas en el conocimiento científico es fundamental para gestionar la toma de decisiones y

así poder construir estrategias de adaptación y mitigación, dos de las respuestas esenciales al cambio climático según IPCC (2022).

1.4 Preguntas de Investigación

1. ¿Qué cambios se han dado en la media térmica y pluviométrica de la comuna de Parral?
2. ¿Cómo ha variado el uso del suelo agrícola en la comuna de Parral?
3. ¿Cuál es la percepción que agricultores de la comuna de Parral tienen sobre el cambio climático?

1.5 Hipótesis

Puesto que existe un proceso de cambio climático global, es que la comuna de Parral de Chile afronta un proceso de transición climática que ocasiona diversos impactos en la vida de su población. Focalizado en la agricultura, la variabilidad climática incide en el uso de suelos agrícolas, al generarse nuevas relaciones coste-beneficio de los cultivos realizables en la zona. Esto genera un escenario donde el cambio de uso de suelo y de cultivos es una consecuencia esperable del cambio de las regularidades climáticas.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Analizar transformaciones del uso de suelos agrícolas de la comuna de Parral en el periodo 2002-2022, a partir de la relación entre cambio climático y utilización de suelos en la agricultura.

1.6.2 Objetivos Específicos

1. Contrastar registros de las medias térmicas y pluviométricas de los últimos 20 años.
2. Examinar uso de suelos agrícolas según catastros agrícolas
3. Investigar la percepción de agricultores sobre el cambio climático.

1.7 Caracterización del área de estudio.

1.7.1 Ubicación geográfica.

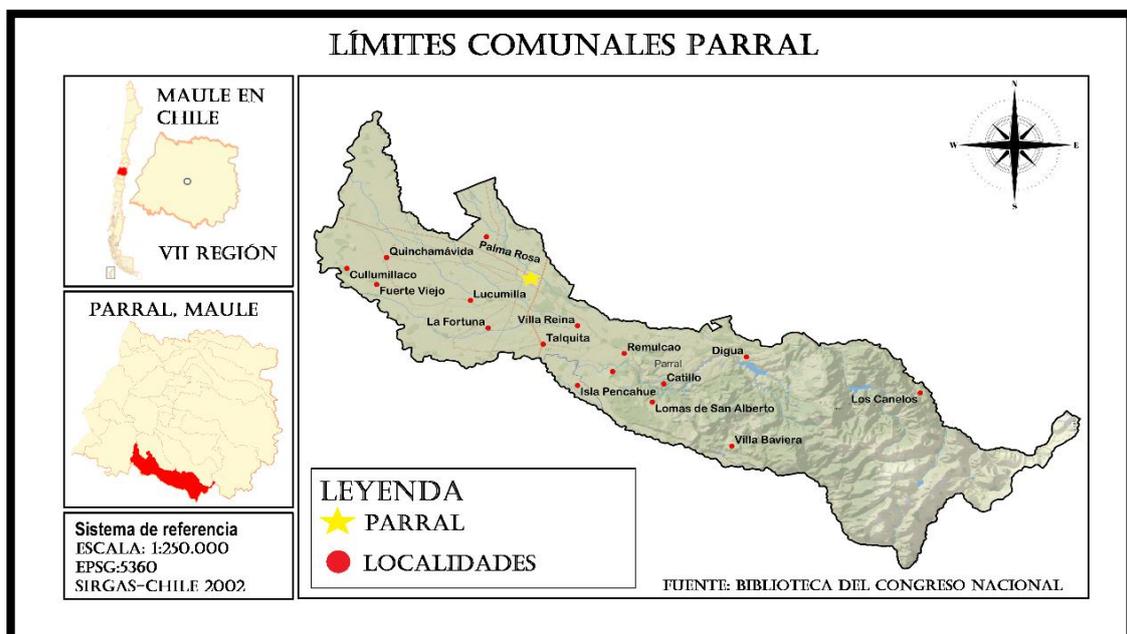
La comuna de Parral está emplazada en el valle central chileno, en coordenadas 36°8'35" latitud Sur – 71°49'33" longitud Oeste. Pertenece a la séptima región del Maule, zona central de Chile. Posee una superficie de 1.638 km². Su orientación territorial es eminentemente en sentido Este-Oeste. En la plaza de armas existe una altitud de 157 metros sobre el nivel del mar, aunque esta varía conforme se la comuna comprende, además del valle central, sectores precordilleranos y cordilleranos.

Al estar ubicado al extremo sur de la región del Maule, limitando por el sur con la región de Ñuble, comunas de Ñiquén y San Fabián más específicamente. Por el oeste colinda con la comuna de Cauquenes y por el norte con las comunas de Retiro, Longaví y Colbún.

La única ciudad dentro de fronteras de la comuna es Parral, la que concentra alrededor del 75% de la población, no obstante, también existen una serie de asentamientos menores como es el caso de las siguientes localidades: Fuerte Viejo, Torca, Talquita, Los Molinos, Los Carros, Remulcao, Catillo y Villa Baviera.

Cartografía 1

Límites comuna de Parral.



Elaboración propia a partir de BCN.

1.7.2 Sistema Físico-Ambiental

La caracterización del sistema físico-ambiental de la zona de estudio tiene por objetivo principal esquematizar las principales dinámicas físicas que se dan en la comuna. Las descripciones obtenidas de la comuna fueron compiladas del Plan de Desarrollo Comunal, y de la tesis de Pantoja, M. y Urra, M. (2010) que se desarrolló en la zona de estudio. Además, fue consultada información de diversas instituciones atinentes como Instituto Geográfico Militar (IGM), Dirección General de Aguas (DGA), Dirección Meteorológica de Chile y el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

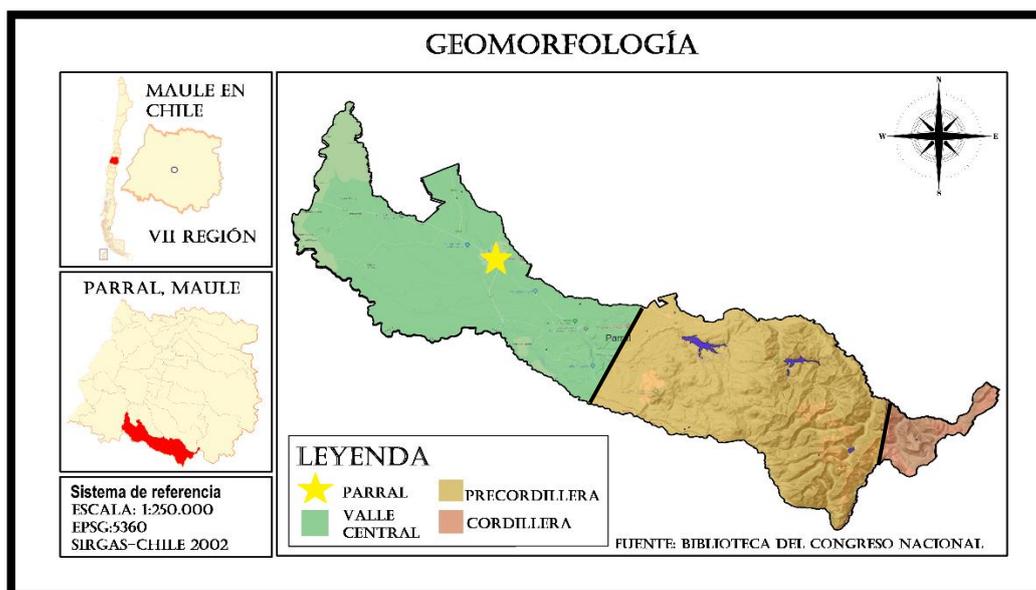
1.7.2.1 Geomorfología

La comuna participa de tres unidades geomorfológicas principales, las cuales corresponden, a una pequeña fracción a la cordillera Andina con retención crionival; hacia el centro de la comuna se encuentra la presencia de la unidad correspondiente a la precordillera y hacia el Oeste se extiende el llano central fluvio-glacio-volcánico.

La comuna se encuentra dentro de la tercera agrupación regional en la clasificación de geomorfología zonal, correspondiente a la Región Central de las Cuencas y del Llano Fluvio-Glacio-Volcánico. Según IGM (1983), *“posee dos subdivisiones, correspondientes a la quinta subregión morfológica (cuencas y llano) y la sexta subregión morfológica correspondiente a la precordillera de origen poligénico.”* (p. 87).

Cartografía 2

Geomorfología comuna de Parral



Elaboración propia a partir de BCN.

Además, dentro de la clasificación de magnitudes espaciales propuesta por Jean Tricart (1965), la comuna de Parral presenta 2 magnitudes de nivel 2: La cordillera de los Andes y la Depresión Intermedia, con una zona de transición entre ambas denominadas precordilleras

Hacia el oriente, el territorio se corresponde La Cordillera de los Andes. En esta zona se caracteriza por un volcanismo que genera alturas promedio que no sobrepasan los 4.000 msnm, por tanto, presenta abundante retención crionival debido a su altitud y al moldeamiento que la actividad glaciaria ejerció sobre la zona, presentando así el nacimiento de los principales afluentes que se proyectan hacia el océano.

Una región de transición hacia el poniente corresponde a la unidad denominada precordillera. Esta presenta manifestaciones de una tectónica reciente, probablemente del cuaternario medio. En algunos de estos alineamientos de falla perduran consecuencias hidrotermales, tales como el caso de Catillo en Parral. Desde el punto de vista morfogénico, la precordillera es un complejo sistema de conos superpuestos, IGM (1983) “*siendo los más antiguos de origen glacio-volcánico, luego fluvio-volcánico y los más recientes de hidrocinéticas.*” (p. 104).

Hacia el Oeste se extiende el llano central fluvio-glacio-volcánico, el que se caracteriza por ser una planicie suavemente ondulada, intensamente regada por afluentes naturales y canales de regadío artificiales. En Parral, esta zona se caracteriza por ser una depresión central de origen tectónico o relleno sedimentario fluvio-glacio-volcánico y organizaciones lacustres de los materiales. También presenta factores azonales como derivados del volcanismo cenozoico. Las costras duras de óxido de hierro y sílice fuertemente cohesionadas por lavas calientes han generado horizontes altamente impermeables en el estrato inferior del suelo. De esta característica es que se ve posibilitado el desarrollo de cultivos de arroz, ya que favorece la agricultura por inundación este tipo de formaciones.

1.7.2.2 Hidrografía

La hidrografía de la ciudad de Parral tiene como principal característica estar íntegramente enmarcada en la cuenca del Río Maule. El Plan Regulador de la Comuna de Parral (2006) señala que “*la comuna de Parral forma parte de la cuenca del río Maule, el que con una superficie de 20.295 Km², representa en extensión la cuarta hoya hidrográfica del país*” (p. 37). Por el territorio comunal, esta articulada por 2 brazos del afluente principal: uno se encuentra hacia el extremo norte de la comuna: el río Longaví; mientras que hacia el extremo sur está el otro, río Perquilauquén, frontera natural entre la comuna y la región de Ñuble.

El río Longaví posee una extensión de 120 kilómetros y junto con los esteros Parral y Colliguay, constituyen el límite norte de la Comuna de Parral. Nace de una cadena de cumbres de la cordillera de los Andes y corre en dirección sur-norte para luego doblar hacia el poniente hasta recibir el río Bullileo, posteriormente corre en sentido norponiente hasta confluir por la ribera derecha del río Loncomilla. Además, Dirección General de Aguas (2004) señala su importancia al vincularse con los 2 principales cuerpos de agua artificiales de la comuna, los embalses Bullileo y Digua, fundamentales en la administración de los recursos hídricos para la actividad agrícola de la comuna en los siguientes términos:

“En la hoya del Longaví se construyó en la primera mitad del siglo el embalse Bullileo, de 60 millones de m³ de capacidad y en la segunda mitad el embalse Digua, que se alimenta a través de un canal derivado del río Longaví” (p. 8).

El otro curso fluvial importante dentro del área de estudio corresponde al río Perquilauquén. Inicialmente, corre desde el sureste hacia el noroeste y forma el límite natural entre la región del Maule y Ñuble. Luego, cambia su curso y fluye hacia el norte, después hacia el este y, nuevamente hacia el norte, hasta que se junta con las aguas del Longaví.

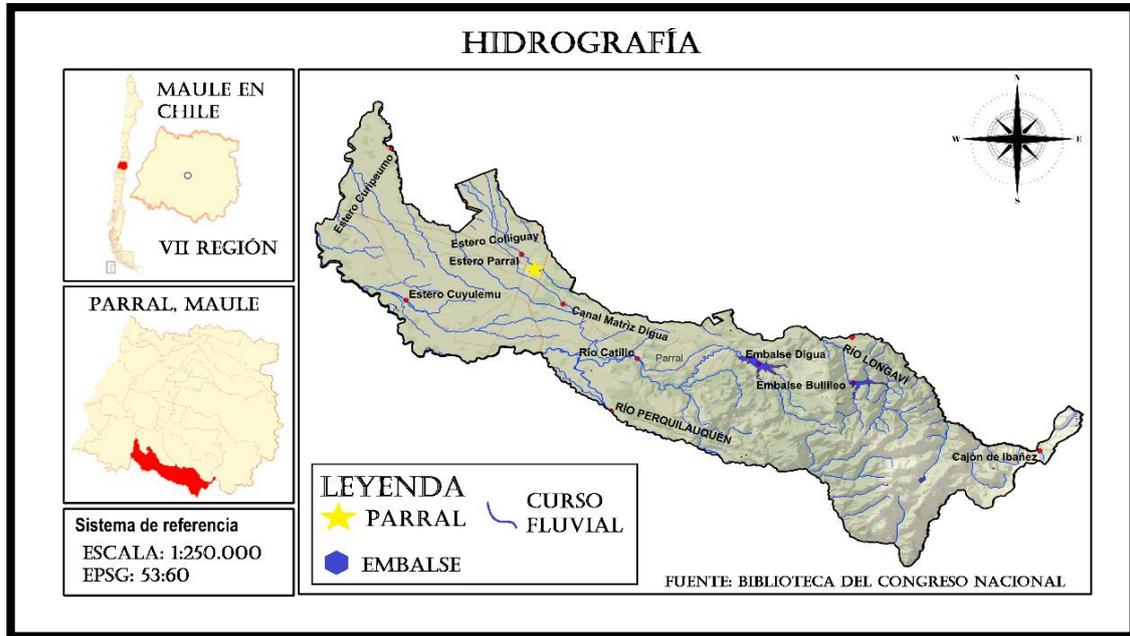
Los mayores caudales se dan entre los meses mayo y julio, resultado de las lluvias invernales. Esto en base a dos elementos: La irrigación que la pluviometría de la estación húmeda-fría aporta mediante sistemas frontales y los derretimientos que la cordillera con retención crionival aporta en su hoya hidrográfica.

En años secos, los caudales no muestran grandes variaciones, produciéndose sus máximos en los meses de invierno. Aunque de menor caudal, existen otros afluentes menores entre los 2 principales mencionados con anterioridad: Los ríos Bullileo, Cato y Catillo. El río Catillo que desagua también el embalse Digua y que recibe por el norte al estero Remolcado como su principal tributario. Su cuenca está conformada por numerosos cursos de agua que drenan toda la porción precordillerana. El río Bullileo, que drena el embalse del mismo nombre y desemboca en el Longaví.

El Canal Matriz Digua es un ejemplo de los canales de regadío agrícola que son posibilitados por la presencia de embalses en la comuna. Nace del embalse Digua y atraviesa la ciudad por su zona sur. Tiene una longitud de 47km desde el nudo hidráulico de Remulcao y sirve de abastecimiento hídrico para 47.300 has físicas.

Cartografía 3

Hidrografía comuna de Parral.



Elaboración propia a partir de BCN.

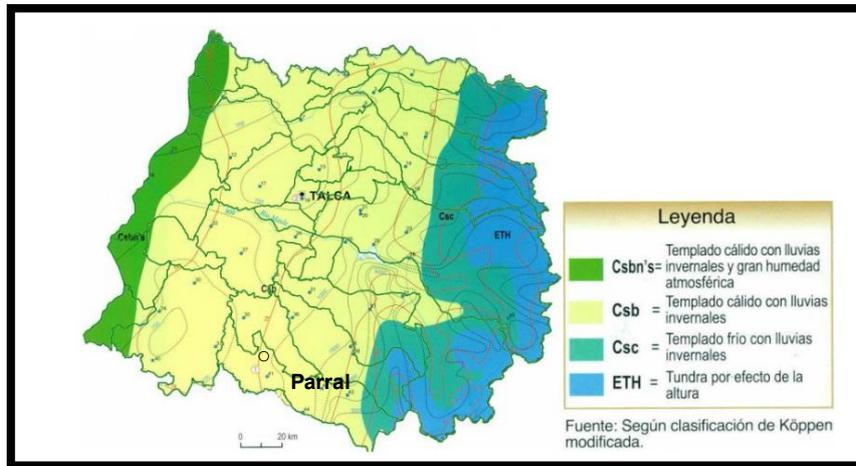
1.7.2.3 Clima

La comuna de Parral está la zona centra-sur del país, así que, por latitud, está en las regiones templadas del planeta. Según Strahler (1989), esta zona se caracteriza por ser afectada por *“mecanismos climáticos que están influenciados por la acción alternada del anticiclón del Pacífico, responsable de las sequías estivales y de las depresiones ciclónicas asociadas al frente polar, generando un invierno húmedo.”* (p.166). De esta manera, se inserta dentro del dominio climático templado mediterráneo, el cual se caracteriza por un régimen de precipitaciones invernales y un período de sequía prolongado.

En términos de la taxonomía climática de Köppen, Parral está caracterizado por poseer dos tipos de climas predominantemente. El primero corresponde al clima Templado Cálido con lluvias invernales (Csb), el que a su vez es el clima del territorio urbano correspondiente a la comuna. El segundo tipo de clima corresponde al clima templado frío con lluvias invernales (Csc), el cual se encuentra en el sector cordillerano, como se puede apreciar en el siguiente mapa:

Cartografía 4

Clasificación climática de Köppen, región del Maule



Modificado a partir de Atlas Geográfico de la República de Chile, IGM 2005.

No obstante, las variaciones de este mecanismo atmosférico han significado un impacto en la comuna. Con el avance del cambio climático, existe una tendencia hacia los extremos térmicos. La estación cálida y fría, además, han visto extendida en su duración promedio. Al respecto, el agroclimatólogo de la Universidad de Talca, Patricio González, señala que ya se están sintiendo los efectos del cambio climático en la región. Uno de ellos es la «desaparición» del otoño ¹. Esto habla respecto a la pérdida progresiva del ciclo estacional de 4 etapas claramente diferenciadas entre sí, característico de esta latitud. Debido a la intensificación de extremos térmicos se termina percibiendo el paso de una estación fría a otra cálida, ya sin periodos intermedios.

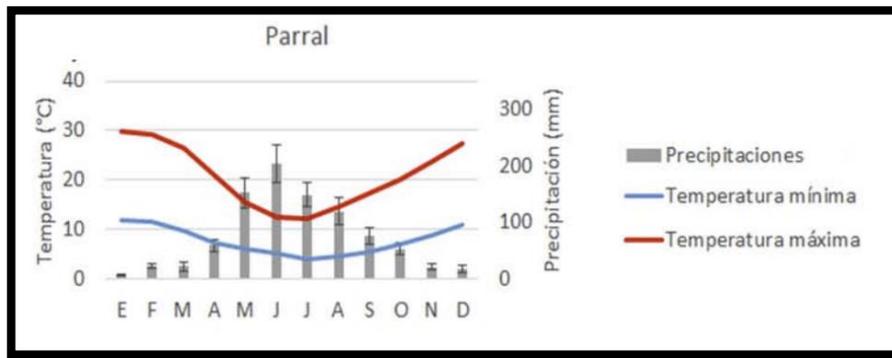
1.7.2.3.1 Temperatura y precipitaciones

El climograma de la ciudad de Parral muestra como las precipitaciones se acumulan principalmente durante los meses fríos, correspondientes al invierno, mientras que los meses cálidos, durante el verano, se caracterizan por una estación seca. Debido a su ubicación en el hemisferio sur, el primero se corresponde con los meses de junio, julio y agosto para el primero, mientras que para el segundo con los de diciembre, enero y febrero.

¹ Fundación Terram, 2015

Gráfico 1

Climograma de Parral



Recuperado de Boletín INIA 474 (2022). (p. 16).

El sector precordillerano presenta lluvias anuales que superan los 1.000 mm/año, mientras que, en la depresión intermedia, los montos de precipitación se encuentran en torno a los 600 mm/ año.

Las temperaturas, por su parte, presentan una alta amplitud con máximas que van desde los 11°C hasta casi 30°C en promedio. Las mínimas, por otra parte, varían entre los 2°C y 12°C. No obstante, también se pueden dar eventos potencialmente perjudiciales. La alta oscilación térmica, característica de esta zona y su condición de clima transicional, inducen una mayor exposición a heladas en primavera, y temperaturas altas potencialmente dañinas, con máximas sobre los 30°C en verano.

En la Depresión Intermedia, cabe resaltar también que, según INIA (2022): “*el riesgo de heladas es alto, ya que la frecuencia de años en que al menos cae una en septiembre es de un 38% en la estación de Parral.*” (p. 21), lo cual es un aspecto relevante a considerar al tratarse de un mes que suele dar comienzo a la época de siembras de cereales como el arroz. Este aspecto de la realidad climática puede ser determinante en el inicio de la actividad agrícola, puesto que etapas tempranas y particularmente vulnerable a los descensos térmicos bruscos.

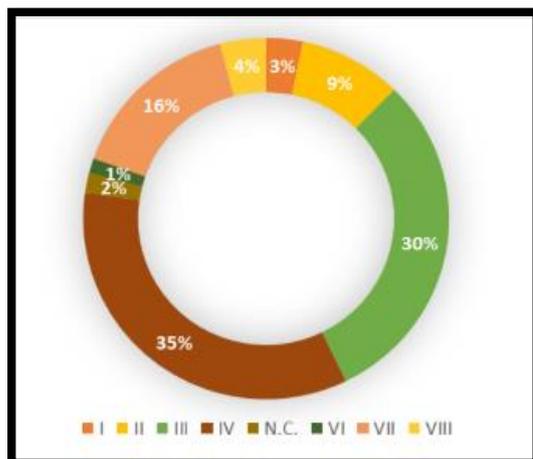
1.7.2.4 Capacidad de uso de suelos

Estos suelos se caracterizan por ser de origen aluvial reciente, en los márgenes de ríos y esteros lacustres, con un substrato de tipo volcánico endurecido. La zona está constituida por material fluvio-glacio-volcánico, lo que ha influido en la formación de un suelo arcilloso y plástico. El Plan Regulador de la Comuna de Parral (2006) señala que son:

“Suelos formados a partir de cenizas volcánicas en la porción media del llano, fluvio-glacio-volcánicos en la Precordillera y finalmente suelos formados a partir de rocas volcánicas. En general estos suelos tienen un substrato conformado por toba volcánica cementada, o por clastos de granulometría diversa y con diferentes grados de meteorización.” (p. 33).

De acuerdo con el Estudio Agrológico de Suelos del Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) existe un predominio de suelos Clase III y IV, aquellos con limitaciones en mayor grado, abarcando entre ambos el 65% de la superficie del territorio comunal. Éstos están concentrados en la zona centro-oeste del territorio comunal. Por otra parte, los suelos de Clase I y II, los suelos agrícolas arables más aptos, representan un 12% de la superficie comunal.

Gráfico 2



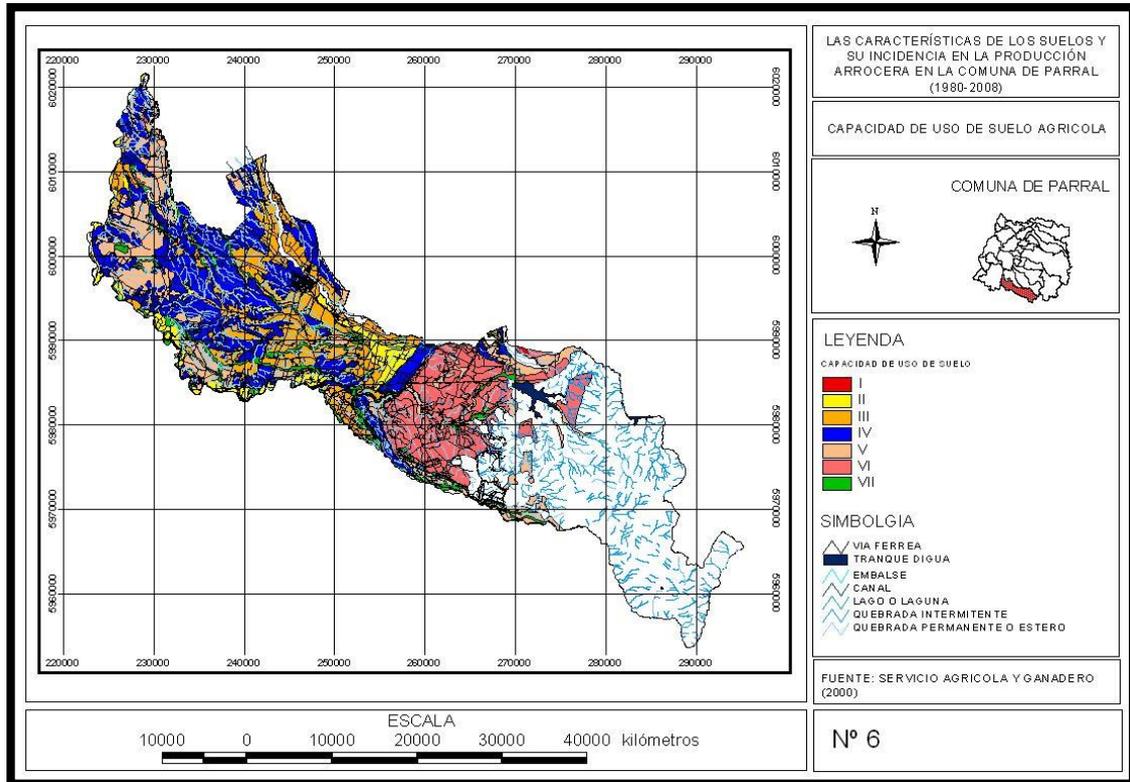
Porcentaje de capacidad de uso de suelo agrícola, comuna de Parral

Fuente: Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), Estudio Agrológico de Suelos.

Los suelos de la Clase III presentan moderadas limitaciones en su uso y restringen la elección de cultivos. Tienen severas limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren de prácticas especiales de conservación o de ambas (Centro de Información de Recursos Naturales, 2020), mientras que los suelos de la Clase IV presentan severas limitaciones de uso que restringen la elección de cultivos, puesto que requieren cuidadosas prácticas de manejo y de conservación, más difíciles de aplicar y mantener que las de la Clase III. Pueden usarse para cultivos hortícolas, praderas, y estar adaptados sólo para dos o tres de los cultivos comunes. La cosecha producida puede ser baja en relación con los gastos sobre un período largo de tiempo (Centro de Información de Recursos Naturales, 2020). La distribución espacial de los suelos comunales es apreciada con mayor detalle en el siguiente mapa.

