

UCH-FC
Q. Ambiental
F954p
C.1



FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

“PROPUESTA DE MONITOREO EN UNA POTENCIAL CONTAMINACIÓN DE PESTICIDAS EN FUENTES DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO DEL SECTOR ALTOANDINO DEL VALLE DEL ELQUI, IV REGIÓN”

Seminario de Título entregado a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de:

Químico Ambiental

Tamara Ivonne Fuenzalida Barrera

Directora de Seminario de Título: Ing. María Eugenia Molina
Profesor Patrocinante: M. Cs. Sylvia Copaja Castillo

Enero de 2011
Santiago – Chile



INFORME DE APROBACIÓN SEMINARIO DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias, de la Universidad de Chile que el Seminario de Título, presentado por el o (la) candidato (a):

TAMARA IVONNE FUENZALIDA BARRERA

“PROPUESTA DE MONITOREO EN UNA POTENCIAL CONTAMINACIÓN DE PESTICIDAS EN FUENTES DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO DEL SECTOR ALTOANDINO DEL VALLE DEL ELQUI, IV REGIÓN”

Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Químico Ambiental

COMISIÓN DE EVALUACIÓN

Ing. María Eugenia Molina
Directora Seminario de Título

M. Cs. Sylvia Copaja Castillo
Profesora Patrocinante

M. Cs. Ximena Molina
Correctora

M. Cs. Héctor Bravo
Corrector

Este bloque contiene las firmas manuscritas de los miembros de la Comisión de Evaluación, escritas en tinta azul sobre líneas horizontales. A la derecha de las firmas se encuentra un sello circular de la Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, que indica 'BIBLIOTECA CENTRAL'.

Santiago de Chile, Enero de 2011



BIOGRAFÍA



Nací el 4 de abril de 1984, en la ciudad de Santiago, Chile. Mis padres son Rodrigo Armando e Ivonne del Carmen, soy la primera de cuatro hermanas, Camila, Josefa y Natalia, con quienes viví durante toda mi niñez y juventud.

Mis estudios escolares los realice en el Colegio Teresiano Enrique de Ossó desde el año 1990 al 2001, en donde realice gimnasia rítmica durante la enseñanza básica y posteriormente durante la enseñanza media desarrolle mis aptitudes científicas, formando parte del taller electivo de química. Luego ingrese al pre-universitario Pedro de Valdivia durante un año, lo que me permitió realizar mis estudios universitarios en la Universidad de Chile en la carrera de Química Ambiental durante los años 2003 a 2010. Durante estos años desarrolle mi unidad de investigación sobre la caracterización fisicoquímica y determinación de metales pesados en los sedimentos de los ríos Aconcagua, Cachapoal y Choapa, proyecto que fue realizado con la colaboración de la Universidad de Chile junto con el apoyo del CENMA y DGA.

Ya en el último año de mi carrera, es decir 2010, mi vida cambio completamente, al formar mi propia familia y ser madre de una hermosa niña, a quien llame Florencia, para luego concretar planes de casamiento junto a su padre, Mario Azocar, todo en conjunto con el término de mi seminario y por ende titulación.

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado para:

Mis padres, Rodrigo Fuenzalida e Ivonne Barrera, por darme la formación y las herramientas para llegar a ser la persona que soy.

A Mario Azócar por su gran amor y eterno apoyo. En especial al fruto de nuestro amor y eterna felicidad, nuestra hija Florencia, quien con su existencia ha cambiado y engrandecido nuestras vidas.





AGRADECIMIENTOS

Agradezco enormemente a mis padres quienes me apoyaron incondicionalmente, soportando muchas noches de desvelo junto a mis amigos de la universidad y quienes creyeron en mí y supieron entenderme y proporcionarme todo aquello que pudiese necesitar.

Además a mi abuelo, mejor dicho a mi tata Roty, quien sin críticas, al contrario con mucho amor, paciencia y fe me ayudo en mis estudios.

Agradezco además a mi pareja, Mario Azócar, quien me acompañó durante todos estos años de estudio, entregándome su amor, su compañía y muchos consejos de aliento, con los cuales me ayudaron a salir adelante en mas de una ocasión.

Agradezco también a mi amiga y compañera Karina Ortega, quien no solo fue una compañera en tantos estudios, sino quien pensó en mi y me recomendó tanto en la ejecución de mi unidad de investigación, como en la DGA, donde finalmente pude realizar mi seminario, contando con el gran apoyo y ayuda de Monica Musalem y Maria Eugenia Molina.

Agradezco a mi Jefa de Carrera y Profesora Patrocinante, Silvia Copaja, quien me supo aconsejar y entender al entregarme todas las herramientas que estaban a su alcance para poder desarrollar este seminario de la manera más eficiente posible, en especial debido al momento por el cual cursaba.

Agradezco al señor Carlos Peralta, presidente del comité APR La Jarilla y sus colaboradores, quienes me entregaron información muy valiosa para el desarrollo de este seminario y quienes tuvieron la amabilidad de guiarme en un recorrido por los alrededores de la comuna de Paihuano.

Agradezco a mis hermanas Josefa y Natalia, quienes con mucho amor aportaron su granito de arena en mi desarrollo como profesional.

En especial a mi hija, quien vivió todo este proceso dentro y fuera mío, dándole un sentido mucho más profundo a la elaboración de este seminario.





INDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ABREVIATURAS.....	xix
RESUMEN.....	xx
ABSTRACT.....	xxii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	4
1.1.1. Objetivo general.....	4
1.1.2. Objetivos específicos.....	4
II. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA COMUNA DE PAIHUANO, IV REGIÓN.	5
2.1. Área de estudio.....	5
2.2. Antecedentes económicos.....	7
2.3. Cobertura de abastecimiento de agua potable.....	8
III. SISTEMA FÍSICO – NATURAL DE LA ZONA.....	15
3.1. Clima.....	15
3.2. Red de Drenaje.....	15
3.3. Hidrografía.....	17



3.3.1.	Régimen fluvial.....	17
3.3.2.	Pendiente.....	19
3.4.	Hidrología.....	20
3.5.	Hidrogeología.....	23
3.5.1.	Catastro de Captaciones.....	26
3.6.	Suelo.....	29
3.6.1.	Tipos de Suelo.....	29
3.6.2.	Capacidad de uso de Suelo.....	30
IV.	ANTECEDENTES SOBRE PESTICIDAS.....	34
4.1.	Aspectos generales.....	34
4.1.1.	Clasificación.....	35
4.1.2.	Efectos sobre la salud.....	39
4.1.3.	Efectos sobre el medio ambiente.....	42
4.2.	Normativa de los pesticidas.....	44
4.2.1.	Pesticidas en Chile.....	45
4.2.2.	Convenios internacionales.....	48
V.	PROCESOS QUE INFLUYEN EN LA PRESENCIA DE PESTICIDAS EN CUERPOS DE AGUA.....	52
5.1.	Propiedades físico-químicas del pesticida.....	52
5.1.1.	Persistencia de pesticidas.....	53



5.1.2.	Adsorción-desorción de pesticidas.....	55
5.1.3.	Solubilidad en el agua.....	57
5.1.4.	Volatilidad.....	59
5.1.5.	Lixiviación.....	61
5.2.	Factores externos que regulan el movimiento de los pesticidas.....	63
5.2.1.	Características del suelo.....	63
5.2.2.	Condiciones Climatológicas y ambientales.....	67
5.2.3.	Metodos y condiciones de aplicación.....	70
5.2.4.	Sistemas acuíferos.....	71
5.3.	Procesos de degradación de los pesticidas.....	72
5.3.1.	Descomposición química.....	73
5.3.2.	Descomposición fotoquímica.....	73
5.3.3.	Descomposición microbiana.....	74
VI.	USO DEL SUELO Y PESTICIDAS UTILIZADOS EN LA COMUNA DE PAIHUANO.....	76
VII.	PREDICCIÓN DE PRESENCIA DE PESTICIDAS EN FUENTES DE AGUA DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	80
7.1.	Análisis de ingredientes activos de pesticidas con potencialidad de lixiviar.....	82



7.1.1. Ingredientes activos de pesticidas con alto potencial lixivante.....	83
7.1.2. Ingredientes activos de pesticidas con mediano potencial lixivante.....	88
7.1.3. Ingredientes activos de pesticidas con incierto grado de lixiviación.....	94
7.2. Análisis de ingredientes activos de pesticidas con cierta potencialidad de encontrarse en aguas superficiales.....	97
7.3. Cuadro Resumen de ingredientes activos de pesticidas con probabilidad de encontrarse en fuentes de agua superficiales y/o subterráneas.....	101
VIII. CARACTERISTICAS DE LOS PESTICIDAS CON POTENCIAL GRADO DE ENCONTRARSE EN LAS FUENTES DE AGUA.....	103
8.1. Triadimefon.....	103
8.2. Miclobutanil.....	105
8.3. Penconazol.....	106
8.4. Metalaxil.....	106
8.5. Boscalid.....	107
8.6. Simazina.....	108



IX. PROPUESTA DE MONITOREO EN LA ZONA.....	111
9.1.Pesticidas seleccionados.....	111
9.2.Ubicación de puntos de muestreo.....	112
9.3.Época de muestreo.....	114
9.4.Frecuencia de medición.....	115
9.5.Metodología de toma de muestra.....	116
9.6.Técnica analítica a utilizar.....	116
X. CONCLUSIONES.....	118
XI. REFERENCIAS.....	121
XII. ANEXOS.....	131
ANEXO 1: Análisis bacteriológicos y fisicoquímicos del sector Pisco Elqui y La Jarilla.....	132
ANEXO 2: Estadísticas de caudales medios (m ³ /s) mensuales del rio Claro, Derecho y Cochiguaz para concluir el régimen fluvial de la zona	142
ANEXO 3: Estadísticas de precipitaciones medios (mm) mensuales para obtención de promedios de precipitaciones medias anuales en la zona.....	149
ANEXO 4: Niveles estáticos en pozos registrados por DGA desde los años 1970 a 2008.....	155

ANEXO 5: Pesticidas prohibidos según SAG.....	160
ANEXO 6: Interpretación de valores numéricos de las propiedades de los pesticidas	162
ANEXO 7: Características fisicoquímicas de los pesticidas consideradas para determinar el grado de lixiviación y solubilidad de los pesticidas.....	164
ANEXO 8: Características de pesticidas de acuerdo a su poder de lixiviación y con cierta solubilidad.....	169
ANEXO 9: Producción de la uva para la determinar épocas de aplicación de los pesticidas.....	172





INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Numero de habitantes de la comuna de Paihuano por localidad.....	7
Tabla 2: Cobertura de abastecimiento de agua potable en el distrito de Paihuano.....	9
Tabla 3: Características de pozos utilizados por Servicio Sanitario Aguas del Valle.....	10
Tabla 4: Catastro de captaciones de APR.....	11
Tabla 5: Régimen y periodos de registro en estaciones fluviometricas correspondiente a la subcuenca del rio Claro.....	18
Tabla 6: Precipitación media anual en el sector de Paihuano.....	21
Tabla 7: Catastro de Captaciones Comuna de Paihuano.....	26
Tabla 8: Serie de Suelo de la comuna de Paihuano.....	30
Tabla 9: Clasificación de los plaguicidas según organismo al cual se le desee controlar.....	35
Tabla 10: Clasificación de los plaguicidas según grupos químicos principales y ejemplos de cada uno.....	35
Tabla 11: Clasificación de los plaguicidas según peligrosidad recomendada por la Organización Mundial de la Salud.....	38
Tabla 12: Toxicidad de los plaguicidas por grado de inhalación.....	39
Tabla 13: Personal estacional que trabaja en las explotaciones agropecuarias, por género.....	45



Tabla 14: Normas existentes en Chile relacionadas con el recurso hídrico que contienen valores máximos de concentraciones de pesticidas permisibles según tipo y uso.....	48
Tabla 15: Umbral de interpretación para la vida media de un pesticida.....	54
Tabla 16: Umbral de interpretación para la el coeficiente de reparto (k_{oc}) de un pesticida.....	57
Tabla 17: Umbral de interpretación para la solubilidad de un pesticida en agua.....	59
Tabla 18: Umbral de interpretación para la volatilidad de un pesticida.....	60
Tabla 19: Clasificación de pesticidas según el índice de GUS.....	62
Tabla 20: Criterio USEPA/C DFA en la clasificación de pesticidas....	62
Tabla 21: Criterio EPA en la clasificación de pesticidas.....	63
Tabla 22: Clasificación granulométricas de las partículas del suelo....	65
Tabla 23: Factores ambientales que facilitan la contaminación difusa de las aguas.....	68
Tabla 24: Principales usos del suelo en la comuna de Paihuano.....	77
Tabla 25: Pesticidas utilizados en la comuna de Paihuano para vid de mesa, viñas y parronales viníferos.....	79
Tabla 26: Clasificación de pesticidas de acuerdo a su potencial grado de lixiviación.....	83

Tabla 27: Superficie regada en las explotaciones agropecuarias, año agrícola 2006/2007 por sistema de riego según la comuna de Paihuano.....	98
Tabla 28: Cuadro resumen ingredientes activos con cierta probabilidad de contaminar las aguas subterráneas y/o superficiales.....	102
Tabla 29: Coordenadas geográficas de la ubicación de captaciones de agua.....	113
Tabla 30: Ingredientes activos a analizar y sus respectivas fechas de aplicación.....	114
Tabla 31: Tecinas analíticas a utilizar según laboratorio certificado...	117



INDICE DE FIGURAS



Figura 1: Catastro vitícola nacional 2005.....	2
Figura 2: Mapa de ubicación comuna de Paihuano, Chile.....	6
Figura 3: Ubicación de pozos de extracciones de agua para consumo humano.....	9
Figura 4: Extracción de agua por APR Pisco Elqui.....	12
Figura 5: Cloración de las aguas de APR Pisco Elqui.....	12
Figura 6: Extracción de agua por APR Montegrande.....	13
Figura 7: Estanque acumulador de agua de APR Montegrande.....	13
Figura 8: Extracción de agua por APR Horcón.....	14
Figura 9: Mapa red de drenaje de la comuna de Paihuano.....	16
Figura 10: Ubicación de las estaciones fluviométricas de la subcuenca del río Claro.....	18
Figura 11: Perfil topográfico W – E a la latitud 30° (cuenca del río Elqui). Instituto Geográfico Militar. Levantamiento aerofotogramétrico en base a carta regular 1:50.000.....	19
Figura 12: Imágenes del valle encajonado en el sector de Montegrande y Pisco Elqui.....	20
Figura 13: Ubicación de las estaciones de precipitación de la subcuenca del río Claro.....	22
Figura 14: Diagrama Ombrotérmico, en estación La Ortiga (1979 a 2009). MOP, DGA & CADE-IDEPE.....	23

Figura 15: Mapa de vulnerabilidad de acuíferos, comuna de Paihuano, Región de Coquimbo. SERNAGEOMIN. 2005.....	25
Figura 16: Mapa de ubicación de catastro de captaciones en la Comuna de Paihuano por DGA.....	27
Figura 17: Grafico de niveles estáticos en pozos registrados por DGA desde los años 1970 a 2008.....	28
Figura 18: Cultivos de vid en pendiente, Pisco Elqui.....	33
Figura 19: Distribución de las Intoxicaciones agudas por plaguicidas. REVEP, Chile 1997-2005.....	40
Figura 20: Letalidad de las intoxicaciones agudas por pesticidas. REVEP, Chile 1998- 2005.....	41
Figura 21: Intoxicaciones agudas por plaguicidas según Mes de Ocurrencia y Sexo. REVEP, Chile. 2003-2004.....	42
Figura 22: Porcentaje de plaguicidas vendidos según organismo al cual se le desea controlar – total país. MINAG. SAG. Declaración de ventas de plaguicidas 2006	46
Figura 23: Fases de desaparición del plaguicida en el suelo.....	53
Figura 24: Poblado de Montegrande inmerso en predios agrícolas de vid de mesa.....	78
Figura 25: Isómeros de triazol. Reregistration Eligibility Decision for Triadimefon and Tolerance Reassessment for Triadimenol, EPA. 2006.....	103



Figura 26: Reacción del triadimefon con formación del triadimenol. Reregistration Eligibility Decision for Triadimefon and Tolerance Reassessment for Triadimenol, EPA.2006.....	104
Figura 27: Transformación del miclobutanil en el suelo. Pesticide Fact Sheet, EPA. 2004.....	105
Figura 28: Estructura química de penconazole. Wood A. 2008.....	106
Figura 29: Estructura química de la fenilamida. Reregistration Eligibility Decision, EPA. 1994.....	107
Figura 30: Estructura química del metalaxil. Reregistration Eligibility Decision, EPA. 1994.....	107
Figura 31: Estructura química de boscalid. Pesticide Fact Sheet, EPA. 2003.....	108
Figura 32: Isómeros de las triazinas: 1) 1,2,3-triazina; 2)1,2,4-triazinas; 3)1,3,5-triazinas. Gunasekara, A. S. 2004. Environmental Fate of Simazine.....	109
Figura 33: Vías generales de degradación de la simazina. Gunasekara, A. S. 2004. Environmental Fate of Simazine.....	110
Figura 35: Ubicación captaciones de agua como puntos de muestreo.....	113



ABREVIATURAS

APR: Agua Potable Rural

SS: Servicios Sanitarios

DGA: Dirección General de Aguas

CIRH: Centro de Información de Recursos Hídricos

REVEP: Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica de Intoxicaciones Agudas.

RESUMEN

Se realizó una propuesta de monitoreo de pesticidas en las fuentes de agua para consumo humano en la comuna de Paihuano, perteneciente a la provincia del Elqui, IV región de Coquimbo.

En la propuesta, se determinó la ubicación de los puntos de muestreo, los cuales corresponden a los lugares de extracción de agua para el consumo humano, ya sea superficial o subterránea de los APR de la zona y del SS Aguas del Valle y de los pozos de las estaciones de monitoreo de la DGA, formando en su totalidad 9 lugares.

Se determinó que la época más idónea de muestreo es en enero, lo cual se basó en las fechas de aplicación de los pesticidas, además se sugiere que la frecuencia de monitoreo ideal fuese plurianual o en forma más generalizada, en las estaciones de invierno y verano, en donde se logra apreciar la influencia de los cambios estacionales y la aplicación de agroquímicos de la zona.

Los ingredientes activos de los pesticidas seleccionados para la propuesta de monitoreo fueron 6: triadimefon, metalaxil, miclobutanil, boscalid, simazina y penconazole.

Dichos pesticidas fueron obtenidos a partir de una lista aun mayor, la cual se obtuvo a partir de los pesticidas aplicados a los cultivos de vid de la comuna. Para determinar cuales de estos pesticidas tendrían una potencial contaminación de las aguas de la zona, fueron filtrados a partir de sus características fisicoquímicas. En una primera instancia a aquellos ingredientes activos con cierta capacidad de lixiviar hacia las aguas subterráneas, en donde principalmente se consideró adsorción y persistencia en el suelo.

Además se considero a aquellos con cierta solubilidad, complementado con el potencial de escorrentía, con el fin de incluir a las aguas superficiales.

Luego se describió las características de todos los ingredientes activos seleccionados y de sus respectivos metabolitos, si corresponde, donde se consideró unidades de venta, toxicidad, solubilidad y degradación. Finalmente a dichos pesticidas se les analizo de acuerdo a su comportamiento en los sistemas suelo, agua, aire y sedimento-agua, indicando en cada caso la reacción de degradación, si corresponde.

A cada uno de ellos se les sugirió una técnica analítica para poder ser determinado y una metodología de toma de muestra.

ABSTRACT

It made a proposal for monitoring of pesticides in source drinking water in the commune of Paihuano, belonging to the Elqui Province, Coquimbo Region.

In the proposal, it was determined the location of sampling points, which one correspond to the locations of water withdrawal for consumption human, either surface or underground of the area APR and the SS Aguas del Valle and the wells of the monitoring stations of the DGA, forming nine locations.

It was determined that the most suitable sampling period is January, which is relied on the dates of pesticide applications and suggests that the ideal frequency of monitoring was a multi-year or more widespread in winter and summer seasons, where he manages assess the impact of seasonal changes and application of agrochemicals in the area.

The pesticide active ingredients selected for the proposal for monitoring were 6: triadimefon, metalaxyl, myclobutanil, boscalid, simazine and Penconazole.

These pesticides were obtained from a biggest list, which one was obtained from pesticides applied to crops of grapes of the commune. To determine which pesticides would have a potential water pollution in the area, they were filtered from their physicochemical characteristics. In the first instance to those active ingredients with some ability to leach into the waters underground, where mainly consider adsorption and persistence in soil. Also was considered for those with some solubility, supplemented by the potential for runoff, in order to include surface water.

Then described the characteristics of all active ingredients and their respective metabolites, if corresponds, were detailed, which was considered units sale, toxicity, solubility and degradation. Finally these pesticides were analyzed according to

their behavior in systems soil, water, air and sediment-water indicating in each case the reaction degradation, if corresponds.

To each of them have suggested an analytical technique to be determined and a sampling methodology.

I. INTRODUCCION

En el mundo se observa una creciente contaminación del suelo y de las aguas tanto superficiales como subterráneas, provocada, entre otras causas, por el uso intensivo de insumos agrícolas y de tecnologías muchas veces no amigables con el ambiente, producto de la necesidad de satisfacer los requerimientos de la población. Nuestro país no está exento de esta problemática. Es así como durante las últimas dos décadas la gran utilización de sustancias químicas peligrosas con fines agrícolas e industriales ha recibido gran atención tanto nacional como internacional (RAP-AL).

Parte importante de estas sustancias son conocidas como agroquímicos o pesticidas, los cuales según el reglamento de notificaciones de las intoxicaciones agudas con pesticidas, Dto. N°88 de 2004, su principal objetivo es prevenir, controlar o combatir organismos capaces de producir daños a personas, animales, plantas, semillas u objetos inanimados. Lamentablemente como consecuencia de su utilización, según el Departamento de Epidemiología del Ministerio de Salud, los plaguicidas tienen efectos agudos y crónicos en la salud, existiendo una peligrosidad que ha sido clasificada por la OMS, basándose en la dosis letal media aguda en ratas. Es así como para un mejor control de las consecuencias que los pesticidas causan en la salud humana, que en el año 1993 se creó el Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Intoxicaciones Agudas por Plaguicidas (REVEP) del Ministerio de Salud.

Actualmente existe una creciente preocupación por los posibles daños que estos fitosanitarios pudiesen estar ocasionando a los habitantes de una determinada población del país, la cual se encuentra inmersa en la Cuarta Región de Coquimbo, debido a su

aplicación en extensas áreas dedicadas a predios agrícolas, mayoritariamente en cultivo de vid de mesa, vinífera y pisquera, viñedos y parronales, ocupando, según el Catastro Vitícola Nacional 2005, el cuarto lugar a nivel nacional de áreas vitícolas (Figura 1), el cual corresponde a un total de 21.855,4 hectáreas (12% nacional).

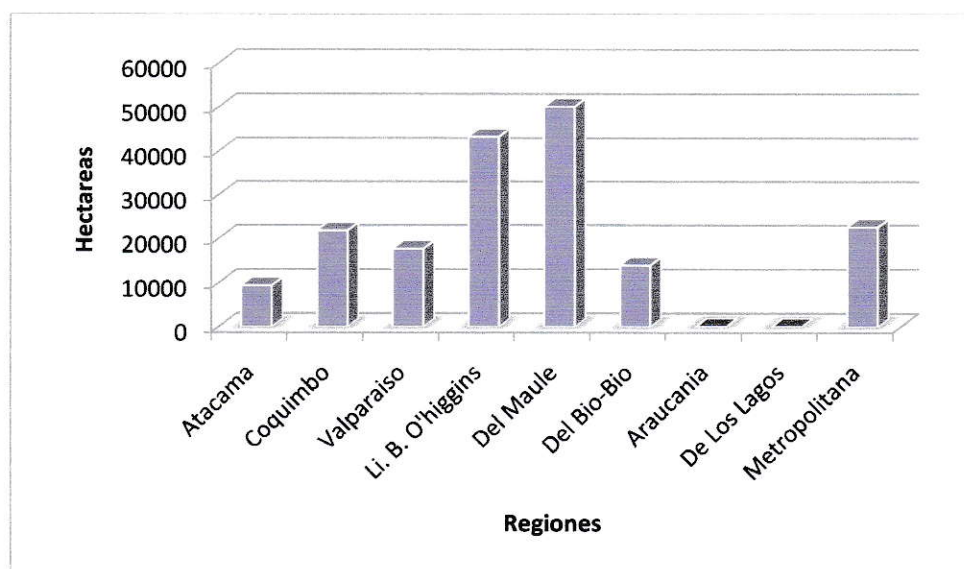


Figura 1: catastro vitícola nacional 2005.

El 24% de dichas áreas vitícolas son utilizados en la provincia del Elqui, las cuales corresponden a 5.245,296 hectáreas, en donde el 30% de ellas son utilizados en la comuna de Paihuano, es decir un total de 1.573,6 hectáreas, siendo esta última, zona de estudio debido a que ha sido epicentro de una serie de sintomatologías, tales como dolores de cabeza, náuseas, vómitos y desmayos provocando que su población, mayoritariamente rural manifieste descontento contra los dueños de dichos predios al responsabilizarlos producto de la aplicación de pesticidas agrícolas.