Cartografía 5

Distribución de capacidad de uso de suelo agrícola en Parral.



Fuente: Pantoja, M. y Urra, M. (2010): *Las características de los suelos y su incidencia en la producción arrocera en la comuna de Parral; (1980-2008).*

1.7.2.4.1 Series de suelos

Los estudios agrológicos permiten localizar, identificar, definir y observar la distribución de los principales tipos de suelo que son de interés para el levantamiento de información vinculada a la agricultura y el medioambiente, mediante descripciones de perfiles de suelos representativos. En cuanto a las series de suelo, en la comuna se pueden identificar las siguientes series: Panimávida, Diguillén, Huapi, Quella, Parral, Unicarén, Lo Salas, Mirador, Campanacura y Miraflores.

Las 2 series más comunes en la comuna corresponden a Serie Quella y Serie Parral. Según CIREN (1997), éstas tienen las siguientes características:

“Serie Parral (PRL): La Serie Parral es un miembro de la Familia fina, mixta, térmica de los Aquic Haploxeralf (Alfisol). Suelos sedimentarios, presumiblemente derivados de toba volcánica, en posición de terraza remanente. De textura franco arcillosa en superficie y arcillosa en profundidad, descansando sobre un substrato constituido por toba volcánica. Suelo de topografía plana, moderadamente profundo, de drenaje moderado, permeabilidad moderadamente lenta y escurrimiento superficial muy lento.” (p. 332)

“Serie Quella (QLA): La Serie Quella es un miembro de la Familia fina smectítica térmica de los Aquic Durixerert (Vertisol) Suelo que ocupa una posición baja en áreas de planos depositacionales (lacustrino); de textura superficial franco arcillosa y textura arcillosa en profundidad. Presenta estructura prismática gruesa. Suelo de topografía plana, de permeabilidad lenta, drenaje imperfecto y escurrimiento superficial muy lento. Substrato de toba volcánica.” (p. 386)

La magnitud espacial detallada de las series de suelos presentes en la comuna de Parral puede ser apreciadas con mayor profundidad en la siguiente tabla:

Tabla 1

Series de suelo comuna de Parral.

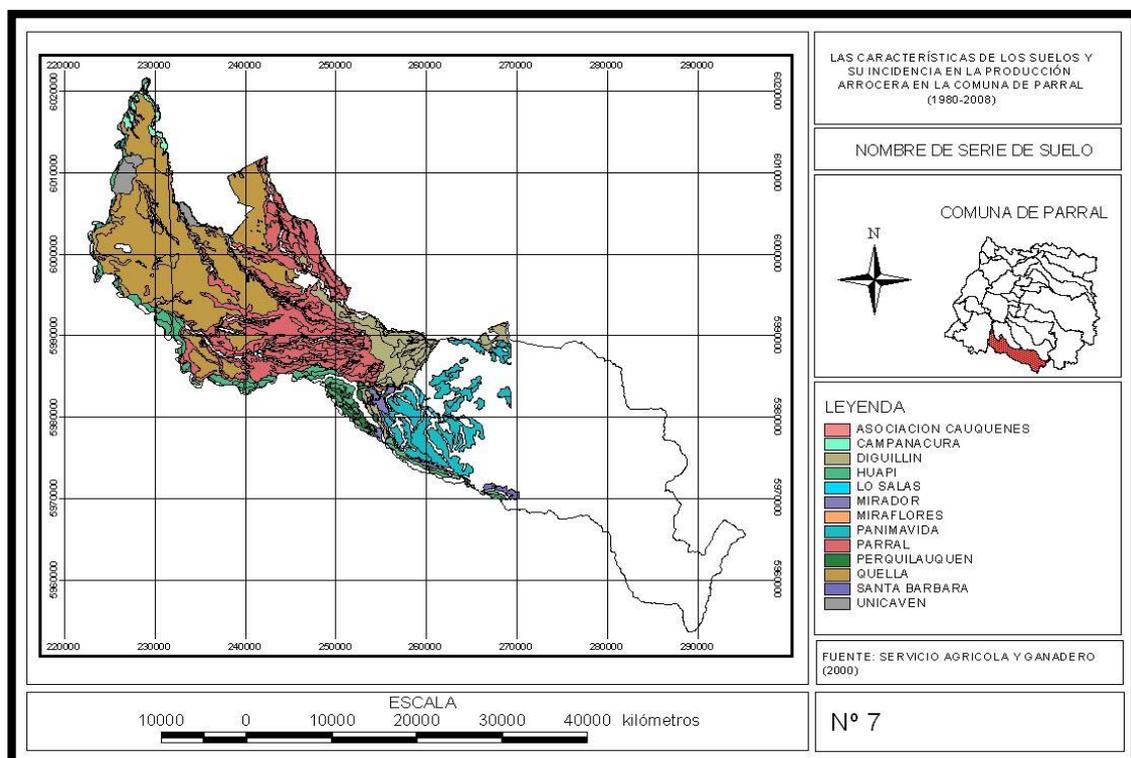
SERIES DE SUELO	HECTÁREAS	%
Asociación Cauquenes	21	0,01
Campanacura	630	0,44
Diguillín	6.057	4,32
Huapi	5.243	3,74
Lo salas	385	0,27
Mirador	916	0,65
Miraflores	1.451	1,03
Panimávida	7.200	5,13
Parral	20.215	14,42
Perquilauquén	687	0,49
Quella	29.534	21,07
Santa barbará	292	0,20
Unicavén	1.608	1,14
Sin información	65.911	47,02
Comuna de Parral	140.156	100

Fuente: Pantoja, M. y Urra, M. (2010)

Los suelos de Parral, en términos generales, corresponden a suelos altamente arcillosos, impermeables y plásticos, los cuales son especiales para el cultivo de por sus características físico-químicas. Las 2 series de suelo predominantes en Parral son la de Parral (PRL) y la de Quella (QLA). Se encuentran predominantemente en la zona centro-oeste de la comuna, coincidiendo en gran medida con las capacidades de suelo de tipo III y IV, las predominantes a nivel comunal. La distribución espacial de estas series se aprecia en mayor detalle en el siguiente mapa:

Cartografía 6

Distribución de series de suelo en Parral.



Fuente: Pantoja, M. y Urra, M. (2010): *Las características de los suelos y su incidencia en la producción arrocera en la comuna de Parral; (1980-2008).*

Cabe destacar como un gran porcentaje del suelo de la comuna, 47,02%, no cuenta con información disponible acerca de sus características. Este suelo está ubicado en la zona centro-este de la comuna, en la transición del valle central hacia la cordillera.

1.7.3 Sistema Socio-Demográfico

La caracterización del socio-demográfica de la zona está construida sobre la información obtenida de la comuna fueron compiladas del Plan de Desarrollo Comunal, y de la tesis de Pantoja, M. y Urra, M. (2010) que se desarrolló en la zona de estudio. Además, fue consultada información de diversas instituciones atingentes como Dirección General de Aguas (DGA), Dirección Meteorológica de Chile y el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

1.7.3.1 Demografía

Según el Censo del año 2017, la comuna de Parral posee 41.637 habitantes. Esto comprende el 14,5 % de la población de su unidad provincial, Linares y que a su vez constituyen el 3.8% de la población total de toda la región del Maule.

Tabla 2

Población censo 2017 comuna-provincia- región.

Región, provincia y comuna	Población (Censo 2017)	Superficie (km²)	Densidad (hab/km²)
Región del Maule	1.044.950	30.296	34.5
Provincia de Linares	286.361	10.050	28.5
Comuna de Parral	41.637	548,8	25,4

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2017, INE.

En la comparación de los dos últimos períodos censales, 2002 y 2017, presenta un crecimiento del 10,09%. En cifras, este aumento presentado se traduce en un aumento de población de 5.570 habitantes a la fecha de 2017, a comparación del periodo 2002.

Tabla 3

Variación de población general en Censos 2002-2017 comuna de Parral.

Región, provincia y comuna	Censo 2002	Censo 2017	Proyección 2023
Comuna de Parral	37.822	41.637	45.347

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, 2017 y Proyecciones de Población 2023, INE.

Según la proyección demográfica 2023 que hace el INE, Parral seguiría en una expansión demográfica, proceso sostenido en las últimas décadas. No obstante, cuando se considera la distribución urbano-rural, se ve como este último ambiente crece en mucho menor grado que el primero:

Tabla 4

Proyección 2023 de población y censo 2017, comuna de Parral.

Unidad Territorial	Censo 2017		Proyección 2023	
	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Comuna de Parral	30.794	10.843	34.063	11.284

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2017, Proyecciones de Población 2023, INE.

La población asentada en el espacio rural ha experimentado un progresivo descenso en los últimos 50 años a raíz de las migraciones campo-ciudad que acaecieron en el contexto histórico chileno. Ilustre Municipalidad de Parral (2006). se refiere a la ruralidad parralina de las últimas décadas de la siguiente manera:

“La población rural ha ido disminuyendo paulatinamente y en el año 2002 representa menos de un tercio de la población comunal, situándose bajo el promedio regional y provincial. En el caso de Parral que poseía una población rural de 37% en el año 1982, disminuye a 30% en el año 2002.” (p. 55).

El porcentaje de ruralidad disminuiría en una unidad porcentual, pasando de un 26% en 2017 a un 24,9% en la proyección 2023. Entre otros factores, la migración campo-ciudad y el poco atractivo que representa el campo para las nuevas generaciones dan cuenta de un proceso de empequeñecimiento relativo de la población rural. Sobre el proceso migratorio de la comuna, Ilustre Municipalidad de Parral (2017) refiere que:

“El progresivo cambio demográfico que experimenta el país, donde las áreas urbanas van tomando cada vez más protagonismo (87,77% de la población hoy es urbana), tendencia que también se da en la Región del Maule, donde el 73% de la población habita en dichas áreas, en la comuna de Parral este proceso se da con la misma intensidad que el promedio regional.” (p. 23).

Cabe destacar como último aspecto demográfico relevante la distribución etaria de los productores. En la región del Maule, según el Censo Agropecuario 2021, presenta una distribución etaria de sus productores a partir de los 50 años en delante de un 78,03%.

Tabla 5

Número de personas productoras tramos de edad a nivel regional, para el año agrícola de referencia 2020/2021

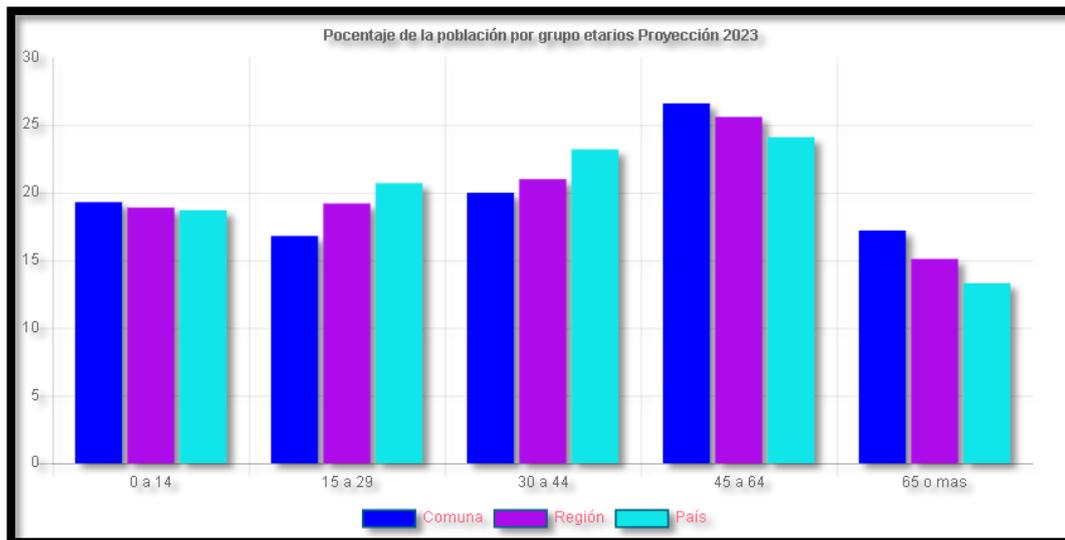
Región	Productores	18 - 24	25 - 49	50 - 64	65 y más	No declara
Región del Maule	15,514	77	3,331	6,356	5,750	0

FUENTE: VIII Censo Agropecuario y Forestal, año agrícola 2020 - 2021, INE-Chile

Para la proyección 2023, Parral se visualiza como una comuna que tiene predominancia del intervalo de 45 a 64 años, superando el 25% de la población comunal. En segundo lugar, se encuentra la población comprendida entre los 30 y 44 años llegando al 20%. En el siguiente gráfico se desglosa la proyección 2023 que realiza INE:

Gráfico 3

Comparación por rango etario de población comunal, regional y nacional.



Fuente: Proyecciones de Población 2023, INE.

Si bien es cierto que el intervalo de 0 a 14 años es el tercero con mayor porcentaje, los correspondientes entre 15 a 29 años y 30 a 44 son, comparativamente, menores que las estadísticas a nivel país; los intervalos 45 a 64 años y 65 o más muestran una considerable superioridad en relación a la realidad del resto del país. Por tanto, se desprende un proceso de transición a una población envejecida en la comuna de Parral.

1.7.3.2 Historia

Durante la época colonial, la actual comuna era la parte más meridional de la denominada "Isla del Maule", llamada así por estar rodeada de las aguas de los ríos Perquillauquén, Loncomilla y Maule y, asimismo, por las nieves de las cumbres andinas.

Desde sus inicios, la historia de la comuna de Parral se encuentra vinculada a la agricultura. En el año 1754, cuando el entonces a cargo Gobernador de Santiago, Ortiz de Rozas, ordena la fundación en la zona de la ribera norte del río "Perquillauquén" el "Caserío de Huenutil". Esta villa tuvo desde sus inicios una fuerte atracción en numerosas familias debido a sus tierras fructíferas y una gran presencia de bosques naturales.

Sin embargo, la villa se vio destruida debido a fuertes lluvias que inundaron la zona, generando un gran daño. Esta situación de desastre motivó el éxodo de muchas familias, las que emigraron hacia el norte de la ubicación original, lugar en que encontraron terrenos mucho más cómodos para subsistir con seguridad. De esta manera, la población movilizada de la época se asentó en la bifurcación del camino Real Norte – Sur con la ruta a Cauquenes. Esta ubicación le daba al asentamiento un carácter de punto obligado de paso para los viajeros que se desplazaban a través del valle central.

Ya en el año 1795, con fecha 27 de febrero, el Virrey del Perú y Gobernador de Chile da la orden de la creación de la "Villa Reina Luisa del Parral", siendo este el inicio oficial del asentamiento. Durante el siglo XIX, la Villa Reina Luisa del Parral experimenta diversas transformaciones. Primero, en 1826, con la ya consumada independencia del país, la villa queda adscrita a la jurisdicción administrativa de Cauquenes, casi diez años después, un violento terremoto destruye la villa un 20 de febrero de 1835, teniendo a su vez, una reconstrucción eficaz que pudo sobreponerse al desastre natural, de tal manera que ya en 1845, la villa había ampliado sus límites urbanos hasta completar 25 manzanas, llegando a obtener el título definitivo de ciudad en el año 1868.

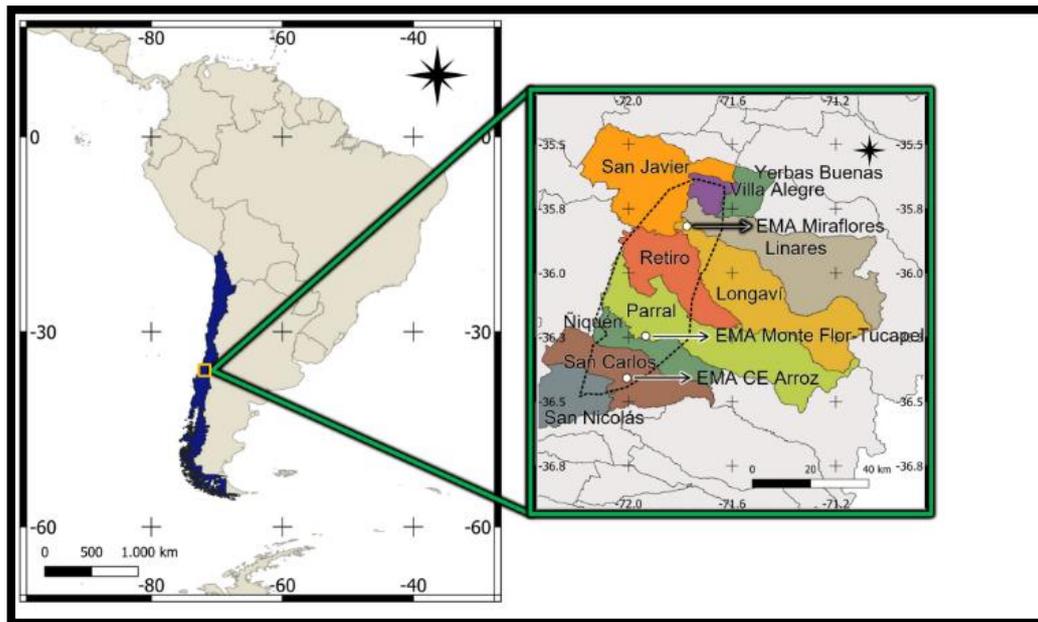
En la primera mitad del siglo XX, la ciudad comienza a destacar por su potencial agrícola, sobreponiéndose al terremoto de 1939 y modernizándose de manera paulatina. Destacan sobre todo los arrozales, los cuales eran alimentados por los embalses "Bullileo" y "Digua", que abastecían a la ciudad. El cultivo del arroz fue tan exitoso que a lo largo del siglo XX llegó a desplazar a un segundo plano a otros cultivos tradicionales, llegando a alcanzar el 60% de la producción nacional del arroz. Este cultivo, introducido en Chile en la década de 1920, comenzó primeramente como siembras a pequeña escala, las cuales tenían por principal objetivo el consumo familiar.

Es así como, la actividad del arroz fue estableciéndose principalmente entre 34° y 36° Latitud Sur, abarcando una parte de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins y ocupando con mayor presencia la VII Región del Maule y

la XVI Región de Ñuble. Estas dos últimas regiones son las principales en cuanto a su extensión, ya que presentan un suelo y clima mucho más idóneo para el desarrollo de la actividad. El siguiente mapa muestra un polígono con perímetro color negro discontinuo, donde se encierra las comunas en donde se cultiva el arroz en Chile.

Cartografía 7

Delimitación del sector arrocero de Chile.



Fuente: *100 años del cultivo del arroz en Chile 1920-2020. Tomo I, p. 163.*

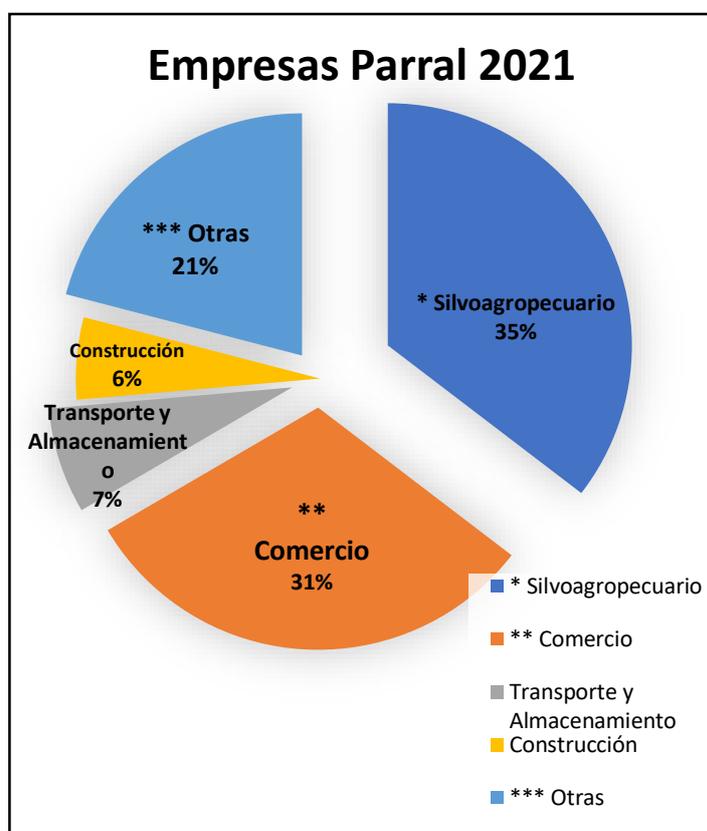
La comuna, entonces, toma un giro definitorio con la introducción del arroz, transformando los campos parralinos del siglo XX en miles de hectáreas sembradas de arroz, siendo esto uno de sus principales motores económicos de la región e impulsando la creación de empresas arroceras como la "INAPAR". Este cereal ha cambiado las expectativas de los agricultores de esta zona. Es así que Gatica (2008) dice que *"la mitad del arroz que se produce en Chile es cultivado en Parral"* (p. 8).

Ya hacia los albores del siglo XXI, producto del cambio climático y la internalización hacia el mercado global de la economía chilena, es que la actividad agrícola parralina comienza a orientarse hacia la diversificación y el desplazamiento paulatino del cultivo de arroz por nuevas opciones que puedan representar mayor seguridad antes las nuevas características climáticas de la zona como lo pueden ser hortalizas y frutícolas.

1.7.3.3 Economía

El centro-sur del país es una zona con grandes ventajas agroproductivas para el desarrollo de actividades silvoagropecuarias. Enmarcado en este contexto, Parral se caracteriza tener una histórica vinculación al mundo rural, llegando a ser el principal productor arrocero nacional. Actualmente, en su economía interna se dan en explotaciones agropecuarias de diversas magnitudes: desde la agricultura familiar campesina, pequeños y medianos agricultores, hasta grandes productores y empresas que generan flujos comerciales locales, intercomunales y mercados internacionales, respectivamente.

Gráfico 4



Distribución de rubros económicos por cantidad de empresas, Parral 2021.

Categorización completa

*Empresas de Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca.

** Empresas de Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas

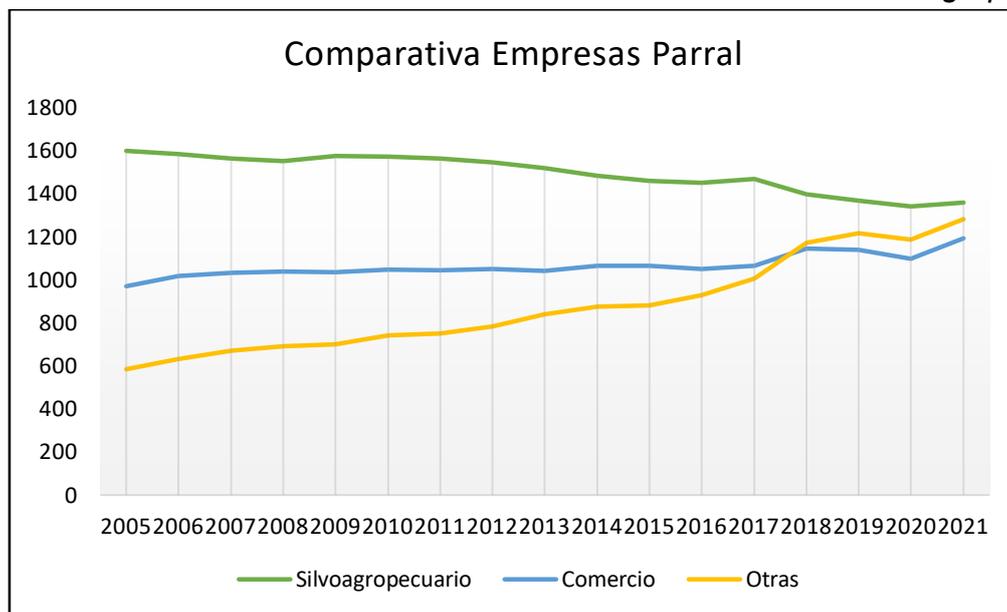
*** Diversas categorías se congregan aquí: minería; industria manufacturera; suministro de electricidad, vapor y aire acondicionado; suministro de agua, evacuación de aguas residuales y gestión de desechos; actividades de alojamiento y servicios de comida; actividades financieras y de seguros; inmobiliarias; profesionales, científicas y técnicas; enseñanza y otras.

Fuente: Elaboración propia a partir de BCN y Estadísticas SII, 2021

Explorando el sector agrícola, según el VIII Censo Agropecuario y Forestal, INE (2021), actualmente existen 20.025 hectáreas catastradas de superficie agrícola. De esta, la ocupación por excelencia en la comuna son los cereales, representando un 67% de la superficie total encuestada. En segundo lugar, ya en un 17% si, las plantaciones de frutales. Cabe mencionar también que en la comuna se realiza actividad pecuaria y apícola también está presente, con la producción de miel y otros productos derivados de la actividad. Además, las particularidades del territorio, especialmente relacionadas con el escenario natural, patrimonial y cultural, han permitido el desarrollo del turismo

Gráfico 5

Comparación histórica entre los principales 2 rubros económicos de Parral y los demás agrupados.



Fuente: Elaboración propia a partir de BCN y Estadísticas SII, 2021

Profundizando el desarrollo histórico de los dos principales rubros parralinos, silvoagropecuario y comercio, se ve una tendencia de decrecimiento del primero y de crecimiento del segundo. Según las Estadísticas de del Servicio de Impuestos Internos, la principal actividad económica parralina ha tenido una lenta y continua reducción de la cantidad de empresas que se registran en esta categoría. No obstante, el comercio, entendido como comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas, ha tenido un notorio aumento en su relevancia dentro de las dinámicas económicas comunales.

Es importante destacar que la economía de Parral no deja de estar influenciada por factores externos, como las políticas económicas nacionales e internacionales, los precios de los productos agrícolas y los cambios en la demanda y el consumo. A partir de este esbozo, pueden intuirse tendencias de comportamiento en las últimas dos décadas para su posterior análisis.

Si bien es cierto que el cambio climático pone bajo tensión a la agricultura, también cabe destacar también en este punto lo que dice ODEPA (2019) que “El apoyo a los agricultores es uno de los más bajos entre los países de la OCDE, alcanzando un 2,5% del ingreso bruto de los productores (Producer Subsidy Estimate, PSE) como promedio entre 2016 y 2018”. Los aportes a servicios generales (General Support Estimate, GSE), en tanto, representan aproximadamente el 50% del apoyo total al sector. Los precios domésticos de los productos agropecuarios están alineados con los precios internacionales. Este punto será profundizado en el análisis de resultados.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2. Marco Teórico

Todo lo que el ser humano realiza tiene se da en el espacio, por tanto, corresponde al lugar donde se desenvuelve los individuos y la sociedad en su conjunto. El espacio geográfico es un concepto muy amplio en términos de definición, pero para efectos de esta investigación, espacio geográfico comprende la superficie terrestre estudiada, apoyado este entendimiento en Dollfus (1976) que señala al respecto:

“Localizable, concreto...el espacio geográfico se forma y evoluciona partiendo de unos conjuntos de relaciones, pero estas relaciones se establecen en un marco concreto: el de la superficie de la tierra. El espacio geográfico es cambiante y diferenciado y su apariencia visible es el paisaje”. El espacio geográfico se presenta, pues, como el soporte de unos sistemas de relaciones, determinándose unas a partir de los elementos del medio físico y las otras procedentes de las sociedades humanas que ordenan el espacio en función de la densidad del doblamiento, de la organización social y económica, del nivel de las técnicas, en una palabra, de todo el tupido tejido histórico que constituye una civilización” (p. 8).