Es así como producto de una denuncia es que se origina el presente trabajo, en donde la Dirección General de Aguas (DGA), servicio público dependiente del Ministerio de Obras Públicas, busca establecer si las fuentes de agua utilizadas para el consumo de la población están siendo contaminadas por pesticidas, lo cual se determinará a través de la propuesta de un plan de muestreo de pesticidas en diferentes pozos de la zona, ya sean utilizados por el Servicio de Agua Potable Aguas del Valle, los comités de Agua Potable Rural (APR) o como estaciones de monitoreo por parte de la DGA.

Para poder analizar este problema, se caracterizó la zona de estudio, para la comprensión del entorno donde se encontrarían los pesticidas, además se realizó una identificación de los ingredientes activos de los pesticidas más utilizados en los cultivos de vid de la zona, así como de las principales características y factores externos que afectan su transporte y permanencia ya sea en las aguas subterráneas como superficiales, tales como persistencia, adsorción-desorción del pesticida en el suelo, solubilidad en el agua, volatilidad y lixiviación. Además se consideró los procesos de degradación más relevantes en los ingredientes activos que pueden determinar su presencia en las aguas. Una vez identificados los ingredientes activos de los pesticidas potencialmente contaminantes, se formula un plan de muestreo y se mencionan algunas conclusiones referentes a la situación en que se encuentra la población de la zona de estudio.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general.

Proponer un plan de muestreo en fuentes de agua superficiales y subterráneas utilizadas para el consumo humano de los principales pesticidas contaminantes de dichas aguas en el sector altoandino de Paihuano, valle del Elqui, IV Región.

1.1.2. Objetivos específicos.

1. Identificar localidades de estudio y sus respectivos cursos de agua.
2. Recopilar información acerca del lugar de estudio para posterior identificación del lugar de muestreo, tales como área de estudio y cobertura de abastecimiento de agua potable.
3. Caracterizar el entorno físico-natural del área de estudio y comprender su interacción con los pesticidas utilizados.
4. Identificar los pesticidas utilizados en la zona de acuerdo a las prácticas agrícolas vigentes.
5. Recopilar información acerca de las características propias de los pesticidas que influyen en su presencia en agua.
6. Establecer un criterio para determinar la posible presencia de pesticidas en lugares específicos de la cuenca y el acuífero, en base al uso del suelo, a los pesticidas utilizados, las características propias del pesticida y de la zona de estudio.
7. Proponer plan de muestreo de pesticidas en la cuenca, identificando pesticidas, ubicación de puntos de muestreo, época de muestreo, frecuencia de medición, metodología de toma de muestra y técnica analítica a utilizar.

II. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA COMUNA DE PAIHANO, IV REGIÓN.

2.1. Área de estudio

La comuna de Paihuano se encuentra ubicada a 970 m.s.n.m., latitud 30° 02' 16,21"y longitud 70° 30' 23,80", emplazada dentro de la provincia de Elqui, IV Región de Coquimbo, a unos 90 Km al este de la Capital Regional (www.subdere.gov.cl), en la subcuenca hidrográfica del río Claro, la que a su vez esta formada por la confluencia del río Cochiguaz y del Estero Derecho.

La subcuenca del río Claro tiene una orientación Sureste a Noroeste. Limita al Este con la Cordillera de los Andes, con cerros sobre los 4.500 m.s.n.m. Al Suroeste se limita con la cuenca del río Limarí de la que lo separa un cordón montañoso con cerros sobre los 4.000 m.s.n.m. Más al Norte limita con la cuenca del río Elqui. Al Suroeste y Norte limita con la cuenca del río Turbio (DGA, MOP.1984)

Desde el punto de vista político – administrativo Paihuano es una comuna con una superficie de 1.716 Km² y con una población de 4.168 habitantes, según el censo de población y vivienda, realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas el año 2002. La población se distribuye en diez localidades pobladas, en donde todas corresponden a entidades rurales¹ (aldeas), ubicadas a lo largo del Estero Derecho y los ríos Claro y Cochiguaz (Figura 2): Tres Cruces, La Conchina, Paihuano, Quebrada de Paihuano, Quebrada Pinto, Montegrande, Cochiguaz, Pisco Elqui, Horcón y Alcohuaz.

¹ Asentamiento humano concentrado o disperso que posee 1.000 o menos habitantes, o entre 1.000 y 2.000 habitantes con menos del 50% de su población económicamente activa dedicada a actividades secundarias o terciarias.

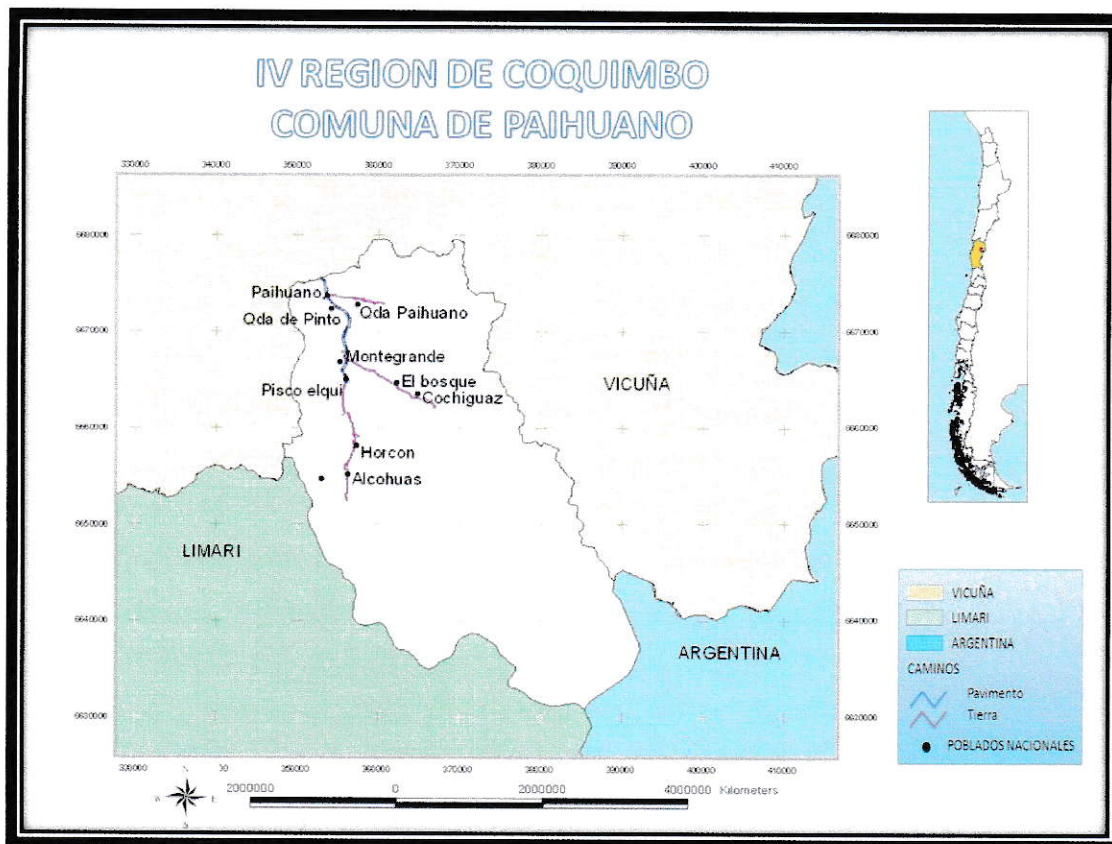


Figura 2: Mapa de ubicación comuna de Paihuano, Chile.

El número de habitantes de cada localidad se muestra en la Tabla 1. La localidad de Paihuano es la capital comunal y se encuentra ubicada a 96 Km, al suroriente de la ciudad de La Serena.

Tabla1: Numero de habitantes de la comuna de Paihuano por localidad. Programa Servicio País, 2001

Localidad	Habitantes
Tres Cruces La Conchilla	266
Paihuano	974
Qda. De Paihuano	312
Qda. De Pinto	162
Montegrande Cochiguaz	583
Pisco Elqui	984
Horcón Alcohuaz	826
TOTAL	4.107

En cuanto al total de habitantes, se observa que existe una diferencia correspondiente a 61 habitantes en comparación con lo entregado por el CENSO 2002, lo cual se ignorará debido a que las estadísticas comunales permiten tener una visión del número de habitantes por localidad, información que no entrega la otra fuente.

2.2. Antecedentes económicos

Las actividades económicas de la zona son la Agricultura, Turismo y Ganadería. Las dos primeras son las principales, según censo año 2002, generando empleo temporal entre los meses de septiembre a marzo. En los meses de diciembre a febrero se contrata mano de obra externa debido a que la interna no satisface las demandas laborales temporales de las actividades productivas.

La ganadería es una actividad de tipo familiar tradicional, casi de autosubsistencia que se ejerce parcialmente sobre terrenos propios y en gran parte sobre terrenos comunitarios.

La actividad turística se ha desarrollado de forma expansiva, tanto es así que provoca que en los meses de temporada alta (enero, febrero, primera quincena de marzo, feriados largos y vacaciones de invierno) la llegada de turistas aumente considerablemente la población y con ello el consumo de agua potable (Morales y col, 2006)

2.3.Cobertura de abastecimiento de agua potable

La Comuna de Paihuano se abastece de agua potable mediante diferentes sistemas.

El primero es aquel que esta siendo operado por la Empresa de Servicios Sanitarios de Aguas del Valle, la cual abastece en su mayoría a la Región de Coquimbo, incluyendo parte de la comuna de Paihuano, como es el distrito de Paihuano.

En cuanto al resto de la comuna, estos se abastecen de agua potable mediante comités de APR, los cuales se definen como aquellos servicios que se prestan en áreas calificadas como rurales y que no reúnen los requisitos de servicio público de distribución de agua potable que establece la Ley General de Servicios Sanitarios para estos efectos (inciso 2ª, artículo 5º, DFL MOP N°382/88), además estos sistemas se forman y constituyen como un servicio particular, bajo la forma de un Comité o Cooperativa u otra figura jurídica que acuerden los interesados.

En total toda la cuenca cuenta con seis pozos que logran abastecer de agua potable a toda la población, los cuales se muestran en la figura 3.

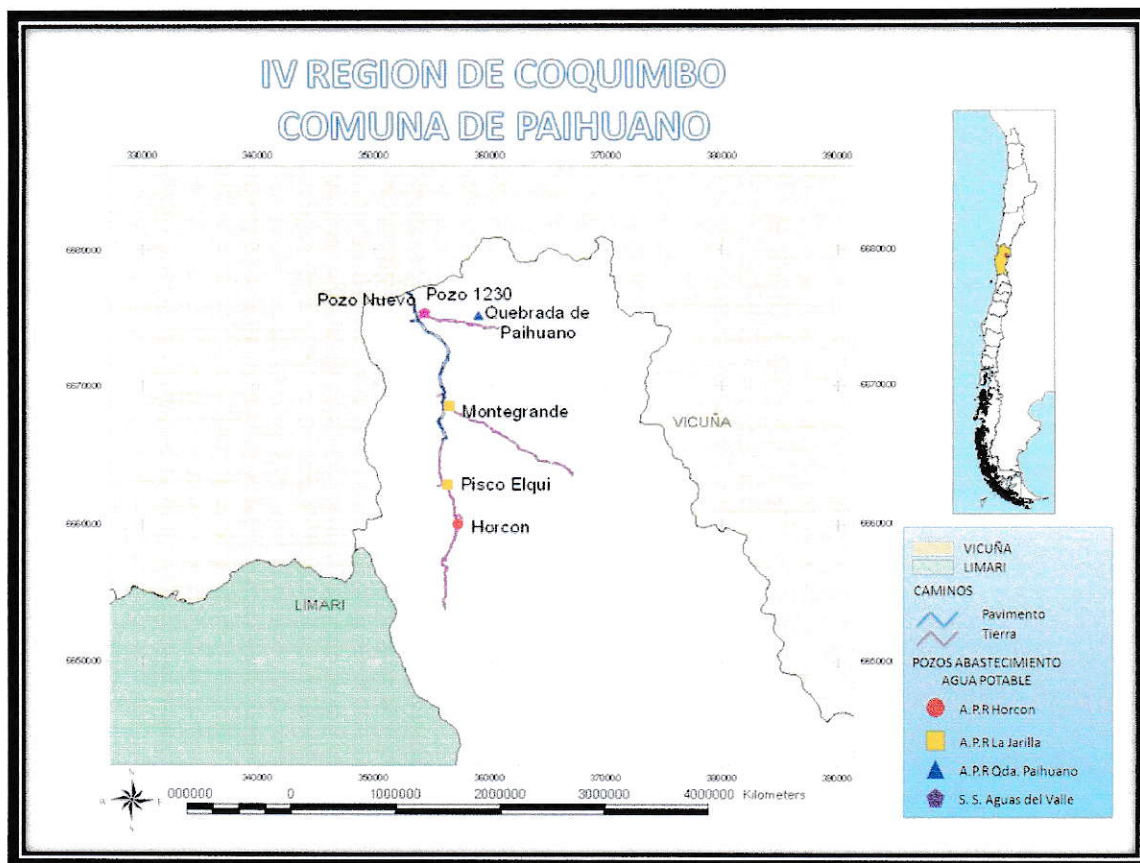


Figura 3: Ubicación de pozos de extracciones de agua para consumo humano.

a) Servicio de Agua Potable Aguas del Valle.

De acuerdo a la superintendencia de Servicios Sanitarios, la cobertura ya sea por agua potable como por alcantarillado se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: Cobertura de abastecimiento de agua potable en el distrito de Paihuano.

Superintendencia de Servicios Sanitarios

Localidad	Agua Potable		Alcantarillado		
	Inmuebles conectados	Cobertura (%)	Inmuebles conectados	Cobertura (%)	Cobertura tratamiento aguas servidas
Paihuano	442	100	287	64,9	64,9

Según el Plan de Desarrollo 2006 el distrito de Paihuano es abastecido por agua potable que es obtenida de dos captaciones subterráneas, las cuales en conjunto cuentan con una producción de 20 L/s. Dichas extracciones de agua, son impulsadas hacia el estanque “La Viñita” el cual cuenta con un volumen de 300 m³. Previo a la llegada al estanque, se le aplica tratamiento químico de adicionar cloro y fluor.

A continuación se detallan una serie de características propias de ambos pozos.

Tabla 3: Características de pozos utilizados por Servicio Sanitario Aguas del Valle. Plan de desarrollo 2006. Sistema Paihuano. Servicios de agua Potable y servicio de alcantarillado. SISS.

Características		Pozo 1230	Pozo Nuevo
Caudal (explotación actual. L/s)		8	12
Profundidad N.D. (m)		10,2	14,25
Diámetro (mm)		254	254
Profundidad (m)		36	55
Nivel estático (m)		8,35	8,45
Caudal derechos de agua (L/s)		8	2
Coordenadas UTM Datum PSAD 56	Norte	6677694	6677615
	Este	354480	354335
Año construcción		1972	2004
Tipo de Fuente		Subterránea	Subterránea

b) Servicios de Agua Potable Rural.

El resto de la comuna de Paihuano cuenta con una cobertura de agua potable a cargo de 3 comités (Ver tabla 4) y con un total de 44 para la provincia del Elqui (Catastro Infraestructura, <http://www.doh.gob.cl/>). Dichos comités son administrados de forma independiente por directivas de la zona, siendo asesorados por Aguas del Valle, quien además realiza los análisis de calidad de las aguas de las distintas fuentes utilizadas por los APR.

Tabla 4: Catastro de Captaciones de APR. Comité APR. La Jarilla y Servicio sanitarios Aguas del Valle.

Comités	Captaciones	Coordenadas UTM (m) Datum PSAD 56		Altura (msnm)	Tipo
		Norte	Este		
Quebrada de Paihuano	Quebrada de Paihuano	6677398	359060	1423	Subterránea
La Jarilla	Pisco Elqui	6662634	356395	1320	Subterránea
	Montegrande	6669322	356495	1115	Superficial
Horcon	Horcon	6659117	357245	1385	Subterránea

Coordenadas UTM, de acuerdo a zona 19 y hemisferio Sur.

En general de los tres comités solo uno de ellos presenta cierto tipo de información (Comité La Jarilla), el cual abastece a las localidades que reciben agua potable rural con mayor número de habitantes, encontrándose que su fuente de obtención de agua es tanto superficial como subterránea, a las cuales se les realizan análisis periódicos de calidad bacteriológica y fisicoquímica, encontrándose satisfactorias de acuerdo a la NCh 409/1 Of. 2005 y D.S. N° 735 del 1969, según últimos análisis mostrados en el anexo 1.

En cuanto al tratamiento realizado a las aguas, el perteneciente a una captación subterránea solo presenta cloración y el perteneciente a una captación superficial, presenta cloración y filtración.

No se tiene registro de análisis de pesticidas en las fuentes utilizadas ya que los parámetros monitoreados corresponden sólo a los indicados por la Norma NCh 409/2, la cual no considera los pesticidas como parámetro obligatorio.

A continuación se muestran las instalaciones pertenecientes al Comité La Jarilla, en donde las figuras 4 y 5 corresponden al APR. Pisco Elqui, siendo la primera el pozo y la

bomba de extracción de agua y la segunda el sistema de cloración de las aguas. Para las figuras 6 y 7, se observa el APR. Montegrande, donde en la primera se observa el pozo de extracción de agua y la segunda el estanque acumulador de las aguas el cual se observa desde el lugar donde se ubica las instalaciones del pozo.



Figura 4: Extracción de agua por APR Pisco Elqui



Figura 5: Cloración de las aguas APR Pisco Elqui



Figura 6: Extracción de agua por APR Montegrande



Figura 7: Estaque acumulador de agua APR Montegrande

La siguiente imagen muestra la instalación perteneciente al Comité de Horcón que corresponde a la figura 8 en donde se observa la bomba de extracción de agua del pozo del mismo nombre.

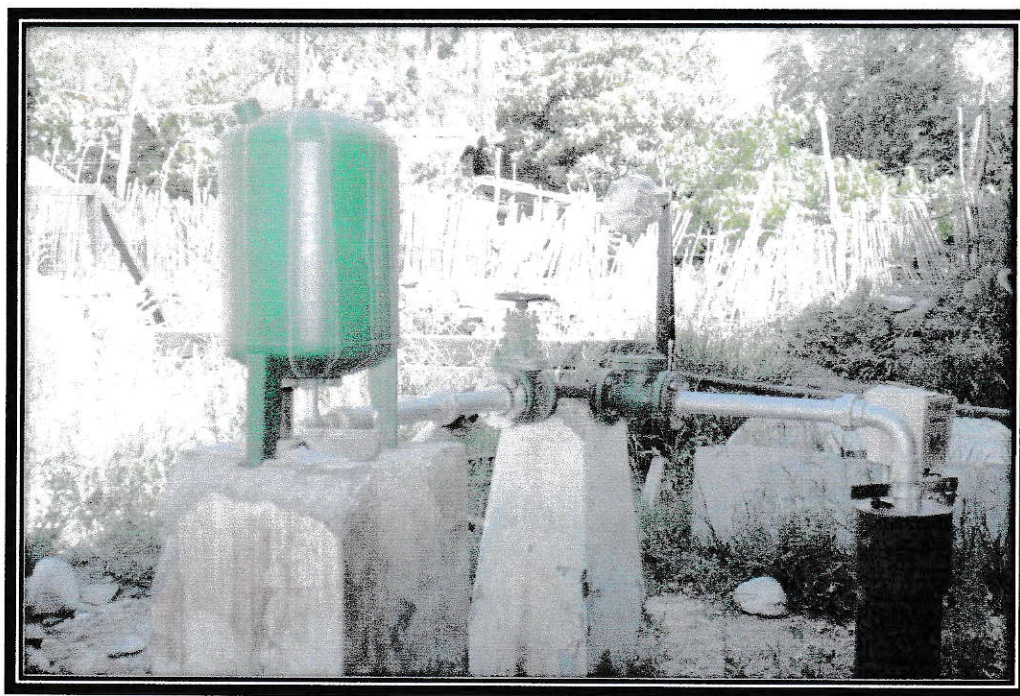


Figura 8: Extracción de agua por APR. Horcón

III. SISTEMA FÍSICO – NATURAL

3.1.Clima

La Comuna de Paihuano presenta dos tipos de clima, Estepa Templada Marginal y Estepa Fría de Montaña, donde el primero es el que caracteriza al sector donde habita la población y donde se encuentran las áreas vitícolas, siendo el segundo localizado sobre la Cordillera de los Andes, sobre los 1.500 m. de altitud

El Clima de Estepa Templada Marginal se presenta hacia el interior de la hoya hidrográfica del valle del Elqui incluyendo el valle del Río Claro, desde donde no se percibe influencia oceánica y donde las precipitaciones son de régimen frontal y se presentan en invierno, donde precipita entre el 75% y el 85% de las cantidades anuales. En los sectores más altos, dichas precipitaciones son de nieve. Su principal característica son los cielos predominantemente despejados, baja humedad relativa lo que produce una gran nitidez atmosférica, temperaturas elevadas durante el día, aunque en las noches descienden bastante. Además cuentan con una amplitud térmica diaria del orden de los 18° a 20° C, lo que equivale al doble o al triple de la costa. (Cabezas & col. 2007)

3.2.Red de Drenaje

El Río Claro se forma de la unión del río Cochiguaz y el Estero Derecho en el sector de Montegrande (30° 01' S, 70° 22' O) a 1.223 msnm. La subcuenca del Río Cochiguaz colinda con la subcuenca del Río La Laguna y su nacimiento es en zonas vecinas a Argentina, en la Cordillera de los Andes en Punta Accesible (4.785 msnm). El Río Derecho limita por el sur con la cuenca del Río Hurtado (sub cuenca de la cuenca del

Río Limarí) y nace en el cerro del volcán (3.510 msnm). Aguas abajo de Montegrande, el Río Claro recibe como aporte principal a la Quebrada de Paihuano, a la altitud de la localidad del mismo nombre. Las principales localidades existentes al interior de la subcuenca del Río Claro corresponden a Pisco Elqui ($30^{\circ} 08' S$, $70^{\circ} 31' O$), Montegrande y Paihuano ($30^{\circ} 01' S$, $70^{\circ} 31' O$). En la subcuenca del Río Claro no existen a la fecha embalses, solamente el proyecto Tranque Piuquenes en la parte alta del Río Derecho, cuya presa se ubicaría, de acuerdo al proyecto, a unos 3.000 msnm con una cuenca aportante de $110,9 \text{ km}^2$ (Arrau del Canto 1997, MN Ingenieros 1999). (Cepeda, J. 2008)

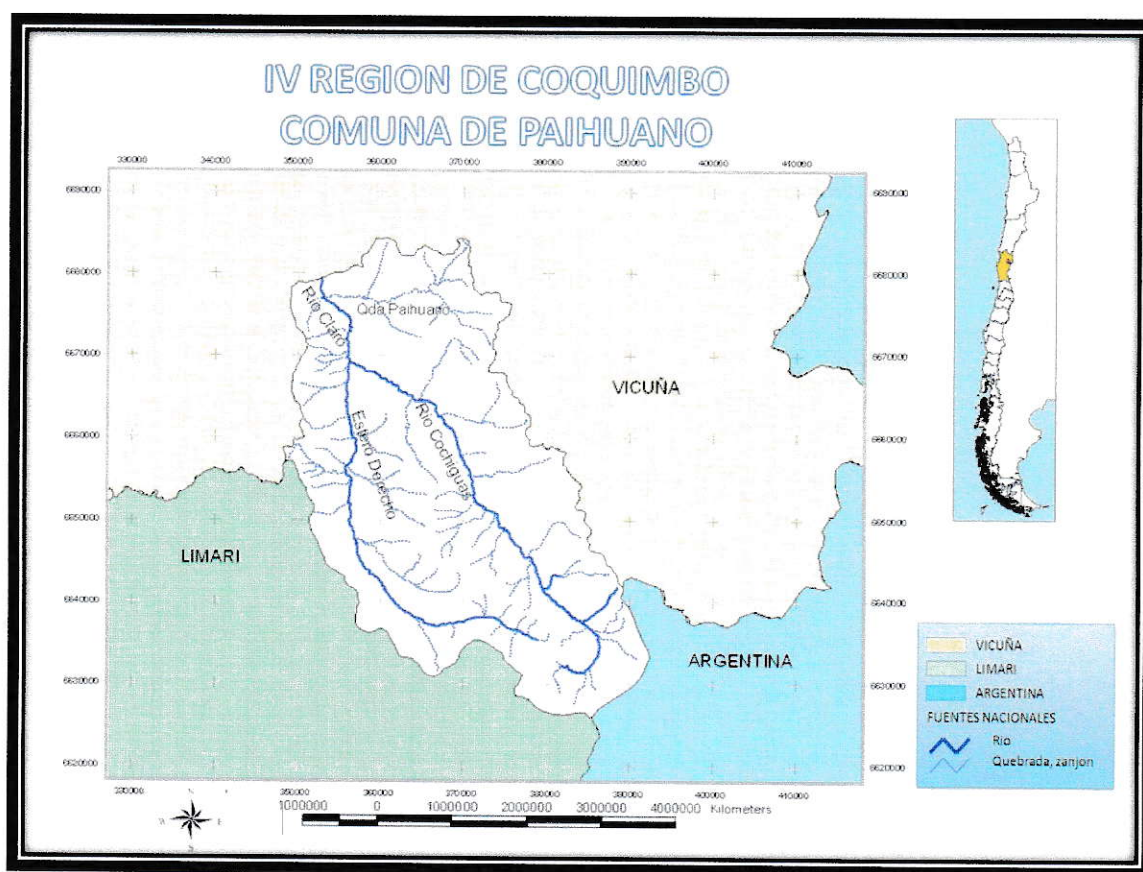


Figura 9: Mapa red de drenaje de la comuna de Paihuano

3.3.Hidrografía

El río Claro y sus afluentes, los ríos Cochiguaz y Derecho, presentan una hoya hidrográfica con un superficie de 1.515 km² y con una longitud de 65 km. El caudal medio de este río es de 3,9 m³/s. El máximo se presenta en noviembre con 5,2 m³/s. (Cabezas & col. 2007)

3.3.1. Régimen Fluvial

De acuerdo a los datos entregados por el Centro de Información de Recursos Hídricos (CIRH) de la DGA y por la información que se obtiene del informe desarrollado en conjunto con CADE IDEPE 2004, se concluye que la subcuenca del Río Claro se caracteriza en forma general como régimen nival, es decir con aportes de los deshielos, con los mayores caudales entre noviembre y febrero en años húmedos. En años secos los caudales tienden a ser más uniformes a lo largo del año, sin mostrar variaciones importantes. El periodo de estiaje² ocurre en meses de invierno, en el trimestre dado por los meses de junio, julio y agosto.

Los gráficos de la probabilidad de excedencia de cada estación, y sus respectivas tablas y conclusiones, se detallan en el anexo 2.

Las estaciones fluviométricas correspondientes a la subcuenca del río Claro, su ubicación y sus respectivos periodos de registros utilizados en el informe CADE IDEPE & DGA, 2004, se detallan a continuación:

² El estiaje es el nivel de caudal mínimo que alcanza un río o laguna en algunas épocas del año.

Tabla 5: Régimen y periodos de registro en estaciones fluviometricas correspondiente a la subcuenca del rio Claro. Informe CADE IDEPE & DGA, 2004.

Código BNA	Nombre	Periodo de registro	Régimen	Coordenadas (m) Datum PSAD 56		Altura (msnm)
				UTM N	UTM E	
04314002-7	Claro en Rivadavia	1970 – 2000	NIVAL	6682584	350216	820
04314001-9	Claro en Montegrande	1970 - 1983		6670285	356140	1120
04313001-3	Cochiguaz en el Peñon	1983 - 2008		6666755	361808	1360
04311001-2	Estero Derecho en Alcohuz	1984 - 2008		6655784	356330	1645

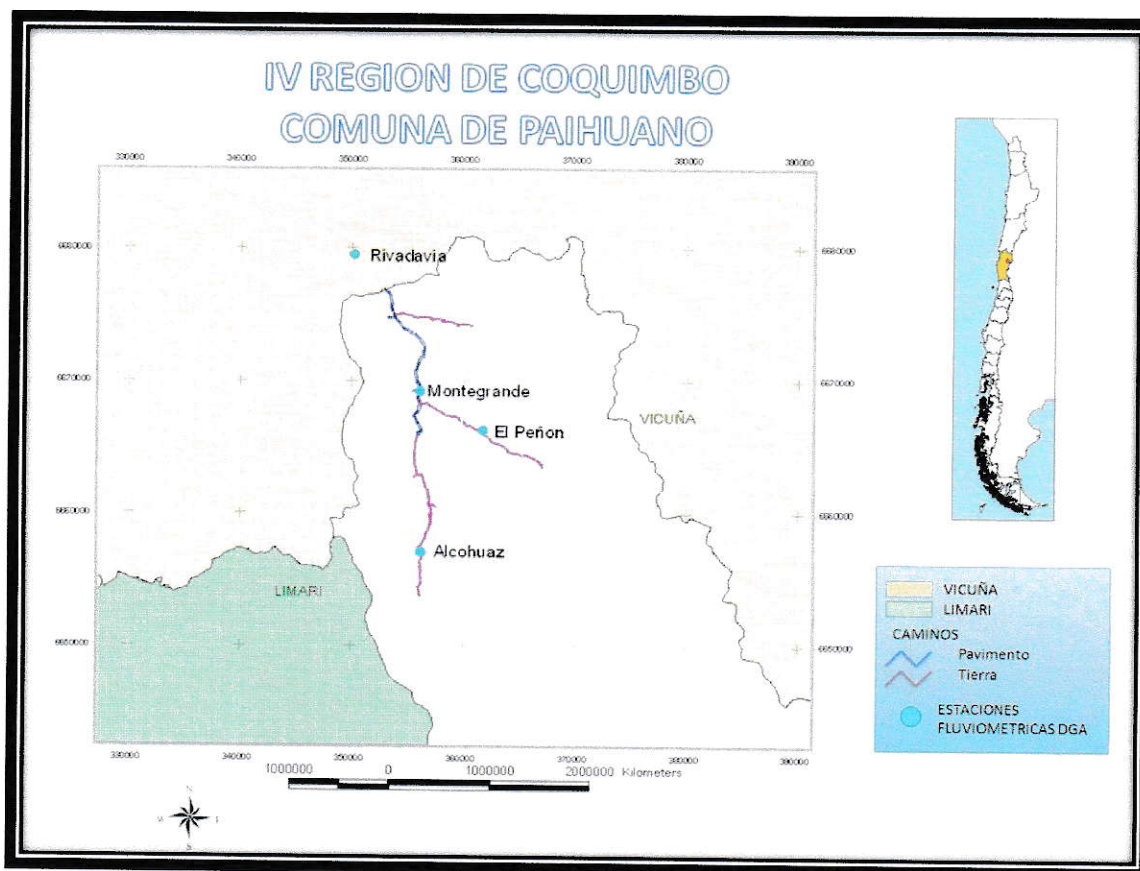


Figura10: Ubicación de las estaciones fluviometricas de la subcuenca del río Claro.

3.3.2. Pendiente

El relieve de la cuenca del río Elqui se orienta de Oeste a Este (Figura 11), en donde la subcuenca del río Claro se encuentra en lo que se denomina “Sierras transversales del Tronco Maestro Andino”. Se presenta como cordilleras en disposición oblicua, caracterizada por un drenaje exorreico³, formando parte de un tronco alto y en forma de tubo, que constituye el encadenamiento principal de la cordillera de los Andes (Caudales Ecológicos IV Región, DGA, MOP. 1993)

Con relación a las pendientes que forman parte de la subcuenca del Río Claro se consideran altas (15,1-25°) ocupando un 30% del territorio, sin embargo, también se encuentran en esta sección pendientes aun mas altas (> 25°), las que ocupan un 8% de ella (Novoa & Núñez, 1995).

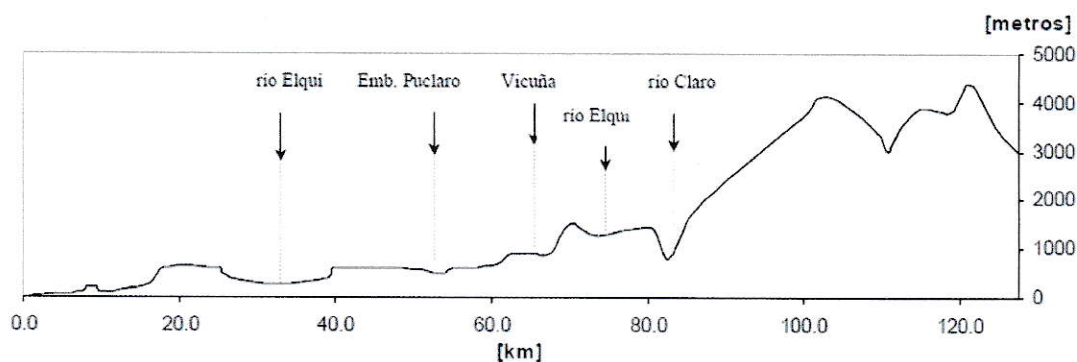


Figura 11: Perfil topográfico W – E a la latitud 30° (cuenca del río Elqui). Instituto Geográfico Militar. Levantamiento aerofotogramétrico en base a carta regular 1:50.000.

Además, el valle del río Claro se caracteriza por ser bastante encajonado (Figura 12) y con mayor humedad atmosférica que los valles de los alrededores, debido a su

³ Que drena en el océano.

orientación norte – sur, presentando un perfil longitudinal pronunciado, con llanos estrechos. (Cabezas & col. 2007)

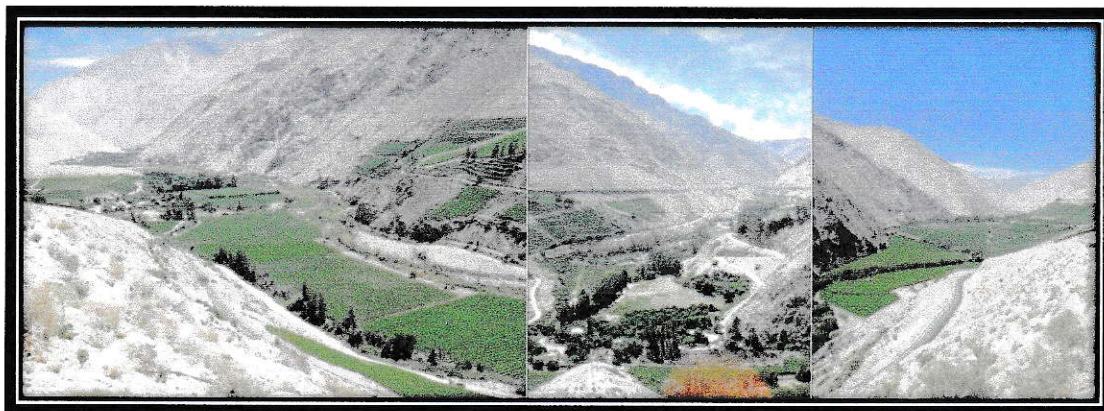


Figura 12: Imágenes del valle encajonado en el sector de Montegrando y Pisco Elqui.

3.4. Hidrología

El río Claro corresponde a una zona ritronica⁴ (zona alta con pendiente pronunciada) con un ancho de 3 a 8 m y una profundidad máxima de aproximadamente 1,5 m. Es un río de aguas cristalinas, en general con bajas temperaturas de 9°C, pero en ocasiones llegando a 20°C y con una conductividad eléctrica de 120 a 400 μ mhos. En la zona baja forma pozones con abundante flora y fauna (Caudal Ecológico IV Región, DGA, MOP. 1993)

⁴ El ritrón corresponde a sectores de gran pendiente, con altas velocidades de corrientes, temperaturas bajas y estables, y altas concentraciones de oxígeno, lo que favorece la presencia de un gran número de especies. En la parte donde se encuentra el ritrón, se genera un gran transporte de sedimentos a través de la cuenca debido a la pendiente en la zona alta. (DGA, 1996)

Las precipitaciones medias anuales de la subcuenca del Río Claro se observan en la tabla 6 a partir de los promedios mensuales desde el año 1977 hasta el año 2009, lo cual se obtuvo a partir de los registros correspondientes a cinco estaciones pertenecientes a la DGA, los cuales están tabulados en el anexo 3.

Tabla 6: Precipitación media anual en el sector de Paihuano. Centro de Información de Recursos Hídricos, DGA, 1977 a 2009.

Estaciones	Precipitaciones Medias Anuales (mm)	Coordenadas UTM (m) Datum PSAD 56	
		Norte	Este
Pisco Elqui	110.03	6666743	356133
Los Nichos	141.89	6663873	355688
La Ortiga	155.4	6658753	357334
Cochiguaz	106.13	6664665	364697
Montegrande	75.23	6670313	356032

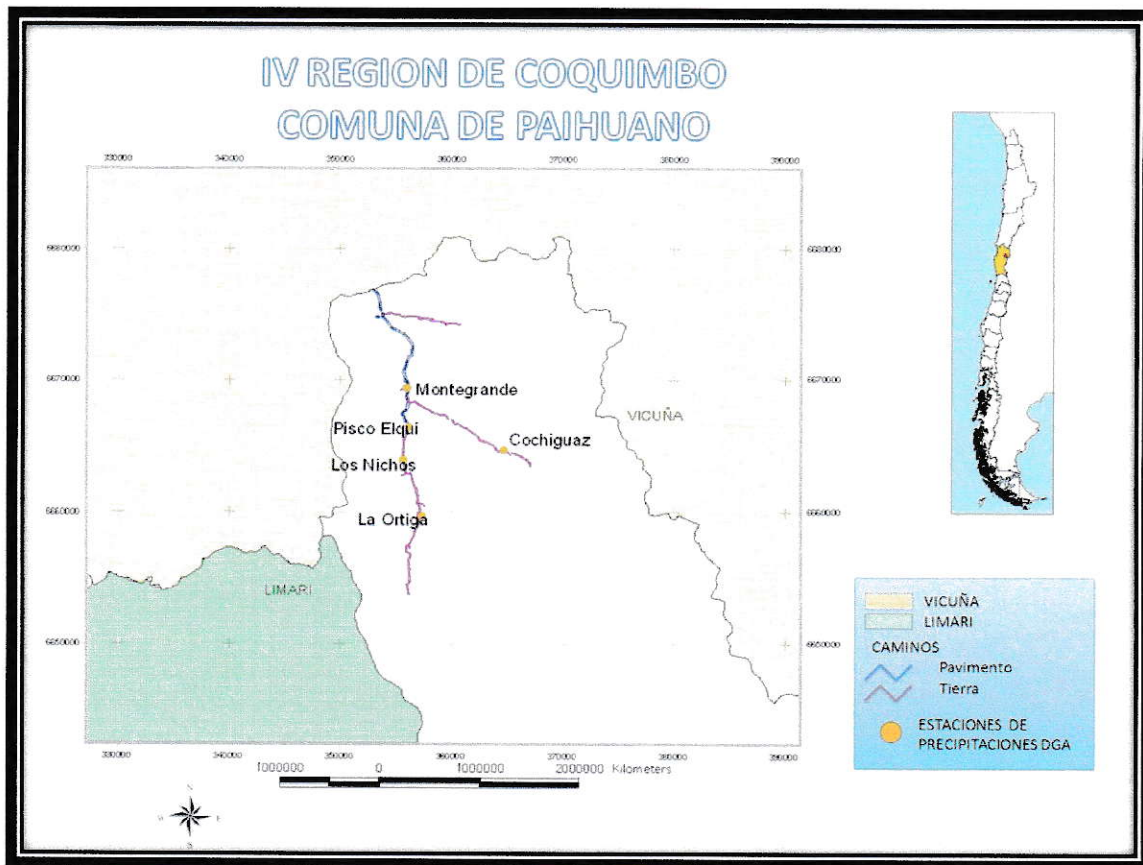


Figura 13: Ubicación de las estaciones de precipitación de la subcuenca del río Claro.

Además, se realizó un Diagrama Ombrotermico de la estación La Ortiga (Figura 14), debido a que es la única que cuenta con registro de temperaturas con datos registrados desde el año 1979 hasta el año 2009. De este diagrama, se identificó claramente las estaciones secas y húmedas, siendo el periodo seco en los meses de Septiembre a Abril con precipitaciones medias mensuales que varían entre 0,08 y 4,8 mm y con temperaturas comprendidas entre 14,42 y 20,14 °C. El período húmedo, se presenta

desde Mayo a Agosto registrando precipitaciones medias mensuales entre 16,4 y 55,92 mm y temperaturas entre 11,92 y 14,49 °C.

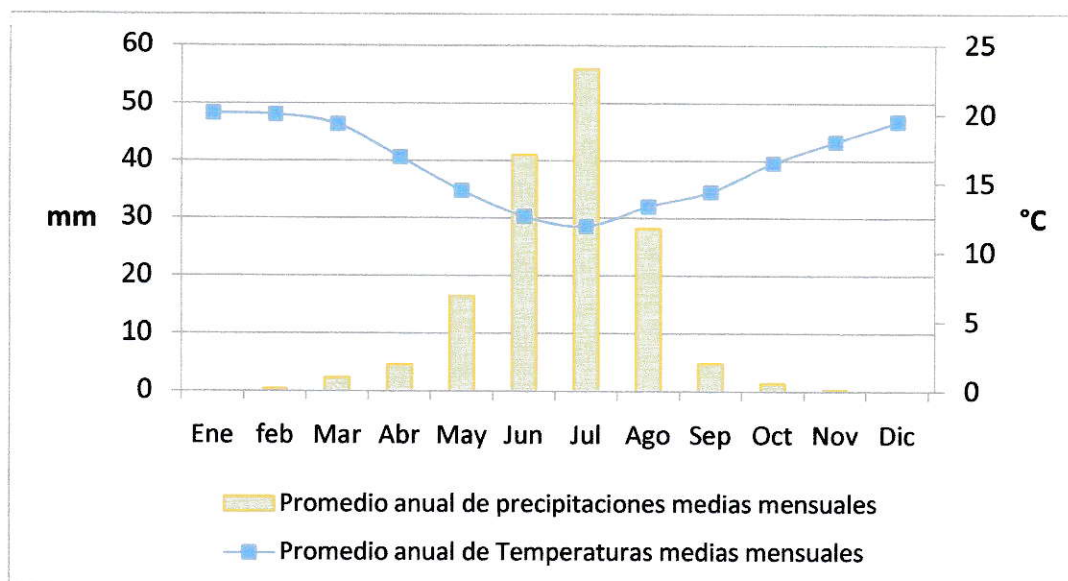


Figura 14: Diagrama Ombrotérmico⁵, en estación La Ortiga (1979 a 2009). MOP, DGA & CADE-IDEPE.

3.5.Hidrogeología

La cuenca del río Claro, cuenta con una napa subterránea que tiene un caudal igual a 9,6 L/s (0,009 m³/s), según el Balance Hídrico Nacional de la IV Región del año 1984, el cual es un valor despreciable frente al caudal superficial, el cual cuenta con un promedio de 3,9 m³/s.

En dirección sur a norte, por un lecho de rocas Plutónicas⁶, escurren aguas subterráneas paralelas al Río Claro o Derecho hasta la confluencia con el Turbio en Rivadavia. (Cepeda, J. 2008)

⁵ Diagrama en el que se representan las precipitaciones (ombro: lluvia) y las temperaturas (térmico).

Para caracterizar las aguas subterráneas, se muestra el mapa de vulnerabilidad del área de estudio, el cual permite conocer que tan susceptibles son los sistemas acuíferos de incorporar solutos provenientes de fuentes potenciales y activas de contaminación localizadas en la superficie, lo que originaría alteraciones en la calidad del agua subterránea (Baez. 2001). Para su realización se basa en las características naturales del terreno, tales como topografía, geología, presencia de fallas geológicas activas y condiciones geomecánicas. Considera además las características hídricas del área mapeada, las cuales en este caso fueron la profundidad del agua subterránea, las características litológicas de las zonas no saturadas, el tipo de acuífero y la zona de recarga. El mapa de vulnerabilidad de acuíferos de la comuna de Paihuano (Figura 15) muestra que toda la franja alrededor del cauce del río Claro y sus afluentes río Cochiguaz y Estero Derecho, presentan una vulnerabilidad alta en sedimentos, abarcando a todos los poblados del sector.

⁶ Las rocas plutónicas o intrusivas son aquellas rocas ígneas que se han formado a partir de un enfriamiento lento, en profundidad y en grandes masas del magma.

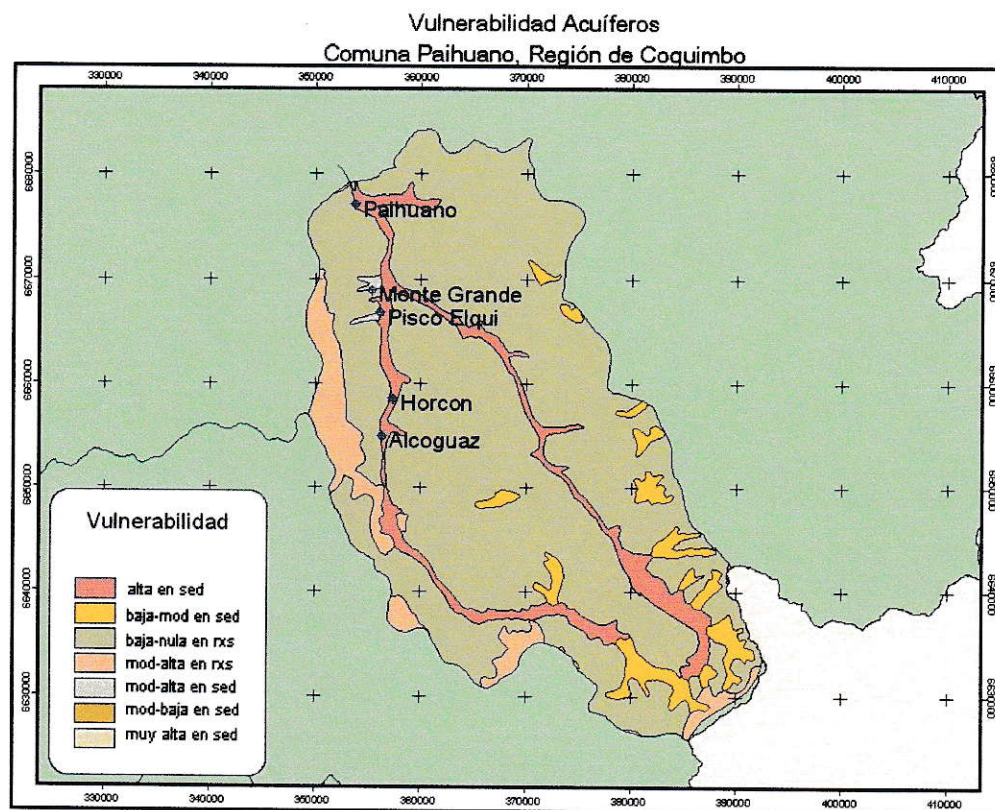


Figura 15: Mapa de vulnerabilidad de acuíferos, comuna de Paihuano, Región de Coquimbo. SERNAGEOMIN. 2005.

Dentro de la categoría alta para la vulnerabilidad, se hace una descripción general basándose en la leyenda entregada por el SERNAGEOMIN, para toda la Región de Coquimbo, donde se encuentran acuíferos predominantemente del tipo libre cubiertos por unidades geológicas con valores de permeabilidad alta (gravas, arenas) y con niveles estáticos que generalmente son menores a 15 m. Al igual que en zonas de vulnerabilidad muy alta el principal componente de recarga proviene de los cauces superficiales, como son los ríos Claro y Cochiguaz y Estero Derecho. (Espinoza, C. 2005)

3.5.1. Catastro de Captaciones

De acuerdo a los antecedentes entregados por el CIRH de la DGA, se encontró que este servicio público controla 3 Pozos pertenecientes a la Comuna de Paihuano, mostrados en la tabla 7 e identificados en el mapa de la figura 16.

Tabla 7: Catastro de Captaciones Comuna de Paihuano. Centro de Información de Recursos Hídricos, DGA.