El espacio geográfico tiene como principal característica su dinamismo, a raíz de cambios y modificaciones que se dan en el mismo, ya sea por la acción de agentes naturales o por la intervención del ser humano. El territorio chileno, como espacio geográfico particular, tiene sus propias características y dinamismo interrelacionado, que está enmarcado en un proceso de avance de la globalización y la tecnificación del trabajo. Sobre esto, Arena y Cáceres (2001) señalan que:

“La internacionalización económica que conoce el país ha provocado diversos efectos o cambios, tanto de carácter positivo como negativo, no sólo económicos sino también sociales, demográficos y culturales. Algunas de estas modificaciones se han desencadenado por la remodelación de las estructuras productivas (agrícolas, mineras, industriales, etc.), resultante de la valorización/desvalorización de ciertos recursos y/o territorios, debido a la existencia de ciertas ventajas comparativas y/o competitivas que permiten responder a las señales provenientes de los mercados externos” (p. 201).

Es así como existen en Chile espacios identificados con ciertas actividades productivas, muchas veces con características históricas, emanadas de la especialización y de las ventajas comparativas que proporcionan desde la perspectiva del aprovechamiento económico del territorio, lo que provoca una clara diferenciación de los espacios geográficos en nuestro país. Dentro de estas diferenciaciones, el interés investigativo presente está depositado en el espacio rural, asociado principalmente con el campo que, para estos efectos, será entendido apoyado de Dollfus (1976):

“El espacio rural es primeramente el ámbito de las actividades agrícolas y pastoriles...el espacio rural engloba con el mismo derecho los bosques acondicionados y los terrenos agrícolas, y sirve de residencia a una población de la que solamente una fracción se dedica a la agricultura, fracción que no cesa de disminuir...todo lo que concierne al campo es rural” (p. 72).

La agricultura se convierte, entonces, en la fuente directa y/o primordial de sustento de vida de la población que habita el territorio rural. A lo largo de su historia, ésta ha ido cambiando en función de una serie de variables particulares del medio ecológico y la actividad humana, pudiendo existir espacios naturales apenas modificados, y otros donde la naturaleza se ha domesticado de gran forma, modificando por completo el paisaje rural. Desde la creación de la agricultura como sistema productivo, ésta ha tenido una gran importancia dentro de la vida del hombre, es el principal causante de su sedentarismo, precursora de las primeras civilizaciones.

Hacia el presente, las variables climáticas han cobrado particular relevancia para la comprensión de las condiciones sobre las que se desarrolla la agricultura, así como también para las líneas de acción de políticas y agricultores. Debido a que el cambio climático es un proceso temporal, acompaña la manifestación de los territorios rurales y el potencial aprovechamiento que éste ofrece. La depresión intermedia en Chile, se caracteriza por presentar diferentes características geomorfológicas, climáticas y bióticas que permiten el cultivo de una gran variedad de productos agrícolas. Es así como el espacio rural se organiza y ordena dependiendo de las aptitudes que el suelo y clima presenta para la mejor adopción de ciertos cultivos, relacionado esto directamente con los rendimientos y las ganancias económicas que estos cultivos proporcionan a la población. El cambio climático, entonces, cobra una necesidad fundamental de estudio para la comprensión actual y pertinente de la estrecha relación que se da entre el agricultor, los posibles aprovechamientos de los suelos y las regularidades climatológicas de las que precisa para subsistir y llevarlos a cabo.

2.1 Suelos

Los suelos representan un recurso de la naturaleza clave para los seres humanos. En pocas palabras, es una capa de material que cubre la superficie terrestre, compuesta por minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos. De la interacción entre estos elementos es que se constituye en uno de los pilares que sostienen los ecosistemas, la producción de alimentos y, por tanto, la supervivencia y el bienestar humano.

El suelo, entonces, contiene una combinación de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, como nitrógeno, fósforo y potasio. La disponibilidad y la capacidad de retención de nutrientes varían según las características que posea un determinado suelo. Sobre éstos, por ende, se sostiene la agricultura. Por tanto, para comprender qué son y como se usan los suelos se vuelve crucial para el ser humano y el desarrollo de su estilo de vida. Joffe (1936) en IGM, expone la definición de suelo de la siguiente forma:

“Es un cuerpo natural, diferenciado en horizontes de constituyentes orgánicos y minerales generalmente no consolidados, de profundidad variables, que difiere del material parental inferior en morfología, propiedades físicas y constitución, propiedades químicas y composición y características biológicas” (P.12).

La productividad de los suelos y, de la mano, viabilidad económica de los agricultores depende de una multiplicidad de factores, siendo uno de los más importantes de estos el clima. Por esto, la cuestión del cambio climático es una problemática que aparece como uno de los principales desafíos que enfrentará la humanidad.

La Convención Marco sobre el Cambio Climático refiere a cómo pueden verse relacionadas la actividad humana con la alteración de los suelos agrícolas y no agrícolas, la composición global de la atmósfera y los diversos ciclos que sostienen los equilibrios ecológicos globales. A partir de esta esta consideración, se destaca el dinámico y complejo grado de impacto que el factor humano ejerce en el sistema terrestre global. CMNUCC (1994) desglosa las implicancias multidimensionales a partir de la consideración de sus efectos adversos en relación a la sustentabilidad interna del sistema físico natural:

Por "efectos adversos del cambio climático" se entiende los cambios en el medio ambiente físico o en la biota resultantes del cambio climático que tienen efectos nocivos significativos en la composición, la capacidad de recuperación o la productividad de los ecosistemas naturales o sujetos a ordenación, o en el funcionamiento de los sistemas socioeconómicos, o en la salud y el bienestar humanos. (p. 3)

Al desarrollarse nuevas realidades meteorológicas, éstas impactan en la capacidad de autopreservación de los suelos, la sustentabilidad para la vida que alberga y su potencial finalidad económica como recurso natural se ve sometida a un proceso de deterioro. Sumado a lo anterior, muchas tierras aptas para cultivo se pierden, pues son destinadas en la actualidad a usos no agrícolas. Según FAO (1984), “La competencia por el aprovechamiento de los recursos de tierras, hídricos y forestales asume a veces grandes proporciones conforme crecen las ciudades” (p. 134). Las causas principales son la expansión urbana, la construcción de carreteras, la minería y la industria.

Existen otras formas de degradación de los suelos como la acumulación salina. Ésta se produce cuando existe una acumulación importante de sal en el suelo. Según FAO (2021) la acumulación de sales se da como “consecuencia de procesos antropógenos relacionados con el agua del suelo. Se estima que, debido a la salinidad de los suelos, hasta 1,5 millones de hectáreas de tierras de cultivo dejan de destinarse a la producción cada año” (p. 7). Lo anterior se corresponde con un daño químico del suelo, no obstante, también pueden ocurrir otros tipos de daños como físicos y biológicos. Al respecto, Encina e Ibarra (2003) señalan al respecto que:

El daño físico se produce principalmente debido a la compactación que sufre el suelo, ya sea por el uso continuo de maquinaria pesada o el pisoteo de ganado. La degradación biológica ocurre cuando se pierde la materia orgánica o el humus que contiene. La erosión eólica es la degradación en sus aspectos físico, químico y biológico, cuyo principal agente causal es el viento...

El resultado final de la erosión es la desertificación. Si la erosión es para la tierra una enfermedad, la desertificación significa su muerte. Hoy, la desertificación amenaza a unos 3.200 millones de hectáreas de tierra, y pone en peligro el sustento de más de 700 millones de personas. (p. 8)

La pérdida de materia orgánica del suelo acelera su deterioro y aumenta la posibilidad de desarrollo de otros procesos que pueden afectar su integridad. La relación entre elementos bióticos y abióticos que reside en ella según Acevedo, E. y Silva, P. (2003) son los que posibilitan la existencia de un suelo :

La materia orgánica se puede clasificar en biótica y abiótica. La materia orgánica biótica está constituida por organismos vivos presentes en el suelo (microfauna y microorganismos como bacterias, hongos y actinomicetes). A pesar de representar menos del 1% de la materia orgánica, es responsable de la bioactividad que da lugar a la disponibilidad de nutrientes. La materia orgánica abiótica corresponde a la mayor proporción y está constituida por una parte más lábil y disponible como fuente energética y de nutrientes (C lábil), y una parte polimérica, compleja y más estable en el tiempo que corresponde al humus (C estable).(p. 21)

La descomposición de la materia orgánica afecta el desarrollo de las raíces una vez este pequeño porcentaje de materia biótica pierde su bioactividad y la disponibilidad de nutrientes merma progresivamente. La pérdida de la materia orgánica, entonces, es una de las causas más importantes de pérdida de la biodiversidad a nivel global (Keith *et al.*, 2013). Conforme los suelos ven reducida su cantidad, se vuelven más vulnerable a los procesos erosivos. El viento, las precipitaciones y las fluctuaciones térmicas del día y la noche pasan a causar erosión del suelo, retroalimentando un espiral de pérdida de la capacidad de albergar materia orgánica, perfilando un suelo que, sin el debido tratamiento, alcanza etapas avanzadas de erosión. Esto conlleva el deterioro en los ciclos propios de los flujos energéticos y de materia, ejemplo de esto es el secuestro del carbono (Haddad *et al.*, 2015), puesto que estas rupturas representan una fragmentación del hábitat, entendida como su división en fragmentos más pequeños y aislados entre sí, con una progresiva menor capacidad de autosustento.

Determinar con exactitud la magnitud y dimensiones reales con que esta realidad impacta al mundo agrícola es complejo. Los mapas temáticos de suelos muestran un solo atributo edáfico a la vez (por ejemplo, carbono orgánico, conductividad eléctrica, pH, etc.) o una combinación de algunos atributos interrelacionados. Los mapas pedométricos, los modelos digitales de elevación o de terreno (MDE) sirven de sustento a la cartografía de suelos. Combinados con datos derivados de la teledetección para caracterizar propiedades de la cubierta vegetal (por ejemplo, NDVI), de la superficie del terreno (rugosidad y costra salina) y de la capa arable (como materia orgánica y humedad), los MDE se utilizan para inferir atributos edáficos y modelar la distribución espacial de los suelos. Con el avance de la tecnología, lo cierto es que se pueden utilizar imágenes satelitales para evaluar cambios en el uso del suelo y en la productividad agrícola, lo cual puede ser una indicación del impacto del cambio climático en los suelos, no obstante, es una problemática en pleno desarrollo, por lo que el acceso a su conocimiento cabal aún resulta oscuro. Al respecto, Zinck (2005) señala lo siguiente:

Se han hecho grandes esfuerzos para identificar indicadores y calcular índices de sustentabilidad (Farshad y Zinck, 1993; Zinck y Farshad, 1995). Los términos de la sustentabilidad agrícola, incluyendo criterios e indicadores para la evaluación, son específicos, entre otras consideraciones, a las escalas espaciales y temporales, a los niveles jerárquicos de la estructura de los sistemas agrícolas, y a los tipos de sistemas de producción a nivel de finca. Por lo tanto, se necesita una amplia variedad de enfoques para evaluar correctamente la sustentabilidad a diferentes escalas, niveles y tipos de agricultura. (p. 15)

En las sociedades rurales tradicionales, por ejemplo, se manejan conjuntamente el conocimiento empírico que proviene de la experiencia de los propios campesinos y el conocimiento técnico de los pedólogos para preparar mapas de suelos integrados. Además, la colaboración de antropólogos, pedólogos y geógrafos, entre otros, permite abordar la cartografía de suelos y tierras, y su interpretación con fines prácticos en forma interdisciplinaria, donde los agricultores participan activamente en la elaboración de los mapas de suelos y paisajes edáficos (básicos e interpretativos) de su territorio. Los mapas participativos de suelos gozan de la adhesión de los actores involucrados, lo que garantiza un uso efectivo de la información. Por lo que, para abordar esta problemática, la consideración sobre las escalas de análisis con las que se trabaje es fundamental, pues la variedad y complejidad de impactos que el cambio climático en los suelos involucra y las distintas escalas temporales y espaciales desde las que puede aproximarse a una comprensión de la degradación de los suelos es extensa.

De aquí se sigue que los estudios que se realizan sobre suelos no tienen ni metodologías ni criterios completamente estandarizados, no obstante, alrededor del mundo se han realizado varios estudios de caso para ensayar y calibrar una serie de técnicas de evaluación específicas a cada nivel del macro-sistema agrícola. Al respecto, (Zinck, Berroterán, Farshad, Moameni, Wokabi y Van Ranst. 2004) entregan varios ejemplos de diversas perspectivas de abordaje de estos estudios de suelos agrícolas:

- 1) Sistema del manejo del suelo, (Moameni y Zinck, 1997; Moameni, 1999), estudio de caso en Irán, del suelo y sus efectos en la sustentabilidad agrícola a nivel de las unidades individuales de suelo, utilizando diagramas estadísticos de control de calidad para evaluar el estado de la fertilidad del suelo y sus efectos en la sustentabilidad agrícola.
- 2) Sistema de cultivo, es el realizado en Kenia (Wokabi, 1994), que se concentra en el sistema de cultivo a nivel de parcela, utilizando el análisis de la brecha de rendimientos para evaluar la sustentabilidad de la productividad de los cultivos.
- 3) Sistema de producción, (Farshad, 1997; Farshad y Zinck, 2000), donde en Irán estudian el sistema agrícola a nivel de la unidad de producción, esto es, a nivel de finca, y utiliza el análisis del balance energético para comparar la sustentabilidad de sistemas agrícolas modernos y tradicionales.
- 4) Otro ejemplo puede ser el realizado en Venezuela, (Berroterán y Zinck, 2000), un estudio abordando el sector agrícola como un todo, valiéndose de un índice agregado para monitorear la sustentabilidad de la actividad agrícola a nivel regional/nacional. Los indicadores componentes del índice fueron seleccionados de acuerdo con la disponibilidad de datos, la sensibilidad de estos datos a cambios temporales, y su capacidad para describir cuantitativamente el

comportamiento del sector agrícola de una región o de un país. No obstante, el índice que se utilizó necesita ser afinado con la integración de indicadores adicionales y la definición de pesos diferenciales a los indicadores para reflejar adecuadamente su relevancia y su dinámica.

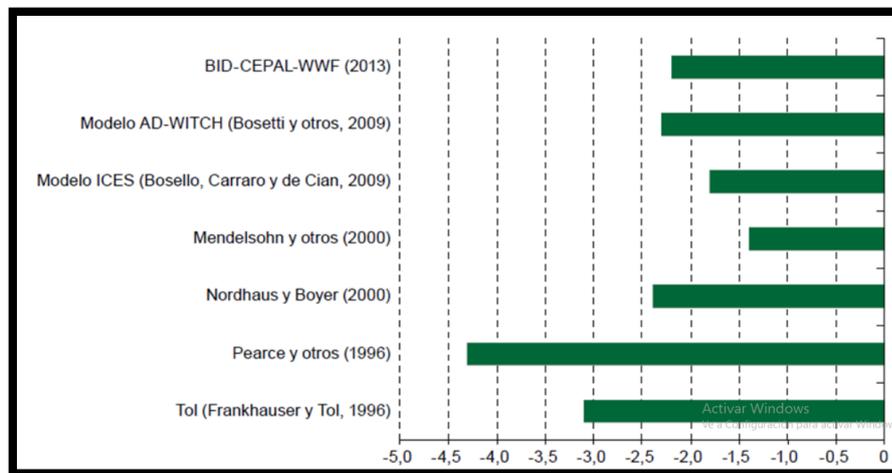
Entonces, queda manifiesto con los precedentes 4 ejemplos la multiplicidad de abordajes posibles para las diversas realidades que se buscan comprender al estudiar el uso de suelos agrícolas y su degradación enmarcada en un proceso de cambio climático. Por tanto, resulta importante desarrollar bases de información actualizada y el respectivo acompañamiento para sus actores, los agricultores, que ayuden a dar manejo y mitigación a los problemas relacionados con la degradación de suelos, el uso sustentable de las tierras, la planificación del uso de las tierras, y la evaluación de riesgos ambientales actuales y futuros.

La economía de América Latina y el Caribe es particularmente vulnerable a los efectos del cambio climático. Su variopinta geografía la vuelven una región difícil de entender unitariamente, por tanto, identificar los efectos del cambio climático en cada zona es una dificultad de entrada. Su condición de subdesarrollo generalizado, hace que la preparación ante el cambio climático esté aún lejos de generar una respuesta cabal para sus agricultores, por lo que resulta necesario buscar reformar su actual paradigma de desarrollo hacia uno más sostenible, en el que se puedan desarrollar sinergias entre la igualdad social, la sostenibilidad ambiental y el dinamismo económico.

La dependencia de actividades económicas basadas en el sector primario y la desigualdad interna de la región, hace que los efectos ocasionados por las dinámicas climáticas ya sean significativos y, con certeza, más intensos en el futuro (IPCC 2013 y 2014b). Se ha estimado, con un alto nivel de incertidumbre, que algunos de los principales costos económicos del cambio climático relacionados con un aumento de 2,5°C hacia la mitad del siglo XXI, se sitúan entre el 1,5% y el 5% del Producto Interno Bruto de la región. Estas estimaciones podrían ser conservadoras en el caso de que se consideren efectos colaterales adicionales, Stern (2013), e incluso la posibilidad de escenarios climáticos más extremos. Asimismo, en el futuro, estos impactos económicos podrían ser superiores según estimaciones de la CEPAL, las cuales compila en el siguiente gráfico:

Gráfico 6

América Latina y el Caribe: impactos del cambio climático ante un aumento en la temperatura de 2,5 °C, segunda mitad del siglo XXI (En porcentajes del PIB regional).

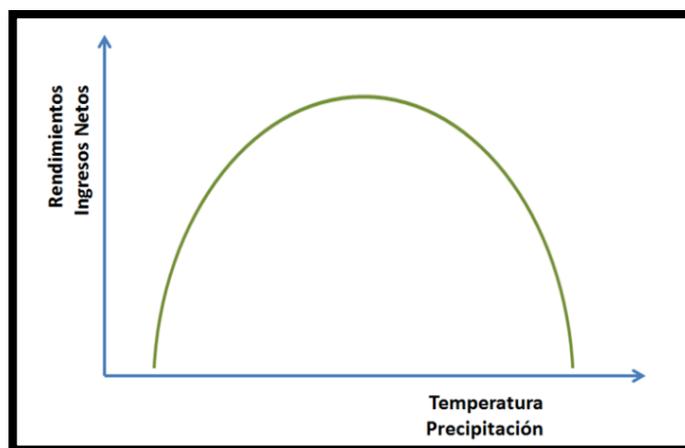


Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de F.C. Bosello, C. Carraro y E. de Cian, “Market- and policy-driven adaptation”, *Smart Solutions to Climate Change: Comparing Costs and Benefits*, Bjørn Lomborg (ed.), Cambridge University Press, 2010, págs. 222-277. Los impactos del cambio climático ante un aumento en la temperatura de 2,5 °C en América Latina y el Caribe provienen de F. Bosello, C. Carraro y E. de Cian, “Market- and policy driven adaptation”, *Smart Solutions to Climate Change: Comparing Costs and Benefits*, Bjørn Lomborg (ed.), Cambridge University Press, 2010, págs. 222-277. El dato del impacto en W. Vergara y otros, *The Climate and Development Challenge for Latin America and the Caribbean: Options for Climate-resilient, Low-carbon Development*, Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo, 2013, se refiere al impacto a 2050.

La evidencia de los diversos impactos ocasionados por el cambio climático sobre la agricultura sugiere la presencia de una relación no lineal en forma de U invertida entre los rendimientos e ingresos netos agrícolas con respecto a la temperatura y la precipitación (ver gráfico 6). Los puntos de inflexión varían dependiendo del tipo de producto y existe una elevada incertidumbre sobre las magnitudes de los cambios esperados. Las consecuencias sobre las pérdidas de rendimientos y de ingresos netos traen consigo efectos colaterales importantes.

Gráfico 7

Relación entre rendimientos agrícolas y parámetros meteorológicos.



Tomado de *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe* (p. 5)

Entre estos, se pueden indicar las modificaciones en los patrones nacionales y regionales de producción agropecuaria, impactando con mayor fuerza en los cultivos de subsistencia (Margulis y Dubeux, 2010), la disminución en la calidad de los alimentos, las alzas en los precios de los alimentos con los consiguientes efectos en la nutrición, el incremento en el uso de recursos financieros públicos como consecuencia de los subsidios a los alimentos y el mayor consumo de agua como mecanismo de adaptación, lo que daría lugar a una sobreexplotación del recurso hídrico.

Para el caso de Chile, se espera el cambio climático reduzca de la productividad de la actividad agrícola en general. En sectores de regiones ubicadas al centro-norte del país se proyecta una reducción considerable de la disponibilidad del agua para riego, por lo que la combinación de características climáticas que solía ofrecer, por ejemplo, para la plantación de frutos *berries* se desplazará hacia las regiones más meridionales como el Maule, BioBío, Araucanía, Los Ríos y los Lagos, proyectando un desplazamiento hacia el sur del país (CEPAL, 2012). En este sentido, puede llegar a presentarse una dualidad: o invertir en prepararse y adaptarse a las nuevas realidades climáticas; o frente a nuevas relaciones coste/beneficio que aparecerán, modificar parcial o completamente el cultivo realizado, de cara a las proyecciones climatológicas. Un ejemplo de lo anterior lo es el arroz, puesto que precisa una abundante disponibilidad de agua, la cual ha experimentado un notable descenso en su disponibilidad desde hace algunas décadas según estadísticas de Dirección General de Aguas (2022); hacia opciones representen un menor riesgo de pérdida ante las nuevas condiciones climáticas.

Las hortalizas son, comparativamente, una inversión con un mayor grado de seguridad, puesto que son resistentes a mayores variaciones térmicas y precisan menores requerimientos hídricos para desarrollarse. Otro punto que cabe destacar es los resultados que ha tenido el rubro frutícola en la agricultura nacional. Si bien es cierto que, hasta hace unos años, variedades chilenas de arándanos y frambuesas presentaban una alta demanda en el mercado internacional, la presencia de otros países con mayores cuotas de oferta, hace que la rentabilidad promedio experimentada se haya visto desplomada y con ello, las proyecciones que agricultores habían hecho con estos cultivos. Al respecto, Morales y González (2020) refieren que:

“En frambuesas frescas, hasta el año 2007 las exportaciones eran significativas, pero a partir de 2008 cayeron drásticamente hasta, prácticamente, no tener trascendencia en términos de volumen. La razón, básicamente es la pérdida de competitividad del producto fresco por mejor posicionamiento logístico, aspectos varietales y cercanía a mercados de otros países ofertantes ubicados en el hemisferio norte”. (p. 29).

FAO (2021) señala que *“la producción de trigo crecería en la Argentina, Australia, el Canadá, Chile y Eurasia septentrional, y disminuiría en la mayor parte de África central y en zonas del Brasil, Asia central y la India”* (p. 37). Al existir una transición climática, las latitudes más altas se verán, de cierta manera, habilitadas para cultivos que antes se realizaba en una menor latitud. “El cambio climático puede brindar oportunidades para aumentar el cultivo múltiple de secano, en especial en los trópicos y en partes de los subtropicos” (p. 41).

La evidencia muestra la importancia y ventajas que supone el planificar e instrumentar procesos de adaptación al cambio climático. Una estrategia de adaptación no requiere de un programa global para lidiar con el cambio climático y puede instrumentarse individualmente y contribuir a atenuar los efectos más negativos e irreversibles derivados de este fenómeno (Bosello *et al.*, 2009), en función de lograr abordar las características y desafíos particulares que suponga el abordaje a cada territorio. En este sentido, una estrategia de adaptación forma parte de las características de una estrategia de administración de riesgos. Éstas contienen medidas preventivas y correctivas para prevenir y evitar daños extremos e irreversibles, para proteger a la población más vulnerable y los activos naturales disponibles. Asimismo, se tienen acciones que permiten generar beneficios adicionales, como mejoras en salud, protección social y eficiencia energética, menor contaminación atmosférica, reducción de la deforestación y adopción de procesos de adaptación eficientes. Todo ello implica transitar hacia un desarrollo sostenible (Banco Mundial, 2008).

2.1.1 Capacidad de uso de suelo

El suelo cambia continuamente desde el punto de vista físico, químico y biológico, con modificaciones que pueden ser de magnitud variable que, si exceden los límites de resiliencia del mismo, se pueden provocar alteraciones en el sistema al que pertenecen que afectarán su equilibrio y producirán un incremento en la fragilidad del suelo. Por tanto, es un cuerpo natural dinámico que evoluciona y que se encuentra en equilibrio o no con el sistema ecológico al cual pertenece.

Los criterios para la clasificación de capacidad de uso de los suelos (CCUS), han sido planteados en tres grupos de acuerdo con la clasificación propuesta por el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) y el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), ambas organizaciones pertenecientes al Ministerio de Agricultura. Según la incidencia relativa sobre la clasificación de suelos: criterios de aproximación, definición y criterios especiales. Para este caso de estudio se trabajará con el criterio de aproximación ya que se adecua mejor a la investigación en curso.

Los criterios de aproximación son aquellos que permiten clasificar los suelos, según puedan o no ser laboreados, agrupándolos en suelos arables y no arables. Los parámetros considerados por este criterio son: profundidad, pendiente, pedregosidad superficial y clase de drenaje. La base de esta información se obtiene a través de gabinete (fotointerpretación, cartografías, información de series de suelo, entre otros).

La capacidad de uso de suelos representa, entonces, la habilidad de los suelos para ejecutar funciones (intrínsecas o extrínsecas) en la magnitud que le son propias. Esto deriva del conjunto de propiedades físicas, químicas y biológicas que poseen, las cuales les permite funcionar como un sistema abierto viviente. Según Servicio Agrícola Ganadero (SAG) (2011), las clases de capacidad de usos de suelos queda clasificada de la siguiente manera:

Tabla 6

Clasificación de suelos arables y no arables.