Nombre	Codigo BNA	Coordenadas UTM (m) Datum PSAD 56		Periodo de Registro (Fechas)	
		Norte	Este	Instalación	Suspensión
Monte grande	04314004-3	6668230	356809	01/01/1975	Vigente
Pueblo de Paihuano	04314005-1	6676812	353804	01/08/1972	Vigente
Quebrada de Paihuano	04314007-8	6676870	358251	01/02/1970	Vigente

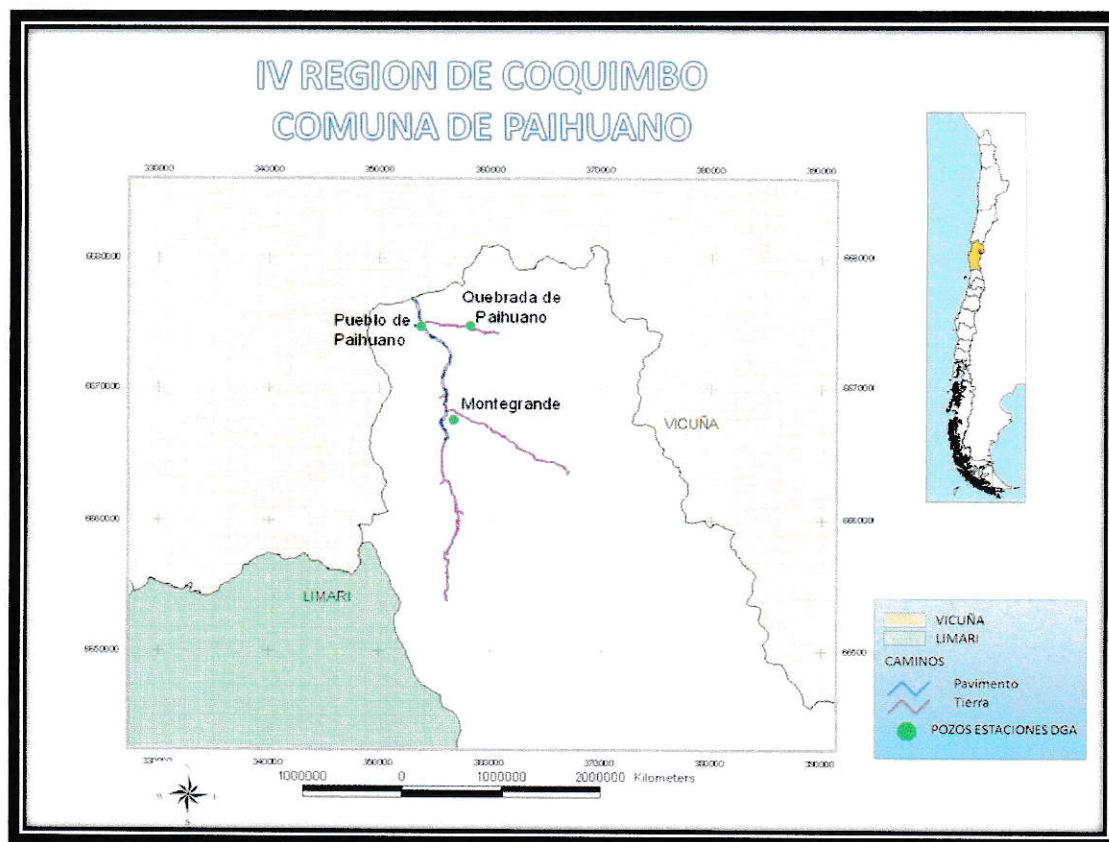


Figura 16: Mapa de ubicación de catastro de captaciones en la Comuna de Paihuano por DGA.

Las estaciones correspondientes a estos pozos conforman la red de monitoreo de la DGA en la subcuenca del río Claro, en donde se mide periódicamente los niveles estáticos⁷ de agua subterránea (anexo 4), a partir de los cuales se realizó el gráfico de la figura 17.

⁷ Distancia comprendida desde la superficie del terreno hasta la zona de saturación, es decir cuando todos los espacios libres y porosos del subsuelo se encuentran ocupados por agua en su totalidad.

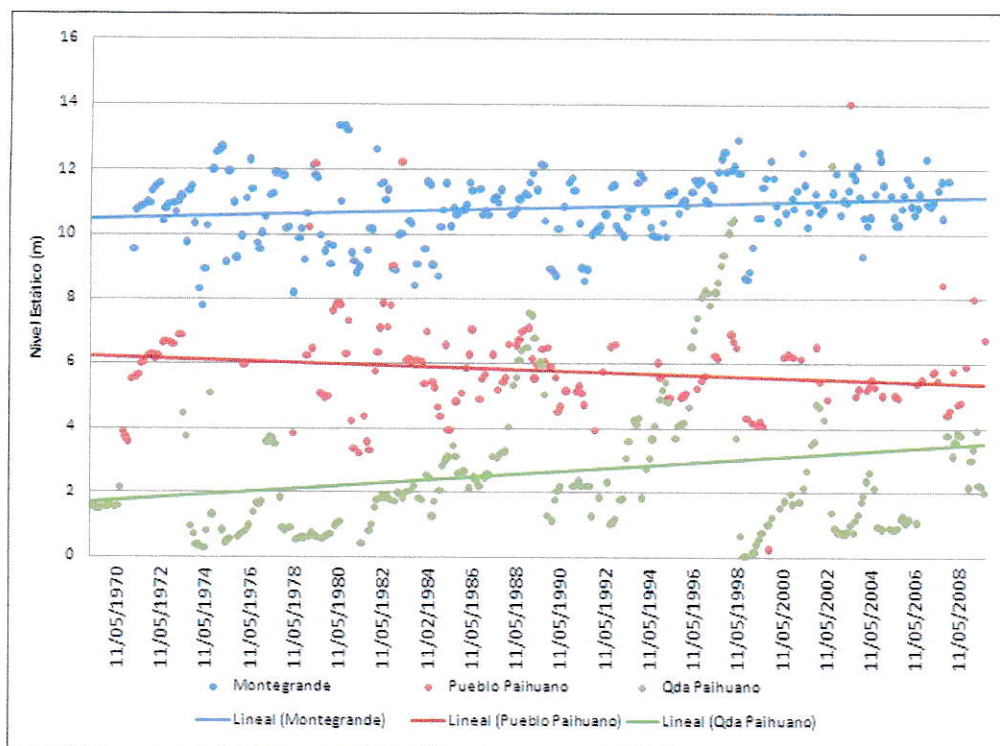


Figura 17: Grafico de niveles estáticos en pozos registrados por DGA desde los años 1970 a 2008.

El nivel estático en las estaciones es variable y al compararse entre si, se puede observar que:

La estación Montegranda es aquella que tiene un nivel freático mas profundo, con un promedio de 10,84 m y se aprecia que su profundidad tiende a aumentar levemente en el tiempo al presentar una pendiente positiva de 0,002 m, además es aquella que presenta menores fluctuaciones de niveles, siendo su nivel mínimo de 7,78 m en octubre de 1979 y su nivel máximo de 13,38 m en mayo de 1984.

La estación Pueblo de Paihuano tiene en promedio un nivel estático de 5,77 m y se observa que los datos registrados tienden a tener mayores fluctuaciones, encontrándose

que el nivel mínimo registrado es de 0,25 m en septiembre de 1998 y el máximo de 14,03 m en mayo de 2001. Además esta estación tiende a disminuir levemente en el tiempo al tener una pendiente negativa de 0,002 m.

La estación Quebrada de Paihuano es aquella que presenta en promedio un nivel estático mas superficial donde su promedio es de 2,65 m y se observa que es la estación que en el tiempo presenta mas fluctuaciones, aunque la diferencia de registros mínimos y máximo es menor que en la estación Pueblo de Paihuano, con valores de 0,02 m en diciembre de 1997 y de 12,18 m en septiembre del 2000, respectivamente. Además tiende a estar mas profunda que la estación de Montegrande al presentar una pendiente de 0,05m.

3.6. Suelo

A partir de los mapas de serie de suelos y capacidad de uso del suelo, comuna de Paihuano (Cabezas & col. 2007), en colaboración con el Estudio Agrológico de los Valles de Choapa, Illapel y Limarí IV Región (CIREN. 1994), se puede caracterizar el suelo de la comuna de Paihuano de la siguiente manera:

3.6.1. Tipos de Suelos

Se encontró cuatro series de suelo, con sus respectivas características, detallada en la siguiente tabla.

Tabla 8: Serie de Suelo de la comuna de Paihuano. Cabezas & col. 2007.

Serie	Alcohuaz	Chapilca	Paihuano	Pisco Elqui
Características				
Ubicación	algunos sectores en Qda de Paihuano, Pisco Elqui y casi la totalidad de Horcone y Alcohuaz	Es la serie que ocupa menores áreas, encontrándose en un pequeño sector cercano al distrito de Tres Cruces	Principalmente se encuentra en el área perteneciente al pueblo de Paihuano	Ocupa aéreas pequeñas en ciertos sectores de pisco Elqui y Cochiguaz
Posición	Piedmont o conos de adyección	Terrazas intermedias	Piedmont	Piedmont
Profundidad	Delgado a ligeramente profundo	Desde 30 a 80 cm	Delgado	
Matiz	7,5 YR	10 YR	10 YR	
Color	Pardo oscuro	Pardo a pardo oscuro	Pardo grisáceo oscuro	Hor A: pardo a pardo oscuro Hor B: rojo amarillento Hor C: pardo amarillento
Textura	Areno francosa	Franca	Areno francosa	Hor A: franco arenosa Hor B: arcillosa

3.6.2. Capacidad de Uso de Suelo

La agrupación de los suelos en Clases, Subclases y Unidades de Capacidad de uso es una ordenación de los suelos existentes para señalar su relativa adaptabilidad a ciertos cultivos. Además, indica las dificultades y riesgos que se pueden presentar al usarlos. Esta basada en la capacidad de la tierra para producir, señalando las limitaciones naturales de los suelos. (Cabezas & col. 2007)

Las clases convencionales para definir las Clases de Capacidad de Uso son ocho, designándose con números romanos del I al VIII, ordenadas según sus crecientes limitaciones y riesgos en el uso de suelo.

En la comuna de Paihuano, solo se observan tres tipos de clases, las cuales son caracterizadas según lo necesario para este estudio.

Clase III. Esta clase se encuentra en sectores donde esta concentrada la población de Paihuano, Pisco Elqui y Alcohuaz y en toda la franja interior del sector de Quebrada de Paihuano. Las características de esta clase son:

Suelos que presentan moderadas limitaciones en su uso, tales como: Relieve moderadamente inclinado a suavemente ondulado; Alta susceptibilidad a la erosión por agua o vientos o severos efectos de erosiones pasadas; Suelos delgado sobre un lecho rocoso que limita la zona de arraigamiento y almacenamiento de agua; Permeabilidad muy lenta en el subsuelo; Baja capacidad de retención de agua; Baja fertilidad no fácil de corregir; Humedad excesiva o algún anegamiento continuo después de drenaje; Limitaciones climáticas moderadas; Inundación frecuente acompañada de algún daño a los cultivos.

Clase IV. Esta clase se encuentra en algunos sectores de la franja externa de la Quebrada de Paihuano y en áreas muy pequeña aledañas a la clase III en el sector de Pisco Elqui.

Las características de esta clase son: Severas limitaciones de uso que restringen la elección de cultivos, los cuales requieren muy cuidadosas prácticas de manejo y de conservación, mas difíciles de aplicar y mantener que las de las clases III. Limitaciones

mas usuales: Suelos delgados; Pendientes pronunciadas; Relieve moderadamente ondulado y disectado baja capacidad de retención de agua; Humedad excesiva con riesgos continuos de negamiento después del drenaje; Severa susceptibilidad a la erosión por agua o viento o severa erosión efectiva.

Clase VII. Esta clase abarca la mayor parte de áreas, las cuales son casi la totalidad de los suelos de la subcuenca del río Claro, a excepción de los sectores anteriormente dichos que son caracterizados por otros tipos de clases y por sectores que corresponden a alrededores de Quebrada Pinto, alrededores de junta entre río Cochiguaz y Estero Derecho y pequeños sectores aledaños a la vía entre Pisco Elqui y Horcone, los cuales son clasificados como suelos sin valor.

Esta clase se caracteriza por presentar suelos con limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para cultivos. Su uso fundamental es pastoreo y forestal. Las restricciones de suelos son más severas que en la clase VI por una o más de las limitaciones siguientes: pendientes muy pronunciadas, erosión, suelo delgado, piedras, humedad, sales o sodio, clima no favorable, etc. La transformación agrícola de estos suelos tiene mayores riesgos de erosión o limitaciones para el uso de sus suelos principalmente por pendientes muy escarpadas, ser muy delgados, secantes, de excesiva susceptibilidad a la erosión o condiciones de alcalinidad severa. Requieren un manejo cuidadoso.

Se puede apreciar que una gran parte del área corresponde a suelos de Clase VII de Capacidad de Uso, por lo tanto con limitadas posibilidades de aprovechamiento agrícola tradicional. A pesar de esto, se debe señalar que en la actualidad con las tecnologías de

riego modernas, es posible utilizar suelos con características extremas de pendientes (Figura 18), efectuando importantes inversiones en preparación de suelos y en sistemas de riego tecnificado, las cuales se justifican si existe suficiente agua de riego disponible, clima apropiado y mercado para la producción con buenos precios que permitan financiar las inversiones, situación que podemos encontrar en la subcuenca del río Claro. Indudablemente, las mayores producciones y potencialidades para distintos cultivos agrícolas y de frutales, con las menores inversiones, se obtienen en los suelos de clase I, II, III y IV los cuales son escasos o nulos en el área de estudio de acuerdo a la información recopilada.



Figura 18: Cultivos de vid en pendiente, Pisco Elqui.

IV. ANTECEDENTES SOBRE LOS PESTICIDAS

4.1. Aspectos generales

Según el Reglamento de Notificación Obligatoria de las Intoxicaciones Agudas con Pesticidas, Dto. n° 88, de 2004, pesticida o plaguicida es “Cualquier sustancia, mezcla de ellas o agente destinado a ser aplicado en el medio ambiente, animales o plantas, con el objeto de prevenir, controlar o combatir organismos capaces de producir daños a personas, animales, plantas, semillas u objetos inanimados.”

Además según el Reglamento de Pesticidas de uso Sanitario y domestico n° 157, se entenderá por:

Ingrediente activo, sustancia activa o principio activo: Componente presente en la formulación que confiere la acción biológica esperada a un plaguicida y otorga la eficacia al producto según su propósito.

Plaga o Peste: Cualquier biotipo o microorganismo vegetal o animal dañino para personas, animales, plantas, semillas u objetos inanimados.

Toxicidad: Propiedad fisiológica o biológica que determina la capacidad de una sustancia química para causar perjuicio o producir daños a un organismo vivo por medios no mecánicos.

4.1.1. Clasificación

La existencia de miles de pesticidas hizo necesario la clasificación de ellos, pudiendo así, agruparlos según su toxicidad, grupo químico u organismo al cual se le desee controlar (Cervante y col., 2008)

a) Según el tipo de organismo al cual se le desee controlar.

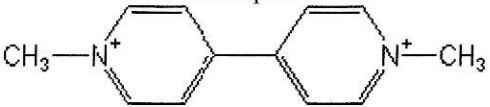
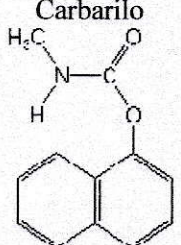
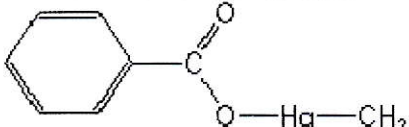
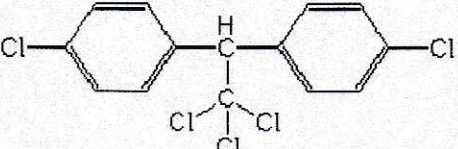
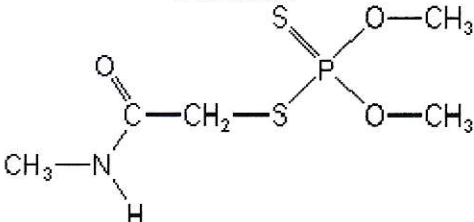
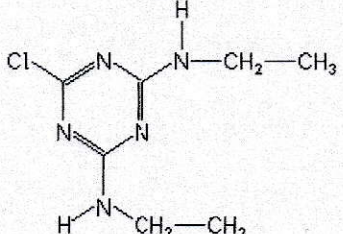
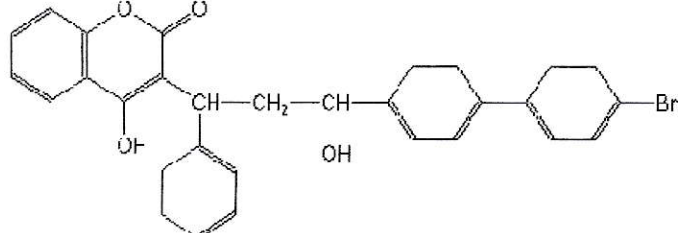
Tabla 9: Clasificación de los plaguicidas según organismo al cual se le desee controlar.

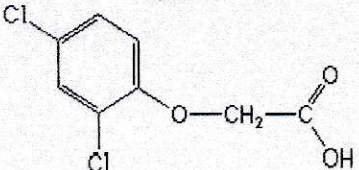
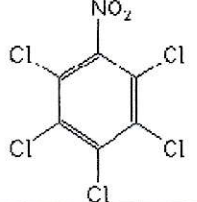
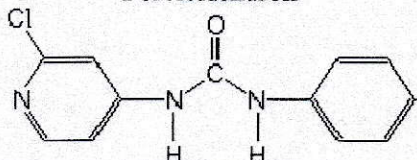
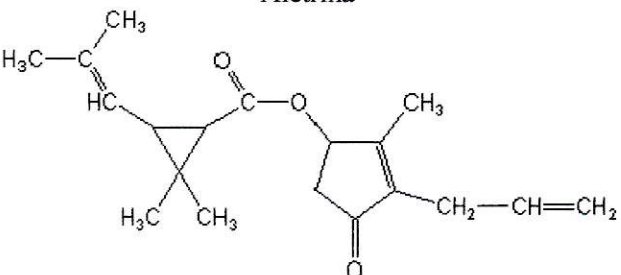
Tipo de plaguicida		Organismo que interesa controlar
Insecticida:	Larvicida	Larvas de insecto
	Formicida	Hormigas
	Pulguicida	Pulgas
	Piojicida	Piojos
	Aficida	Pulgones
Acaricida:	Garrapaticida	Garrapatas
Nematicida		Nematodos
Molusquicida		Moluscos
Rodenticida		Roedores
Avicida:	Columbicida	Aves
Bacteriostático y Bactericida		Bacterias
Fungicida		Hongos
Herbicida		Plantas indeseadas

b) Según el grupo químico, siendo los mas importantes, los siguientes:

Tabla 10: Clasificación de los plaguicidas según grupos químicos principales y ejemplos de cada uno.

Grupo Químico	Ejemplo
Arsenicales	Arsenato de calcio $\left[\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \diagdown \quad / \\ \text{As} \\ / \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array} \right]_2 (\text{Ca}^{2+})_3$

Bipiridilos	<p style="text-align: center;">Paraquat</p> 
Carbamatos	<p style="text-align: center;">Carbarilo</p> 
Organometalicos	<p style="text-align: center;">Benzoato de metilmercurio</p> 
Organoclorados	<p style="text-align: center;">DDT</p> 
Organofosforados	<p style="text-align: center;">Dimetoato</p> 
Triazinas	<p style="text-align: center;">Simazina</p> 
Derivados cumarínicos	<p style="text-align: center;">Bromadiolona</p> 

Derivados del ácido fenoxiacético	<p style="text-align: center;">2,4-D</p> 
Derivados del cloronitrofenol	<p style="text-align: center;">Quintosene</p> 
Derivados de la urea	<p style="text-align: center;">Forclorfenuron</p> 
Piretroides y piretrinas	<p style="text-align: center;">Aletrina</p> 

c) Según su toxicidad aguda.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha recomendado una clasificación de plaguicidas según el grado de peligrosidad. La cual distingue entre:

- a. Formas de mayor y menor riesgo de cada producto.
- b. Ingrediente activo.
- c. Formulaciones.

Esta clasificación se basa en la dosis letal media aguda (DL_{50}), por vía oral o dérmica en ratas (Tabla 11), la cual consiste en un valor estadístico determinado de mg de toxico

por Kg de peso que se requiere para matar el 50% de los animales de experimentación expuestos al toxico.

Tabla 11: Clasificación de los plaguicidas según peligrosidad recomendada por la Organización Mundial de la Salud. International Programme of Chemical Safety. The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification 1996-1997.

Clase	Oral (mg/Kg)		Dérmica (mg/Kg)		Color
	Sólidos*	Líquidos*	Sólidos*	Líquidos*	
Extremadamente peligroso	5 ó menos	20 ó menos	10 ó menos	40 ó menos	ROJO
Altamente Peligroso	5 - 50	20 - 200	10 - 100	40 - 400	AMARILLO
Moderadamente peligroso	50 - 500	200 - 2000	100 - 1000	400 - 4000	AZUL
Ligeramente peligroso	Mas de 500	Mas de 2000	Mas de 1000	Mas de 4000	VERDE

*Estado físico del ingrediente o formulación que se clasifica.

En algunos casos especiales, como sucede con las preparaciones de aerosoles o fumigantes gaseosos o volátiles, los valores de DL₅₀ oral y dérmica no deben emplearse como base de clasificación, siendo necesario, por lo tanto, utilizar otros criterios tales como los niveles de concentración en el aire. En el Reino Unido se ha propuesto una clasificación basada en la inhalación del producto por las ratas, durante cuatro horas de exposición, de la concentración letal media (DL₅₀), para los plaguicidas que se presentan en forma de gas y de material particulado cuyo diámetro no exceda de 50 micras (Tabla 12)

Tabla 12: Toxicidad de los plaguicidas por grado de inhalación. Ministry of Agriculture, United Kingdom, London, 1979.

Toxicidad	Clasificación de peligro	Color de la etiqueta	Símbolo de peligro	Concentración (mg/L aire)
Sumamente peligrosos	Muy toxico	ROJO	Calabera	Mayor a 0.5
Muy peligrosos	Muy toxico	ROJO	Calabera	Mayor a 0.5
Moderadamente peligroso	Nocivo	AMARILLA	Cruz	0.5 – 2
Poco peligroso	Cuidado	AZUL	-	2 – 20
Normalmente no ofrece peligro	Precaución	VERDE	-	Menor a 20

4.1.2. Efectos sobre la salud

De acuerdo con el Departamento de Epidemiología del Ministerio de Salud, los plaguicidas tienen efectos agudos y crónicos en la salud. Siendo agudos aquellas intoxicaciones vinculadas a una exposición de corto tiempo con efectos sistémicos o localizados, y por crónicos aquellas manifestaciones o patologías vinculadas a la exposición a bajas dosis por largo tiempo.

Efectos agudos por plaguicidas, se destacan (Cortes tello, 2009): Irritación de la piel y mucosas; Efectos en el sistema nervioso y periférico; Efectos cardiovasculares, bradicardia, taquicardia, HTA; Efectos respiratorios, neumonitis, fibrosis pulmonar; Efectos gastrointestinales, diarrea, vómitos; Efectos renales, insuficiencia renal.

En cuanto a los efectos crónicos por plaguicidas, se destacan: Cáncer, carcinogénesis; Daño al sistema reproductivo, esterilidad, disminución del índice de fertilidad; Efecto mutagénico; Efecto teratogenico; Daño en el sistema inmunitario; Neurotoxicidad.

Donde las vías de ingreso del plaguicida al organismo pueden ser orales (a través de consumo de agua, alimentos, objetos contaminados, fumar), por piel, mucosas y/o respiratoria.

Es así como en el año 1993 se creó El REVEP del Departamento de Epidemiológico del Ministerio de Salud, entregando una serie de información, tales como Distribución de las Intoxicaciones agudas por plaguicidas, indicadores de la gravedad de las intoxicaciones agudas por Plaguicidas, tipos de intoxicación, distribución según edad y sexo, según plaguicidas involucrados, brote de intoxicación por pesticidas, etc.

Al 2005 se notificaron 1.794 casos de intoxicaciones, con una mediana de 656 casos. Observándose según la figura 19, que en el año 1998 el número de intoxicaciones aumentó, lo cual puede deberse a la incorporación de nuevos centros de salud que forman parte del REVEP, siendo los años siguientes más constantes, obteniéndose una baja considerable en el año 2005.

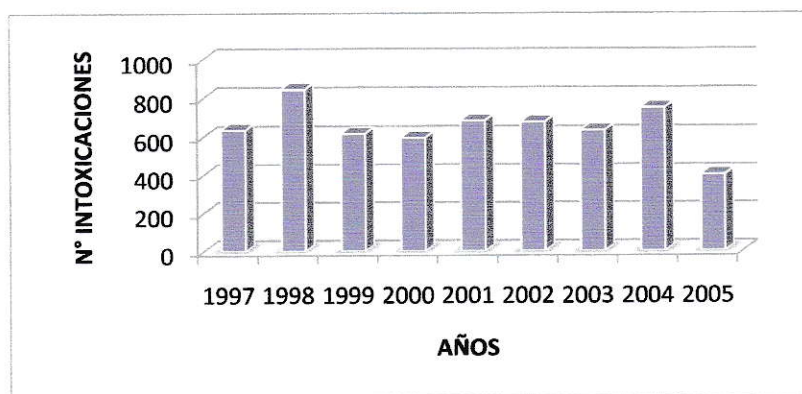


Figura 19: Distribución de las Intoxicaciones agudas por plaguicidas. REVEP, Chile 1997-2005.

Según la figura 20 se observa una baja de la letalidad de las intoxicaciones agudas por pesticidas desde el año 1999 al 2004 desde un 5 a un 2%, es decir del porcentaje de mortandad de personas por años.

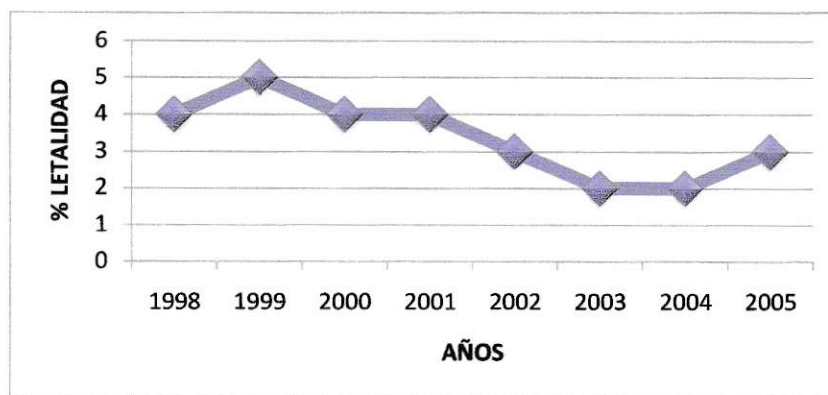


Figura 20: Letalidad de las intoxicaciones agudas por pesticidas. REVEP, Chile 1998- 2005.