Suelos arables:

Capacidad de uso.	Descripción	Atributos Críticos
Clase I	Tienen pocas limitaciones que restrinjan su uso. Los rendimientos que se obtienen, utilizando prácticas convenientes de cultivo y manejo, son altos en relación con los de la zona. Para ser usados agrícolamente, se necesitan prácticas de manejo simples con el fin de mantener la productividad.	No existe atributo crítico por tratarse de suelos con las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> • Suelos planos o casi planos. • Profundos. • Sin pedregosidad superficial y subsuperficial. • Texturas medias. • Bien drenados. • Erosión no aparente.

Clase II	Presentan ligeras limitaciones que Pueden afectar el desarrollo de los cultivos, por lo que podría requerir algunas prácticas de conservación. Las restricciones más frecuentes son: pendientes hasta 5%, profundidad no inferior a 70 cm o drenaje moderado.	<ul style="list-style-type: none"> • Suelos suavemente inclinados o ligeramente ondulados. • Moderadamente profundos. • Texturas medias, que pueden variar a extremos más arcillosos o arenosos que la clase anterior. • Drenaje moderado. • Ligeramente pedregosos en el perfil. • Ligera erosión.
Clase III	Presentan limitaciones al laboreo en el caso de suelos con pendientes cercanas a 8% o en por presentar hasta un 15% de pedregosidad en superficie. También puede presentar limitaciones de arraigamiento para especies con raíces profundas. Los suelos de esta clase requieren prácticas de conservación de suelo.	<ul style="list-style-type: none"> • Moderadamente inclinados o suavemente ondulados. • Ligeramente pedregosos y gravosos • Ligeramente profundos. • Texturas finas a gruesas. • Drenaje imperfecto. • Moderada pedregosidad en el perfil. • Moderada erosión. • Inundación frecuente. • Ligeramente sódicos. • Ligeramente salinos.
Clase IV	Terrenos que pueden presentar riesgo de erosión por pendientes, por lo que requiere prácticas de conservación en el laboreo del suelo. Estos suelos corresponden a la última categoría de suelos arables sin grandes riesgos de erosión con un manejo adecuado. Aún cuando pueden presentar otras limitaciones, poseen pendientes de hasta un 15% o bien una profundidad no superior a 40 cm.	<ul style="list-style-type: none"> • Fuertemente inclinado o moderadamente ondulado. • Abundante pedregosidad superficial. • Delgados. • Texturas finas a muy gruesas. • Drenaje imperfecto • Moderada pedregosidad en el perfil. • Erosión moderada. • Inundaciones frecuentes. • Moderadamente sódico. • Moderadamente salino.

Suelos no arables:

Clases de capacidad de uso.	Descripción	Atributos Críticos
Clase V	Suelos inundados con presencia de especies vegetales de características de hidromórficas. Por lo general corresponden a suelos depresionales, sin cota suficiente para evacuar exceso de agua. Presentan generalmente una estrata impermeable como por ejemplo un horizonte plácico o una estrata arcillosa. Regularmente presenta una estrata superior con un alto contenido de materia orgánica (sobre 20%)	<ul style="list-style-type: none"> • Pobrementemente drenados a muy pobrementemente drenados, con inundación permanente.
Clase VI	Corresponden a suelos no aptos para laboreo cuando el parámetro de restrictivo es la pendiente. Su uso normal es ganadería y forestal, salvo cuando han sido clasificado en esta categoría por condiciones de salinidad (> a 4 dS/m), situación en la cual su uso está dado por la adaptabilidad de ciertas especies a suelos salinos.	<ul style="list-style-type: none"> • Moderadamente escarpados o de lomajes. • Abundante pedregosidad superficial. • Profundos a delgados. • Texturas finas a muy gruesas. • Excesivamente drenado. • Abundante pedregosidad en el perfil • Erosión severa. • Fuertemente sódicos. • Muy salino
Clase VII	Son suelos con limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para los	<ul style="list-style-type: none"> • Escarpados o de cerros. • Muy delgados.

	cultivos. Su uso fundamental es pastoreo y para explotación forestal. Las restricciones de suelos son más severas que en la Clase VI.	<ul style="list-style-type: none"> • muy abundante pedregosidad superficial • Texturas finas a muy gruesas. • Excesivamente drenado. • Muy severa erosión. • Inundaciones muy frecuentes. • Muy fuertemente sódico. • Extremadamente salinos.
Clase VIII	Suelos de uso limitado a vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas. Ya que no tienen ningún valor agrícola, ganadero o forestal.	<ul style="list-style-type: none"> • Dos a o más atributos críticos de la clase VII a la vez.

El atributo crítico es la característica del suelo que determina por sí sola la clase de capacidad de uso analizada. Vale decir, existiendo un atributo crítico, el resto de los atributos pueden presentar características de las Clases de Capacidad de Uso menos limitantes. (págs. 17-19). No obstante, también se destaca que debe considerarse a esta pauta como referencia, y los criterios de clasificación que emplea, deberán ser adaptados a la realidad local.

2.1.2 Erosión

Las condiciones climáticas tienen un impacto decisivo en el uso y la capacidad de los suelos, por tanto, la degradación y erosión cobra gran relevancia de estudio para comprender el estado en el que se encuentra en una determinada región. La degradación del suelo y su posterior erosión si no es atendida pertinentemente, normalmente están asociadas, aunque también inciden causas naturales, sobre todo con la actividad humana. Según CIREN (2010) el país registra crecientes niveles de erosión e inclusive desertificación en áreas impactadas a causa de las actividades humanas.

Algunas de estas consecuencias son cambios en la estructura y composición del suelo, que, al degradarse, reduce su capacidad para retener vida vegetal, alterando la biodiversidad que alberga el suelo, lo que eventualmente se traduce en peligros para la sostenibilidad de la actividad agrícola y, eventualmente, la vida humana.

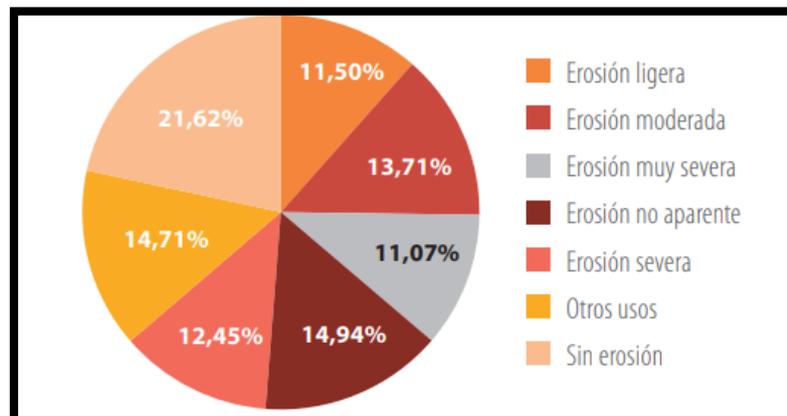
En el caso de Chile, en la zona central *“los suelos derivados de rocas ígneas presentan una susceptibilidad mayor a la erosión. Son suelos que presentan un subsuelo arcilloso de permeabilidad lenta y un sustrato de rocas descompuesta con escasa cohesión (maicillo) características que favorecen el escurrimiento superficial”* (Peralta, J. y Peralta, M., 1990 citado por U. de Chile 2010, p. 247). Junto a esta condición, se suma también el régimen de lluvias, que predomina en Chile con mayor frecuencia e intensidad durante los meses de invierno, cuando los suelos se encuentran desprovistos de vegetación, lo que provoca una intensificación del efecto erosivo.

A nivel nacional y de acuerdo con CIREN (2010), de los 57.8 millones de hectáreas de suelo continental (excluyendo en esta consideración de suelo a suelo ocupado por asentamientos humanos, minería, que no pueden ser ocupados para agricultura, ganadería o forestal, o que por sus mismas condiciones como las playas y los áridos), un 64% presenta algún tipo de erosión, teniendo un impacto notablemente mayor en el norte del país, porcentajes superiores al 90% de los suelos regionales, sin embargo, este proceso también se ha producido de manera alarmante en el centro y sur, siendo a nivel regional una problemática en aumento.

En cuanto al proceso de erosión de la región del Maule esta posee los siguientes porcentajes:

Gráfico 8

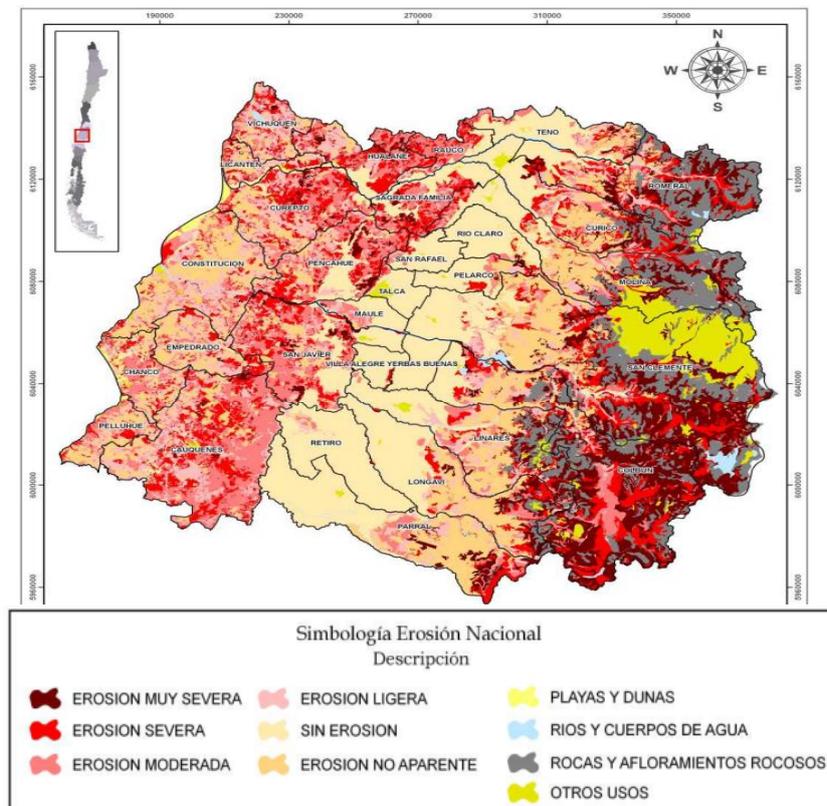
Región del Maule superficie erosionada



Traducido en hectáreas, la erosión moderada contiene 1.143.363 ha, mientras que la erosión severa alcanza 320.986 ha y la muy severa 284.953 ha. Al profundizar en la distribución de estos suelos en la región se aprecia cual es la realidad comunal:

Cartografía 8

Erosión actual Región del Maule



La comuna de Parral presenta tres grupos de clasificación, primando en el valle central y parte de la pre cordillera en las categorías de “sin erosión” y “erosión no aparente”, mientras que parte de la zona precordillerana y muy pocas partes del valle central entran en la categoría de “erosión moderada”, “erosión severa” y erosión muy severa”.

2.1.3 Cero Labranza.

El cultivo de los suelos genera una serie de cambios en la estructura y actividad biológica del suelo. Sin considerar la introducción de sustancias químicas tóxicas, como pesticidas, los cambios en la abundancia y actividad biológica del suelo pueden estar relacionados a cambios en los factores reguladores de ella, como temperatura, agua, cantidad y distribución de materia orgánica.

Desde un punto de vista científico agronómico, la sustentabilidad de los sistemas agrícolas actuales ha sido cuestionada, en especial, la labranza y la quema de residuos vegetales. De la discusión en torno al avance de la degradación de los suelos en el mundo, surge la necesidad de reexaminar prácticas agronómicas como la labranza. La labranza es la operación de

la agricultura que consiste en trazar surcos medianamente profundos en el suelo, mediante distintas técnicas y herramientas.

El aumento en la producción agrícola está asociado a una intensificación del uso del suelo, lo que ha generado varios problemas ambientales como un aumento de la acidez del suelo asociada al uso de fertilizantes amoniacales, salinidad y sodicidad asociada a regadío con aguas salinas o que dejan carbonato de sodio residual, pérdidas de carbono del suelo, erosión asociada a malas prácticas de labranza, aumento del CO₂ ambiental como producto de la quema de rastrojos y de inversión de la capa superficial del suelo (aradura) y consecuente oxidación de la materia orgánica y contaminación de suelos y aguas por uso excesivo de fertilizantes y pesticidas.

En Chile, en forma tradicional se ha realizado quema de los rastrojos del cultivo anterior, labranza con inversión de suelo y rastrajes incluso en suelos con alta pendiente. Esta práctica de labranza, la labranza tradicional, ha provocado pérdidas de suelo por erosión hídrica y eólica. En la siguiente tabla, se ve el avance del suelo no productivo en los suelos agrícolas chilenos, teniendo un incremento de 3.262.564 hectáreas entre el 2007 y el 2021:

Tabla

Comparación suelo sembrado total y no productivo entre VII y VIII CAF.

Uso de suelo (superficie en hectáreas)	VII CAF 2007	VIII CAF 2021	Variación (%) CAF 2007-2021
Total	51.695.732	45.742.565	-11,5
Suelo no productivo	15.942.424	19.204.988	+20,5

Fuente: Elaboración propia a partir de INE (2007) y (2021) CAF VII y VIII.

Aunque, a partir de estos datos haya que explorar en mayor detenimiento para establecer relaciones de causalidad según cada territorio en su particular composición e historia de manejo, lo cierto es que esta práctica, la labranza tradicional que ha tenido predominio histórico en los campos chilenos, daña los suelos, haciendo que pierdan paulatinamente su potencial agrónomo, pues un suelo degradado progresivamente incrementará el coste operativo. Según Acevedo, E. y Silva, P. (2003) :

“Hay evidencia de falta de sustentabilidad en los sistemas agrícolas de cultivos anuales en que se realiza labranza con inversión de suelo. El problema se genera por la exposición del suelo a la erosión hídrica y eólica y por la oxidación de la materia orgánica con la consecuente pérdida de carbono del suelo.” (p. 34)

Según lo señalado, hace que sea un momento oportuno de replantearse cómo se lleva a cabo el apoyo a las prácticas agrícolas, por cuanto en diferentes partes del mundo se ha demostrado la eficacia de prácticas agronómicas que no rompan el suelo y que detienen e incluso revierten los procesos de degradación ambiental siendo, además, económicamente favorables, puesto que al no mover el suelo, éste conserva la humedad y su capacidad de retención de materia orgánica, por tanto, protege al suelo de la erosión.

Una de las respuestas agronómicas a los problemas ambientales originados en la intensificación de la producción agrícola ha sido el desarrollo de la cero labranza. Dos méritos esenciales de la cero labranza señala Acevedo, E. y Silva, P. (2003) *“a) minimiza la erosión y b) reduce substancialmente la emisión de CO₂ a la atmósfera junto con reciclar los nutrientes presentes en los residuos de los cultivos”*(p. 15). La cero labranza promueve la acumulación de materia orgánica, principalmente en los primeros centímetros del perfil del suelo. El manejo de la materia orgánica, incluyendo el uso de los residuos de cosecha y abonos orgánicos, es considerado un factor fundamental debido a sus beneficiosos efectos en la calidad del suelo, la productividad sustentable del suelo, y su capacidad para secuestrar carbono. Esto supone una serie de ventajas para hacer frente al avance de la erosión de suelos agrícolas. Al suprimir las labores tradicionales de preparación de suelo, se logra un gran ahorro en el uso de maquinaria, combustible y tiempo. Es muy favorable en zonas donde el agua es escasa, en especial cuando hay pendiente, ya que al sembrar sobre todo el material que queda del cultivo anterior, se evita el arrastre del suelo por el agua.

Por otra parte, en cuanto a los problemas potenciales que conlleva la cero labranzas es la transición hacia su implementación. La acumulación de residuos, el control de malezas, la compactación del suelo inducidas por labranzas anteriores en que se ha usado labranza tradicional, como pie de arado o bien las compactaciones pedogenéticas; tienen que ser eliminadas antes de iniciar la cero labranza. Por tanto, plantea una serie de exigencias técnicas y de preparación de parte de los agricultores para llevar a cabo su implementación.

En EE.UU. el 75% de la superficie con cero labranza se labra periódicamente y se argumentando en muchos de los casos problemas de compactación del suelo. En general se piensa que se ha sobreestimado este problema. La experiencia de agricultores brasileños muestra que después de 25 o 30 años de cero labranza se siguen teniendo rendimientos iguales o superiores a los de labranza tradicional (Derpsch, 2001).

Para finalizar, destacar lo que Acevedo, E. y Silva, P. (2003) concluyen respecto de la aplicación de la cero labranza:

“Hay suficiente evidencia para señalar que los retornos económicos son mayores en cero labranza que en labranza tradicional.

El éxito de la tecnología de cero labranza en el manejo depende del conocimiento y la información, que son la principal limitación a la adopción de la cero labranza en la mayoría de los países.

El primer paso antes de cambiar el sistema de producción e iniciar la cero labranza debería ser que agricultores, investigadores, técnicos y extensionistas desarrollen la agronomía local y mejoren sus conocimientos sobre todos los aspectos del sistema.”(p. 131)

Por tanto, necesario se vuelve desarrollar la agronomía local y asegurarse de que la tecnología funcione bien bajo las condiciones ambientales y socio-económicas de cada lugar. Se necesita aprender sobre cuáles suelos no son apropiados o tienen limitaciones para aplicar el sistema y cómo poder sobreponerse a esas limitaciones. Saber qué otras limitaciones pueden haber para implementar la cero labranza bajo las condiciones locales (máquinas, herbicidas abonos verdes adecuados, rotaciones adecuadas, conocimiento, etc.) y estar conscientes de eventuales limitaciones socioeconómicas.

No habría que preocuparse por rendimientos menores en el sistema de cero labranza, puesto que ayuda en la mejoría de las condiciones químicas, físicas y biológicas del suelo. Además de aumentar la capacidad de retención de materia orgánica, los menores costos de maquinaria, la reducción en los costos de la mano de obra y horas tractor, deberán garantizar un crecimiento sostenido continuo en la mayoría de los predios agrícolas gracias a la cero labranza. El desafío radica en la ayuda y orientación pertinente que puedan recibir los agricultores.

2.2 Clima

El cambio climático conlleva la paradoja de que es un fenómeno que se da en el orden del largo plazo, pero que ya da cuenta de efectos inmediatos. Además, dicho proceso se intensificará aún más, sobre todo en la segunda mitad de este siglo, pues, los cimientos del actual estilo de desarrollo socioeconómico globales están ya erosionándose a causa de la contingencia climática, lo cual resulta incongruente con un desarrollo sostenible enmarcado en un equilibrio ecológico que posibilite la vida hacia el futuro.

A partir de esta consideración, la comprensión del cambio climático es necesario poseer una definición que sirva de punto de partida para comprender el Clima y lo que el cambio de sus regularidades y ciclos de funcionamiento supone. Para Rodríguez, Benito y Portela (2004):

“El clima es la síntesis del tiempo. Formalmente, el clima se define como el conjunto de estados de tiempo atmosférico que se producen en una determinada región y que otorgan a ésta una particular idiosincrasia, esto quiere decir, una serie de elementos, llamados elementos meteorológicos: la temperatura, la presión, el viento, la humedad y la precipitación”. (p. 61)

Esta idiosincrasia es la configuración de elementos meteorológicos que tienen mayor incidencia en una determinada zona. Al relacionarse éstos con los

factores climáticos, es decir, características que modifican los elementos meteorológicos y de su relación particular respecto de un lugar, es que se amalgaman las distintas realidades climáticas. En este punto, cabe vincular lo que plantea Barrey y Chorley (1985) sobre el funcionamiento del clima: “es el estadio a largo plazo de la atmósfera, que comprende el efecto, agregado de los fenómenos meteorológicos tanto los valores medios como los extremos” (p.13), lo que completa un esbozo del sistema clima, sus componentes y variaciones como un todo complejo e interdependiente.

El clima difiere del tiempo meteorológico, entonces, en que éste último sólo describe las expresiones de elementos del clima en un momento y lugar determinado. Así, el clima de un lugar o una región está constituido por los datos estadísticos de la meteorología de dicho lugar o región analizados a lo largo de un plazo relativamente largo, de 30 años o más, como señala Monkhouse (1978).

Por la naturaleza y complejidad del clima, existen múltiples elementos y escalas posibles con las cuales medir y evaluar sus características y comportamientos, es por esto que pueden ser clasificados en diversas taxonomías. Desde una perspectiva en cuanto a su extensión, Barry, R. y Chorley, R. (1985), refieren como se suele distinguir los macroclimas regionales y globales, por un lado, de los climas locales o topográficos relacionados con la configuración del terreno (valles, laderas de las colinas), por el otro, cada uno con sus relaciones y magnitudes consideradas.

Para el estudio de los parámetros climáticos de una zona, una de las taxonomías de mayor utilidad es la planteada por el botánico y climatólogo Wladimir Köppen. Cada clima está definido en función de valores históricos de temperaturas y precipitaciones, que son consideradas en valores mensuales y anuales. Esto le confiere un carácter eminentemente empírico y la virtud de que los límites de los tipos climáticos propuestos coinciden con los de la vegetación natural, lo cual le atribuye un criterio biogeográfico que ayuda a la mejor comprensión del entorno natural y sus características constitutivas. Si bien es cierto que la clasificación que existe en la actualidad no es la misma que la planteada originalmente por Köppen, las revisiones y actualizaciones a las que ha sido sometida le han otorgado vigencia. Bajo esta clasificación, cada clima está definido de acuerdo con valores asignados de temperatura y precipitación registrados en base a un periodo de tiempo lo suficientemente largo como para que resulte representativo de la realidad que se da en las distintas zonas climatológicas del mundo.

2.2.1 Antropoceno

Dentro de las investigaciones angloparlantes, destaca el creciente empleo del término “*Anthropocene*”, o “Antropoceno” castellanizado. Si bien es cierto que aún no es una categorización oficial dentro de las escalas geológicas del

tiempo, también lo es que estudios con un par de décadas ya de su publicación están manifestando la creciente relevancia que el factor Humano ha representado para las dinámicas del sistema terrestre. Crutzen, P. J. y Stoermer, E. F. (2000) ya planteaba lo siguiente:

The expansion of mankind, both in numbers and per capita exploitation of Earth's resources has been astounding. To give a few examples: During the past 3 centuries human population increased tenfold to 6000 million, accompanied by a growth in cattle population to 1400 million (about one cow per average size family). Urbanisation has even increased tenfold in the past century. In a few generations mankind is exhausting the fossil fuels that were generated over several hundred million years... we learn that 30-50% of the land surface has been transformed by human action; more nitrogen is now fixed synthetically and applied as fertilizers in agriculture than fixed naturally in all terrestrial ecosystems... More than half of all accessible fresh water is used by mankind; human activity has increased the species extinction rate by thousand to ten thousand fold in the tropical rain forests and several climatically important "greenhouse" gases have substantially increased in the atmosphere: CO₂ by more than 30% and CH₄ by even more than 100%. Furthermore, mankind releases many toxic substances in the environment and even some, the chlorofluorocarbon gases, which are not toxic at all, but which nevertheless have led to the Antarctic "ozone hole" and which would have destroyed much of the ozone layer if no international regulatory measures to end their production had been taken. (p. 17).

La expansión de las actividades humanas, sobre todo en lo relativo a demografía y actividades económicas, han alterado la realidad del planeta de maneras cada vez más significativas. El nivel de población actual; el avance de la urbanización; el aumento de emisión de gases de efecto invernadero a raíz de la quema de combustibles fósiles, los derivados de la industria de la agricultura y la ganadería; la contaminación que ha propiciado la cultura del consumismo y la desechabilidad contemporáneas, entre muchos otros, han ocasionado profundas consecuencias en los ciclos naturales que posibilitan la existencia de la vida en la Tierra.

El agujero de la capa de ozono es un ejemplo de esto. Sólo a raíz de las coordinaciones internacionales respecto de las emisiones clorofluorocarbonos pudo ser contenido, marcando un antecedente de reacción coordinada que trascendió las fronteras políticas del mundo. Dentro de esta línea, Lewis y Maslin (2015) plantea que:

The case for a new epoch appears reasonable: what matters when dividing geological-scale time is global-scale changes to Earth's status, driven by causes as varied as meteor strikes, the movement of continents and sustained volcanic eruptions. Human activity is now global and is the dominant cause of most contemporary environmental change. The impacts of human activity will probably be observable in the geological stratigraphic

record for millions of years into the future, which suggests that a new epoch has begun. (p. 171).

Este gran desarrollo de la vida Humana y sus manifiestas consecuencias pueden apreciarse al realizar un estudio comparativo las regularidades climáticas de los últimos cientos de miles de años, es que cobra pertinencia el plantear un concepto como el “Antropoceno”, el cual nos remite a una realidad particular y contingente, el impacto de la antroposfera en las interacciones e interrelaciones que posibilitan la existencia del Geosistema, entendido como un todo holístico. Ciencias como la estratigrafía complementan las evidencias halladas en los núcleos de hielo. La litósfera, desde el estudio de sus distintas rocas y minerales compositivos y la relación entre las distintas formaciones que la componen, ofrecen herramientas de análisis y comprensión del impacto del cambio climático, estudiando sus rastros sobre la composición litológica de las rocas de la corteza terrestre a través de los tiempos.

2.2.2 Cambio Climático

El aumento de la temperatura promedio del mundo ha traído como consecuencia la alteración de las dinámicas climáticas globales, lo que ha desestabilizado las regularidades de los procesos atmosféricos. Esto involucra el aumento de la frecuencia de fenómenos meteorológicos más intensos y anormales, el incremento de los picos positivos y negativos térmicos, pluviométricos, eólicos, entre otros. Conforme se proyecta en el tiempo, acaba en la ruptura de las normalidades climáticas históricas, significando, en mayor o menor medida, que las capacidades adaptativas que estos poseen sean puestas bajo presión y, eventualmente, ser superadas.

Un primer antecedente relevante que explica el alza de temperaturas globales es la concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI) histórica que presenta la atmósfera. Es notorio como, dentro de sus variaciones registradas, a partir de los últimos 2.000 años se deja ver un incremento de éstos sin precedentes según datos proveídos por la NASA.

Gráfico 9

Concentración de Gases de Efecto Invernadero en los últimos 800 mil años.