De acuerdo a la figura 21, se puede observar que las intoxicaciones agudas aumentan en el último y primer trimestre de cada año, donde dicha distribución tiene estrecha relación con los ciclos agrícolas de aplicación de pesticidas, al observarse esta misma tendencia en el tiempo, presentada en los años 2003 y 2004, concentrándose desde septiembre y marzo. Además se puede ver que el número de intoxicaciones en el sexo femenino en todos los meses es menor que el masculino.

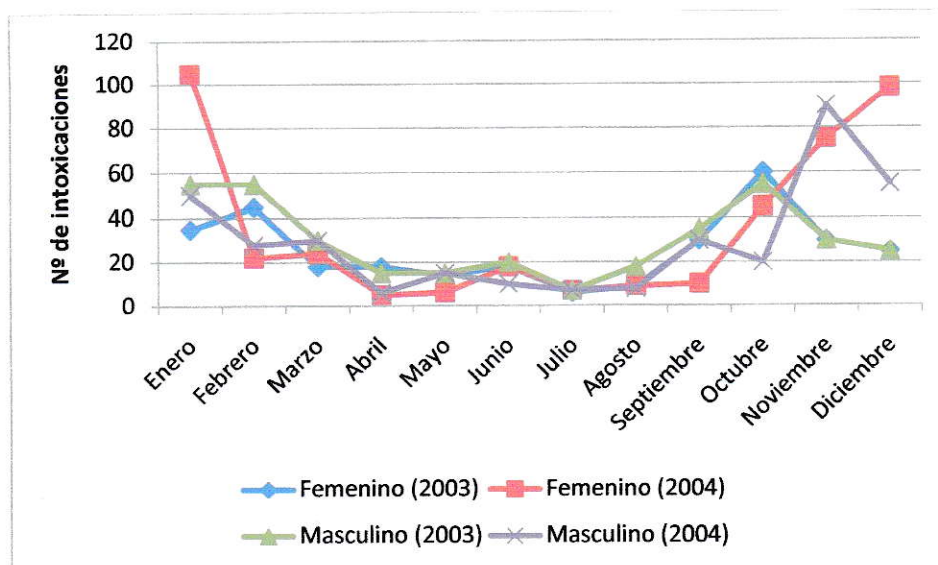


Figura 21: Intoxicaciones agudas por plaguicidas según Mes de Ocurrencia y Sexo.

REVEP, Chile. 2003-2004.

Además según el REVEP, las intoxicaciones agudas son más frecuentes en hombres que se concentran entre los 20 y 59 años. Donde los menores a 15 años alcanzan a un 18%. Siendo más frecuentes las intoxicaciones laborales, en trabajadores aplicadores y temporeros.

4.1.3. Efectos sobre el medio ambiente

Innumerables efectos indeseados son provocados sobre el medio ambiente como consecuencias del uso de plaguicidas, tales como la generación de organismos resistentes, la persistencia ambiental de residuos tóxicos y la contaminación de recursos hídricos con degradación de la flora y fauna. Los factores mencionados forman un ciclo cerrado que se retroalimenta y refuerza profundizando los efectos adversos.

Influencia de los plaguicidas en la microflora o fauna del suelo: La aplicación sistemática de plaguicidas no solo actúan sobre las plagas, sino que afectan indiscriminadamente a todos los organismos, alterando los equilibrios existentes en las cadenas tróficas normales al causar la desaparición o disminución de los enemigos naturales de distintas plagas, de descomponedores de materia orgánica, de incorporadores de nitrógeno y de otras especies vitales para el ambiente, causando proliferación de plagas por eliminación de sus competidores naturales (Efecto boomerang). Todo esto provoca un efecto de esterilización parcial del suelo, que tarda meses o años en recobrar el nivel de equilibrio climático en las poblaciones de microorganismos.

Incidencia sobre las propiedades del suelo: Las repercusiones sobre las propiedades físico-químicas del suelo pueden ser importantes, ya sea por la acción sobre la microflora del suelo, o por los efectos a largo plazo provocado por un aumento de las dosis normales de aplicación o la sustitución por agentes mas tóxicos, producto de la resistencia de la especie a combatir.

Riesgo de contaminación de cursos de agua: Esto se produce en forma directa por la aplicación de pesticidas en las aguas, por lavado de envases o equipos y por descarga de remanentes y residuos. Es igualmente importante la contribución indirecta producida por lixiviación (infiltración) de productos, caída por desniveles y por contaminación de suelos. Las aguas contaminadas expanden el tóxico a la flora y fauna produciendo la muerte de especies, el aumento de la intoxicación humana, la pérdida del curso de agua como recurso utilizable y la probable contaminación de las reservas hídricas (acuíferos).

4.2. Normativa de los pesticidas

Desde la creación del Subdepartamento de Plaguicidas y Fertilizantes el año 2000, Unidad dependiente de la División de Protección Agrícola, del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Servicio público dependiente del Ministerio de Agricultura, se ha establecido una política nacional de carácter proactivo frente a los plaguicidas y fertilizantes, para poder lograr un efectivo control en el ciclo de vida de estas sustancias. Durante el año 2005 se realizó la generación de Procedimientos Estandarizados de las principales actividades que se realizan a nivel nacional en materias de plaguicidas y fertilizantes, de manera de protocolizar y transparentar la acción del Servicio en estas materias. Establecido oficialmente en la Ley 20,308. Los procedimientos generados son (SAG. Memoria 2005):

- a. Fiscalización de Uso de Plaguicidas; Fiscalización de Comercio de Plaguicidas y Fertilizantes; Fiscalización de Transporte de Plaguicidas y Fertilizantes.
- b. Autorización, Renovación y Muestras Experimentales de Plaguicidas.
- c. Internación y Formulación Nacional de Plaguicidas y Fertilizantes.
- d. Reconocimiento de Aplicadores de Plaguicidas.
- e. Denuncias por daños de plaguicidas.
- f. Monitoreo de Residuos de Plaguicidas en vegetales.

4.2.1. Pesticidas en Chile

Actualmente en Chile el crecimiento agroindustrial ha traído distintos tipos y cantidades de pesticidas a nuestro país, cuya importación ha crecido en un 23% desde 1998, llegando a cifras de 24.000 toneladas en el año 2002 (RAP - AL).

Parte importante de este crecimiento la forman los trabajadores agrícolas, quienes muchas veces se ven directa y negativamente influenciados por la aplicación de pesticidas, principalmente trabajadores agrícolas de temporada (Tabla 13), quienes según la Dirección del Trabajo, “son aquellos que se desempeñan en faenas transitorias o de temporada en actividades de cultivo de la tierra, comerciales o industriales derivadas de la agricultura, y en aserraderos y plantas de explotación de maderas y otras afines”.

Tabla 13: Personal estacional que trabaja en las explotaciones agropecuarias, por género. Censo agropecuario 2007.

	Ambos sexos	hombres	Mujeres
Total País	402.383	264.724	137.659
IV Región	25.908	16.902	9.006

Chile, además cuenta con un informe de declaración de ventas de plaguicidas agrícola, emitido por el SAG, que da cuenta del tipo, uso y cantidad de Plaguicidas de uso agrícola utilizados a nivel nacional, con el fin de generar información que permita transparentar, monitorear y evaluar el uso de estos productos en el país (SAG,2006)

Con el informe anteriormente expuesto, se obtienen una serie de tendencias frente a la venta y por ende usos de plaguicidas a nivel nacional, clasificándolos según el organismo al cual se desea controla, observando de esta manera, el porcentaje de venta de cada uno de ellos a nivel nacional (Figura 22)

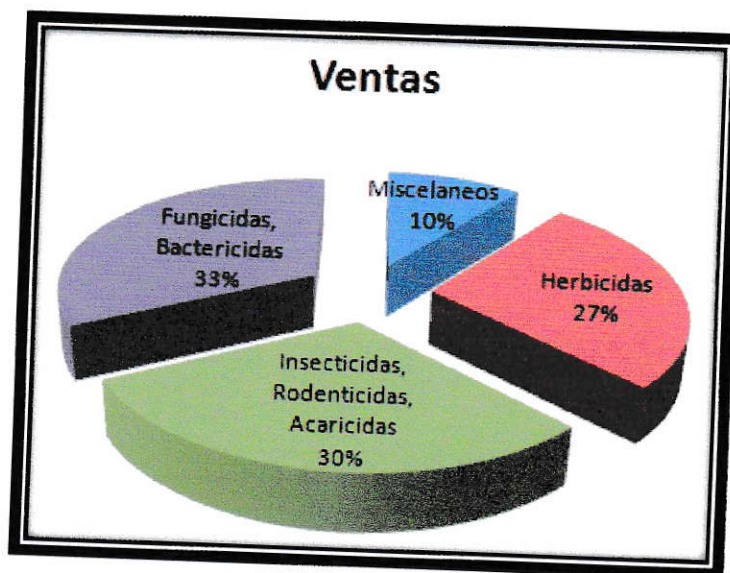


Figura 22: Porcentaje de plaguicidas vendidos según organismo al cual se le desea controlar – total país. MINAG. SAG. Declaración de ventas de plaguicidas 2006.

En el país, además existen distintas normas relacionadas con el recurso hídrico, las cuales contienen valores máximos de concentraciones de pesticidas que se debe cumplir, dependiendo de su tipo y uso, tal como muestra la tabla 14 considerándose las siguientes normas:

(1) Norma primaria de calidad ambiental para las aguas que se utilicen en recreación con contacto directo (D.S. 143/2009).

(2) Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas: Criterios Nacionales específicos para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas marinas.

(3) Normas oficiales para la calidad del agua. Norma Chilena Oficial 409/1.Of. 2005: Límite Máximo de plaguicidas con importancia para la salud en agua potable.

Para los distintos usos del agua, ya sea para recreación con contacto directo (D.S. 143/2009), protección de las aguas marinas (Guía CONAMA para Norma 2º) o consumo humano (NCh 409/1 Of. 2005), se consideraron un total de 20 plaguicidas repartidos en las distintas normas anteriormente dichas, encontrando que en su mayoría son del tipo organoclorados, los que se caracterizan por ser muy eficientes para eliminar plagas, pero que traen como consecuencia la contaminación del medio ambiente, debido a su alta persistencia en aguas, suelos y alta absorción en tejidos grasos de animales, por lo que desde hace un par de décadas han sido prohibidos en varios países del mundo incluidos Chile.

Es así como existe un listado emitido por el SAG a través de distintas resoluciones (ver anexo 5) que prohíbe la importación, venta, fabricación, distribución y finalmente utilización de distintos plaguicidas, los cuales siguen siendo normados, debido a que cuentan con una alta persistencia en el ambiente por lo que aun se podrían encontrar residuos de éstos en las aguas, suelo, plantas, etc.

Tabla 14: Normas existentes en Chile relacionadas con el recurso hídrico que contienen valores máximos de concentraciones de pesticidas permisibles según tipo y uso.

PESTICIDA	NORMA 1° CALIDAD (1)	NORMA 2° MARINA (2)	NCh. 409/1 (3)
2,4 – D	0,1 mg/L		30 µg/L
Aldrín	0,03 µg/L	< 0,01 µg/L	
Atrazina	0,06 mg/L		
Carbofurano	1,7 µg/L		
Clordano	0,3 µg/L	< 0,006 µg/L	
Clorotalonil	0,2 µg/L		
Cyanazina	0,5 µg/L		
DDD			2 µg/L
DDE			2 µg/L
DDT		< 0,001 µg/L	2 µg/L
Demeton		< 0,1 µg/L	
Dieldrín	0,7 µg/L	< 0,002 µg/L	
Heptacloro	0,1 µg/L	< 0,01 µg/L	
Lindano	4 µg/L	< 0,003 µg/L	2 µg/L
Malatión		< 0,01 µg/L	
Metoxicloro			20 µg/L
Paration		< 0,04 µg/L	
Pentaclorofenol		< 0,5 µg/L	9 µg/L
Simazina	0,05 mg/L		
Trifluralina	0,1 µg/L		

4.2.2. Convenios Internacionales

No solo existen Normas y Controles de pesticidas en Chile, si no que también se cuenta con acuerdos internacionales que permiten regular el uso, comercio, movilización y eliminación de una serie de sustancias químicas peligrosas. Es por esto que en la actualidad existen acuerdos tanto bilaterales como multilaterales firmados por el Gobierno de Chile relacionados con el tema de sustancias químicas, en particular los plaguicidas (RAP - AL)

En ellos se establecen responsabilidades, en el sentido de su cumplimiento e implementación, lo cual es fundamental para proyectar confianza a la comunidad nacional e internacional, sobre las prácticas relacionadas a su gestión en el territorio nacional (SAG. Memoria 2005.)

Con el propósito de resolver problemas generados por residuos tóxicos, existe el **Convenio de Basilea** (aprobado en 1989 y en vigor en 1992) sobre el control transfronterizo de residuos peligrosos y su disposición, donde el fundamento de su reglamentación se basa en la peligrosidad intrínseca de los desechos. La relación de este Convenio con el ámbito agrícola, es que incluye algunos desechos resultantes de productos biocidas, de la producción, preparación y utilización de productos químicos utilizados en la preservación de la madera, agroquímicos, plaguicidas, herbicidas y, caducados, entre otros.

Otra Convención importante es el **Protocolo de Montreal**, donde se establece la obligación de tomar las medidas adecuadas para proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos nocivos que se derivan o pueden derivarse de actividades humanas que modifican o pueden modificar la capa de ozono. Por ello se determinan controles sobre las Sustancias Agotadoras de Ozono (SAO), entre las que se encuentran los Halones, CFC, 1,1,1-Tricloroetano, Tetracloruro de Carbono, Hidroclorofluorocarbonos, Hidrobromofluorocarbonos, Bromoclorometano y bromuro de metilo, siendo este último utilizado en la agricultura como desinfectante de suelo.

Con igual importancia, pero mas especifico, se encuentra el **Codigo Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas**, el cual fue establecido por la Organización de Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO) en 1985 y modificado en 2002, con el propósito de estimular la creación de marcos regulatorios adecuados, la aplicación de prácticas comerciales responsables y el uso adecuado y eficaz de los plaguicidas, al denunciar las responsabilidades y al establecer las normas de conducta voluntaria para las entidades públicas y privadas que intervienen en la distribución y utilización de los plaguicidas.

Se encuentra también el **Convenio Rotterdam**, conocido también como Convenio Sobre Aplicación del Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo a ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional (PIC), donde su propósito es promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de los países que integran el comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos, a fin de proteger la salud humana y el ambiente frente a posibles daños, y contribuir a su utilización ambientalmente racional, facilitando el intercambio de información acerca de sus características, estableciendo un proceso nacional de adopción de decisiones sobre su importación y exportación, y difundiendo esas decisiones a otros países. En general este Convenio busca asegurar que los gobiernos dispongan de la información que necesitan sobre las características de los productos químicos peligrosos.

CODEX ALIMENTARIUS es un organismo creado en 1962, encargado de emitir las normas y directrices internacionales que sirvan de orientación a la industria alimentaria

para asegurar la inocuidad e idoneidad de los alimentos. En materias de plaguicidas, el **Comité del Codex para Residuos de Plaguicidas (CCPR)** en alimentos, es el organismo que elabora y emite los límites máximos de residuos permitidos (LMR) en productos agrícolas, basados en la evaluación de la reunión de expertos de la FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Actualmente se encuentra en desarrollo el Plan Nacional de implementación para la Gestión de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) en Chile (PNI), siendo una respuesta de nuestro país al ratificar el **Convenio de Estocolmo**, acuerdo internacional que establece la necesidad de proteger la salud de las personas y del medio ambiente frente a los COPs, compuestos orgánicos que en diversa medida, resisten la degradación fotolítica, biológica y química, mediante la implementación de gestiones tendientes a reducir o eliminar sus liberaciones.

Las sustancias sujetas a este convenio se han agrupado en tres categorías, a saber:

Plaguicidas (Aldrin, Clordano, DDT, Dieldrin, Endrin, Heptacloro, Mirex y Toxafeno);

Productos Químicos Industriales (Hexaclorobenceno y Bifenilos Policlorados-PCBs); y

Subproductos No Intencionales de sustancias químicas precursoras y/o procesos térmicos/combustión (dioxinas y furanos).

V. PROCESOS QUE INFLUYEN EN LA PRESENCIA DE PESTICIDAS EN CUERPOS DE AGUA.

Luego de la aplicación del plaguicida, se produce la incorporación de este al medio ambiente y posteriormente al suelo, entrando a un ecosistema dinámico, donde inmediatamente comienza su movimiento de una parte a otra del sistema, a través de degradaciones “in situ” y moviéndose en otros sistemas, como el agua, aire, etc.

La incorporación de estas sustancias hacia cuerpos de agua subterráneos y superficiales depende de variados factores, ya sean propios del pesticida como del medio en que se encuentra.

5.1. Propiedades fisicoquímicas de los pesticidas

Las diferentes propiedades de los pesticidas influyen directamente en la presencia, ausencia y cantidad de este en diferentes sistemas del medio ambiente. Para el caso de cuerpos de aguas subterráneos y superficiales, ciertas características de los pesticidas tienen mayor incidencia en la presencia de estos, donde las más influyentes son la adsorción en el suelo, solubilidad en el agua, volatilidad y lixiviación propia del pesticida. (Umbrales de Interpretación de valores numéricos de las propiedades de los pesticidas tabulados en anexo 6)

De manera menos generalizada, existen otras propiedades tales como estructura química y presentación de los pesticidas, las cuales influyen dependiendo del pesticida utilizado, ya sea por la estabilidad propia del producto, al ser más afín con el suelo, lo cual se

asocia a una mayor adsorción o según la presentación del producto en emulsión, polvo, granulada, etc.

5.1.1. Persistencia de pesticidas

La desaparición del pesticida del suelo transcurre de acuerdo a tres fases (Figura 23):

- Latencia, etapa de corta duración en la que el plaguicida mantiene su concentración.
- Disipación, etapa rápida en donde ocurre su desaparición del suelo (TD_{50} , TD_{75} , TD_{90} , que es el tiempo requerido para que la concentración del pesticida en condiciones definidas disminuya en un 50, 75 y 90% respectivamente, de la cantidad aplicada).
- Persistencia, es la etapa más lenta en el tiempo, la cual puede durar horas, días y hasta años.

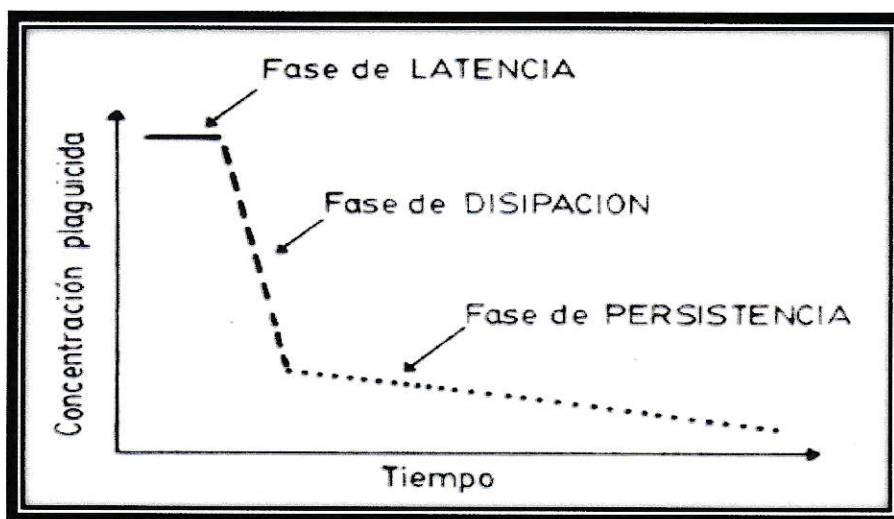


Figura 23: Fases de desaparición del plaguicida en el suelo.

La persistencia de un compuesto en el ecosistema se puede determinar a través del tiempo de vida media de éste ($t_{1/2}$), la cual se define como el tiempo necesario para la disipación de la mitad de la cantidad inicialmente presente en el suelo, como también se puede llamar DT_{50} .

Se puede calcular mediante la ecuación:

$$t_{1/2} = \frac{0,693}{k_t}$$

Siendo k_t el coeficiente de degradación propio de cada pesticida.

La persistencia esta determinada por distintos procesos, ya sean bióticos, como la biodegradación y el metabolismo o por procesos abióticos, como la hidrólisis, fotólisis y oxidación.

Por lo tanto mientras mas persistente es un pesticida, mas tiempo permanecerá inalterado y por ende más tiempo permanece en el suelo, por lo que aumenta la probabilidad de que el pesticida sea arrastrado por el agua de riego o agua de lluvia hacia las aguas.

Para interpretar este parámetro, se considerarán los siguientes umbrales:

Tabla 15: Umbral de interpretación para la vida media de un pesticida. The Pesticide Properties Database (PPDB), University of Hertfordshire, England. 2009.

Vida media ($t_{1/2}$) (días)	Interpretación
< 30	no persistente
30 - 100	moderadamente persistente
100 -365	persistente
> 365	muy persistente

5.1.2. Adsorción – desorción de pesticidas.

La adsorción es la interacción superficial entre un elemento o molécula (adsorbato) y una fase sólida (adsorbente). En este caso el adsorbato será el pesticida y el adsorbente serán los coloides del suelo, como la arcilla, pero en mayor medida el humus (García y Dorronsoro, 2009)

La adsorción de los pesticidas constituye el principal mecanismo para su retención por parte del suelo, además de las características químicas del pesticida, ya sea estabilidad, densidad de carga, sustituyentes, etc.

Dicha adsorción se interpreta como la movilidad que tendrán los pesticidas en el suelo, parámetro que se puede representar a través del coeficiente de reparto, el cual es la razón entre la concentración del pesticida en estado de adsorción (adherido a las partículas del suelo) y la fase de solución (disuelto en el agua del suelo), el cual se obtiene utilizando la isoterma lineal, a través del gráfico cantidad adsorbida “ C_{ad} ” versus concentración en la solución “ C_{sol} ”, obteniéndose:

$$K=C_{ad}/C_{sol}$$

Se conoce que los principales adsorbentes del suelo son la materia orgánica, la arcilla y los oxihidróxidos de hierro y aluminio. Por esta razón se puede establecer que:

$$C_{ad}=C_{mo} * f_{mo} + C_{ar} * f_{ar} + C_{ox} * f_{ox}$$

Siendo: C_{ad} : La concentración del producto adsorbido en el suelo,

C_{mo} : El contenido en materia orgánica del suelo,

f_{mo} : El coeficiente (fracción) de adsorción de la materia orgánica,

C_{ar} : El contenido en arcilla,

f_{ar} : El coeficiente (fracción) de adsorción de la arcilla

C_{ox} : El contenido en oxihidróxidos y

f_{ox} : El coeficiente (fracción) de adsorción de los mismos.

Quedando el coeficiente de adsorción, de la siguiente manera:

$$K=(C_{mo} * f_{mo} + C_{ar} * f_{ar} + C_{ox} * f_{ox}) / C_{sol}$$

Donde su uso se ha generalizado al ser normalizado respecto al contenido de carbono orgánico (oc), debido a que la presencia de materia orgánica es de gran importancia en los procesos de adsorción de pesticidas, definiendo al coeficiente de reparto como:

$$K_{oc} = K / f_{oc}$$

De este coeficiente, para un suelo dado, aquellos pesticidas con K_{oc} bajos, son adsorbidos menos y por tanto más lavados que otros con K_{oc} elevado. Es por esto que es más probable que se lixivien hacia las aguas subterráneas los pesticidas con un valor bajo de K_{oc} que los que tienen un valor alto.

Algunos factores que favorecen la desorción de los plaguicidas del suelo son:

Valores elevados de:

- Temperatura del suelo
- Porcentaje de arena
- Solubilidad del compuesto
- pH del suelo
- Humedad del suelo

Factores que favorecen la adsorción de pesticidas por el suelo:

- Contenido alto de arcilla
- Contenido alto de materia orgánica
- Polaridad de la molécula
- Naturaleza catiónica de la molécula.

Para interpretar este parámetro, se considerarán los siguientes umbrales:

Tabla 16: Umbral de interpretación para el coeficiente de reparto (k_{oc}) de un pesticida. The Pesticide Properties Database (PPDB), University of Hertfordshire, England. 2009.

K_{oc}	Interpretación
< 15	muy móvil
15 - 75	Móvil
75 - 500	moderadamente móvil
500 - 4000	ligeramente móvil
>4000	inmóvil

Es importante establecer que un pesticida adsorbido tiene mayor probabilidad de moverse con el suelo erosionado, de ser adsorbido por los minerales del suelo y de ser degradado químicamente.

Mientras que un pesticida que es desorbido tiene mayor probabilidad de volatilizarse desde el suelo, moverse hacia napas freáticas por lixiviación, difundir de una napa a otra, ser degradados por microorganismos y ser absorbidos por las plantas.

5.1.3. Solubilidad en el agua.

La solubilidad es la característica que mide la cantidad de pesticida que puede disolverse en agua y, por tanto, que puede ser transportada en solución hacia el agua superficial y/o

subterránea. Es un factor importante debido a que la fase acuosa del suelo, condiciona la dinámica del pesticida en dicha fase. Mientras más alta es la solubilidad de un pesticida, mayor es la cantidad de compuesto que puede ser transportado en disolución. La solubilidad de un compuesto está determinada principalmente por su composición química. Así, si un pesticida está presente en concentraciones mayores a la de saturación, entonces éste tenderá a acumularse en la interfase aire-agua, mientras que si su concentración es menor a su nivel de saturación, entonces tenderá a permanecer en el agua. Otras sustancias presentes en el agua pueden afectar la solubilidad de un compuesto, manteniéndolo en solución incluso a elevadas concentraciones. Los pesticidas menos móviles son los pertenecientes al grupo de los organoclorados (con una solubilidad muy baja debido a su carácter no polar), seguidos por los compuestos Organofosforados. Mientras que los más móviles pertenecen al grupo de herbicidas ácidos. En general, la mayoría de los compuestos presentan una movilidad intermedia, incluyendo triazinas, fenilureas y carbamatos, compuestos que son reconocidos ampliamente como contaminantes de aguas subterráneas.

A partir del coeficiente de reparto octanol : agua (k_{ow}), se puede obtener la solubilidad de compuestos orgánicos no polares, a través de la siguiente relación.

$$\text{Log}(k_{ow})=5-0,67\text{Log}(S)$$

En donde:

k_{ow} : coeficiente de partición octanol-agua

S: solubilidad del compuesto apolar

Para interpretar el parámetro de solubilidad, se considerarán los siguientes umbrales:

Tabla 17: Umbral de interpretación para la solubilidad de un pesticida en agua. The Pesticide Properties Database (PPDB), University of Hertfordshire, England. 2009.

Solubilidad (ppm)	Interpretación
< 50	bajo
50 - 500	moderado
> 500	alto

5.1.4. Volatilidad.

Es la pérdida del compuesto en forma de vapor. Este proceso está regido por la Ley de Henry, la cual cuenta con la siguiente definición: "La cantidad de gas disuelto en un líquido a una determinada temperatura es directamente proporcional a la presión parcial que ejerce ese gas sobre el líquido." Es decir, que esta ley nos indica que la menor o mayor intensidad con la cual un compuesto se volatiliza, dependerá directamente de su presión de vapor, de manera que aquellos con un valor alto tenderán a volatilizarse, excepto que también sean muy solubles en agua.

Matemáticamente se formula de la siguiente manera:

$$P=k \cdot C$$

Donde: P es la presión parcial del gas. C es la concentración del gas. k es la constante de Henry, que depende de la naturaleza del gas, la temperatura y el líquido.

La constante de Henry, también es un indicador de la volatilidad, al describir la tendencia de un plaguicida a volatilizarse del agua o suelo húmedo. Dicha constante representa el reparto del plaguicida entre la fase líquida del suelo y la atmósfera, la cual

depende no solo de la presión de vapor en estado líquido, si no también de la solubilidad en agua y masa molar de un plaguicida. Como tal, indica la preferencia de un producto químico por el aire en relación con el agua, es decir, su volatilidad.

Entre menor sea esta tendencia, menor será la probabilidad del pesticida a filtrarse hacia el agua subterránea. Así por ejemplo, un compuesto con presión de vapor alta pero muy soluble en agua, tiene una volatilidad pequeña, ya que una solubilidad en agua elevada puede hacer que compuestos con presiones de vapor altas permanezcan en el suelo cuando hay en esta agua suficiente para que se mantenga en disolución.

Este proceso es inversamente proporcional al contenido de materia orgánica del suelo, que está ligado a la adsorción, y directamente proporcional a la humedad del suelo, ya que la evaporación del agua contribuye al ascenso del pesticida a través del movimiento capilar.

Para interpretar estos parámetros, se considerarán los siguientes umbrales:

Tabla 18: Umbral de interpretación para la volatilidad de un pesticida. The Pesticide Properties Database (PPDB), University of Hertfordshire, England. 2009.

Presión de Vapor (mPa)	Constante de Henry (Pa*m ³ /mol)	Interpretación
< 1*10 ⁻⁶	< 0,1	no volátil
1*10 ⁻⁴ - 1*10 ⁻⁶	0,1 - 100	moderadamente volátil
> 1*10 ⁻⁴	> 100	volátil

5.1.5. Lixiviación.

Es el parámetro más importante de evaluación del movimiento de un pesticida hacia las aguas subterráneas. Está ligado a la dinámica del agua, ya sea suspendido en ella o emulsionado.

El grado de lixiviación está influido por las características fisicoquímicas del suelo, a la estructura del suelo y a factores externos.

Para el caso de los pesticidas y su relación con las aguas subterráneas, se utilizan una serie de índices para determinar su potencial de lixiviación a través del suelo y, por consiguiente, el potencial de contaminación de los acuíferos. Algunos de estos índices se describen a continuación (Miliarium, 2004):

a) GUS (Groundwater Ubiquity Score): El índice GUS se basa en la aplicación de una función obtenida a partir de valores de pesticidas detectados en aguas subterráneas y viene definido por la siguiente expresión:

$$\text{GUS} = \text{Log}(t_{1/2}) \times (4 - \text{Log}(k_{oc}))$$

En donde:

$t_{1/2}$: tiempo de vida medio (días).

K_{oc}: coeficiente de adsorción.

Empíricamente se han determinado valores umbrales del índice de GUS para clasificar a los pesticidas (tabla 19).

Tabla 19: Clasificación de pesticidas según el índice de GUS. Miliarium Aureum, S.L. 2004. Madrid, España.

Valor GUS	Tipo pesticida	Potencial contaminante de acuíferos
>2.8	lixiviable	Alto
1.8 – 2.8	De transición	Medio
<1.8	No lixiviable	bajo

b) Criterio USEPA/CDFA: La United States Environmental Protection Agency (USEPA) y California Department of Food and Agriculture (CDFA) utilizan un criterio de clasificación que consiste en clasificar como lixiviables a aquellos pesticidas con k_{oc} con valores comprendidos entre 300 y 500 mL/g y vida media entre 15 y 21 días. De esta manera la CDFA asignó valores numéricos específicos (SNV) para determinar la frontera entre lixiviables y no lixiviables (tabla 20).

Tabla 20: Criterio USEPA/CDFA en la clasificación de pesticidas. Miliarium Aureum, S.L. 2004. Madrid, España.

Valor K_{oc} (mL/g)	Valor $t_{1/2}$ (días)	Tipo de pesticida
≤ 512	≥ 11	Lixiviable
> 512	< 11	No lixiviable

c) Criterio EPA: La Environmental Protection Agency (EPA) sugiere ciertos valores para la identificación de potenciales contaminantes del agua en las características de solubilidad, adsorción y vida-media. En base a esto, se considera como criterio de identificación de pesticidas con un alto potencial contaminante del agua, a la presencia simultánea de estos valores para un compuesto. Esta identificación se basa en que las

características simultáneas identifican a pesticidas que son hidrosolubles, (lo que los hace afines al medio acuático), con una baja adsorción (su partición está más dada hacia el medio acuoso que la materia orgánica), y con un período de vida media suficiente como para ser capaces de alcanzar fuentes de agua potable.

Tabla 21: Criterio EPA en la clasificación de pesticidas. Miliarium Aureum, S.L. 2004. Madrid, España.

Características	Criterio
Solubilidad (ppm)	>30
Koc	<500
Vida media (días)	>21

5.2. Factores externos que regulan el movimiento de los pesticidas.

Aunque la movilidad de los pesticidas hacia las aguas viene condicionado por las características intrínsecas de este, existen diversos factores que no son propios de los pesticidas pero que tienen gran influencia en la capacidad de que estos logren alcanzar las fuentes de aguas, estos factores externos son las propiedades del medio en que se encuentran inmersos los pesticidas, los cuales pueden llegar a ser de tipos muy diversos, pero los más relevantes serán explicados a continuación.

5.2.1. Características del suelo

Los pesticidas al ser introducidos en el medio ambiente pueden seguir diversos caminos: atmósfera, suelo y agua, pudiendo intercambiarse de un sistema a otro formando un ciclo.

Es así como el sistema suelo es un gran regulador del transporte, transformación y transferencia de pesticidas a las aguas tanto superficiales como subterráneas, debido a su capacidad filtradora, la cual funciona como barrera y/o vehículo frente al movimiento de pesticidas. En cuanto a las facultades del suelo para cumplir estas funciones, éste presenta una serie de propiedades que influyen en el comportamiento de un pesticida en él, tales como:

a) Coloides del suelo: Los suelos ricos en coloides (arcillas y humus) adsorben más fuertemente a los plaguicidas, debido a su alta capacidad de intercambio cationico, favoreciendo la retención de ellos por parte del suelo y disminuyendo su movilidad en los otros sistemas, como el agua. Además dado la gran superficie de las arcillas, es que también favorecen su adsorción física.

b) Materia orgánica: La capacidad de cambio de las sustancia húmicas es más elevada que la de los minerales de la arcilla y tienen además una superficie específica mayor, por tanto son más activas. Es por eso que a mayor contenido de materia orgánica más capacidad tendrá el suelo de fijar plaguicidas, por lo tanto menos movilidad de parte de él. Además, la materia orgánica es una fuente de energía para los microorganismos y estos son uno de los principales responsables de la degradación de pesticidas.

c) pH: La influencia que el pH del suelo tiene en la adsorción de los plaguicidas depende de la naturaleza de los compuestos y del tipo de enlaces involucrados en el proceso de adsorción. Así, los enlaces hidrófobos dependen fuertemente del pH, el enlace por puente de hidrógeno está limitado al medio ácido, etc.

d) Estructura y textura: La estructura del suelo se refiere a los componentes que la forma, su cantidad y su disposición en el suelo, siendo los suelos con estructuras

compactadas aquellos que provocan una menor movilidad del pesticida, mientras que los suelos con elevada porosidad los que logran favorecer la volatilización, oxidación y transporte del plaguicida, al influenciar la aireación y permeabilidad del suelo.

La textura del suelo refleja la cantidad, tipo y diámetros de los coloides que esta presenta, existiendo diferentes clasificaciones granulométricas, siendo una de las mas utilizadas la americana del USDA (Departamento de Agricultura Americano), mostrada en la tabla 22, donde la percolación de los pesticidas esta fuertemente influenciada por el tamaños de estos coloides, aumentando con este, por lo que será mayor en las arenas que en los limos y arcillas.

Tabla 22: Clasificación granulométricas de las partículas del suelo. USDA.

Denominación	Diámetro de los granos (mm)
Grava gruesa o piedra	20
Grava media	20-10
Grava fina	10-2
Arena gruesa	0-0,5
Arena media	0,5-0,25
Arena fina	0,25-0,1
Arena muy fina	0,1-0,05
Limo	0,05 - 0,002
Arcilla	<0,002

e) Vegetación y Temperatura: La existencia de una cubierta vegetal produce una disminución de la energía luminosa en la superficie del suelo, al incrementar la cantidad de luz que es reflejada. Este hecho influye en la degradación de los pesticidas debido a que el proceso de fotólisis se produce mediante la absorción directa de la luz solar por el

compuesto o indirectamente al reaccionar con otras especies químicas que hayan sido activadas por la radiación.

La cubierta vegetal también actúa como aislante, reduciendo la conducción de calor hacia y desde el suelo, lo que provoca un proceso de difusión de vapor más lento, lo que provoca en general, que los suelos con cubierta vegetal sean entre 2 y 10°C más fríos que los que no la tienen. Estas características influyen en la volatilidad de los plaguicidas. Por otra parte se debe considerar que la disminución de la temperatura influye negativamente en la degradación de los pesticidas, pues esta es mayor con temperaturas elevadas.

Todos estos factores se reflejan en un incremento de la humedad del suelo, al disminuir la pérdida de agua que se produce, con la importancia que este factor posee como se vera posteriormente.

f) Permeabilidad del suelo: Esta característica del suelo influye directamente en la velocidad de un plaguicida en lixiviar hacia las aguas subterráneas, debido a que esta propiedad describe la fluidez de líquidos a través de los espacios porosos formados por las distintas partículas que forman la textura del suelo, siendo de esta manera, suelos mas permeables aquellos formados por partículas con mayor diámetro.

g) Humedad del suelo: La humedad se refiere a la presencia de agua en el suelo. Tiene gran importancia al incidir en diversos procesos que afectan al transporte de los pesticidas, tales como:

- Adsorción: Cuando la humedad es muy pequeña los compuestos cristalizan y la adsorción es reducida. Por el contrario, al aumentar la humedad ésta se incrementa, puesto que la mayoría de los pesticidas son adsorbidos en fase líquida, hasta que supera

el 30%, pues en esa situación la adsorción decrece rápidamente y predominan entonces los fenómenos de difusión.

- Actividad microbiana: Las condiciones óptimas en las que se desarrolla la actividad microbiana se produce cuando existe en el suelo un 60% de agua respecto al contenido total que el suelo puede almacenar.

- Procesos de degradación química: Si el suelo se satura en agua, el medio se transforma a condiciones anaerobias (esto se produce especialmente en climas húmedos). En ellas la concentración de oxígeno es nula, lo que tiene una gran importancia, pues la mayoría de los compuestos se degradan mucho mejor en presencia de oxígeno.

5.2.2. Condiciones climatológicas y ambientales.

La extensión e intensidad con que un pesticida puede infiltrarse, escurrir, transportarse, alcanzar las aguas, etc. depende en gran parte de diversos factores característicos de la zona como por ejemplo climáticos, ya sean precipitaciones, vientos o temperatura ambiente, etc. (García & Dorronsoro, 2009).

En un sitio dado, el balance entre lixiviación y escorrentía dependerá principalmente de la geomorfología (pendientes, relieve), la velocidad de infiltración (por textura y estructura), la intensidad y duración de las lluvias, el tipo y densidad de la cobertura vegetal y las prácticas agrícolas (Tabla 23). (Tapia & Villavicencio, 2007)

Tabla 23: Factores ambientales que facilitan la contaminación difusa de las aguas. Tapia & Villavicencio. Uso de biofiltros para mejorar la calidad del agua de riego.2007.

Factor Ambiental			
Clima	Intensidad, duración y frecuencia de las precipitaciones	Velocidad del viento. Duración de ráfagas	Temperatura
Geomorfología	Relieve y pendiente	Longitud y forma de las laderas	
Suelos	Velocidad de infiltración	Propiedades Mineralógicas	Profundidad de la napa
	Sujeción del suelo	Rugosidad de la superficie	
Hidrología	Tipo y velocidad del flujo	Cercanía a cursos de agua	
Cubierta Vegetal	Deforestación	Función de pantalla protectora	Altura y densidad de la cubierta vegetal (determina cuan distante de la superficie del suelo golpea la gota de lluvia)
Tecnología	Uso de suelo	Tipo de cultivo	Técnicas o métodos de cultivación
	Eficiencia de la maquinaria utilizada en el agro	Proporciones y aplicaciones usadas (agroquímicos)	Prácticas de eliminación de malezas o rastrojos de cultivos
Socioeconómico	Presión demográfica	Falta de percepción de la fragilidad del suelo y su progresiva degradación	Costo y mantenimiento de infraestructura de conservación

El relieve, la pendiente, el tipo y densidad de la cubierta vegetal, son factores que condicionan la tasa de escorrentía sobre el suelo, lo que, a su vez, determina la energía

de suspensión, el movimiento de sedimentos suspendidos y el tiempo para que el agua infiltre en determinada superficie. (Pinochet, 2000)

En cuanto a la topografía del lugar, cuando los pesticidas son incorporados a suelos que ocupan lugares llanos, la probabilidad de que se infiltren hacia capas profundas y lleguen a alcanzar el agua subterránea es mayor que cuando lo son en suelos en pendiente, ya que en este último caso se hacen más patentes los procesos de escorrentía superficial.

La Temperatura juega un papel muy importante en la capacidad de movilidad y degradación de los pesticidas, al determinar las velocidades de transformación tanto biológicas como químicas. Además, valores elevados de ésta provocan una mayor volatilización de los compuestos, así como un aumento en la actividad microbiana y por consiguiente de la degradación de los pesticidas presentes en el suelo. Además influye considerablemente en el grado de volatilización de los compuestos.

La pluviometría, ya sea por lluvia o nieves, provocan un aumento de las aguas que ingresan al suelo, lo cual causa un mayor arrastre de sustancias. En sitios más bien planos, el movimiento hídrico dominante será la percolación, favorecida por texturas gruesas; por el contrario, en sitios inclinados, con texturas más finas y/o suelo descubierto, lo será la escorrentía.

Algunos autores han mostrado que salvo que se produzcan lluvias muy fuertes inmediatamente después de la aplicación del plaguicida, las pérdidas totales por escorrentía para la mayoría de estos compuestos no exceden del 0,5% del total aplicado, aunque determinadas pérdidas puntuales pueden exceder en mucho esa cifra. (López & col. 1992)

La conexión entre la metodología de riego y la calidad del agua subterránea (Acuña, 2005) es casi directa a través del proceso de infiltración de químicos solubles bajo la zona radicular, tales como los pesticidas solubles. Hablando idealmente, la cantidad de agua usada en el riego debería ser exactamente igual a la cantidad de agua evaporada y a la transpiración del cultivo. Este riego ideal se logra casi a la perfección por goteo, menos por aspersión y por surcos y mucho menos en el riego por inundación.

5.2.3. Métodos y Condiciones de aplicación.

Se describen aquí aquellos factores relativos a los métodos y condiciones de aplicación de los pesticidas que pueden influir en el grado en que estos afectan las fuentes de agua.

Debido a que al aplicar el plaguicida se trata de extender una mínima cantidad de materia activa sobre una gran superficie, de forma homogénea, es que existen diversas presentaciones, siendo las siguientes las mas comunmente utilizadas: Polvos para espolvoreo (terrestre y aéreo), polvos mojables, gránulos, cebos, líquidos emulsionables, líquidos solubles, líquidos concentrados para aplicación a bajo y ultrabajo volumen, aceites, cremas y suspensiones de polvo en agua. (López & col. 1992)

Cada una de estas formas se aplica mediante uno o varios métodos cuyas ventajas e inconvenientes y en especial su influencia sobre las fuentes de agua se indican a continuación:

- a) Espolvoreo: Las ventajas de esta técnica son: Baja concentración de materia activa, rapidez de ejecución y maquinaria sencilla para su aplicación, bajo costo, alto poder de penetración.

- Como inconvenientes: Bajo porcentaje de depósito y bajo poder residual, escasa adherencia y fácil arrastre por el viento, distribución poco homogénea, muy sensible a los agentes atmosféricos.
- b) Aplicación como gránulos: Ventajas e inconvenientes similares al espolvoreo, pero presenta más persistencia y no son arrastrados por el viento. Cuando se aplican de forma directa sobre el suelo pueden afectar al agua del acuífero con gran facilidad.
 - c) Pulverización: Esta técnica se ve muy afectada por las condiciones climatológicas (viento, humedad), estando relacionadas de forma directa la tasa de vaporización y de arrastre por el viento con el diámetro de la gota aplicada. Se emplean vehículos acuosos o no con la materia activa como solución, suspensión o emulsión. Cuando se aplican grandes volúmenes (>400l/ha) afectan más intensamente al agua subterránea
 - d) La aplicación de plaguicida mediante riego, práctica denominada a menudo "quimigación", también puede ser una fuente importante de contaminación del agua. Así, fallas mecánicas o eléctricas en los equipos de riego y dosificación del plaguicida pueden provocar que se incorporen al suelo niveles muy altos.

5.2.4. Sistemas Acuíferos.

Además de los factores externos comentados y las propiedades de los pesticidas que afectan su movimiento y transporte hacia las diferentes fuentes de agua, se debe considerar las características que presentan los sistemas acuíferos, debido a su influencia en la potencial contaminación de las aguas subterráneas y de estas hacia las aguas

superficiales. Los factores de los sistemas acuíferos que juegan un papel importante en la contaminación potencial por pesticidas se describen a continuación:

- Profundidad del nivel del agua subterránea: Su influencia recae en que a mayor profundidad el plaguicida tarda más tiempo en alcanzarla y será más factible su degradación.
- Recarga neta del acuífero: Cuanto mayor sea la recarga, mayor será el arrastre de plaguicida hacia el acuífero.
- Conductividad hidráulica: Cuanto menor sea la conductividad, menor es la velocidad del flujo de agua y mayor el tiempo para que el pesticida se degrade.
- Material del acuífero: Esta característica es importante debido a que el contenido de arcillas presente es el principal influente en la adsorción de pesticida.

5.3. Procesos de degradación de los pesticidas.

Otros procesos que influyen en la presencia de ingredientes activos de pesticidas en el agua son las degradaciones, ocurriendo modificaciones o transformaciones internas en los ingredientes activos, la cual generalmente se manifiesta como reacciones donde las moléculas complejas se descomponen en otras más simples.

5.3.1. Descomposición Química.

a) Hidrólisis: Proceso determinado por la reacción de una sustancia con el agua, donde los iones constituyentes se combinan con iones hidronio o hidroxilo, siendo estos iones provenientes de la disociación o autoprotólisis del agua.

b) Deshalogenación: Proceso químico que consiste en retirar los halógenos (bromo, yodo, fluor y cloro) de ciertos compuestos.

c) Desalquilación: Consiste en la eliminación de grupos alquilo.

d) Hidroxilación: Reacción química que corresponde al ataque del grupo hidroxilo en un compuesto, reemplazando un átomo de hidrógeno.

e) Condensación: Este proceso tiene lugar entre compuestos diferentes y en particular entre un compuesto amínico y otro ácido.

f) Oxido-reducción: Procesos inducidos principalmente por reacciones químicas o biológicas que involucran una transferencia de electrones en su mecanismo.

5.3.2. Descomposición Fotoquímica.

Corresponde a la reacción química inducida por la energía de la luz solar. Esta modificación química de los plaguicidas viene producida por la interacción de la radiación solar ultravioleta y visible (240-700 nm) con los enlaces. Esta interacción afecta principalmente a los grupos -OH, -SH, C=O, -Cl, -N=, así como a dobles enlaces, en especial si son conjugados.

Los procesos más importantes que tienen lugar en la fotólisis son las fotooxidaciones, estando también presentes las fotoreducciones y las fotohidrólisis. El tipo de

fotodegradación que se produzca estará determinada por la naturaleza química del pesticida, así como de las condiciones específicas del medio ambiente

La fotodescomposición también puede tener lugar a través de sustancias fotorreceptoras (clorofilas, carotenos, y sobre todo compuestos húmicos) capaces de captar energía lumínica y de traspasarla a los plaguicidas.

Factores que influyen en la descomposición fotoquímica de los pesticidas:

- Presencia de catalizadores fotoquímicos, favorecen la descomposición.
- pH del suelo.
- Grado de aireación del suelo.
- Estado en que se encuentre el plaguicida.
- Grado de adsorción de los coloides del suelo.
- Estructura química del plaguicida.

5.3.3. Descomposición Microbiana.

La degradación microbiana o biodegradación en su término genérico como reacción mediada biológicamente, es la transformación de pesticidas mediante organismos viviente utilizando enzimas. La relevancia de este proceso frente a los otros tipos de transformación, radica en que la biodegradación es el único proceso de transformación capaz de mineralizar por completo un pesticida.

Los microorganismos se hallan distribuidos entre los sectores aeróbicos (presencia de oxígeno) y anaeróbicos (ausencia de oxígeno) del suelo, siendo muy diferente su desarrollo y comportamiento dependiendo del estado de oxigenación del medio donde estén.

Ciertos químicos orgánicos naturales pueden ser degradados (o transformados) por los microorganismos, sin embargo este proceso puede demorar mucho tiempo dependiendo de la estructura del pesticida.

La tasa con que se biodegrada un pesticida, depende de la estructura química que este posea, de la presencia de microorganismos, así como de las condiciones medio ambientales imperantes. La estructura química del pesticida determina las enzimas necesarias para catalizar las reacciones de degradación, las que según la clase química del compuesto se clasifican en dehalogenasas (remueven halógenos), oxigenasas (degradan fenoxiacidos) e hidrolasas (degradación de organofosforados y carbamatos).

La concentración del pesticida en el medio puede afectar la degradación del mismo, ya que a altas concentraciones puede ser tóxico para los microorganismos, mientras que a concentraciones muy bajas puede ser ignorado por los microorganismos como fuente de energía o potencial sustrato.

Por último, la tasa de degradación está controlada por los microorganismos según sus necesidades de energía, la población existente, su distribución espacial, y otros factores propios de su comportamiento. Así también afectan a la tasa de degradación las condiciones medioambientales que los afectan como la temperatura, pH, oxígeno disponible, salinidad, presencia de otros sustratos, etc.