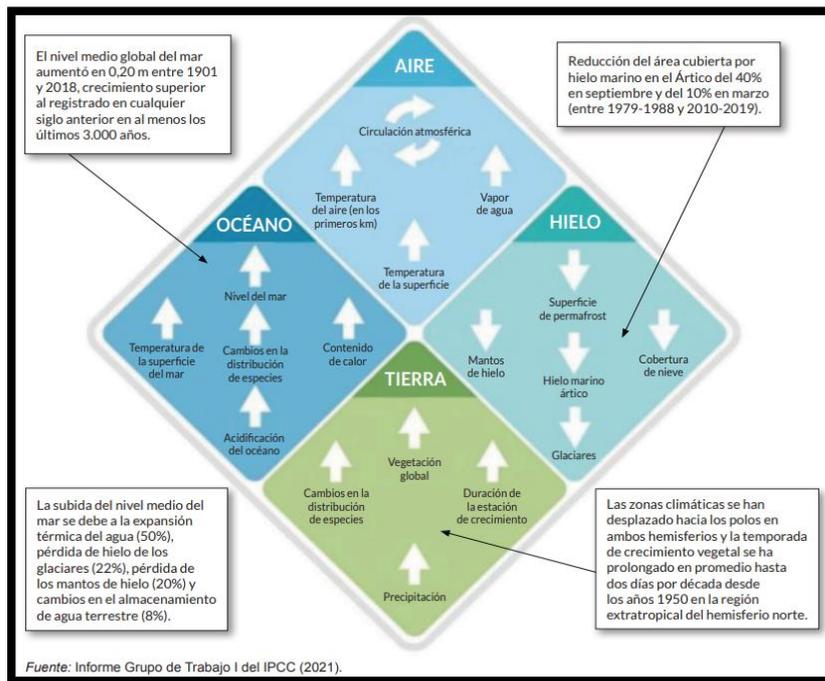
Fuente: Información cambio climático, NASA. Recuperado de <https://climate.nasa.gov/evidencia/>

Ofrecer respuestas, planes de acción y adaptación, precisa la colaboración de los diversos gobiernos del mundo, de cara a proporcionar soluciones con la suficiente significancia como para conseguir las repercusiones esperadas, esto es en el plano global, el plano interconectado de las grandes estructuras sistémico-ecológicas que dan sustento a la vida en el planeta Tierra. Sobre esta línea, Ocampo (2011) señala que:

Las investigaciones efectuadas en Latinoamérica evidencian retrocesos de glaciares, aumentos en la frecuencia de inundaciones y de incendios forestales, pérdida de biodiversidad e incremento de las enfermedades de plantas. Los estudios basados en Modelos de Circulación General (MCG) y de cultivos proyectan reducciones del rendimiento en las plantaciones de arroz, cebada, vid y papa. (p.116)

Puesto que uno de los principales afectados por el cambio climático es sector agrícola, el desarrollar mecanismos y estrategias que permitan hacer frente a los desafíos ocasionados por el cambio climático es vital. En esta línea, Altieri, M. y Nicholls, C. (2009) dicen que *“La mayoría de los modelos del cambio climático predicen que los daños serán compartidos de forma desproporcionada por los pequeños agricultores del tercer mundo, y, particularmente, por los agricultores que dependen de regímenes de lluvia impredecibles.”* (p. 6). Lo anterior evidencia la necesidad de elaborar respuestas que se planteen desde las necesidades de los territorios en sus particularidades. Esto supone, el planteo de procesos de adaptación, entendido como el ajuste de la actividad agrícola, los medios de vida, la infraestructura, las leyes, políticas e instituciones a los cambios climáticos esperados.

Figura



Observaciones registradas respecto del Cambio Climático

Fuente: Cambio Climático: Base Físicas. Guía resumida del sexto informe de evaluación del IPCC, grupo de trabajo I.

En el año 2017, Chile ratificó los compromisos del Acuerdo de París, primer tratado vinculante mundial respecto del tema climático, donde sus miembros se comprometen a realizar contribuciones tendientes orientadas a mitigar los impactos del cambio climático. El Sexto Reporte del Medio Ambiente (CONAMA, 2021) señala lo siguiente al respecto:

Aunque Chile no es un actor relevante en el total de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial, se ha propuesto compromisos ambiciosos de reducción de estos, ya que se evidencia un aumento acelerado de emisiones en los últimos años, atribuido principalmente al consumo de combustibles fósiles. (p. 9)

En Chile, según señala el Ministerio de Medio Ambiente (2014), entre el 2011 y 2030 los valores de la temperatura “*fluctúan entre los 0,5 °C para la zona sur y los 1,5 °C para la zona norte grande y altiplánica*”. (p. 9). De esta manera, eventos climáticos extremos aumentarán de manera notoria su frecuencia, por lo que la CEPAL (2009) señala que “Los eventos meteorológicos extremos, como sequías y temporales, si bien no causan impactos significativos en comparación con terremotos o erupciones volcánicas, resultan relevantes por su recurrencia.” (p. 16). En el caso de la región del Maule, Garcés (2022) publicó un estudio con base en un método de “*downscaling estadístico*”, donde se realizó una simulación computarizada en la zona del Parque Nacional de las Siete Tazas. Usando registros climáticos globales y variaciones históricas, se determinó en las conclusiones que: “*El área de estudio experimentará una disminución de las precipitaciones que fluctuará entre un 13,3% y un 16,2%.*” (p. 19).

En resumen, el calentamiento global se observa a través del estudio de cambios generalizados y rápidos que han tenido lugar en la atmósfera, el océano, la superficie terrestre, la criosfera y la biosfera, sin precedentes en siglos anteriores. El cambio climático antropogénico ha provocado el aumento de episodios extremos meteorológicos tales como olas de calor y frío, precipitaciones anómalamente intensas, sequías y ciclones tropicales, por tanto, es un proceso contingente que requiere una actualización constante de los conocimientos científicos con que se cuenta para su comprensión y abordaje.

2.2.3 Agricultura

El efecto del cambio climático sobre el rendimiento de los cultivos impacta la calidad de vida de quienes viven de la agricultura como método de sustento. Dentro de la multicausalidad de la situación climática, (Rodríguez, 2007) señala que *“en el análisis sobre la escogencia entre diferentes tipos de cultivos como opciones de adaptación, se identificó que las variables relevantes relacionadas con el clima son la temperatura y la precipitación.”* (p.17).

En este sentido, Taiz & Zeiger (2006) *“Algunas plantas están especialmente adaptadas a la vida en entornos y estaciones del año particularmente secos. Estas plantas, llamadas plantas C4 y CAM, emplean variaciones de la ruta fotosintética normal para la fijación del CO2”* (p. 109). En esta línea, Hernández, M. (2022) señala lo siguiente:

“Si bien las consecuencias del cambio climático sobre la productividad de la agricultura, en general, es negativo, en el caso de los cultivos C4, este fenómeno podría ser incluso favorable. Debido a las características fisiológicas, genéticas y evolutivas de tales plantas, el incremento de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera tiene un “efecto de fertilización” e incrementa la productividad agrícola”. (p. 2)

Cultivos como el maíz, que es de tipo C4, podría ver resignificado su valor a raíz de su capacidad de resistencia para climas más secos y de temperaturas elevadas. Además, precisa de menores requerimientos hídricos para completar su ciclo vital. Por esto, la realidad del cambio climático es incierta aún, puesto que el cambio de regularidades climáticas, así como puede perjudicar cultivos con relevancia histórica, eventualmente, también podría hacer emerger nuevos candidatos y abrir instancias de trabajo de determinados cultivos sin precedentes.

Ahora bien, focalizándose hacia el clima de Parral, este es mediterráneo de verano cálido. La temperatura media no sobrepasa 20 °C y las precipitaciones no exceden los 110 mm durante la temporada del cultivo. No obstante, la planta de arroz, el cultivo que se da en mayoría en la comuna, es un cultivo de origen tropical y semitropical, por ello, normalmente requiere temperaturas de entre 20

y 35°C durante gran parte de su desarrollo (Biswas et al., 2019). Con lo anterior en cuenta, Chile es el país más austral del mundo donde se cultiva el arroz, debido a que el clima de esta latitud corresponde a uno de tipo mediterráneo a mediterráneo templado, lo que implica que la planta debe soportar condiciones subóptimas de temperatura durante todo su crecimiento y desarrollo (Yoshida, 1981). Esto lo deja en una posición de particular vulnerabilidad ante los cambios en las regularidades climatológicas, puesto que ya desde su contexto mismo presenta escenarios adversos.

Así es como las condiciones climáticas propias de la zona de producción de arroz en Chile representan, de por sí, un grado de dificultad para la realización de dicha actividad. Esto, sumado a la progresiva intensificación de las anomalías estacionales y la presencia de eventos meteorológicos cada vez más extremos, ponen de manifiesto la creciente vulnerabilidad que los agricultores están experimentando ante el cambio climático, esto debido a que las bajas temperaturas son un factor limitante respecto a la productividad del cultivo y/o viabilidad. Éste es un problema que afecta, principalmente, a regiones montañosas de los trópicos y regiones templadas.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3. Metodología

Balestrini (2000) señala sobre la metodología que *“es el conjunto de procedimientos a seguir con la finalidad de lograr los objetivos de la información de forma válida y con una alta precisión”* (p.44). Es decir, es la estructura ordenada que se elabora para la recolección, ordenamiento y análisis de la información, que permite la interpretación de los resultados en función del problema que se desea investigar.

3.1 Enfoque Metodológico

El objetivo de la investigación fue el de analizar las transformaciones del uso de suelos agrícolas de la comuna de Parral relacionadas al proceso de cambio climático. Por tanto, se optó por trabajar bajo el planteamiento metodológico del enfoque mixto, pues, del contraste entre la información bibliográfica disponible y la experiencia subjetiva de los agricultores, es que puede llegarse a determinar con la suficiente rigurosidad científica si se corresponden las proyecciones emanadas de las diversas fuentes y autores con las realidades vividas por los agricultores a raíz del cambio climático. Esta condición lo volvió el enfoque que mejor se adapta a las características y necesidades de la investigación.

Teniendo esto como base, según Mendoza (2006), puede decirse sobre el enfoque mixto que es *“el trabajo de elementos cuantitativos y cualitativos del espacio geográfico, entendiéndose una investigación cuantitativa como aquella que permite examinar los datos de manera numérica especialmente en el campo de la estadística”* (p. 3). Por otro lado, la experiencia de los agricultores es relevante de acceder ya que contribuyen con la riqueza de la primera mano la información de gabinete. Según Schuster, Puente, Andrada y Maiza (2013), la investigación cualitativa aporta *“descripciones detalladas de situaciones, eventos, personas, interacciones y comportamientos que son observados. Incorpora lo que los participantes dicen, sus experiencias, actitudes, creencias, pensamientos y reflexiones tal como son expresadas por ellos mismos”*. (p. 129).

3.2 Etapa de revisión

Corresponde a la etapa inicial del proyecto, en donde se realizará una extenuante revisión de material bibliográfico relacionado con la problemática y los conceptos abordados en la justificación teórica para comprender de mejor forma el tema planteado. Dentro de esta etapa es importante señalar que la temporalidad en la que se trabajará en esta investigación corresponde a la actualidad, siendo los últimos 20 años, periodo 2002-2022, los que importan de explorar y ahondar en su conocimiento.

3.3 Etapa de Análisis

En esta etapa fueron buscados los conceptos e información recopilada de una minuciosa revisión bibliográfica que entregue parte de la conceptualización que se abordará en este proyecto de investigación. Además, se comenzará con el trabajo realizado en terreno, donde se obtendrá el resto de la información esencial para el proyecto a través del material que se hará orientado en la escala de Likert y mediante la técnica cualitativa de la observación, observación participante y conversaciones con la población, en donde se identificarán las características y dinámicas de la realidad social mediante la interacción entre los habitantes y el/la observador/a, con el propósito de cumplir con los objetivos planteados.

A través de un trabajo de encuestas y conversaciones con los agricultores, se buscó abstraer las vivencias de los agricultores, teniendo como finalidad detectar conflictos y potencialidades a partir de su propia voz. Según Balestrini (2002) *“se entiende como investigación de campo una relativa y circunscrita área de estudio, a través de la cual los datos se recogen de manera directa de la realidad de su ambiente natural”* (p. 9). Las percepciones que el cambio climático ha generado en agricultores sobre su actividad fueron relacionadas con la información recopilada, lo que permitió examinar el grado de correspondencia entre lo que indican los autores y las experiencias de voluntarios en colaborar con el objetivo de la investigación.

3.3.1 Censos y catastros

Los censos y catastros agrícolas son herramientas esenciales para examinar las transformaciones del uso del suelo en el ámbito agrícola. Los censos y catastros agrícolas ayudan a identificar los cambios en el uso del suelo a lo largo del tiempo. Al comparar los datos de diferentes períodos, puedes determinar qué áreas han experimentado transformaciones, como la conversión de tierras agrícolas en áreas urbanas o el cambio de cultivos. Además, proporcionan datos detallados sobre la distribución, la cantidad y las características de las tierras agrícolas, lo cual es fundamental para comprender las tendencias, evaluar el impacto ambiental y tomar decisiones informadas relacionadas con la agricultura y el desarrollo sostenible.

El Censo Nacional Agropecuario y Forestal es la fuente más importante de información estadística en base a la cual los gobiernos, autoridades, organizaciones y el sector privado orientan sus recursos de manera más efectiva para contribuir al desarrollo del sector agrícola, su gente y todos los chilenos. Proporciona datos indispensables para la investigación agropecuaria en profundidad que puede respaldar la planificación y la formulación de las políticas públicas para el sector silvoagropecuario

El Centro de Información de Recursos Naturales, CIREN, con el apoyo de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA, realiza anualmente el levantamiento del Catastro Frutícola para una o varias zonas del país. Esta investigación reúne información sobre la superficie plantada de las diferentes especies, la superficie de frutales por método de riego, la producción de los predios y su destino, e información sobre la capacidad instalada de infraestructura y agroindustria en cada región. Los documentos que entregan información detallada sobre los resultados de esta investigación y otros informes especializados, están disponibles en las oficinas del Centro de Información de Recursos Naturales CIREN.

3.4 Etapa de síntesis

Se perfilaron los primeros parámetros que permiten elaborar los resultados de los objetivos específicos a través de la información obtenida con los métodos empleados en terreno más el material bibliográfico. Esto permitió examinar los usos de suelo y sus transformaciones entre los censos agropecuarios (INE), 2007 y 2021; así como también mediante el catastro frutícola

3.4.1 Empleo de Sistema de Información Geográfica.

La utilización de un sistema de información geográfica (SIG) para cartografiar el territorio y analizar distintas variables resultó de gran utilidad, ya que un SIG es un *software* que permite la entrada, almacenamiento, representación, análisis de datos; así como la salida eficiente de información espacial (mapas) y atributos (tabulares).

El uso de Sistemas de Información Geográfica proporciona al usuario múltiples ventajas, como lo expone Núñez (1989) el cual expuso que:

3.- Los datos pueden ser recuperados más rápidamente.

4.- Tiene una gran capacidad de modelamiento cartográfico.

5.- Los datos espaciales y no espaciales pueden ser analizados simultáneamente en una forma relacional. (p.19)

QGIS es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de Código Abierto licenciado bajo GNU - *General Public License* . QGIS es un proyecto oficial de *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo). Debido a que trabaja con numerosos formatos y funcionalidades de datos vector, datos ráster y bases de datos es que, gracias a la información que la página de la Biblioteca del

Congreso Nacional (BCN) provee, una representación cartográfica vectorial de distintas entidades geográficas del territorio nacional, es que se cartografió diversos aspectos del sistema físico-ambiental para la caracterización del área de estudio. BCN destaca que esta información surge de la síntesis de diferentes fuentes oficiales, y responden a diversos estados temporales de la data, por lo que en algunos casos estas representaciones pueden corresponder a versiones de edición del año 2014, 2017 y diciembre de 2018.

3.5 Variable.

La variable que analizaremos en esta etapa será el uso de suelos. A nivel conceptual, podemos decir que el suelo es considerado como uno de los recursos naturales más importantes, de ahí la necesidad de estudiarlo. Será caracterizado según características físicas y empleo según Censo Agropecuario (INE) y Catastro Frutícola (ODEPA).

3.6 Población y muestra.

Es importante definir la población en un estudio. En este en particular, se corresponde con los agricultores de la comuna de Parral correspondientes al periodo 2002-2022. Debido a la extensión de esta población y a limitaciones materiales de los investigadores para abarcar íntegramente esta población, es que, para la recopilación de información en terreno se optó por hacer una muestra, que según Fortin (1999) como *“un subconjunto de una población o grupo de sujetos que forman parte de una misma población”* (p. 160). Se contó con la participación de 20 agricultores de la comuna.

3.7 Método de muestreo.

En este trabajo se utilizó el método de muestreo no probabilístico, en el cual, de acuerdo con Canales, Alvarado y Pineda (1994) *“se toman los casos o unidades que están disponibles en un momento dado”* (p. 119), puesto que se solicitó la participación voluntaria de agricultores de la comuna de Parral para que formasen parte del estudio.

3.8 Instrumentos de recolección de información para trabajo en terreno.

En el transcurso de las visitas a terreno se utiliza principalmente la observación y el diálogo con los agricultores, a fin de obtener información desde su propia experiencia respecto de cómo se ha materializado el cambio climático en su vida y trabajo, para buscar rastrear las consecuencias que ellos, desde su conocimiento empírico, perciban en el uso de los suelos agrícolas.

Por tanto, se procede a elaborar una encuesta que consta de dos partes. En primer lugar, 5 preguntas orientadas a describir parámetros básicos de su lugar de trabajo, a saber: Tamaño de su campo en hectáreas, fuentes de riego y medidas de acción frente a la contingencia climática.

1. ¿De cuantas hectáreas se compone el área en el que trabaja?
2. ¿A qué atribuye el cambio en el patrón de uso de suelo? (puede marcar más de una)
3. ¿Qué medidas individuales ha tomado para adaptarse ante el impacto climático en la actividad agrícola? (puede marcar más de una)
4. ¿Qué tipo de fuente de riego tiene en su actividad agrícola?
5. ¿Existen fuentes naturales de agua (naciente, arroyo o río, lago, charco o vega) en el predio?

En segundo lugar, una encuesta hecha en base a la escala de Likert, que, según Para la recolección de datos se diseña un cuestionario tipo Likert. Según Pineda y Alvarado (2008) este tipo de cuestionario se describe como “*el método que utiliza un instrumento o formulario, destinado a obtener respuestas sobre el problema en estudio y que el investigado o consultado llena por sí mismo*”. (p.151). Las opciones que se tendrán como respuesta son las siguientes:

- 1.- Totalmente en desacuerdo.
- 2.- En desacuerdo.
- 3.- Me es indiferente.
- 4.- De acuerdo.
- 5.- Totalmente de acuerdo.

Esta encuesta será aplicada a un grupo voluntario de agricultores y sus resultados serán convertidos en gráficos para así obtener una mejor lectura de la información recopilada. Sus preguntas

6. ¿Cree usted que las nuevas condiciones climáticas afectaran la producción del suelo que trabaja en un periodo de 5 años?
7. ¿Considera usted que el cultivo del arroz sigue siendo rentable?
8. ¿Considera usted que el cultivo de hortalizas sigue siendo rentable?
9. ¿Considera usted que el cultivo de frutas sigue siendo rentable?
10. ¿Cree que en un periodo de 5 años tendrá que cambiar el tipo de cultivo que trabaja debido al cambio climático?

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y RESULTADOS

4. Análisis y resultados.

4.1 Clima

En general, se cree que la producción agrícola será afectada principalmente por la intensidad y velocidad del cambio climático y no por tendencias graduales del clima. Ya que, si el cambio es gradual, la biota tendría tiempo suficiente para adaptarse. Sin embargo, si el cambio climático es grave, podría amenazar la agricultura en muchos países, especialmente la de aquellos que ya han sufrido de cambios en las condiciones climáticas, puesto que tienen menos tiempo para una óptima selección natural y adaptación.

En general, los estudios hechos para la agricultura mundial no han incluido factores críticos como los cambios extremos o la propagación de pestes y enfermedades como resultado de eventuales cambios. Por otra parte, un informe de cambio climático y su impacto en la agricultura elaborado por el *International Food Policy and Research Institute* (IFPRI) concluye que en los países en vías de desarrollo se producirá una disminución en los rendimientos de los cultivos bajo riego más importantes. A su vez, los costos de producción de cultivos como el arroz, maíz, trigo y soja aumentarán lo que trae consigo en aumento en los costos de alimentación animal y por ende en la producción de carne, lo que afectaría el consumo de este producto.

En Latinoamérica muchos cultivos se hallan cerca de su tolerancia máxima de temperatura, por lo que probablemente el rendimiento se reduzca con pequeños cambios en el clima. Las proyecciones generales de distintos estudios e investigaciones concluyen que, si hubiera un incremento de 1 a 3 °C, habría una disminución en la producción de algunos cereales en latitudes bajas del planeta y un aumento de la producción zonas ubicadas en latitudes altas.

4.1.1 Temperatura

El efecto del cambio climático en la agricultura está relacionado con variaciones en los climas locales más que en patrones mundiales. El aumento en la temperatura promedio de la superficie de la tierra ha traído como consecuencia que las distintas zonas geográficas se vean afectadas de manera diferente. La información recopilada revela que, durante las últimas dos décadas, se ha observado un incremento en los promedios de las temperaturas mínimas y máximas en la ciudad de Parral. Los datos recopilados revelan una clara tendencia aumento sostenido en las medias de las temperaturas mínimas y máximas en el periodo que se muestreo la estación meteorológica Parral DGA.

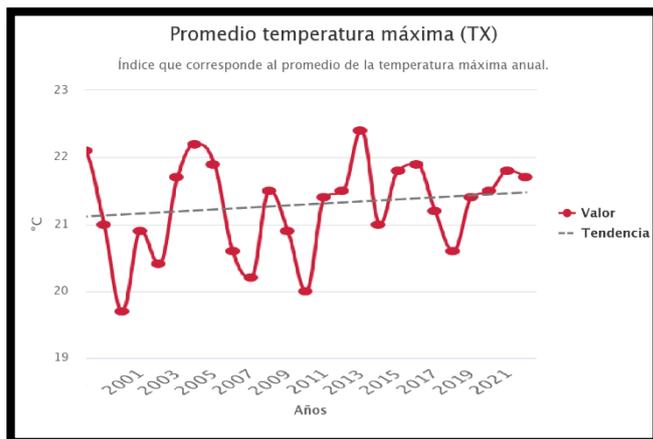


Gráfico 10

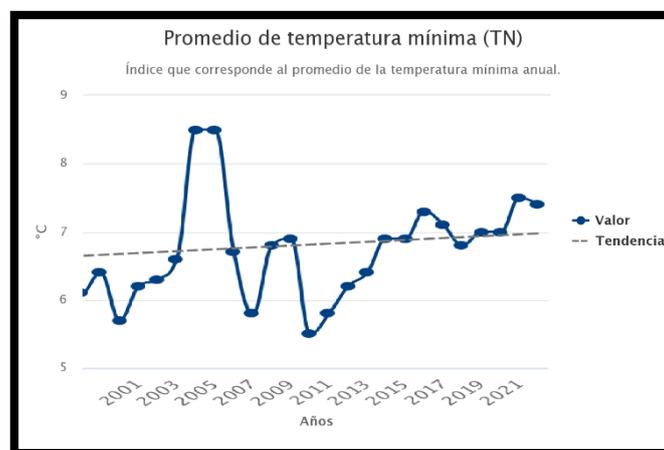
Promedio temperatura máxima

Recuperado de Estación Parral DGA “360052”

Gráfico 11

Promedio temperatura mínima

Recuperado de Estación Parral DGA “360052”



Las temperaturas mínimas, que históricamente solían presentarse en niveles más bajos, han experimentado un aumento constante en los últimos años. Esta tendencia sugiere que las noches y madrugadas se han vuelto más cálidas, con un menor enfriamiento nocturno.

En cuanto a la agricultura, este aumento de las temperaturas ha modificado los ciclos de crecimiento y producción de los cultivos en la región. Las temperaturas mínimas más altas durante la noche y las temperaturas máximas más elevadas durante el día han acelerado los procesos de maduración de los cultivos, lo que puede afectar la calidad y los rendimientos esperados. Además, estas condiciones más cálidas y extremas también pueden aumentar la presencia de plagas y enfermedades, lo que requiere una mayor atención y control por parte de los agricultores.

Además del impacto en los cultivos, el aumento de las temperaturas también ha afectado el sistema físico-ambiental de la región. El cambio climático ha acelerado los procesos de evaporación, lo que ha llevado a una mayor demanda de agua en el sector agrícola. Esto ha generado presiones adicionales sobre los recursos hídricos disponibles, especialmente durante los períodos de sequía prolongada. La disponibilidad de agua para el riego de los cultivos se ha

convertido en un factor crucial para mantener la productividad agrícola y preservar la sostenibilidad de los sistemas de producción, que, si bien es cierto la comuna dispone de embalses para el regadío, en el siguiente punto se ahondará en la condición de éstos.

Producto de este aumento generalizado de las temperaturas, se desprenden otros procesos de considerable impacto y que resultan importantes de mencionar. Uno de ellos, la isoterma de 0°C sufre un alza en su altitud media, debido al alza de las temperaturas medias generales, esto provocando una reducción del área andina capaz de almacenar nieve. A partir de lo anterior, se infiere una mayor cantidad de crecidas invernales de los ríos con cabecera andina se verán incrementadas por el consiguiente aumento de las cuencas aportantes y, por otra parte, la reserva nival de agua se verá disminuida, lo que plantea una incertidumbre respecto de la seguridad hídrica de la zona

Si la isoterma 0°C se eleva es más probable que ocurra un derretimiento acelerado de la nieve y el hielo. Esto puede resultar en una reducción significativa de la retención crionival, ya que la fusión del hielo se incrementará y los períodos de cubierta de nieve se acortarán. La retención crionival desempeña un papel importante en el ciclo hidrológico al regular el flujo de agua. Si se eleva la isoterma 0°C, se reduce la cantidad y duración de la retención crionival, esto puede alterar el ciclo hidrológico de la región. La falta de retención de nieve y hielo puede llevar a un aumento en la escorrentía superficial y a una disminución de la infiltración del agua en el suelo, lo que puede afectar negativamente la disponibilidad de agua para los ecosistemas y las actividades humanas.

Si la isoterma 0°C se eleva, es probable que la precipitación caiga en forma de lluvia en lugar de nieve, especialmente en altitudes más bajas. Esto puede conducir a una disminución de la acumulación de nieve y a una reducción de la retención crionival al también influir en los patrones de precipitación, punto que se explorará en mayor detalle en el siguiente punto.

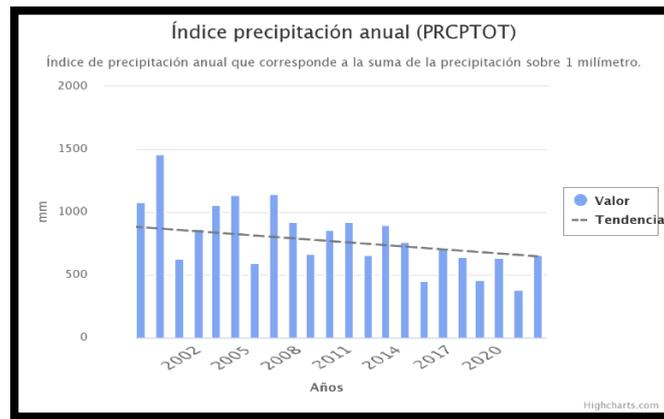
4.1.2 Precipitaciones

En este contexto de aumento de las temperaturas, uno de los principales desafíos será enfrentar las consecuencias de la disminución de precipitaciones. Datos de la Dirección Meteorológica de Chile señalan que, en promedio, actualmente se registran 10 días menos de lluvia que hace 100 años. Según la información comunal respecto de las precipitaciones, también se encuentra una disminución notable de pluviometría. De acuerdo a Ilustre Municipalidad de Parral (2020), en su Plan de Desarrollo Comunal señalan que en Parral: “Las precipitaciones alcanzan un promedio anual de 1087mm, concentrándose mayoritariamente en los meses de invierno (de mayo a agosto), sin embargo, en

octubre aún se producen algunas lluvias, que en su promedio mensual sobrepasan los 54 mm...”(p. 13), no obstante, al examinar la información meteorológica presente en la estación DGA de la comuna, es posible visualizar una sostenida tendencia a la disminución en las precipitaciones de la comuna:

Gráfico 12

Índice de precipitación anual.



Recuperado de Estación Parral DGA “360052”.

Tomando como referencia los últimos 20 años, la última oportunidad en que la pluviometría paso de los 1000 mm fue el año 2008, desde ese año, el gráfico muestra que actualmente está promediando cercano a los 600 mm, traduciéndose en una reducción de los niveles de precipitaciones del orden del 40% en 20 años.

Si bien es cierto que las precipitaciones tienen patrones irregulares, lo cierto es que entre la región del Maule y del Biobío, Dirección General de Aguas por medio del Boletín de Mayo del 2022 sobre Información pluviométrica, fluviométrica, estado de embalses y aguas subterráneas muestra información clara respecto al déficit hídrico experimentado en Parral y sus alrededores

Tabla 7

Informe Pluviométrico Especial. Totales al 31 de mayo de 2022.

Estaciones	2022 (mm)	2021 (mm)	Promedio 1991-2020	Exceso o déficit. (%)
Linares	208.2	299.0	220.8	-6
Parral	212.3	299.6	247.6	-14
Embalse Digua	353.3	354.4	361.5	-2
Chillán	175.0	243.1	288.3	-39

Elaborado a partir de Dirección General de Aguas. (2022). Información pluviométrica, fluviométrica, estado de embalses y aguas subterráneas, pág. 6.

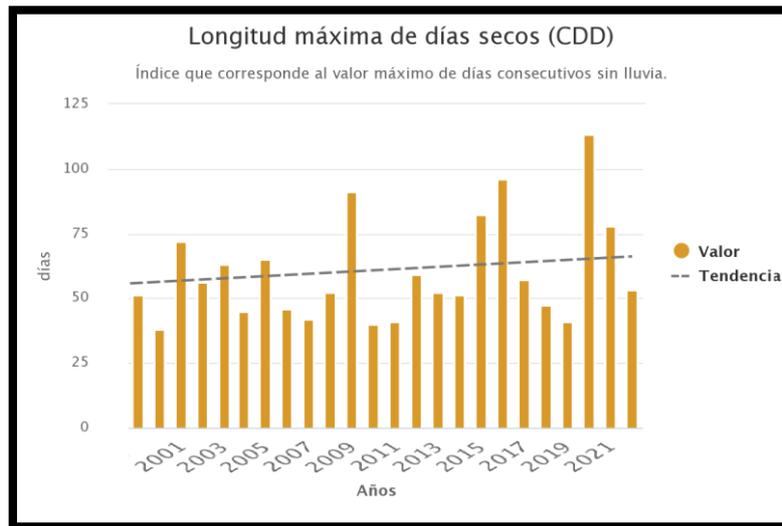
Dirección de General de Aguas (2022) señala también que: “En términos globales, los embalses presentan un déficit de volumen con respecto a sus promedios de un 20.0%... y los dedicados solo al Riego con un 50.9%”. (p. 4). Dentro de esta categoría se encuentran los embalses Digua y Bullileo, los cuales han mostrado un progresivo descenso en la retención promedio total de agua de regadío a raíz de la disminución las precipitaciones estacionarias y la consiguiente disminución de la retención crionival en la alta cordillera.

La escasez de agua en los embalses de regadío implica una menor disponibilidad de agua para el riego de los cultivos. Esto puede generar estrés hídrico en las plantas, lo que afecta su crecimiento, desarrollo y productividad. Los cultivos pueden experimentar una reducción en el tamaño y rendimiento de los frutos, un aumento en la susceptibilidad a enfermedades y plagas, y una disminución general en la calidad de los productos agrícolas.

Cuando la cantidad de agua en los embalses de regadío es insuficiente, se hace necesario aplicar medidas de racionamiento. Esto implica limitar la cantidad de agua disponible para los agricultores, lo que puede resultar en una reducción en el área de cultivo y en la cantidad de riego aplicado a cada cultivo. El racionamiento de agua puede tener impactos económicos significativos, ya que los agricultores pueden enfrentar pérdidas de ingresos y disminución de la rentabilidad de sus cultivos.

Gráfico 13

Longitud máxima de días secos.



Recuperado de Estación Parral DGA “360052”.

El incremento en el índice de longitud máxima de días secos en la comuna se refiere a la cantidad de días consecutivos sin precipitaciones significativas, lo que implica una disminución en la disponibilidad de agua para los cultivos y la

mantención de humedad del suelo. Es por esto que es esperable que incremente el estrés hídrico que experimentan los cultivos aumente. Los períodos prolongados sin precipitaciones significativas implican una mayor demanda de agua y una menor reposición de los acuíferos y fuentes de agua. Esto puede llevar a una mayor sobreexplotación de los recursos hídricos existentes y poner en riesgo la sostenibilidad a largo plazo del suministro de agua en la ciudad.

Los períodos prolongados de sequía aumentan el riesgo de incendios forestales. La falta de precipitaciones y la sequedad de la vegetación crean condiciones propicias para la propagación de incendios, lo que pone en peligro los ecosistemas naturales, la biodiversidad y la seguridad de las comunidades. Esto es particularmente preocupante en el escenario chileno, que en las últimas décadas ha visto aumentada la frecuencia e intensidad de incendios descontrolados en el periodo estival. Esto requiere una mayor conciencia y preparación en términos de prevención y combate de incendios.

La sequía agrícola aparece en este punto, como una preocupación latente. Consiste en un evento en el que la disponibilidad de humedad del suelo no es suficiente para la producción de la planta en cualquier fase de su cultivo. Este tipo de sequía, no es equivalente a una sequía meteorológica porque depende no sólo de condiciones meteorológicas, sino también de las características biológicas del cultivo y de la estructura y propiedades de cada suelo. Si los niveles de humedad en el subsuelo son suficientes para proporcionar agua a un determinado cultivo durante el periodo que dure la sequía meteorológica, no llegará a producirse una sequía agrícola (Valiente, 2001). Por tanto, la atención en la capacidad de retención de materia orgánica y humedad de parte del suelo es una variable que requiere constante estudio.

Así mismo, en la zona centro sur también se presentará otro fenómeno: lloverá más intensamente en cortos períodos de tiempo, lo que impide la infiltración de agua hacia las napas subterráneas, al escurrir más rápido en la superficie. En términos simples, el agua no se alcanza a absorber (ni a acumular en el subsuelo), por lo que degrada los suelos y eleva el riesgo de desastres naturales, como avalanchas y deslizamientos de tierra. Todo esto no sólo afecta la disponibilidad de agua para la agricultura, también influye en la disminución de ecosistemas sensibles como el bosque nativo, desplazando hacia los sur climas que hoy caracterizan al Norte Chico y la zona centro sur.

4.2 Uso de suelos

Si bien es cierto que el censo agropecuario y forestal es la instancia de catastro más importante que lleva adelante el Ministerio de Agricultura, en este punto cabe destacar lo que ODEPA (2022) señala:

“Así se puede observar que regiones como O’Higgins o Maule, donde el sector silvoagropecuario representa del orden del 15% del PIB regional, exhiben tasas de no logro de 13% y 28% respectivamente. Por tanto, se

puede observar que regiones significativas en términos de actividad, no contarían con una caracterización adecuada de la estructura de la actividad silvoagropecuaria regional.” (p. 9)

Ciertamente, desde O’Higgins a Los Lagos es donde concentran el 70% del PIB silvoagropecuario nacional, no obstante, los niveles de no logro que registró el censo agropecuario y forestal plantean la inquietud respecto a si la cobertura alcanzada es adecuada para caracterizar el sector y, por tanto, para construir marcos muestrales. Los niveles de cobertura (logro/no-logro) territorial no afectarían a todo el proyecto VIII CAF, por tanto, los efectos podrían estar circunscritos a ciertos cultivos y producciones, y en zonas identificables. De esta forma, es fundamental identificar los posibles sesgos que el no logro introduce en la caracterización estructural del sector y a las encuestas intercensales.

Ahora bien, al explorar el uso de suelos de la comuna de Parral acorde a los catastros de suelos agrícolas realizados, que se corresponden con 2007 y 2021 para el tiempo que comprende la investigación,

Tabla

Comparación uso de suelos agrícolas entre censo 2007 y 2021 en Parral.

Parral	Uso de suelos agrícolas (ha)	Censo Agropecuario	
		2021	2007
Totales		20,025	22,158
Cereales		12,911	15,530
Leguminosas y Tubérculos		237	625
Cultivos Industriales		735	1,260
Hortalizas		471	176
Frutales		3,267	893
Vid		59	208
Semillero		967	169
Forrajeras		789	3,517

Fuente: Elaboración propia a partir de INE (2007) y (2021) CAF VII y VIII.

Los resultados del VII Censo Nacional Agropecuario del año 2007 entregados por el INE, indican que en la comuna de Parral existe una disminución en el total de hectáreas usadas de 2.033 hectáreas. Al detalle, cada categoría manifiesta una variación significativa. Cultivos como las forrajeras han disminuido notoriamente disminuida su presencia, así como la vid y leguminosas también han visto contraída su siembra, aunque en una escala menor acorde al contexto comunal.

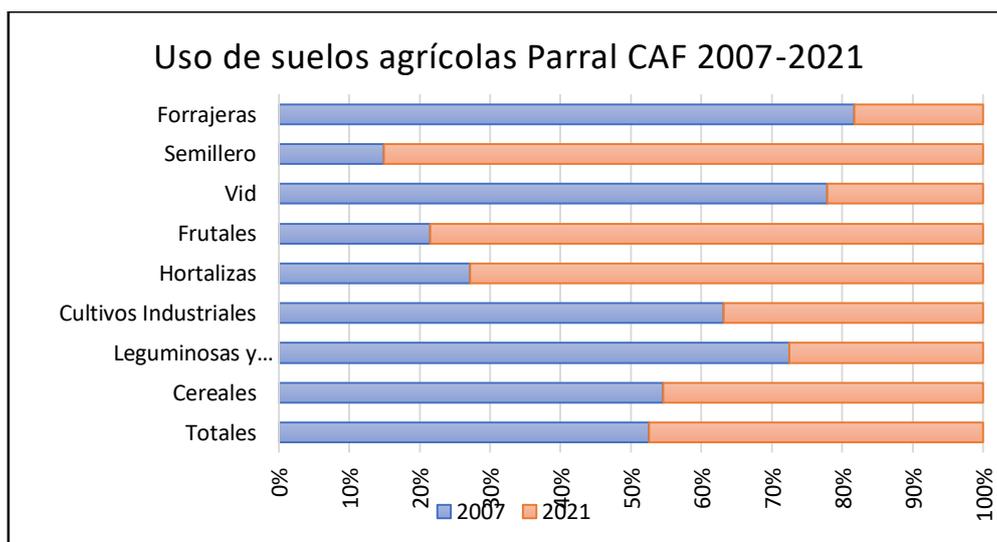
De acuerdo con los catastros frutícolas de ODEPA y el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) para las distintas regiones, la superficie total plantada de frutales aumentó de casi 250.000 hectáreas en 2008 a más de 321.000 hectáreas en 2018, con un crecimiento de 29% en el período. En Parral, también se aprecia esta cuestión, pues pasaron de representar 893 hectáreas en 2007 a 3.267 en 2021, siendo uno de los casos emergentes más significativos en la comuna.

La superficie nacional de semilleros es de aproximadamente 45.000 hectáreas, distribuidas principalmente en las regiones del Maule (44%), O'Higgins (22%) y Biobío (13%). El principal destino de la producción de semillas es el mercado externo, aprovechando especialmente las ventajas de la contra estación. Tradicionalmente la principal semilla exportada ha sido la de maíz, aunque a partir de 2015 el grupo de semillas de hortalizas ocupó el primer lugar. En menor medida, el cultivo de semilleros y hortalizas tuvo un alza en su siembra, pasando de 169 y 176 hectáreas a 967 y 471 respectivamente.

Al respecto, el CAF 2021 advierte que considera la superficie cultivada o sembrada, en la cual se incluyen aquellos cultivos intercalados, sucesivos y/o asociados que tuvo la persona productora. Por lo tanto, el total de la superficie podría ser mayor al total de la superficie física y que, además, no considera los cultivos hidropónicos. En términos porcentuales, en el siguiente gráfico será explorado en mayor detalle la transformación de uso de suelos

Gráfico 14

Transformaciones en el uso de suelos agrícolas según Censos Agropecuarios 2007 y 2021 en Parral.



Fuente: Elaboración propia a partir de INE (2007) y (2021) CAF VII y VIII.

El suministro de agua y aire a las raíces depende fundamentalmente de las propiedades físicas del suelo, es decir, su estructura y porosidad; mientras que la nutrición de las plantas está asociada a las propiedades químicas del suelo, a su capacidad de almacenamiento y entrega de nutrientes, que también es función del contenido de materia orgánica. Esta última es la mayor responsable de las características del suelo, desde el punto de vista de su capacidad para ser trabajado con cultivos agrícolas, pues, pese a representar una ínfima parte de su masa total, cataliza y propicia el flujo energético y de materia en gran medida, lo que puede distinguir un suelo vivo, dinámico y saludable; de uno degradado, erosionado y hasta desertificado.

El suelo de la comuna de Parral está constituido por material fluvio-glacio-volcánico, atraído por la acción sedimentaria de los ríos que cruzan la depresión intermedia, esto ha influido en la formación de un suelo arcilloso y plástico, los cuales son perfectos para cultivos a través de riego por inundación, puesto que poseen malas condiciones de drenaje en términos generales. Este hecho es la principal razón por la cual, en la comuna de Parral tiene al cultivo de arroz como uno de los mayoritarios y se ha convertido en la principal zona arrocería del país.

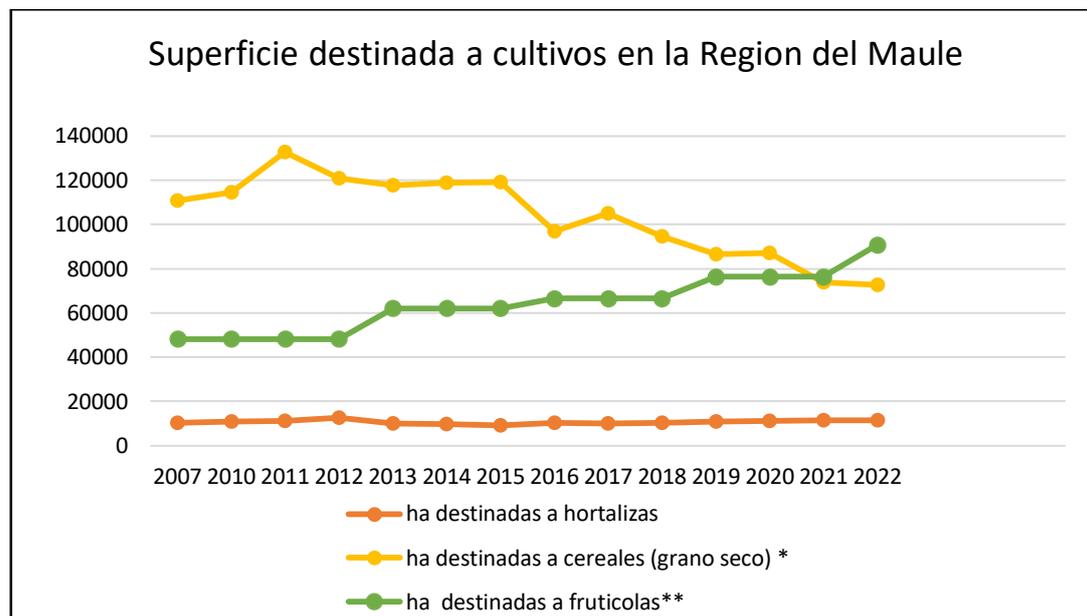
Las características impermeables que posee gran parte de sus suelos, debido al alto contenido de arcillas que poseen los estratos superiores, son el principal factor por el cual la viabilidad de otro tipo de plantaciones se vea comprometido, haciendo del suelo de la comuna una superficie poco atractiva para el desarrollo otros tipos de cultivos a gran escala. No obstante, debido a la transición climática por la que está atravesando y la serie de desafíos que plantea es que se ve una transición en el uso que se hace de sus suelos agrícolas.

Un ejemplo a nivel nacional del impacto del cambio climático es el desplazamiento en las zonas de producción del vino. Sectores como en Valdivia podrían convertirse en productores de vinos hacia 2050. Un estudio dado a conocer por la Universidad Austral y el Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) explica que se perderá gran parte de la actual zona apta para viñas, pero que se abrirán nuevas áreas en lugares hasta ahora inusuales, como Talca y Valdivia.

Claro que no todo está perdido para la zona central. Una de las conclusiones del estudio es que se podrá recurrir a nuevas cepas que ofrezcan sabores similares, pero que se adapten mejor al nuevo clima. Y, según los autores del estudio del Ministerio del Medio Ambiente, la zona podría renovar su agricultura, optando por cultivos tropicales (cereales, cítricos, paltas y chirimoyas) beneficiados con la disminución de heladas y el aumento de temperatura. Esto se ve confirmado en el alza constante que representan los frutales en los últimos 2 Censos Agropecuario y Forestal, cuestión que en el Maule se visualiza en el siguiente gráfico:

Gráfico 15

Comparación hortalizas, cereales (grano seco) y frutícolas en Maule 2007-2021



Fuente: Elaboración propia a partir de INE (2007) y (2021) CAF VII y VIII.

Por su ubicación geográfica, en plena depresión intermedia 36° latitud sur (zonas templadas), la comuna de Parral se ha caracterizado históricamente por desarrollar una actividad económica vinculada principalmente a la agricultura. Esto se mantiene hasta el presente, destacándose con mayor fuerza el cultivo de cereales, en especial arroz, el cual, es producto estrella de esta zona. No obstante, en las últimas décadas también ha acontecido una diversificación en cultivos llevados a cabo en sus suelos agrícolas. Hortalizas, frutales y diversos semilleros han aumentado su presencia en esta comuna. Si esto es puesto en perspectiva, responde al incremento de posibilidades técnicas y materiales propias del avance del desarrollo comunal, pero también cabe mencionar aquí el cambio de las regularidades meteorológicas producto del cambio climático global.

A principios del siglo pasado, debido a la escasa tecnología disponible y falta de perfeccionamiento de las técnicas agrícolas, la finalidad principal de la agricultura era la subsistencia de sus propios artífices, con muy pocos excedentes para su comercialización y exportación. Los terrenos no eran ocupados eficazmente, por lo que se llevaban a cabo con mayor frecuencia los cultivos de trigo y chacras, mientras que el resto de las hectáreas se ocupaban para el pastoreo de animales. Sin embargo, producto la globalización económica y las proyecciones comerciales del país, actualmente se da una agricultura que apunta a la explotación económica y las exportaciones. de que la comuna porque se tiene asegurada una gran disponibilidad de agua para regar los campos, ya que se cuenta con dos embalses, el Embalse Digua y el Embalse Bullileo, cuyas aguas son destinadas exclusivamente al riego e inundación de los campos.

El suministro de agua y aire a las raíces depende fundamentalmente de las propiedades físicas del suelo, es decir, su estructura y porosidad; mientras que la nutrición de las plantas está asociada a las propiedades químicas del suelo, a su capacidad de almacenamiento y entrega de nutrientes, que también es función del contenido de materia orgánica. Las características impermeables que posee gran parte de sus suelos, debido al alto contenido de arcillas que poseen los estratos superiores, son el principal factor por el cual cultivos por inundación se vuelven atractivos en estos suelos.

La incorporación de tecnología y maquinaria se vuelve crucial para mantener relaciones de inversión/ganancias atractivas para el desarrollo de la actividad agrícola. Esto es debido a la necesidad de hacer más eficiente el empleo del agua disponible, invirtiendo en nivelaciones láser de los terrenos inundables o mejores sistemas de goteo según corresponda al cultivo. Pero también incorporando nuevos avances como lo son los drones, que facilitan notoriamente el trabajo y cuidado de los cultivos. Pero también al estado de tecnificación y competencia presentes en la actualidad. También señalan la falta que hace una mayor articulación estatal para la subvención de insumos que ayuden en la transición hacia la cero labranza o labranza mínima, forma de trabajar el suelo con un impacto mínimo comparado con la labranza tradicional que aún es predominante en la realidad parralina según manifestaron. Esto se condice con lo planteado por Acevedo y Silva (2003) que:

“La agricultura basada en cero labranza reduce la erosión causada por el viento y el agua mediante la protección física que ejerce la cobertura de residuos de cosecha de las temporadas anteriores depositados en la superficie del suelo. Al remover el suelo mediante la labranza convencional, ya sea quemando o incorporando los residuos de la cosecha anterior, se destruyen los agregados naturales del suelo quedando particulados y expuestos a los agentes erosivos” (p. 26).

La cero labranza promueve la acumulación de materia orgánica, principalmente en los primeros centímetros del perfil del suelo. El manejo de la materia orgánica, incluyendo el uso de los residuos de cosecha y abonos orgánicos, es considerado un factor fundamental debido a sus beneficiosos efectos en la calidad del suelo, la productividad sustentable del suelo, y su capacidad para secuestrar carbono. Pidieron expresamente enfatizar este punto, puesto que, por cuestiones de normativas agrícolas, el arroz chileno destinado a la venta y exportación no es transgénico, a diferencia de mucha de la oferta que existe en el mercado, por tanto, ven en esto una ventaja comparativa de enorme relevancia y competitividad en relación a otros productores, pero que está muy poco aprovechada actualmente.

Según ODEPA (2019): “Chile se encuentra entre los 10 países con menores subsidios totales al sector agrícola y la suma de los componentes de este apoyo (TSE, Total Subsidy Estimate) representa el equivalente al 5,6% de la producción agropecuaria.” (p. 67). Este valor es muy bajo al tomar como

comparación los subsidios que otros países de la OCDE llega a darse. Por ejemplo, con el 24% de protección en Estados Unidos, el 26% en Unión Europea y más del 50% en Japón, Corea y otros países europeos como Suiza y Noruega.

El apoyo gubernamental a la agricultura chilena, con casi ningún subsidio a los precios para los agricultores, representa un 2,5% del ingreso bruto de los productores (Producer Subsidy Estimate, PSE) como promedio entre 2016 y 2018. En cambio, si se toma otro sector de la economía y se analizan los aportes a servicios generales (General Support Estimate, GSE), en tanto, representan aproximadamente el 50% del apoyo total al sector. Finalmente, se hace necesaria una agresiva inversión en la mejora de la productividad agrícola de manera de poder compensar los impactos negativos del cambio climático.

Cabe destacar que, debido condiciones propias a la geografía chilena, los requerimientos en plaguicidas, insecticidas y herbicidas son mínimos en comparación a otros productores de arroz alrededor del globo. Gatica (2008) señala que *“Chile no tiene problemas de enfermedades ni plagas, es un ambiente para altos rendimientos”* (p. 9). Puesto que el arroz es un cultivo eminentemente tropical y subtropical, zonas que por su humedad y temperatura son propicias para la aparición de plagas y enfermedades que requieren de una mayor intervención química para su control, cuestión en la que se ve mucho menos afectado Chile. En cuanto a metales pesados y elementos nocivos para la vida, Paredes, Becerra y Donoso (2021), señalan que el *“análisis de las muestras de arroz tomadas en la zona arroceras del país, durante la temporada 2015-2016 y 2016-2017, indicó un valor promedio de As inorgánico de 47 µg kg⁻¹, concentración que cumple con la normativa nacional e internacional vigente”* (p. 703).

4.3 Trabajo en terreno

En torno al trabajo a terreno, fueron realizadas visitas a agricultores que se ofrecieron voluntariamente para participar de la presente investigación. Cabe mencionar en este punto que, gracias a la gentileza de amigos, conocidos y gente de buena fe, este trabajo fue posible gracias a su desinteresado interés de ayudar en la concreción de esta actividad.

Fueron graficadas y comentadas las respuestas que ofrecieron al apartado de preguntas. Hacia el término del presente punto serán transcritas algunas reflexiones y pareceres que nos instaron a agregar como parte de hacer llegar su voz y conocimiento a una instancia investigativa como la presente.

Percepciones

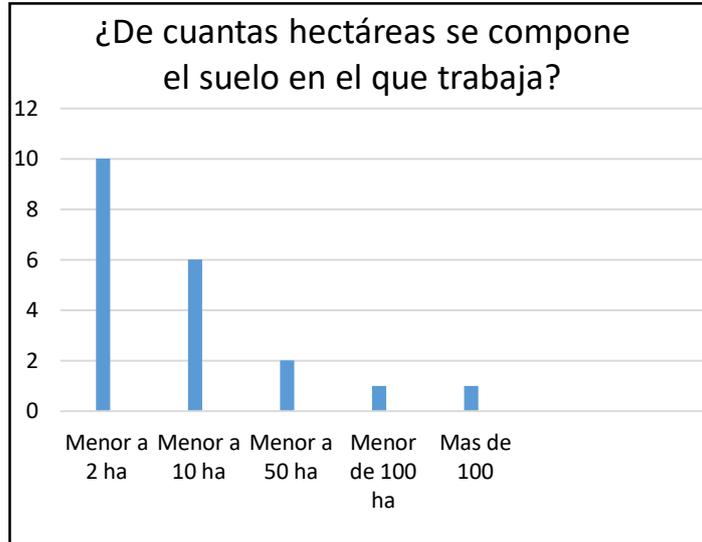
1- ¿De cuantas hectáreas se compone el suelo en el que trabaja?

Gráfico de resultados pregunta 1.