VI. USO DEL SUELO Y PESTICIDAS UTILIZADOS EN LA COMUNA DE PAIHUANO

Para poder determinar los cultivos más abundantes en la agricultura de la zona, se revisó la estadística recopilada por el censo agropecuario nacional 2007 (ODEPA)

De esta manera se encontró que de las explotaciones agropecuarias censadas con tierra^δ de la comuna de Paihuano (152.408,6 hectáreas) solo el 1,38% corresponden a suelos para cultivo, donde el 67,5% de este corresponde a cultivos anuales y permanentes (1.416,3 hectáreas), siendo el resto utilizados para forrajes permanentes y de rotación y en barbecho y descanso.

Los distintos usos que forman parte del 98% restante de explotaciones agropecuarias censadas con tierra es debido a la gran variedad de usos que el suelo tiene, tales como las praderas, plantaciones forestales, bosques, matorrales, infraestructura y terrenos estériles, entre otros.

De las 1.416,3 hectáreas utilizadas para cultivos permanentes y anuales, se encuentran los siguientes grupos de cultivos: cereal, leguminosas y tubérculos y hortalizas y cultivos industriales con un 0,5% y además plantaciones forestales (1,9%), viñas y parrones viníferos (34,6%) y frutales (63%).

Según el catastro frutícola 2005 de la IV Región, en la comuna de Paihuano se encuentra que los frutales con mayores hectáreas de cultivo son: Palto (7,5%) y Vid de mesa

^δ Una explotación, corresponde a un terreno en donde se desarrollan actividades agrícolas, pecuarias y/o forestales. Si la explotación se denomina "con tierra", quiere decir que el suelo en sí es utilizado total o parcialmente en dichas actividades.

(89,5%). De acuerdo a estos datos, se resume en la tabla 24 los tres principales usos del suelo de la comuna de Paihuano.

Tabla 24: Principales usos del suelo en la comuna de Paihuano. Censo agropecuario Nacional 2007.

Cultivo	Área (Há)
Viñas y parronales viníferos	501,4
Vid de mesa	815,1
Palto	68,3

De acuerdo a la poca aérea de uso del suelo por parte de los cultivos de palto y además por lo observado en terreno y lo aportado por gente de la zona, es posible omitir su uso en los análisis de determinación de pesticidas utilizados, debido a que su utilización es principalmente casera.

En cuanto a la vid de mesa, se observó que esta es la que mas influye en una supuesta contaminación por agroquímicos hacia la población, localizada en el interior de las áreas plantadas con este cultivo (Figura 24), recibiendo directamente cualquier influencia por parte de la aplicación de agroquímicos.



Figura 24: Poblado de Montegrande inmerso en predios agrícolas de vid de mesa.

Además dichos cultivos se encuentran parcialmente localizados en las laderas de los cerros y montañas de la zona, influenciados por la pendiente del sector, tal como se observa en el punto 3.3.2.

Ahora a partir de los cultivos más relevantes de la comuna de Paihuano, como es la vid de mesa y las viñas y parronales viníferos, se hace una base de los pesticidas más utilizados en dichas prácticas agrícolas (Tabla 25), la cual se obtiene a través de un listado de pesticidas autorizados por el SAG, cuya fecha de actualización corresponde al 31 de Julio de 2001. De los cuales se acotaron de acuerdo a las declaraciones de ventas de plaguicidas del año 2006 en la región de Coquimbo, asumiendo que todo agricultor de la zona compra sus productos en la Capital Regional.

Tabla 25: Pesticidas utilizados en la comuna de Paihuano para vid de mesa, viñas y parronales viníferos.

FUNGICIDAS		
AZOXYSTROBIN	EXTRACTO DE SEMILLA Y PULPA DE TORONJA / BIOFLAVONOIDES	TRIFLOXYSTROBIN / TEBUCONAZOLE
AZUFRE	FENBUCONAZOLE	TRIFLUMIZOLE
AZUFRE / FENHEXAMID	FENHEXAMID	INSECTICIDAS
AZUFRE / OXICLORURO DE COBRE / SULFATO DE COBRE	FENHEXAMID / TEBUCONAZOLE	ACEITE MINERAL
BENOMYL	HIDROXIDO DE COBRE	ACRINATHRIN
BOSCALID	IPRODIONE	CHLORPYRIFOS / DIMETHOATE
BOSCALID / PYRACLOSTROBIN	IPRODIONE / AZUFRE	DIMETOATO
CAPTAN	KRESOXIM-METIL	EXTRACTO DE QUILLAY
CAPTAN / AZUFRE	METALAXIL	IMIDACLOPRID
CAPTAN / IPRODIONE	METALAXIL / MANCOZEB	HERBICIDAS
CARBENDAZIME	METIRAM COMPLEJO	DIURON
CHLOROTHALONIL	MICLOBUTANIL	FLUMIOXAZIN
CYMOXANIL / MANCOZEB	OXICLORURO DE COBRE	SIMAZINA
CYPRODINIL	OXIDO CUPROSO	MISCELANEOS
CYPRODINIL / FLUDIOXONIL	PENCONAZOLE	ACIDO GIBERELICO
CYPRODINIL / FLUDIOXONIL / AZUFRE	PROCIMIDONE	ACIDO GIBERELICO / ACIDO INDOLACETICO / ZEATINA
DICHLORAN	PYRIMETHANIL	CIANAMIDA HIDROGENADA
DIFENOCONAZOLE	QUINOXYFENO	ETHEPHON
FENARIMOL	TEBUCONAZOLE	ETHEPHON / CYCLANILIDA
EXTRACTO CITRICO (ACIDO ASCORBICO)	TETRACONAZOLE	FORCHLORFENURON
	TRIADIMEFON	

VII. PREDICCIÓN EN LA PRESENCIA DE PESTICIDAS EN FUENTES DE AGUA DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Desde el punto de vista del tipo de fuente de agua, las características de los pesticidas pueden influenciar de distinta manera frente a una posible presencia en dichas fuentes.

Es así como la principal propiedad del pesticida que gobierna la presencia de este en las aguas subterráneas es el grado de lixiviación, el cual se determinó utilizando una serie de índices influenciados por las características del suelo (punto 5.1.5), los cuales basan sus resultados en las propiedades fisicoquímicas propias del pesticidas, tales como persistencia (tiempo de vida media $t_{1/2}$) en el sistema suelo-agua, adsorción (coeficiente de reparto K_{oc}) y solubilidad, los cuales influenciarán significativamente en la cantidad de pesticidas que queda disponible para el transporte.

Para el caso de las aguas superficiales debido a su contacto directo con la atmosfera, suelos y aguas subterráneas, se le considera una fuente bastante vulnerable. Es por esto que los pesticidas pueden llegar a las aguas superficiales de distintas maneras, ya sea por aplicación directa en ellas, volatilización de aplicación cercanas a la fuente, escorrentía superficial, vientos que depositen pesticidas que se encuentran en la atmósfera y recargas provenientes de aguas subterráneas contaminadas.

Toda información de los parámetros fisicoquímicos utilizados, esta tabulada en el anexo 7, con sus respectivos umbrales de interpretación.

Al realizar la búsqueda de las propiedades fisicoquímicas de cada ingrediente activo, se observó que estas se diferenciaban dependiendo de la forma de determinación de dichas propiedades, ya sea por laboratorio o por campo, siendo la primera poco fidedigna debido a que no es lo suficiente realista y la segunda muy dependiente de los factores externos, como por ejemplo el tipo de suelo en donde se determinaron los parámetros, por lo cual se consideró cuatro fuentes bibliográficas que aportaran de forma confiable dichos datos, lo cual permitió determinar los parámetros considerando un rango de valores y no uno específico que pudiese provocar cierto error en su clasificación como potencial contaminante de aguas subterráneas.

Para el caso de la existencia de dos ingredientes activos en un mismo pesticida, se les consideró por separado debido a que su mezcla era solamente para atacar la plaga de dos ángulos distintos, debido a que los ingredientes activos pertenecían a grupos químicos diferentes, además se consideró solamente aquel ingrediente activo que se encontraba en mayores porcentajes en la mezcla, debido a que en las otras mezclas, ambos ingredientes activos estaban en similares proporciones.

En cuanto a aquellos pesticidas que contenían azufre, oxiclóruo de cobre, sulfato de cobre, extractos varios, zeatina, bioflavonoides, óxido cuproso, aceite mineral, ácidos giberélico, indolacético y ascórbico, como ingrediente activo, no fueron considerados al momento de determinar su grado de lixiviación hacia las aguas subterráneas, ya que son elementos básicos que están presentes naturalmente en el medio ambiente o simplemente

porque no se pueden descomponer dada su forma base, no representando problemas en su presencia en las aguas subterráneas.

7.1. Análisis de ingredientes activos de pesticidas con cierta potencialidad a lixiviar hacia las aguas subterráneas.

A partir de la lista de pesticidas más utilizados en la comuna de Paihuano, se determinó en una primera instancia, aquellos pesticidas potencialmente encontrados en las aguas subterráneas, mostrados en la tabla 26, basándose en una serie de índices que a través de las propiedades fisicoquímicas de los ingredientes activos, determinan el grado de lixiviación, tales como: índice de GUS, criterio USEPA/CDFR y criterio EPA. Además para complementar lo anterior se considero su potencial contaminador en aguas subterráneas según Pesticide Action Network (PAN) y por su potencial lixivador según Water Quality Program de la Universidad de California.

La clasificación se dividió en tres: alto y medio potencial de lixiviación y en aquellos que por diversas razones la acotación anterior no es suficiente para una determinación, a pesar de presentar nulo potencial de lixiviación.

Tabla 26: Clasificación de pesticidas de acuerdo a su potencial grado de lixiviación.

PODER DE LIXIVIACIÓN		
ALTO	MEDIO	INCIERTO
Carbendazima	Azoxistrobina	Captan
Diuron	Boscalid	Clorotalonil
Imidacloprid	Ciclanilida	Dimetoato
Metalaxil	Fenarimol	Flumioxazina
Simazina	Forclorfenuron	
Triadimefon	Iprodiona	
	Kresoxim – metil	
	Miclobutanil	
	Pirimetanil	
	Tebuconazol	

De los pesticidas determinados, se les hizo un análisis mas profundo, considerando ciertas características como solubilidad, toxicidad y venta del pesticida. Además se consideró su grado de degradación, ya sea por hidrolisis, fotolisis o en el suelo mismo, incluyendo su metabolito mas importante y mas propenso a formarse, junto a su tendencia a lixiviar. Se basa los análisis en los datos tabulados en el anexo 8.

7.1.1. Ingredientes Activos de pesticidas con alto potencial lixivante.

a) **Carbendazima:** Es un fungicida que debido a su baja solubilidad, venta y toxicidad no es de gran impacto en las aguas subterráneas.

La fotolisis de este pesticida en el agua es estable y su hidrólisis cuenta con una vida media de 350 días.

La Carbendazima es metabolito del Benomil y del Tiofanato de metilo y se descompone en 2-aminobenzimidazol (The Pesticide Properties Database (PPDB). University of Hertfordshire, UK), la cual tiene una alta solubilidad (14900 mg/L), es móvil en el suelo (Koc: 22 mg/L) y cuenta con una toxicidad de baja a moderada.

Por todo esto se concluye que la Carbenzamida no produce grandes efectos en las aguas subterráneas, tampoco su metabolito, el cual se forma en escasas ocasiones y tiene moderada toxicidad.

b) **Diuron**: Es un herbicida de baja venta, toxicidad y solubilidad, donde su mayor ruta de disipación es por degradación microbiana en agua. También se degrada por fotólisis en agua y suelo ($t_{1/2}$: 43 y 173 respectivamente) pero en un rango menor, donde en el agua se degrada a CO_2 y otros productos polares menores (Reregistration Eligibility Decision for Diuron, EPA.2003)

En la fotólisis del suelo se forma el metabolito N'-(3,4-diclorofenol)-N-metilurea (DCPMU).

En el suelo, su vida media en condiciones anaeróbicas es de 1000 días y en condiciones aerobias es de 372 días donde en ambas también se forma el metabolito mayor DCPMU.

Dicho metabolito cuenta con las siguientes características fisicoquímicas (The Pesticide Properties Database (PPDB). University of Hertfordshire, UK.):

Solubilidad (mg/L): 490 Koc (mg/L): 928

Se concluye que el diuron puede encontrarse en las aguas subterráneas pero que por su baja venta, toxicidad, solubilidad y mediano grado de degradación en fases del agua y del suelo, su presencia en las aguas subterráneas no es de gran relevancia. Al igual, su metabolito presenta una baja solubilidad y movilidad, asumiendo escasa presencia en aguas subterráneas.

c) **Imidacloprid:** Es un insecticida con alta venta y mediana toxicidad. Además cuenta con una alta solubilidad que aumenta su potencial para lixiviar.

Por fotólisis en agua, su vida media es de menos de 3 horas, y en suelos es de 39 días.

En agua, como su fotólisis es tan rápida se observa que es improbable que el pesticida se encuentre en ellas (Fossen, 2006).

Por hidrólisis, se observa una vida media de aproximadamente 30 días, lo cual provoca cierta degradación en poco tiempo.

En conclusión imidacloprid pudiese encontrarse en aguas subterráneas por su alta venta. Aunque su gran degradación indica que solamente pudiésemos encontrar a sus metabolitos. Además diversos estudios conducidos por Rouchaud et al. (1994) y Miles Inc. (1993) proporcionan evidencia que el Imidacloprid no lixivia en el suelo hacia las aguas (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Nacional. Colombia.2009)

d) **Metalaxil:** Es un fungicida con una solubilidad alta, aportando a una mayor lixiviación, de baja venta, pero mediana toxicidad. Es además estable por hidrólisis y por fotólisis en el agua, aunque en esta última cuando logra degradarse, forma al metabolito mayor N-2,6-dimetilfenil-N-metoxiacetil-alanina (Reregistration Eligibility Decision Metalaxyl.EPA. 2004) Su fotólisis en el suelo es estable.

En suelos aerobios su vida media es de 40 días, donde se descompone al metabolito anteriormente nombrado, el cual se mineraliza rápidamente a CO₂ y otros metabolitos secundarios. En un lapso de 1 año, metalaxil quedará en un 2%.

En suelos anaeróbicos, el matalaxil fue degradado en un 60% al día 31, descomponiéndose en su metabolito mayor, el cual no se mineralizó a CO₂ ni metabolitos secundarios.

Las propiedades fisicoquímicas del metabolito (The Pesticide Properties Database (PPDB). University of Hertfordshire, UK) son:

Tiempo de vida media en suelo (días): Típico: 53 / Laboratorio: 53 / Campo: 51

Tiempo de vida media en agua (días): 365

Koc (mg/L): 38 Potencial de GUS: 4.17

En general se concluye que ambos compuestos, ya sea el pesticida como su metabolito, tienen un alto poder de lixiviación y un gran potencial de contaminación de aguas subterráneas (Kegley y col., 2009).

e) **Simazina:** Es un herbicida con una alta venta, pero poca toxicidad y solubilidad. La hidrólisis de la simazina ocurre a una tasa muy baja, aunque aumenta con el pH (Gunasekara, 2004). Para el caso de la descomposición fotolítica, ya sea en suelo o agua, ocurre a una mayor tasa y en un rango que varía desde 2 horas a 21 días, dependiendo de la cantidad de luz recibida. Es por lo mismo que en la oscuridad no se aprecia degradación, debido a que la hidrólisis no es de gran importancia en esta materia.

Las propiedades fisicoquímicas de los metabolitos mayores son (The Pesticide Properties Database (PPDB). University of Hertfordshire, UK):

2-hidroxi-4,6-bis(etilamino)-s-triazina

deisopropil atrazina

Solubilidad (mg/L): 32.8

Solubilidad (mg/L): 670

Koc (mg/L): 5

Koc (mg/L): 142

En conclusión, es de esperarse que tanto la simazina como sus metabolitos sean potenciales contaminadores de aguas subterráneas, encontrándose que estos últimos estén en mayor cantidad producto de la reiterada descomposición de la simazina, lo cual ha sido demostrado en diversos estudios (Gunasekara, 2004).

f) **Triadimefon:** Es un fungicida con alta venta, mediana toxicidad y solubilidad, características que le confieren mayor importancia a su potencial lixiviación.

Es estable en hidrólisis pero se degrada por fotólisis rápidamente, con una vida media de 7 a 8 horas. Además se degrada en suelos anaeróbicos y aerobios y en aguas anaeróbicas, con vida media de 23.1; 5.6 y 217 días respectivamente, donde su mayor metabolito es el triadimenol (Reregistration Eligibility Decision for Triadimefon and Tolerance Reassessment for Triadimenol. EPA. 2006)

Las propiedades fisicoquímicas del metabolito (The Pesticide Properties Database (PPDB). University of Hertfordshire, UK) son:

Tiempo de vida media en suelo (días): Típico: 250 / Laboratorio: 136.7 / Campo: 64.9

Tiempo de vida media en agua (días): 53

Solubilidad (mg/L): 72 Koc (mg/L): 273 – 365 Potencial de GUS: 3.75

En general, se considera que ambos compuestos, ya sea el pesticida como su metabolito, tienen un alto poder lixivante y posible contaminación de las aguas subterráneas. Incluso se considera que el metabolito tiene mayor poder lixivante (Reregistration Eligibility Decision for Triadimefon and Tolerance Reassessment for Triadimenol. EPA. 2006)

7.1.2. Ingredientes Activos de pesticidas con mediano grado de lixiviación.

a) **Azoxistrobina:** Es un fungicida que presenta una muy baja venta, nula toxicidad y baja solubilidad en agua.

Es estable frente a una hidrólisis, pero no frente a una fotólisis, siendo su vida media de 11 a 17 días, ya sea en el suelo o en el agua.

La azoxistrobina se descompone en el suelo en una serie de metabolitos, siendo el mayor el ácido (E)-2-(2-[6-cianofenoxi]-pirimidina-4-iloxil)-fenil-3-metoxiacrílico, los cuales tienen una baja afinidad de unión en la mayoría de los suelos, adquiriendo cierto potencial de movilidad en sistemas acuáticos y terrestres (Pesticide Fact Sheet of Azoxystrobin. EPA. 2007) Además su metabolito mayor, es detectado en capas de suelos profundas.

En general, la azoxistrobina tiende a no encontrarse en aguas subterráneas, lo que no excluye a su metabolito mayor, el cual se considera con una nula toxicidad aguda (Pesticide Fact Sheet of Azoxystrobin. EPA. 1997), pero con cierta posibilidad de lixiviación.

b) **Boscalid:** Es un fungicida de alta venta, pero baja toxicidad y solubilidad. No se fotolisa ni se hidrolisa, ya que es estable. En suelos se degrada lentamente al ácido 2-cloronicotínico (Pesticide Fact Sheet of Boscalid. EPA. 2003), el cual a su vez se degrada rápidamente en suelos anaeróbicos y aeróbicos y es mineralizado a CO₂ o transformado a residuos no solubles, que tienden a sedimentar.

Debido a su alta venta, poca degradación y mediana lixiviación, es de esperarse que este pesticida se encuentre en las aguas subterráneas.

c) **Ciclanilida:** Es un regulador del crecimiento de las plantas, tiene muy baja toxicidad y mediana solubilidad. La ciclanilida es estable en procesos de hidrólisis y fotólisis y en suelos aerobios, en suelos anaeróbicos, se degrada lentamente a su metabolito 2,4-dicloroanilide. Según análisis realizados por la EPA (Pesticide Fact Sheet of Cyclanilide. EPA. 1997), este metabolito (Koc 349-883 mg/L) se mueve menos que su pesticida.

El metabolito además cuenta con las siguientes características fisicoquímicas (The Pesticide Properties Database (PPDB). University of Hertfordshire, UK):

Vida media (días) típica: 96 / laboratorio: 96

Vida media en agua (días): 78

Solubilidad (mg/L): 620 Koc (mg/L): 500 GUS: 2.58

Debido a la mediana estabilidad de la ciclanilida y al resto de características fisicoquímicas, es de esperarse que este pesticida tuviese cierta probabilidad de encontrarse en aguas subterráneas, lo cual se descarta al observarse que su toxicidad es casi nula. En cuanto a su metabolito, se llega a la misma conclusión, en especial debido a su mínima movilidad.

d) **Fenarimol:** Es un fungicida con poca toxicidad y solubilidad. No se degrada por hidrólisis y se han hecho distintos estudios (International Programme on Chemical Safety of Fenarimol. 2009) de la degradación por fotólisis y sus resultados han sido conflictivos, lo cual se pudiera deber a las diferencias en la luz incidente o a la naturaleza de la superficie.

Por todo esto, se asume que el fenarimol no provocará grandes estragos en las aguas subterráneas de la zona.

e) **Forclorfenuron:** Es un regulador del crecimiento de las plantas, tiene baja venta y toxicidad y es moderadamente solubilidad. Es estable en todas las rutas de disipación, excepto en la fotodegradación en aguas (Pesticide Fact Sheet of Fenarimol. EPA. 2004), donde se degrada lentamente. Su metabolito de mayor ocurrencia, es el 4-amino-2-cloropiridina, el cual es moderadamente móvil (The Pesticide Properties Database (PPDB). University of Hertfordshire, UK).

Debido a su baja venta y toxicidad es de esperarse que no provoque grandes estragos en la zona, además su moderada solubilidad provoca un impedimento para su movilidad en las aguas, por lo tanto se considera con escaso potencial de contaminar las aguas subterráneas. En el caso de su metabolito, debido a la baja venta y poca degradación que sufre el forclorfenuron, es mucho menos probable encontrarlo en las aguas subterráneas.

f) **Iprodiona:** Es un fungicida de alta venta y con poca toxicidad y solubilidad. Se hidroliza rápidamente en ambientes neutrales ($t_{1/2}$ 4.7 días) y alcalinos ($t_{1/2}$: 27 minutos). Su fotólisis es moderada. Debido a su movilidad y rápida degradación, es improbable que la iprodiona lixivie hacia las aguas subterráneas (Pesticide Fact Sheet of Iprodione. EPA. 1998) y además como este pesticida es de tratamiento foliar, la degradación o metabolismo en la superficie de la planta y/o la absorción por las plantas, mitigará su potencial contaminación.

El principal metabolito es el N-(3,5-diclorofenil)3-isopropil-2,4-dioxoimidazolina-1-carboxamida y sus propiedades fisicoquímicas son (The Pesticide Properties Database (PPDB). University of Hertfordshire, UK):

Vida media (días): típico: 24 / laboratorio: 24 / campo: 267

Vida media hidrólisis (días): estable

Solubilidad (mg/L): 13.9 Koc (mg/L): 32364

La alta degradación y baja solubilidad de la iprodiona, hace disminuir considerablemente la probabilidad de encontrarse en las aguas subterráneas, pero su alta venta no descarta que el único posible contaminante sea su metabolito, quien presenta, a su vez, una baja toxicidad.

g) **Kresoxim-metil:** Es un fungicida de mediana venta y con poca toxicidad y solubilidad. Es relativamente estable en la hidrólisis a pH 7, mientras que más alcalina más se descompones ($t_{1/2}$: 7 hrs) (Pesticide Fact Sheet of Kresoxim-metyl. EPA. 1998). Se degrada rápidamente en agua y suelos aerobicos (vida media: 1.2 y 1 días respectivamente). Su metabolito mas frecuente es el (E)-Methoxyamino[alpha-(o-tolyloxy)-o-tolyl]acetic acid y sus propiedades fisicoquímicas son (The Pesticide Properties Database (PPDB). University of Hertfordshire, UK):

Vida media (días): típica: 37 / laboratorio: 37 / campo: 49

Vida media fotolisis acuosa (días): 19

Koc (mg/L): 21 GUS: 4.20

Además se encontró que en otra fuente de información (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Nacional. Colombia. 2009) sus propiedades fisicoquímicas fueron:

Vida media (días): 511 Koc (mg/L): 24 GUS: 7.1

Es así como se concluye que el metabolito es más móvil y persistente que el pesticida, siendo de esta manera más importante en el medio ambiente, aumentando su probabilidad de encontrarse en las aguas subterráneas y disminuyendo las de su precursor, quien a su vez no cuenta con características favorables a la contaminación.

h) **Miclobutanil:** Es un fungicida con alta venta, mediana solubilidad y poca toxicidad. La mejor ruta de transformación en suelos bajo condiciones aerobicas, es por biotransformación, mientras que en suelos anaeróbicos, es estable.

Bajo los procesos de hidrólisis, fotólisis en agua y volatilización, es improbable que sean significativos para la disipación. Mientras que para la degradación por fotólisis en el suelo se espera que sea baja, formando el metabolito 1,2,4 triazole (Plant Industry Directorate. Muclobutanyl. 1993), siendo sus propiedades fisicoquímicas (The Pesticide Properties Database (PPDB). University of Hertfordshire, UK) las siguientes:

Vida media por fotólisis e hidrólisis acuosa: estable

Vida media (días): típica. 10 / laboratorio: 8.2

Vida media en agua (días): 300

Koc (mg/L): 89 GUS: 2.05

Se concluye que debido a su baja degradación, mediana lixiviación y alta venta y solubilidad, es de esperarse que sea un potencial contaminador de aguas subterráneas de la zona, caso contrario al de su metabolito.

i) **Pirimetanil:** Es un fungicida con poca venta, nula toxicidad y alta solubilidad. La principal vía de disipación de pirimetanil es a través del metabolismo aeróbico tanto para los ambientes terrestres como acuáticos (Jesudason, 2005) ($t_{1/2}$: 23-54 y 16.5 días respectivamente). Además es estable a la hidrólisis y a la fotólisis acuosa, pero es susceptible a la fotólisis en el suelo ($t_{1/2}$: 22 días).