- 1) Menor a 2
- 2) Menor a 10
- 3) Menor de 50
- 4) 4. Menor de 100
- 5) Más de 100

Respuesta:

1. Menor a 2 ha: **10**
2. Menor a 10 ha: **6**
3. Menor de 50 ha: **2**
4. Menor de 100 ha: **1**
5. Más de 100 ha: **1**



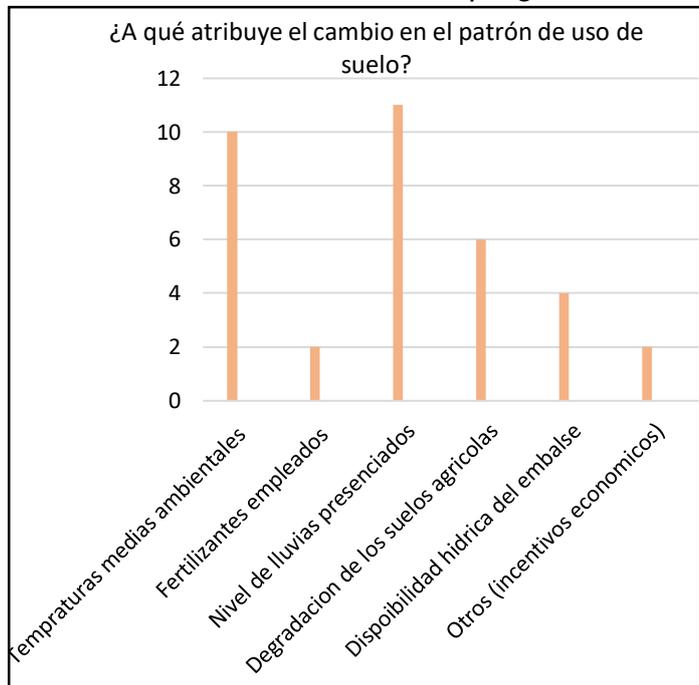
2- ¿A qué atribuye el cambio en el patrón de uso de suelo? (puede más de una)

Gráfico de resultados pregunta 2.

1. Temperaturas medias ambientales.
2. Fertilizantes empleados.
3. Nivel de lluvias presenciados
4. Degradación de los suelos agrícolas.
5. Disponibilidad hídrica del embalse.
6. Otros (especificar):

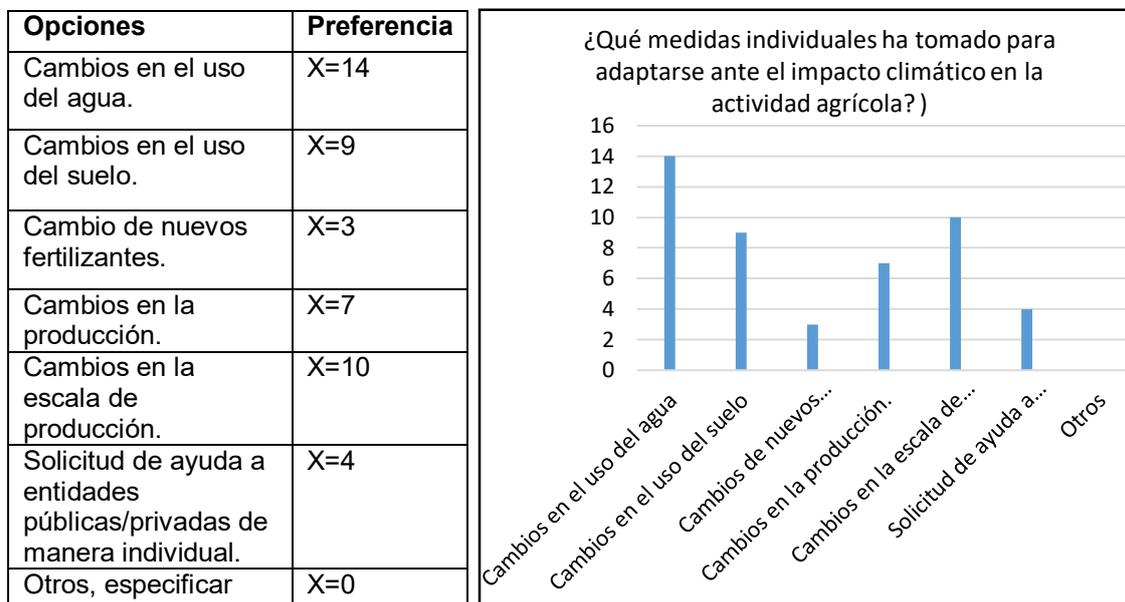
Respuesta:

1. Temperaturas medias ambientales. = **10**
2. Fertilizantes empleados. = **2**
3. Nivel de lluvias presenciados = **11**
4. Degradación de los suelos agrícolas = **6**
5. Disponibilidad hídrica del embalse = **4**
6. Otros (especificar) = **2** (incentivos económicos)



3- ¿Qué medidas individuales ha tomado para adaptarse ante el impacto climático en la actividad agrícola? (puede marcar más de una)

Gráfico de resultados pregunta 3.



En base a la población encuestada, la mayoría de los agricultores tiene un suelo de trabajo menor a 2 ha (10) seguido de propietarios con menos de 10 ha (6). Sumado a esto la percepción de la población encuestada pone como uno de los principales agentes de cambio en el uso de suelo a las “Temperaturas medias ambientales” (10), el “Nivel de lluvias presenciados” (11) y la “Degradación de los suelos agrícolas” (6). Estos agentes se condicen a su vez con los datos expuestos a través de la investigación en la forma de un aumento promedio de las temperaturas a través de los años y la disminución continua de la precipitación anual.

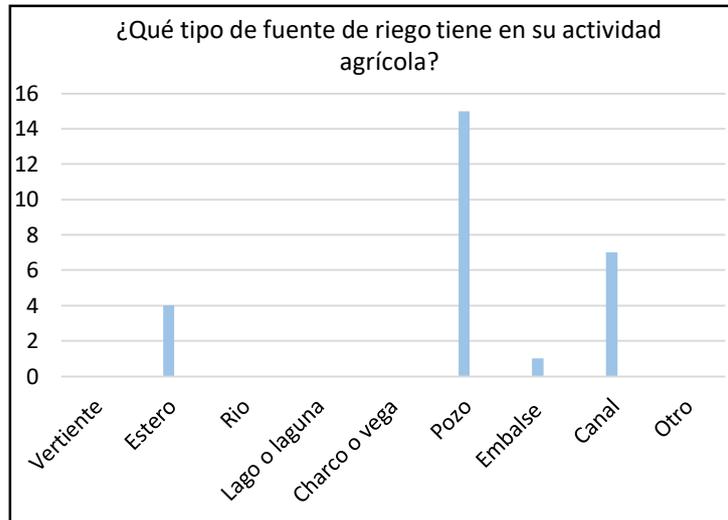
La situación de cambio climático ha puesto también a los agricultores en dificultades debido a que han tenido que tomar medidas individuales para adaptarse a el impacto que el proceso ha tenido en su trabajo. Las medidas más utilizadas han sido lo cambios en el uso del agua (14), los cambios en el uso de suelo (9) y los cambios en la escala de producción (10), por lo que se denota una conciencia y acción de los agricultores a cuidar el recurso hídrico y realizar cambios en el uso de suelo destinados a la escala y producción.

Aguas

4- ¿Qué tipo de fuente de riego tiene en su actividad agrícola? (puede marcar más de una)

1. Vertiente.
2. Estero
3. Río.
4. Lago, laguna
5. Charco o vega.
6. Pozo
7. Embalse.
8. Canal
9. Otra (especificar): _____

Gráfico de resultados pregunta 4.



Respuesta:

1) Vertiente=0. 2)Esteros=4. 3) Río=0. 4) Lago, laguna=0. 5) Charco o vega=0. 6) Pozo= 14. 7) Embalse=1. 8) Canal= 7. 9) Otra (especificar): _____

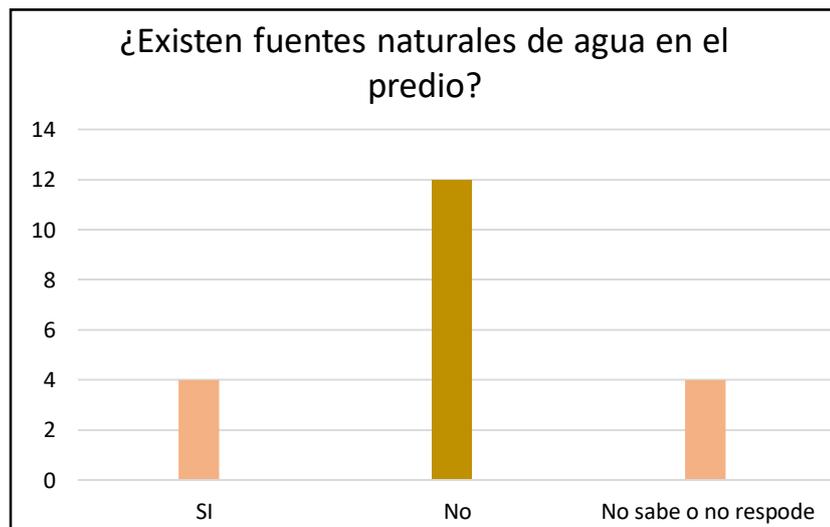
5- ¿Existen fuentes naturales de agua (naciente, arroyo o río, lago, charco o vega) en el predio?

1. Si
2. No
3. No sabe o no responde

Gráfico de resultados pregunta 5.

Respuesta:

1.Si = 4
 2.No = 12
 3. No sabe o no responde = 4



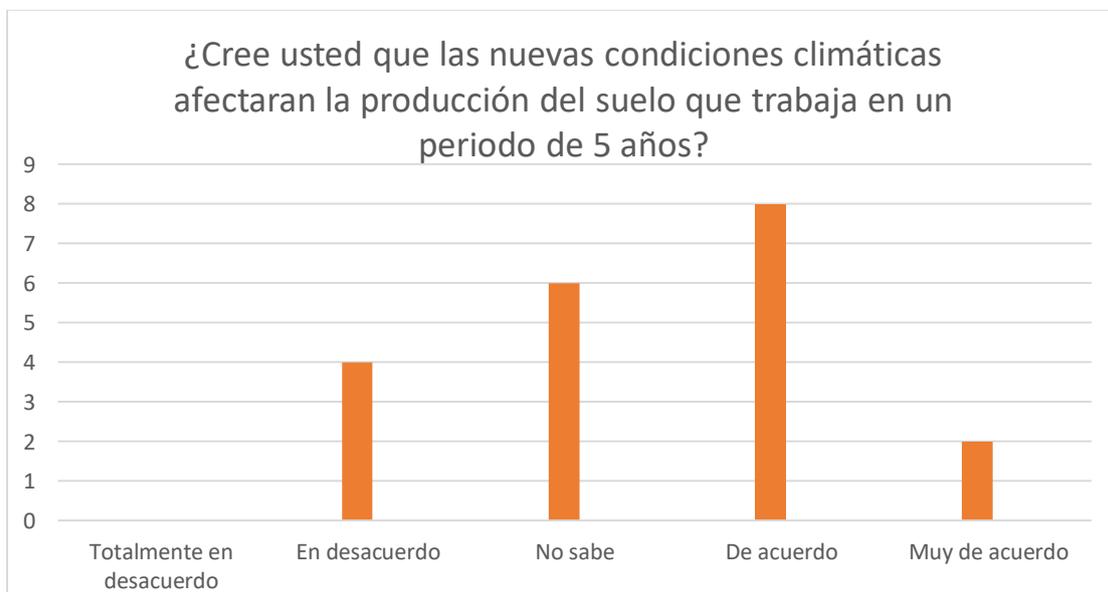
Según los datos arrojados por la población encuestada, existe una ausencia casi generalizada de fuentes naturales de agua en el predio, mientras que la mayoría de los encuestados establece una dependencia en el uso de pozos (12) y en segundo lugar canales (4) como uso para regadíos para regadío. La información precedente sobre las medidas que ha utilizado la población encuestada da un énfasis a un cambio en el uso del agua, por lo que la importancia de la gestión y disponibilidad es crucial en un contexto de decrecimiento que se ha dado en la pluviometría de la región y la comuna. La poca cercanía general de la población encuestada pone de manifiesto el riesgo que padecen los agricultores al depender de fuentes en su mayoría como los pozos, los cuales pueden tener una capacidad limitada en su uso.

Proyecciones

6- ¿Cree usted que las nuevas condiciones climáticas afectaran la producción del suelo que trabaja en un periodo de 5 años?

Totalmente en desacuerdo =0	En desacuerdo =4	No sabe =6	De acuerdo =8	Muy de acuerdo =2
--------------------------------	---------------------	---------------	------------------	----------------------

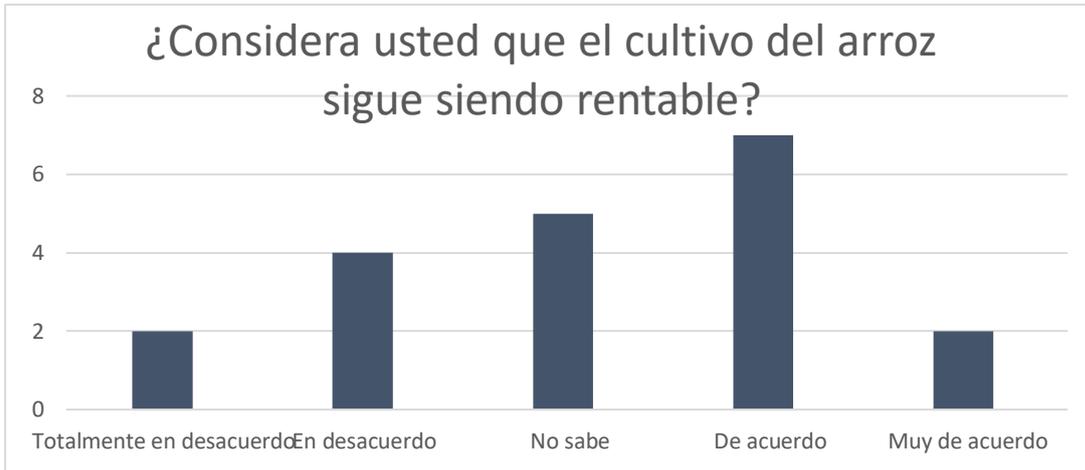
Gráfico de resultados pregunta 6.



7- ¿Considera usted que el cultivo del arroz sigue siendo rentable?

Totalmente en desacuerdo =2	En desacuerdo = 4	No sabe =5	De acuerdo =7	Muy de acuerdo =2
-----------------------------	-------------------	------------	---------------	-------------------

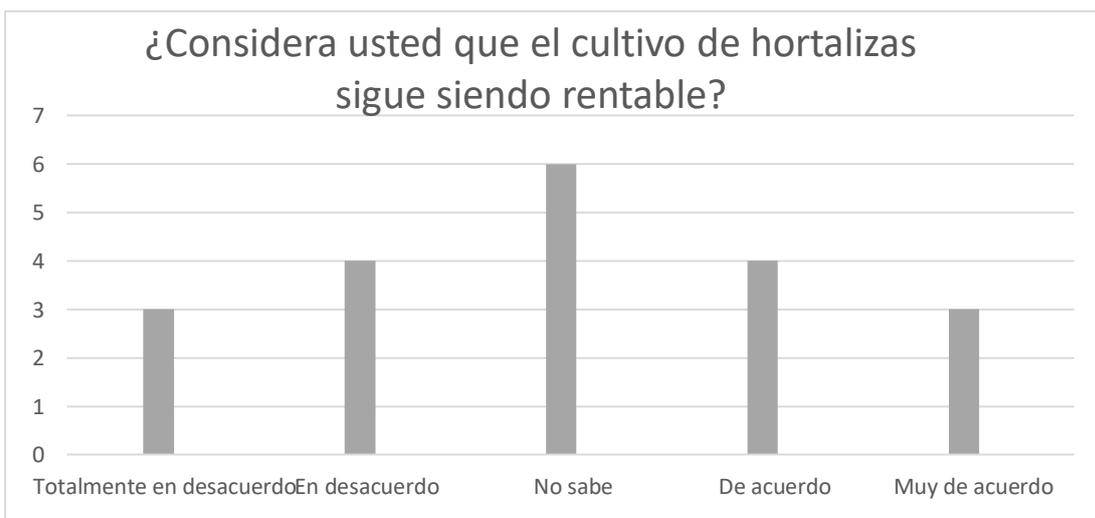
Gráfico de resultados pregunta 7.



8- ¿Considera usted que el cultivo de hortalizas sigue siendo rentable?

Totalmente en desacuerdo =3	En desacuerdo = 4	No sabe =6	De acuerdo =4	Muy de acuerdo =3
-----------------------------	-------------------	------------	---------------	-------------------

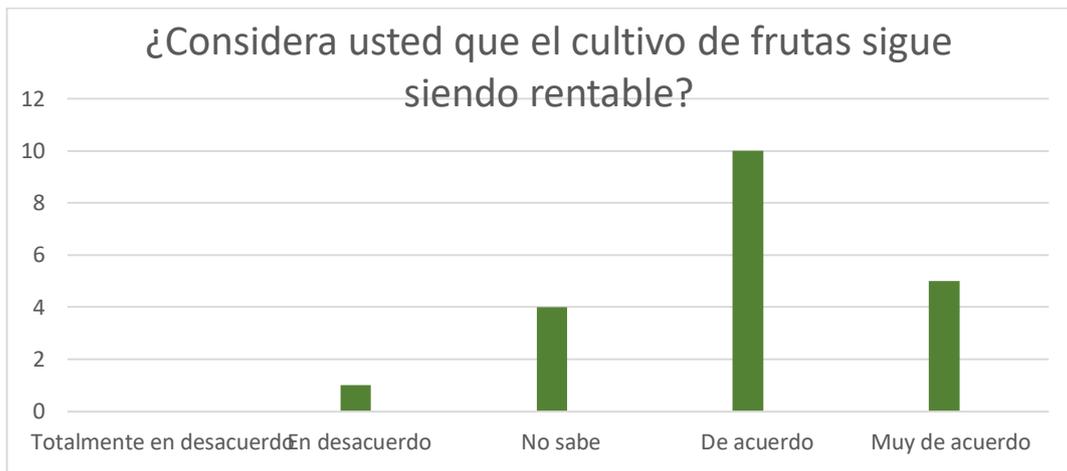
Gráfico de resultados pregunta 8.



9- ¿Considera usted que el cultivo de frutas sigue siendo rentable?

Totalmente en desacuerdo =0	En desacuerdo =1	No sabe =4	De acuerdo =10	Muy de acuerdo =5
-----------------------------	------------------	------------	----------------	-------------------

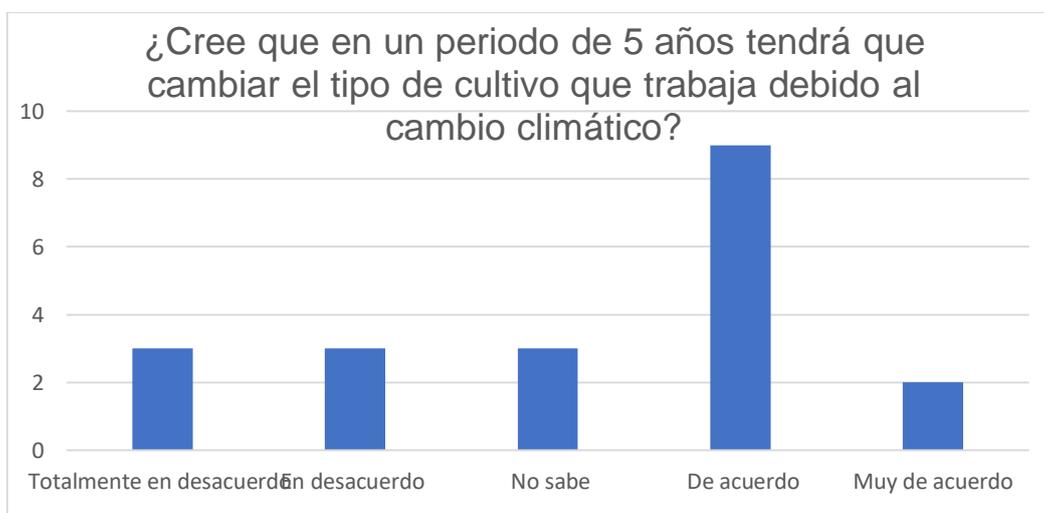
Gráfico de resultados pregunta 9.



10- ¿Cree que en un periodo de 5 años tendrá que cambiar el tipo de cultivo que trabaja debido al cambio climático?

Totalmente en desacuerdo =3	En desacuerdo =3	No sabe =3	De acuerdo = 9	Muy de acuerdo =2
-----------------------------	------------------	------------	----------------	-------------------

Gráfico de resultados pregunta 10.



En base a la percepción de la población encuestada, se puede establecer la idea de que, dentro del periodo de los próximos 5 años, la mayoría de agricultores tendrán que modificar las formas de uso de suelo, cambiando a su vez los cultivos que trabajan. La mayoría de la población están “Muy de Acuerdo” (9) en la conclusión, por lo que indica una percepción generalizada de que los cultivos requerirán reajustes debido a las nuevas condiciones climáticas. Esta visión de cambio puede tener una base en la percepción positiva sobre el rendimiento económico que se arroja sobre las plantaciones frutícolas (“De acuerdo” 10) y su futuro económico en la región, lo cual se relaciona al aumento progresivo de la superficie ocupada para estas plantaciones.

Los agricultores entrevistados manifestaron su preocupación frente a la contingencia climática. Dicen que, si bien es cierto que regularmente asiste personal de INDAP para brindarles orientaciones y capacitaciones, lo cierto es que, para la totalidad de los encuestados, este medio es su principal fuente de ingresos, por tanto, su estabilidad económica se puede llegar a ver fuertemente comprometida en caso de llegar a ocurrir escenarios donde el cambio climático afecte radicalmente las condiciones en las cuales han trabajado históricamente.

Cabe mencionar algunas cuestiones que los mismos agricultores señalaron en el diálogo que sostuvieron con los entrevistadores. Tal vez una de las mayores amenazas al uso de suelo sea la relativa despreocupación que perciben de parte del Estado para con su actividad en términos de protegerla e incentivarla. Esto ha traído como consecuencia que gran parte de los pequeños y medianos productores actualmente se encuentren en una edad de mediana a avanzada, es decir, así como fue destacado en el apartado de Demografía, se percibe una problemática de relevo generacional. Según

Se advierte que la actividad arrocera en la comuna de Parral no resulta motivante como fuente laboral para los habitantes de la ciudad, puesto que el rubro se encuentra atomizado en unos cuantos cientos productores aproximadamente, para los cuales el negocio es rentable y no ya para la mano de obra que trabaja en los campos. Esto explicaría el poco interés en trabajar en este rubro y la constante migración de personas en busca de mejores expectativas. A esto debe sumarse que la actividad agrícola arrocera en las últimas dos décadas se ha mecanizado casi en su totalidad, por lo que la cantidad de trabajo que ofrece a la población es muy escasa.

4.4 Conclusiones

En torno a las interrogantes que abrieron esta investigación:

1. ¿Qué cambios se han dado en la media térmica y pluviométrica de la comuna de Parral?

Durante el periodo investigado en la comuna de Parral, se han observado cambios significativos en la media térmica y pluviométrica, cuestión que es interpretada como un indicador del impacto del cambio climático. Estos cambios han sido objeto de preocupación, puesto que tienen implicaciones importantes para el ecosistema local y, más específicamente, en la agricultura.

En relación a las temperaturas, se ha observado un aumento sostenido en las temperaturas mínimas y máximas en las dos últimas décadas. Los registros muestran un incremento progresivo de las temperaturas, cuestión que hace que este fenómeno sea consistente con las tendencias de calentamiento global que se están siendo observadas y es un indicador claro del impacto del cambio climático en la región.

En cuanto a las precipitaciones, se ha observado una disminución en la pluviometría media en la comuna de Parral. Esto significa que en promedio ha llovido menos en comparación con períodos anteriores. Esta reducción de las lluvias puede relacionarse, además, con el aumento de la longitud máxima de días secos, lo que ocasiona un impacto negativo en la disponibilidad de agua para riego, el abastecimiento de agua potable para la población y la salud de los ecosistemas.

2. ¿Cómo ha variado el uso del suelo agrícola en la comuna de Parral?

En base a lo recopilado a partir de (INE) Censos Agropecuarios y Forestales años 2007 y 2021 e información que ofrecen entidades como ODEPA, se está transitando por un cambio en el uso que se hace de los suelos agrícolas. Destaca el que cultivos históricos de la comuna como la vid y los cereales han disminuido su presencia notablemente. Otros subsectores de menor tamaño también han experimentado cambios destacables. Mientras que las forrajeras han disminuido notoriamente, cultivos como los semilleros y, en especial, los frutales, han visto un gran crecimiento en la superficie agrícolas que les están siendo destinadas.

Estos cambios están influenciados por el impacto que la variación en las condiciones climáticas ha ejercido sobre las prácticas agrícolas tradicionales. Esto está dando paso a una nueva configuración de uso de los suelos agrícolas. Puede decirse al respecto que la comuna de Parral

está transitando hacia una nueva configuración producto de las nuevas regularidades climáticas que se perfilan en la comuna. Esto ha dado lugar a la búsqueda de alternativas agrícolas que sean más resilientes a las condiciones climáticas cambiantes. En este sentido, los cultivos de frutales se están destacando como una opción que ofrece una mejor adaptabilidad a la nueva realidad climática. Los frutales, gracias a su capacidad para resistir la sequía y tolerar variaciones térmicas, se están convirtiendo en una elección más viable y prometedora para los agricultores de la comuna y sus alrededores.

3. ¿Cuál es la percepción que agricultores de la comuna de Parral tienen sobre el cambio climático?

Los agricultores de la comuna de Parral manifiestan respecto del cambio climático, una combinación de conciencia, acción y preocupación. Están conscientes de él y ya se están preparando. Informan de la ayuda regular de expertos que vienen a ayudarlos con información y capacitaciones para orientar su accionar y estrategias de preparación. Señalaron que suelen venir gente de INDAP y el SAG para hacer evaluaciones periódicamente, aunque, en cuanto a la ayuda estatal es lo que más

No obstante, la percepción de los agricultores está influenciada por una serie de desigualdades y preocupaciones. Las desigualdades socioeconómicas pueden impactar en su capacidad para implementar medidas de adaptación, ya que no todos los agricultores tienen los mismos recursos para hacer frente a los cambios climáticos. Además, la falta de un apoyo estatal más sólido puede agravar estas desigualdades y dificultar la implementación de prácticas sostenibles y la inversión en tecnologías necesarias. La mayoría de ellos hizo énfasis en este último punto conversando con los entrevistadores.

Esta falta de apoyo estatal y las incertidumbres que rodean al cambio climático generan preocupación entre los agricultores. A pesar de sus esfuerzos, saben que enfrentar los impactos climáticos a gran escala requiere un enfoque más amplio y coordinado que incluya políticas gubernamentales sólidas y medidas de mitigación a nivel nacional. La incertidumbre sobre cómo se desarrollarán los cambios climáticos a largo plazo también agrega una dimensión de preocupación, ya que pueden afectar la producción, la seguridad alimentaria y la estabilidad económica de la comunidad agrícola.

A modo de síntesis de esta investigación, es nuestra intención reflexionar en torno a las principales ideas abordadas.

1. El cambio climático es un proceso real. Desde hace décadas las mediciones instrumentales presentan datos que, desde diversas metodologías investigativas, por parte de multitud de autores y diversas entidades públicas y privadas que estudian este fenómeno, advierten de su peligrosidad y la necesidad de acción para articular una preparación para evitar eventuales escenarios catastróficos para la humanidad y la vida en general del planeta Tierra. En esta línea, nos parece pertinente el empleo del concepto “Antropoceno” como una herramienta teórica-conceptual que remite a un proceso contingente, que debe en gran medida sus manifestaciones al actuar del ser humano y su desarrollo técnico-civilizatorio alcanzado tras las revoluciones industriales y los cambios radicales que supuso para el género humano. Lo anterior se entiende desde en un contexto de globalización económica. Esto ha propiciado un crecimiento sin precedentes en la producción y consumo de bienes y servicios, así como también de las demandas energéticas para suplir estas necesidades. La globalización ha impulsado una mentalidad de crecimiento y desarrollo a gran escala, donde la demanda de productos y recursos ha ido en acelerado aumento. El consumismo y la cultura del la desechabilidad han llevado a la producción masiva de bienes de corta durabilidad, generando una gran cantidad de residuos que la mayor de las veces terminará en grandes vertederos. El concepto del "Antropoceno", en esta línea, busca describir el impacto significativo que ha tenido el ser humano en el sistema-Tierra durante los últimos siglos. Esta era geológica se caracteriza por la influencia masiva y dominante de las actividades humanas en los procesos naturales del planeta. La utilización de este término permite reconocer que el cambio climático y la degradación ambiental son resultado directo de las acciones humanas, aunque todavía queda por explorar en mayor profundidad la relación que esta actividad humana tiene
2. Es fundamental destacar cómo nuestras actividades cotidianas han desencadenado un impacto considerable en el clima. La quema de combustibles fósiles, como el petróleo y el carbón, para energía y transporte, ha liberado enormes cantidades de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Estos gases, como el dióxido de carbono y el metano, ayudan a retener el calor en la atmósfera y causan un aumento gradual de las temperaturas globales. La suma de estas emisiones a lo largo de siglos ha impulsado un calentamiento considerable y una serie de cambios climáticos drásticos. La deforestación, el proceso de eliminar bosques para dar paso a la agricultura, la urbanización o la explotación de recursos, también ha contribuido significativamente al cambio climático. Los bosques actúan como filtros de carbono, absorbiendo el

- dióxido de carbono de la atmósfera y liberando oxígeno de vuelta mediante el proceso de fotosíntesis. La eliminación masiva de estos bosques reduce su capacidad para absorber carbono y libera más gases de efecto invernadero al ambiente, generando una retroalimentación del círculo vicioso por efecto de pendiente.
3. La agricultura es una de las actividades humanas que más se está viendo afectadas por los quiebres de regularidades climáticas, puesto que depende directamente de factores climáticos para su realización. Siendo un pilar fundamental de la subsistencia humana y la economía, está siendo impactada notablemente por la intensificación de eventos meteorológicos anómalos y extremos. Su relación intrínseca con los factores climáticos, como las temperaturas, las precipitaciones y los patrones de estación, la convierte en uno de los sectores más vulnerables a las fluctuaciones climáticas. En consecuencia, se enfrenta a un panorama que presenta desafíos y complejidades de gran envergadura, que requieren una gestión cuidadosa y medidas de mitigación efectivas para garantizar la seguridad alimentaria y la sostenibilidad económica de los agricultores. Esto plantea un panorama lleno de desafíos y complejidades a gestionar y mitigar si se pretende preservar la seguridad alimentaria y la sostenibilidad económica de los agricultores.
 4. Los agricultores se enfrentan a un entorno en el que la planificación agrícola se vuelve más compleja. La elección de cultivos y los momentos para la siembra y cosecha se vuelven desafiantes debido a la inestabilidad climática. Los cultivos que antes podían llevarse a cabo en determinadas condiciones ambientales, se tornan no ser adecuados en el nuevo escenario climático, lo que exige cambios en las prácticas de cultivo y la diversificación de cultivos para adaptarse. Los cambios en las condiciones climáticas típicas a nivel de latitud, dan cuenta de un proceso migratorio de los distintos cultivos, que se da en el territorio nacional en dirección Norte hacia el Sur.
 5. En esta línea, las fuentes señalan que las comunidades rurales, los pequeños y medianos agricultores son los más afectados por el cambio climático, ya que dependen en gran medida de esta actividad para su subsistencia y disponen de menores recursos para poder llevar a cabo la inversión de la que precisaría una eficaz preparación para las consecuencias del cambio de las regularidades climáticas y el incremento de los eventos meteorológicos intensos. Esta situación se entiende, en gran medida, a partir de la estrecha dependencia que tienen de la actividad agrícola para su sustento. Además, la vulnerabilidad que enfrentan también se explica debido a la limitada disponibilidad de recursos financieros y técnicos que serían necesarios para enfrentar de manera eficaz las adversidades generadas por los cambios en las regularidades climáticas.

6. En Parral, la tendencia histórica de uso de suelos da cuenta de una transformación entre el VII CAF y el VIII CAF, destacando el retroceso de cultivos históricos como los cereales y la vid, en favor de nuevos sectores que han emergido con fuerza como los frutales y los semilleros.
7. Los cambios de las regularidades climatológicas no son absolutamente catastróficos respecto de la agricultura. También es cierto que pueden posibilitar nuevas alternativas agrícolas, no obstante, esto no quita su complejidad y la necesidad de diseñar planes de acción que busquen preparar e instruir a los agricultores para evitar lo máximo posibles impactos severos.
8. En la región del Maule, así como en la realidad nacional, se aprecia una predominancia en porcentaje de personas productoras con edad de 50 años o superior. Aún tiene una prevalencia el intervalo de 50 – 64 años por sobre el de 65 o más, no obstante, se hace necesario evaluar medidas a tomar para abordar esta situación con prontitud.
9. El avance de la erosión de los suelos es otra arista fundamental en la comprensión y abordaje de los impactos que el cambio climático representa. Si bien es cierto que la zona del valle central parralino es una zona que aún no muestra signos evidentes de erosión, es sabido que algunas prácticas agrícolas, principalmente asociadas a la labranza y la quema de desecho, al sostenerlas en el tiempo, contribuyen notoriamente en la degradación de la calidad de los suelos
10. Parral, al tener una predominancia de suelos tipo III y IV, principalmente con características arcillosas y de mal drenaje, tiene una aptitud notable para la siembra de cultivos por inundación, como lo ha sido el arroz, sin embargo, las fuentes señalan como es requerido un significativo aumento en la ayuda subsidiaria que se les brinda a los agricultores.
11. Alternativas como la cero labranza aparecen como una apuesta necesaria de cara a la sustentabilidad de la agricultura en un futuro. Por cuestiones procedimentales, este estilo de labranza ayuda en la conservación de los suelos, al perturbarlos de manera mínima y fomentar su capacidad de retención de humedad y materia orgánica, claves para mitigar e inclusive revertir el avance de la degradación de los suelos debido a su uso.
12. Si bien es cierto que requiere de una fuerte inversión monetaria inicial, acompañada de la instrucción y formación pertinente y suficiente hacia los agricultores, numerosas experiencias extranjeras dan cuenta como transitar hacia una predominancia de su empleo, puede contribuir notoriamente a la recuperación y potenciación de la capacidad agronómica que puede ofrecer un suelo.
13. La investigación y monitoreo continuo del impacto del cambio climático sobre la agricultura son esenciales para comprender el desarrollo de este proceso contingente y así poder prever las necesidades futuras en el sector agrícola con mayor eficacia y pertinencia a las condiciones y

características que presenta cada territorio en su particularidad, en el presente caso, la comuna de Parral.

Por tanto, la hipótesis “Puesto que existe un proceso de cambio climático global, es que la comuna de Parral de Chile afronta un proceso de transición climática que ocasiona diversos impactos en la vida de su población. Focalizado en la agricultura, la variabilidad climática incide en el uso de suelos agrícolas, al generarse nuevas relaciones coste-beneficio de los cultivos realizables en la zona. Esto genera un escenario donde el cambio de uso de suelo es una consecuencia esperable del cambio de las regularidades climáticas. “queda verificada, pues se condice con lo recopilado tanto en fuentes bibliográficas de diversa índole (artículos científicos, instituciones gubernamentales e internacionales) así como el trabajo en terreno y lo que nos fue comentado por parte de los agricultores.

No obstante, lo cierto es que el fenómeno del cambio climático es un proceso sumamente complejo. Es crucial reconocer que el fenómeno del cambio climático es una red intrincada y compleja de interacciones entre factores naturales y actividades humanas. Su comprensión y abordaje demandan un enfoque multidisciplinario y un compromiso global, por lo que sólo la colaboración intensiva y el constante monitoreo e inversión para afrontarlo serán capaces de gestionar una respuesta como humanidad frente al quizás mayor desafío que ésta ha visto en su corta existencia. En este sentido, se vuelve imperativo subrayar que la magnitud y la urgencia del cambio climático requieren un nivel de colaboración sin precedentes entre naciones, comunidades científicas, gobiernos, organizaciones y ciudadanos de todo el mundo.

En última instancia, el cambio climático se presenta como un desafío definitorio de nuestro tiempo. A través de la colaboración global, la inversión en tecnologías limpias y la adopción de prácticas sostenibles, es posible reducir sus impactos y avanzar hacia un futuro más seguro y resiliente. Si bien el camino por delante es arduo, está en nuestras manos tomar decisiones informadas y responsables que nos permitan salvaguardar el equilibrio de nuestro planeta y asegurar un legado sostenible para las generaciones venideras.

CAPÍTULO VI: ANEXOS

Facultad de Educación y Humanidades
Departamento de Ciencias Sociales
Pedagogía en Historia y Geografía



Percepción sobre el cambio climático

Buenos días. Mi nombre es _____ y estoy aplicando una encuesta para mi actividad de titulación en la Universidad del Bío-Bío como profesor de Historia y Geografía.

Durante las últimas décadas, el impacto que ha tenido el cambio climático para la vida humana ha sido notorio. En este contexto, nuestra intención es investigar cómo los agricultores de Parral han visto afectada sus actividades y el uso de los suelos que emplean en sus cultivos.

Esta encuesta es completamente confidencial y anónima, y todas sus respuestas sólo serán usadas para el análisis de este estudio. Los investigadores de la universidad no usarán su nombre.

1- ¿De cuantas hectáreas se corresponde el suelo en el que trabaja?

	Entre 0.5 y 2	Entre 3 y 10	Entre 11 y 50	Entre 51 y 100	Más de 100
Marcar aquí					

2- A qué atribuye el cambio en el patrón de uso de suelo? (Puede marcar más de una).

	Temperaturas medias ambientales	Fertilizantes empleados	Nivel de lluvias presenciados	Degradación de los suelos agrícolas	Disponibilidad hídrica del embalse
Marcar aquí					

3- ¿Qué medidas individuales ha tomado para adaptarse ante el impacto climático en la actividad agrícola? (Puede marcar más de una).

	Cambios en el uso del agua.	Cambios en el uso del suelo.	Cambio de nuevos fertilizantes.	Cambios en la producción.	Cambios en la escala de producción.
Marcar aquí					

4- ¿Qué tipo de fuente de riego tiene en su actividad agrícola? (puede marcar más de una)

Opciones	Preferencia
Vertiente	
Estero	
Río	
Lago, laguna	
Charco o vega	
Pozo	
Embalse	
Canal	

5- ¿Existen fuentes naturales de agua (naciente, arroyo o río, lago, charco o vega en el predio)?

Opciones	Preferencia
Si	
No	
No sabe o no responde	

Facultad de Educación y Humanidades
 Departamento de Ciencias Sociales
 Pedagogía en Historia y Geografía



Objetivo: La siguiente encuesta tiene por objetivo conocer la percepción subjetiva del encuestado en base a la Escala de Likert donde:

- 1- Totalmente de acuerdo
- 2- En desacuerdo
- 3- No sabe
- 4- De acuerdo
- 5- Muy de acuerdo

	1	2	3	4	5
¿Cree usted que las nuevas condiciones climáticas afectaran la producción del suelo que trabaja en un periodo de 5 años?					
¿Considera usted que el cultivo del arroz sigue siendo rentable?					
¿Considera usted que el cultivo de hortalizas sigue siendo rentable?					
¿Considera usted que el cultivo de hortalizas sigue siendo rentable?					
¿Cree que en un periodo de 5 años tendrá que cambiar el tipo de cultivo que trabaja debido al cambio climático?					

CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA

5. Referencias Bibliográficas

- Acevedo, E. y Silva, P.** (2003). Agronomía de la cero labranza. Santiago. Universidad de Chile. Recuperado de https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/169992/Agronomia_cero_labranza.pdf?sequence=4
- Altieri, M y Nicholls, C.** (2009). Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. LEISA revista de agroecología, 24(4), 5-8. Recuperado de <https://archive.foodfirst.org/wp-content/uploads/2016/01/leisa-cambioclimatico.pdf>
- Alvarado, E., Canales, F. y Pineda, E.** (1994). Metodología de la Investigación. Segunda Edición. Organización Panamericana de la Salud.
- Alvarado, R.** (1982) Arroz: antecedentes sobre su producción e investigación en el país. Investigación y Progreso Agropecuario Quilamapu. (no. 12) p. 5-7.
- Arenas, F. y Cáceres G.** (2001). Ordenamiento del territorio en Chile: desafíos y urgencias para el tercer milenio. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Banco Mundial** (2008). Development and Climate Change. A Strategic Framework for the World Bank Group. Technical Report, Washington, D.C.
- Balestrini, M.** (2000). ¿Cómo se elabora un proyecto de investigación? Primera Edición. Caracas. Editorial Consultores Asociados BL.
- Barrera-Bassols, N. y Zinck, A.** (2000). Ethnopedology in a worldwide perspective: An annotated bibliography. ITC Publication 77. ITC, Enschede, Holanda, 636 pp.
- Barry, R. y Chorley, R.** (1985). Atmósfera, tiempo y clima. Cuarta edición. Barcelona. Omega.
- Biswas, S., Rashid, M., Khatun, H., et al.** (2019). Scope and progress of rice research harnessing cold tolerance. p. 225-264. In Hasanuzzaman, M., Fujita, M., Nahar, K., et al. (eds.) Advances in rice research for abiotic stress tolerance. Elsevier Science Publishing, New York, USA.
- Borsdorf, A., Hidalgo, R. y Sánchez, R.** (2018). ¿Qué es la Geografía? Breve introducción al estudio y métodos de la ciencia geográfica. Santiago. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Bosello, F, Carraro C. y De Cian, E.** (2009), "An analysis of adaptation as a response to climate change", Working Papers, N° 26, Universidad Ca'Foscari, Venecia.
- Börgel, R.** (1983). Geomorfología. Instituto Geográfico Militar (IGM). Santiago. Recuperado de <http://www.bibliotecanacionaldigital.gob.cl/bnd/631/w3-article-350768.html>
- Casanova, L.** (2008). Topografía plana. Publicaciones Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Centro de Información de Recursos Naturales.** (2001). Estudio Agrológico VII Región, Talca. Chile.

- CEPAL.** (2009). La economía del cambio climático en Chile. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/32827/S2009772_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CEPAL.** (2012). La Economía del cambio climático en Chile. Santiago, Chile: CEPAL.
- Chirino Miranda, E.** (2003). Influencia de las precipitaciones y de la cubierta vegetal en el balance hídrico superficial y en la recarga de acuíferos en clima semiárido (Tesis). <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/3386>).
- Crutzen, P. J. y Stoermer, E. F.** (2000). The “Anthropocene”. Global Change Newsletter, 41, 17-18. Recuperado de: <http://www.igbp.net/download/18.316f18321323470177580001401/1376383088452/NL41.pdf>
- Derpsch, R., Sidiras, N. y Roth, C.** (1986). Results of studies made from 1977 to 1984 to control erosion by cover crops and no-tillage techniques in Paraná, Brazil. Soil & Tillage, 8: 253-263.
- Díaz, G.** (2012). El cambio climático. Ciencia y Sociedad, vol. XXXVII, núm. 2, abril-junio pp, 227-240. <https://www.redalyc.org/pdf/870/87024179004.pdf>
- Dirección General de Aguas** (2004). Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del río Maule. Santiago de Chile: Ministerio de Obras Públicas (Chile). Recuperado de <https://mma.gob.cl/wpcontent/uploads/2017/12/Maule.pdf>
- Dirección General de Aguas.** (2005). Evaluación de los recursos hídricos superficiales de la cuenca del río Maule. Santiago. Ministerio de Obras Públicas.
- Dirección General de Aguas.** (2022). Información pluviométrica, fluviométrica, estado de embalses y aguas subterráneas. Boletín N.º 529 Mes Mayo. Santiago. Recuperado de: https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/informacionhidrologica/Informacion%20Mensual/Boletin_Mayo-2022.pdf
- Dollfus, O.** (1990). *El Espacio Geográfico*, Ediciones Apartados, Barcelona.
- Encina, A. y Ibarra, J.** (2003). La degradación del suelo y sus efectos sobre la población. *Población y Desarrollo*, 25, 5-10. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5654360>
- Errázuriz, A. y González, J.** (1992). Proyecciones cartográficas. Manejo y uso. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago
- FAO.** (1984). Estado mundial de la agricultura y la alimentación. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación.

FAO. (2021). El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma

Farshad, A. (1997). Analysis of integrated soil and water management practices within different agricultural systems under semiarid conditions of Iran and evaluation of their sustainability. Tesis doctoral, Ghent University, Ghent, Bélgica. ITC Dissertation 57, Enschede, Holanda, 395 pp.

Farshad, A. y Zinck, A. (2000). Assessing agricultural sustainability using the six-pillar model: Iran as a case study. En: S.R. Gliessman (ed.). Agroecosystem sustainability: Developing practical strategies. CRC Press, Boca Raton, EE.UU. Pp.137-151.

Fortín, M. (1999). El proceso de la investigación: de la concepción a la realización. Editorial Interamericana de México.

Gatica, L. (2008). Parral revive gracias al arroz. Revista del Campo. Santiago. Chile. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/359161327_Efectos_del_cambio_climatico_en_la_precipitacion_local_del_Parque_Nacional_Radal_Siete_Tazas_Republica_de_Chile_empleando_un_metodo_de_downscaling_estadistico

Garcés, J. (2022). Efectos del cambio climático en la precipitación local del Parque Nacional Radal Siete Tazas, República de Chile, empleando un método de *downscaling* estadístico. Revista Geográfica, 164, 13-20.

Gonzalez, J. Arrilaga, M. y Peña, J. (2005). Los eventos extremos de precipitación, la variabilidad del clima y la erosión del suelo. Reflexiones ante el cambio del clima en los sistemas mediterráneos. Departamento de Geografía, Universidad de Zaragoza, España.

González, J.; Morales, C. (Eds.) (2022). Producción intensiva de berries en macetas en Maule: clima, adaptación y costo de establecimiento. Boletín INIA N°474. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Villa Alegre. Chile. 96 págs

Haddad, M., Brudvig, A., Clobert, J., Davies, F., Gonzalez, A., et al. (2015) Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. Science Advances, 1(2): e1500052.

Hurtado, J. (2000). Metodología de la investigación Holística. Tercera Edición. Sypal. Caracas.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2005). Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Centro de Investigación y Desarrollo de Información Geográfica (CIAF). Bogotá, Colombia.

- Niemeyer, H.** (1984). Hidrografía de Chile. Instituto Geográfico Militar (IGM). Santiago.
- INE.** (2007). VII Censo Agropecuario y Forestal. Santiago. Chile.
- INE.** (2021). VIII Censo Agropecuario y Forestal. Santiago. Chile
- Ilustre Municipalidad de Parral.** (2006). Plan Regulador de la Comuna de Parral. Recuperado de
- Ilustre Municipalidad de Parral.** (2014). Plan Regulador de la Comuna de Parral. Recuperado de: https://www.transparencia.parral.cl/UserFiles/File/mecanismos_part_ciudadana/Pladeco_2014_2017.pdf
- Ilustre Municipalidad de Parral.** (2020). Plan Regulador de la Comuna de Parral. Recuperado de: https://www.transparencia.parral.cl/UserFiles/File/mecanismos_part_ciudadana/Pladeco_2020_2027.pdf
- Instituto de Recursos Naturales y Ecodesarrollo (INRED).** (2012). Los sistemas de información geográfica (SIG). Salta, Argentina. Universidad Nacional de Salta. Recuperado de: <https://bibliotecavirtualaserena.files.wordpress.com/2017/11/cartilla-tec3b3rica.pdf>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).** (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, T.F. Stocker y otros (eds.), Cambridge, Cambridge University Press.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).** (2014b), Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, C.B. Field y otros (eds.), Cambridge, Cambridge University Press
- Keith DA, Rodríguez JP, Rodríguez-Clark KM, et al.** (2013). Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems. 10.1371/journal.pone.0062111
- Lewis, L. y Maslin, A.** (2015). Defining the Anthropocene. Nature, 519, 171 - 180. <https://doi.org/10.1038/nature14258>
- Lorda, M.** (2011) Huellas nº 15, Aportes para la investigación geográfica a partir de la observación participante y de entrevista (pp. 91-102)
- Margulis, S. y Dubeux, C.** (2010). Economía da Mudança do Clima no Brasil: Custos e Oportunidades, São Paulo, IBEP Gráfica.

Marquina, J. y Mogollón, A. (2018). Niveles y escalas de levantamiento de información geográfica con sensores remotos. *Revista Geográfica Venezolana*, vol. 59, núm. 1, pp. 42-52.

Marradi, A., Archenti, N. y Piovani, J. (2007). *Metodología de las Ciencias Sociales*. Buenos Aires: Emecé Editores.

Mendoza, R. (2006). Investigación cuantitativa y cualitativa- Diferencias y limitaciones. Recuperado de http://recursos.salonesvirtuales.com/assets/bloques/investigacionDIFERENY_LI MI TACIONES.pdf

Moameni, A. y Zinck, A. (1997). Application of statistical quality control charts and geostatistics to soil quality assessment in a semi-arid environment of south-central Iran. En: *Conf. Geo-Information for Sustainable*. Recuperado de: <https://wgbis.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/LM/SUSLUP/Thema3/256/256.pdf>

Moameni, A. (1999). Soil quality changes under long-term wheat cultivation in the Marvdasht plain, SouthCentral Iran. [Tesis doctoral, Universidad de Ghent]. Ghent, Bélgica, 284 pp. Repositorio digital Wageningen University and Research eDepot. Recuperado de <https://edepot.wur.nl/481204>

Monkhouse, F.(1978). *Diccionario de términos geográficos*. OIKOS-TAU SA

Morales, C. y González, J. (eds.) (2020). *Arándanos y frambuesas en la Región del Maule: Caracterización sectorial y análisis varietal*. . Boletín INIA N°431. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Villa Alegre, Chile.

Ocampo, O. (2011). El cambio climático y su impacto en el agro. *Rev. UNIANDES*. 11(33). 115-123 Recuperado de <https://revistas.uniandes.edu.co/doi/epdf/10.16924/revinge.33.11>

ODEPA. Rojas, C., Cáceres, L. y Tapia, B. (2022). *Análisis de los Resultados del VIII Censo Agropecuario y Forestal*. Santiago. Ministerio de Agricultura. Recuperado de: <https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/71949/ArtCenso2022.pdf>

OECC (2022). *Cambio Climático: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad*. Guía Resumida del Sexto Informe de Evaluación del IPCC. Grupo de Trabajo II. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Madrid. Basado en materiales contenidos en el IPCC AR6 *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/ipcc-guia-resumida-gt2-imp-adap-vuln-ar6_tcm30-548667.pdf

Plass, G. (1956). The Carbon Dioxide Theory of Climatic Change. *Tellus*, 8: 140-154. <https://doi.org/10.1111/j.2153-3490.1956.tb01206.x>

Pantoja, M. y Urra, M. (2010). Las características de los suelos y su incidencia en la producción arrocera en la comuna de Parral : (1980-2008). [Tesis de Pregrado, Universidad del Bío-Bío]. Repositorio Digital Sistema de Bibliotecas Universidad del Bío-Bío. Recuperado de <http://repobib.ubiobio.cl/jspui/handle/123456789/1854>.

Paredes, M., Becerra, V., Donoso, G. (eds.) (2021). 100 años del cultivo del arroz en Chile en un contexto internacional. 1920-2020. (Tomo I). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chillán. Chile. Recuperado del repositorio de: <https://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/147960/TOMO%20I.pdf?sequence=10&isAllowed=y>

Paredes, M., Becerra, V., Donoso, G. (eds.) (2021). 100 años del cultivo del arroz en Chile en un contexto internacional. 1920-2020. (Tomo II). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chillán. Chile. Recuperado del repositorio de: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68052/NR42596.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Pineda, E. y Alvarado E. (2008). Metodología de la Investigación (3ª. Ed.). México.

Rodríguez, J. R. M., Benito, C. A. y Portela, L. A. (2004). *Meteorología y Climatología*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). p. 12 a 33.

Rodríguez, A. (2007). Cambio climático, agua y agricultura. Desde la Dirección de Liderazgo Técnico y Gestión del Conocimiento-IICA, 13.

Schuster, Puente, Andrada y Maiza. (2013). La metodología cualitativa, herramienta para investigar los fenómenos que ocurren en el aula. La investigación educativa. Revista iberoamericana de educación. Vol. 4 (2). Recuperado de: <http://www.exactas.unca.edu.ar/riecyt/VOL%204%20NUM%202/TEXTO%207.pdf>

Stern, N. (2013), "The structure of economic modeling of the potential impacts of climate change: grafting gross underestimation of risk onto already narrow science models", *Journal of Economic Literature*, vol. 51, N° 3, septiembre. 10.1257/jel.51.3.838

Strahler, A. (1989). Geografía Física; capítulo 9: Clasificación de los Climas; Ediciones Omega, Barcelona. Chile.

Toledo, X. y Zapater, E. (1989). Geografía General y Regional de Chile. Editorial Universitaria.

Universidad de Chile. (2017). Atlas Agroclimático de Chile. Santiago-Chile: Valus. Recuperado de: <https://www.uchile.cl/publicaciones/139988/atlas-agroclimatico-dechile>

Valiente, Ó. (2001). Sequía: definiciones, tipologías y métodos de cuantificación. *Investigaciones Geográficas*, 26(26), 59–80. <https://doi.org/10.14198/ingeo2001.26.06>

Wokabi, S. (1994). *Quantified land evaluation for maize yield gap analysis: at three sites on the eastern slope of Mount Kenya*. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation.

Yoshida, S. (1981). Climatic environment and its influence. p. 65-110. In: *Fundamentals of rice crop science*. International Rice Research Institute (IRRI), Manila, Philippines.

Zinck, A. (2005). Suelos, información y sociedad. *Gaceta ecológica*, (76), 7-22. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/539/53907603.pdf>

Zinck, A., Berroterán, J., Farshad, A., Moameni, A., Wokabi, S. y Van Ranst, E. (2004). Approaches to assessing sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture* 23 (4): 87-109. https://doi.org/10.1300/J064v23n04_08