Su principal metabolito de degradación es el 2-amino-4,6-dimetilpirimidina y sus propiedades fisicoquímicas (The Pesticide Properties Database (PPDB). University of Hertfordshire, UK) son:

Vida media (días): típica: 85.5 / laboratorio: 85.5 / campo: 300

Solubilidad (mg/L): 40000

P. de Vapor (mPa): 2666 Koc (mg/L): 144 GUS: 3.56

Se asume que aunque su solubilidad sea alta, su poca venta y toxicidad y ser medianamente degradado hacen que sea improbable como un potencial contaminante de las aguas subterráneas de Paihuano. Determinación que no excluye a su metabolito, el cual de acuerdo a sus características fisicoquímicas tiene considerables opciones de contaminar las aguas subterráneas.

j) **Tebuconazol:** Es un fungicida de alta venta, mediana toxicidad y baja solubilidad. Se considera moderadamente degradado en el suelo, pero se concluye que

no se degrada en el agua, ni por hidrólisis ni fotólisis. Además es persistente en agua (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Nacional. Colombia.2009), aunque en los sedimentos tiende a acumularse y no degradarse.

Cuando se degrada, el metabolito mas relevante es el 1,2,4 triazole, siendo sus propiedades fisicoquímicas (The Pesticide Properties Database (PPDB). University of Hertfordshire, UK) las siguientes:

Vida media por fotólisis e hidrólisis acuosa: estable

Vida media (días): típica. 10 / laboratorio: 8.2

Vida media en agua (días): 300

Solubilidad (mg/L): 730000

Koc (mg/L): 89 GUS: 2.05

Su metabolito no es un producto final estable (WHO and FAO.1994), siendo intermediario para luego degradarse a CO₂.

Se asume que tanto el pesticida Tebuconazol como su metabolito son poco probables como potenciales contaminantes de las aguas subterráneas de la zona. El primero principalmente debido a su baja solubilidad y a diversas investigaciones encontradas en la literatura (WHO and FAO.1994), el segundo debido a que se mineraliza a CO₂.

7.1.3. Ingredientes Activos de pesticidas con incierto grado de lixiviación.

Hay varios ingredientes activos que aunque no tiendan a lixiviar de acuerdo a sus parámetros fisicoquímicos igual se les requiere de cierta atención debido a otras características propias que lo pudiesen hacer participe de una posible contaminación, estos pesticidas son:

a) **Captan**: Es un fungicida que con su alta venta y toxicidad y con pocos datos y solubilidad, provoca una incertidumbre frente a su real impacto en aguas subterráneas, por lo tanto se busco mayor información al respecto.

El captan se degrada rápidamente, siendo la hidrólisis y metabolismo en el suelo, sus vías de disipación en el medio ambiente mas importantes. En el agua y en el suelo el enlace sulfuro-nitrogeno se separa, formando el tetrahidroftalimida (THPI), acido tetrahidroftalamico y CO₂, quedando como residuo el triclorometiltio, el cual se degrada moderadamente rápido en suelo aerobicos (Reregistration Eligibility Decision Captan. 1999). Además se encontró que el THPI puede estar presente por varios meses en el suelo luego de la aplicación del captan, y además como es potencialmente movible, puede lixiviar hacia las agua subterráneas.

Las propiedades fisicoquímicas (The Pesticide Properties Database (PPDB). University of Hertfordshire, UK) de los metabolitos son las siguientes:

tetrahidroftalimida	Acido tetrahidroftalamico
Vida media (días): típica y lab: 10 / campo: 13.5	Vida media (días): típica y lab: 9 Vida media hidrólisis (días): 360
Vida media hidrólisis (días): 150	Koc (mg/L): 4
Koc (mg/L): 8	GUS: 3.24
GUS: 3.10	

Se concluye que el captan es poco probable que se encuentre en aguas subterráneas, pero debido a su gran venta y degradación, es de esperarse que sus metabolitos logren lixiviar, en especial el THPI, debido a que es aquel que se forma mayoritariamente.

b) **Clorotalonil:** Es un fungicida con alta venta y toxicidad, aunque con muy baja solubilidad. Es un pesticida estable en agua, por hidrólisis y fotólisis, siendo su único medio de degradación a través del suelo bajo condiciones aerobias (Reregistration Eligibility Decision Clorotalonil. 1999). Además no es persistente y es ligeramente móvil.

Su metabolito mas relevante es el 4-hidroxi-2,5,6-tricloroisoftalonitrilo, el cual parece ser mas móvil y persistente que el clorotalonil. Sus características fisicoquímicas (The Pesticide Properties Database (PPDB). University of Hertfordshire, UK) son las siguientes:

Vida media (días): típica: 387 / laboratorio: 130.6

Koc (mg/L): 380 GUS: 3.68

Se concluye que el clorotalonil tiene muy bajas posibilidades de encontrarse en aguas subterráneas, debido a que tiende a degradarse, a no moverse y no ser soluble en las aguas. En cuanto a su metabolito, se asume que tiene mayores posibilidades.

c) **Dimetoato:** Es un insecticida que aunque tiene baja venta, su toxicidad y solubilidad son altas. Este pesticida no se fotodegrada y se hidroliza muy lentamente. El único metabolito significativamente toxico y que se a encontrado por degradación en los suelos, es el ometoato (Interim Reregistration Eligibility Decision for Dimethoate. 2006), el cual cuenta con las siguientes características fisicoquímicas (The Pesticide Properties Database (PPDB). University of Hertfordshire, UK):

Vida media fotólisis acuosa (días): estable

Vida media (días): típica y campo: 14

Vida media hidrólisis (días): 17

Solubilidad (mg/L): 10000

Koc (mg/L): 41 GUS: 2.74

En conclusión, el dimetoato no tiene probabilidades de encontrarse en aguas subterráneas debido a sus características fisicoquímicas y su baja venta. Su metabolito aunque tiende a lixiviar, su formación es lenta y su precursor esta en bajas cantidades.

d) **Flumioxazina:** Es un herbicida que tiene una alta venta, pero pocos datos referentes a sus parámetros fisicoquímicos, lo cual provoca cierta incertidumbre, aunque indica que tiene baja toxicidad y solubilidad.

Se encontró que es un pesticida que se degrada rápidamente, ya sea por hidrólisis o por fotólisis. Además cuenta con un alto (Pesticide Fact Sheet of Flumioxazin. 2001) potencial de lixiviación en las aguas subterráneas para sus productos de degradación APF y THPA.

Debido a esto, se determina que el pesticida flumioxazina no es un potencial contaminante de las aguas subterráneas, pero si su metabolito.

7.2. Análisis de ingredientes activos de pesticidas con cierta potencialidad de encontrarse en aguas superficiales.

Para analizar las fuentes de ingreso de los pesticidas hacia las aguas superficiales, se considero a la escorrentía superficial como la principal, estableciendose que aunque la probabilidad de que sean arrastrados por aguas lluvias es muy baja producto de las bajas precipitaciones de la zona, aun así es suficiente debido a que algunos cultivos están

localizados en zonas con una gran pendiente. En cuanto a ser arrastradas por regadío, la situación cambia, no siendo de gran aporte debido a que se utiliza en su gran mayoría un sistema de regadío por microgoteo. Lo cual se observa en la tabla 27 donde principalmente de las 1461,5 hectáreas utilizadas para cultivo, un 1005,6 son utilizadas como goteo y cinta.

Tabla 27: Superficie regada en las explotaciones agropecuarias, año agrícola 2006/2007 por sistema de riego según la comuna de Paihuano. Censo Agropecuario Nacional 2007.

Sistema de Riego		Área (hectáreas)
Riego gravitacional	Tendido	19,4
	Surco	410
	Otro	4,1
Mecánico mayor	Aspersión tradicional	21,5
	Carrete o pivote	0
Microgoteo	Goteo y cinta	1005,6
	Microaspersión y microjet	0,9

En cuanto al efecto de deposición de pesticidas sobre las aguas superficiales a través de la volatilización de los pesticidas, se estableció que es un parámetro muy ambiguo de evaluar, debido a que en su gran mayoría (80%) tienen una presión de vapor alta (ver anexo 7), es decir son volátiles, lo cual termina siendo un parámetro poco útil al momento de dilucidar sobre posibles plaguicidas presentes en las aguas superficiales. Esta misma situación sucede cuando se considera la constante de Henry, la cual indica la preferencia de un producto químico por el aire en relación con el agua, encontrándose que una vez en el agua el 98% de los pesticidas la prefieren.

Es por esto que para determinar la presencia de algún pesticida en las fuentes de agua superficial, se consideró la solubilidad del ingrediente activo, debido a que ni la aplicación directa ni la volatilización proporcionan una clasificación adecuada para poder determinar su presencia en las aguas superficiales. Además dicho parámetro será complementado con el potencial de escorrentía, ya sea alto o intermedio que posea el ingrediente activo según The Water Quality Program de la Universidad de California.

Los ingredientes activos que cumplen con estas características son los siguientes:

- Cimoxanil
- Penconazole
- Tetraconazole
- Etefon

Dichos parámetro, al igual que aquellos con cierto grado de lixiviación serán analizados mas profundamente, considerando características como toxicidad y venta del pesticida. Además se consideró su grado de degradación, ya sea por hidrolisis, fotolisis o en el suelo mismo, incluyendo su metabolito mas importante y mas propenso a formarse.

Se basa los análisis en los datos tabulados del anexo 8.

a) **Cimoxanil:** Es un fungicida con una alta venta y solubilidad, pero baja toxicidad. Se degrada rápidamente en el medio ambiente, ya sea por hidrolización y fotolización en agua y en suelos anaeróbicos ya aeróbicos. De acuerdo a las características fisicoquímicas, la EPA cree que este pesticida debería encontrarse en las aguas superficiales y subterráneas, pero que esto no sucede muy a menudo debido a su corta vida media en el medio ambiente (Pesticide Fact Sheet of Cymoxanil. 1998). Además su presión de vapor ($0.51 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1}$) indica que existirá tanto en fase vapor como de

partículas en el medio ambiente, donde las primeras se degradan en la atmósfera por reacción con el radical hidroxilo producido fotoquímicamente, con una vida media de aproximadamente 64 horas. Por lo tanto la única forma de llegada a las fuentes de agua superficial, es a través de la deposición húmeda y en seco de las partículas de cimoxanil (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Nacional. Colombia. 2009)

En cuanto a sus distintos metabolitos, estos tienden a permanecer poco tiempo, debido a que se mineraliza a CO_2 . Es por esto que ni el pesticida ni su precursor forman parte de los potenciales contaminantes de las fuentes de agua principalmente debido a su rápida degradación.

b) **Etefon:** Es un regulador del crecimiento de las plantas, con una baja venta, nula toxicidad, pero sí cuenta con una muy alta solubilidad.

El etefon no es persistente en el medio ambiente, siendo su ruta de mayor disipación, a través de hidrólisis y degradación microbiana. Sus productos de degradación son el gas etileno y el ácido 2-hidroxietil fosfónico (Reregistration Eligibility Decision Facts. Etephon. 1995).

Producto de la gran degradación y baja venta de este pesticida, es que su gran solubilidad no cobra tanta importancia y se puede asumir que no es un potencial contaminante de las aguas subterráneas. En cuanto a su metabolito, la escasa información acerca de él no permite una determinación de su rol en las aguas, además es importante considerar la baja venta de su precursor.

c) **Penconazol:** Es un fungicida, con una baja venta, moderada solubilidad y una toxicidad nula.

Es un pesticida estable por hidrólisis y lentamente degradado en suelo, es decir persistente. Su ruta de degradación más apreciable es a través de la fotólisis, en donde no se ha podido determinar ni encontrar referencias en la literatura que apunten a algún producto determinado, debido a la falta de información y a la discrepancia entre las pocas referencias encontradas.

De acuerdo a sus características se puede observar que es un pesticida con cierta potencialidad de encontrarse en las aguas superficiales, más no tanto en las subterráneas a menos que sea por infiltración de una hacia la otra. Su degradación por fotólisis es apreciable, pero se contrarresta con su solubilidad. En cuanto a su metabolito, no se puede determinar.

d) **Tetraconazol:** Es un fungicida con una venta demasiado baja, moderada solubilidad y toxicidad. En general este pesticida es estable, no encontrándose mayores degradaciones en el suelo, ni por hidrólisis ni por fotólisis. Debido a su solubilidad pudiese encontrarse en las diversas fuentes de agua, pero debido a su baja venta, se descarta cualquier posibilidad.

7.3. Cuadro Resumen de ingredientes activos de pesticidas con probabilidad de encontrarse en fuentes de agua superficiales y/o subterráneas.

Aunque los análisis realizados fueron realizados de acuerdo a su potencialidad de encontrarse en las aguas superficiales y subterráneas de la zona por separado, es

necesario especificar que en general ambas fuentes de agua tienden a mezclarse unas con otras, es por eso que todos los pesticidas determinados debiesen ser monitoreados en ambas fuentes de agua, es por eso que se realizo un cuadro (tabla 28)

Tabla 28: Cuadro resumen de ingredientes activos con cierta probabilidad de contaminar las aguas subterráneas y/o superficiales.

INGREDIENTE ACTIVO	Probabilidad de contaminar las aguas	Probabilidad del metabolito de contaminar las aguas
Carbendazima	NULA	NULA
Diuron	NULA	NULA
Imidacloprid	NULA	ALTA
Metalaxyl	ALTA	ALTA
Simazina	MEDIANA	ALTA
Triadimefon	ALTA	ALTA
Azoxystrobin	NULA	MEDIANA
Boscalid	MEDIANA	NULA
Ciclanilida	NULA	NULA
Fenarimol	NULA	NULA
Forclorfenuron	NULA	NULA
Iprodiona	NULA	MEDIANA
Kresoxim – metil	NULA	ALTA
Miclobutanil	ALTA	NULA
Pirimetanil	NULA	ALTA
Tebuconazole	NULA	NULA
Captan	NULA	ALTA
Clorotalonil	NULA	MEDIANA
Dimetoato	NULA	NULA
Flumioxazina	NULA	ALTA
Cimoxanil	NULA	NULA
Etefon	NULA	INDETERMINADO
Penconazol	MEDIANA	INDETERMINADO
Tetraconazol	NULA	INDETERMINADO

VIII. CARACTERISTICAS DE LOS PESTICIDAS CON POTENCIAL GRADO DE ENCONTRARSE EN LAS FUENTES DE AGUA.

Los diferentes pesticidas con cierta probabilidad de encontrarse en las distintas fuentes de agua utilizadas para el consumo humano que fueron acotados en el capítulo anterior, se analizarán de acuerdo a su comportamiento en los sistemas suelo, agua, aire y sedimento-agua, indicando en cada caso la reacción de degradación, si corresponde.

8.1. Triadimefon

Es un fungicida perteneciente al grupo químico de los triazoles, los cuales cuentan con un par de compuestos químicos isómeros en su estructura, con la fórmula molecular $C_2H_2N_3$, con anillos de 5 miembros, dos átomos de carbono y tres átomos de nitrógeno. Los isómeros son 1,2,4-triazol y 1,2,3-triazole (Figura 25), los cuales incluyen a una gran gama de fungicidas que imposibilitan la integridad de la membrana citoplasmática fúngica.

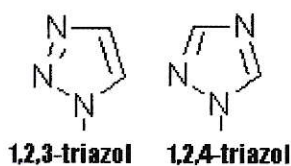


Figura 25: Isómeros de triazol. Reregistration Eligibility Decision for Triadimefon and Tolerance Reassessment for Triadimenol, EPA. 2006

El triadimefon cuenta con mediana solubilidad, moderadamente móvil y persistente en el suelo, lo cual le confiere una mediana presencia en aguas subterráneas o medianamente disponible para alcanzar las aguas superficiales.

Su estabilidad en las aguas es muy baja principalmente debido a que se degrada fotoquímicamente, aunque su hidrólisis es poco significativa. Una vez alcanzado los sedimentos, su disponibilidad en ellos es media, debido a su degradación paulatina.

Al igual que la mayoría de los pesticidas, el triadimefon es volátil, pero al momento de estar en contacto con el agua, la prefiere por sobre el aire.

De acuerdo a la IUPAC, su nombre científico es:

(*RS*)-1-(4-clorofenoxi)-3,3-dimetil-1-(1*H*-1,2,4-triazol-1-il)butan-2-ona. Con la fórmula molecular: $C_{14}H_{16}ClN_3O_2$

Su principal vía de degradación se muestra en la figura 26, la cual se produce a través de fotólisis, ya sea en el agua o en el suelo, formando el metabolito triadimenol

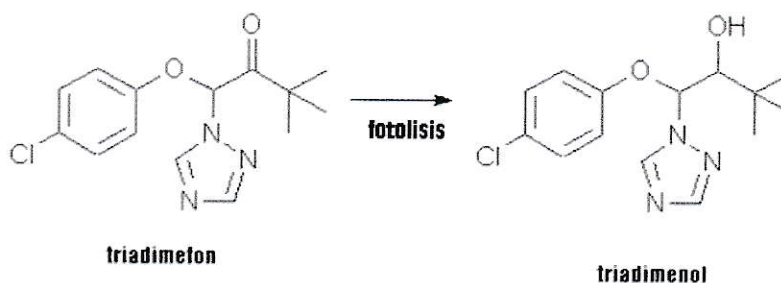


Figura 26: Reacción del triadimefon con formación del triadimenol. Reregistration Eligibility Decision for Triadimefon and Tolerance Reassessment for Triadimenol, EPA.2006

8.2. Miclobutanil

Es un fungicida que también pertenece al grupo de los triazoles, es moderadamente persistente, soluble y adsorbente o móvil, factores que favorecen su presencia en las aguas superficiales como subterráneas. Según su presión de vapor, indica que no es volátil como la mayoría de los pesticidas y como es de esperarse, según su constante de Henry ($4,33 \times 10^{-4} \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1}$) tiene mayor preferencia por el agua que por el aire. En cuanto a su presencia en el agua, es estable al no haber vías de transformación. Lo mismo ocurre cuando se encuentra adherido a los sedimentos, es decir, tiende a ser bastante estable.

La única mayor vía de transformación (<10%) se efectúa en el suelo, obteniéndose la siguiente reacción:

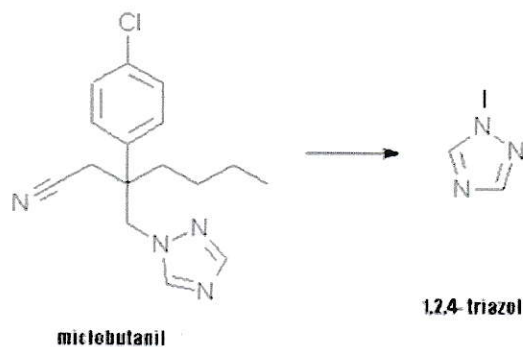


Figura 27: Transformación del miclobutanil en el suelo. Pesticide Fact Sheet, EPA. 2004.

De acuerdo a la IUPAC, el nombre científico del miclobutanil es:

(*RS*)-2-(4-clorofenil)-2-(1*H*-1,2,4-triazol-1-ilmetil)hexanonitrilo. Con la fórmula molecular $\text{C}_{15}\text{H}_{17}\text{ClN}_4$

8.3. Penconazol

Es un fungicida que también pertenece al grupo de los triazoles, es persistente y ligeramente móvil en suelos, lo que no favorece su lixiviación hacia las aguas subterráneas, pero debido a su mediana solubilidad, logra estar presente en las aguas superficiales y por ende en las subterráneas. Es volátil, pero al estar en contacto con el agua, la prefiere por sobre el aire. Se degrada fácilmente a través de la fotólisis, pero debido a la falta de información, no se tiene un metabolito establecido como producto. En el sistema sedimento-agua, es bastante persistente (854 días).

Su nombre científico según la IUPAC es *(RS)*-1-[2-(2,4-diclorofenil)pentil]-1*H*-1,2,4-triazol, con la fórmula molecular $C_{13}H_{15}Cl_2N_3$.

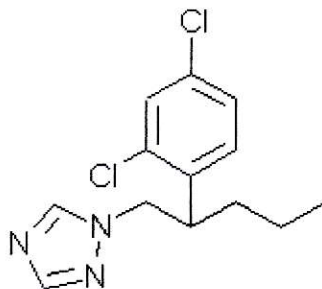


Figura 28: Estructura química de penconazole. Wood A. 2008.

<http://www.alanwood.net/pesticides/index.html>

8.4. Metalaxil

Es un fungicida perteneciente al grupo químico de las fenilamida (Figura 30), en donde el radical R2 corresponde al fenilo.

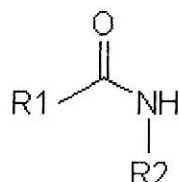


Figura 29: Estructura química de la fenilamida. Reregistration Eligibility Decision, EPA. 1994.

El nombre científico según la IUPAC es metil *N*-(metoxiacetil)-*N*-(2,6-xilil)-DL-alaninato. Con la fórmula molecular $C_{15}H_{21}NO_4$.

Este pesticida cuenta con una alta solubilidad, es moderadamente móvil y persistente en el suelo, características que le confieren una gran potencialidad de encontrarse en las fuentes de agua. No presenta mayor degradación ni por fotólisis ni por hidrólisis, siendo bastante estable. Cuenta con una alta volatilidad.

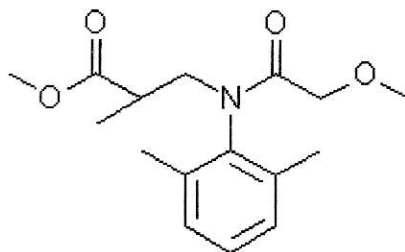


Figura 30: Estructura química del metalaxil. Reregistration Eligibility Decision, EPA. 1994.

8.5. Boscalid

Es un pesticida perteneciente al grupo carboxamida, el cual se caracteriza por presentar el grupo $-CO-NH_2$ en su molécula.

El nombre científico del boscalid según la IUPAC es 2-cloro-*N*-(4'-clorobifenil-2-yl)nicotinamida. Con fórmula molecular $C_{18}H_{12}Cl_2N_2O$.

Este pesticida se considera persistente y ligeramente móvil en el suelo, esto último provoca que en sistemas acuáticos tienda a adsorberse en los sedimentos, además de presentar una baja solubilidad y alta volatilidad, características que provocan una menor presencia en las aguas que los pesticidas anteriormente analizados. Dicho análisis no lo descarta completamente de su presencia en las fuentes de agua, en especial si son superficiales, debido a que no se degrada fácilmente ya que queda disponible luego de que se desorba de los sedimentos, lo cual adquiere importancia al ser un compuesto que se aplica todos los años, por lo cual esta constantemente adsorbiendo y desorbiéndose de los sedimentos y del suelo.

Su estructura química se muestra a continuación:

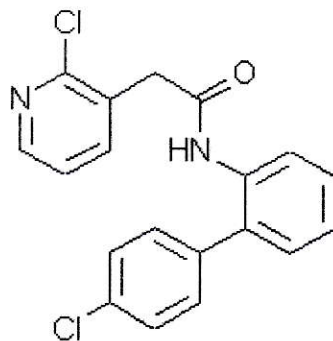


Figura 31: Estructura química de boscalid. Pesticide Fact Sheet, EPA. 2003.

8.6. Simazina

La simazina es un herbicida perteneciente al grupo de las triazinas, que son una familia de tres compuestos orgánicos, isómeros entre sí:

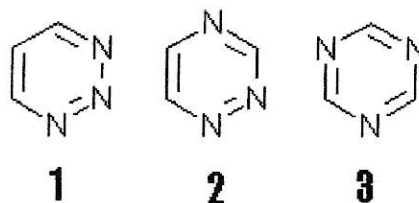


Figura 32: Isomeros de las triazinas: 1) 1,2,3-triazina; 2)1,2,4-triazinas; 3)1,3,5-triazinas. Gunasekara, A. S. 2004. Environmental Fate of Simazine

El nombre científico de la simazina de acuerdo a la IUPAC es 6-cloro- N^2,N^4 -dietil-1,3,5-triazine-2,4-diamina, con formula molecular $C_7H_{12}ClN_5$.

Es moderadamente persistente y móvil, factores que influyen en su mayor presencia en las distintas fuentes de agua, situación contrarrestada con la baja solubilidad con la que cuenta este pesticida, aunque esta aumenta acorde con la temperatura, situación favorable, debido a las condiciones climatológicas de la zona, además cuenta una alta volatilidad.

Sufre cierta degradación por hidrolisis, pero lenta y poco significativa, siendo la fotolisis su mayor ruta de degradación, ya sea en suelo o agua.

Los productos de descomposición de la simazina se muestran en la figura 33.

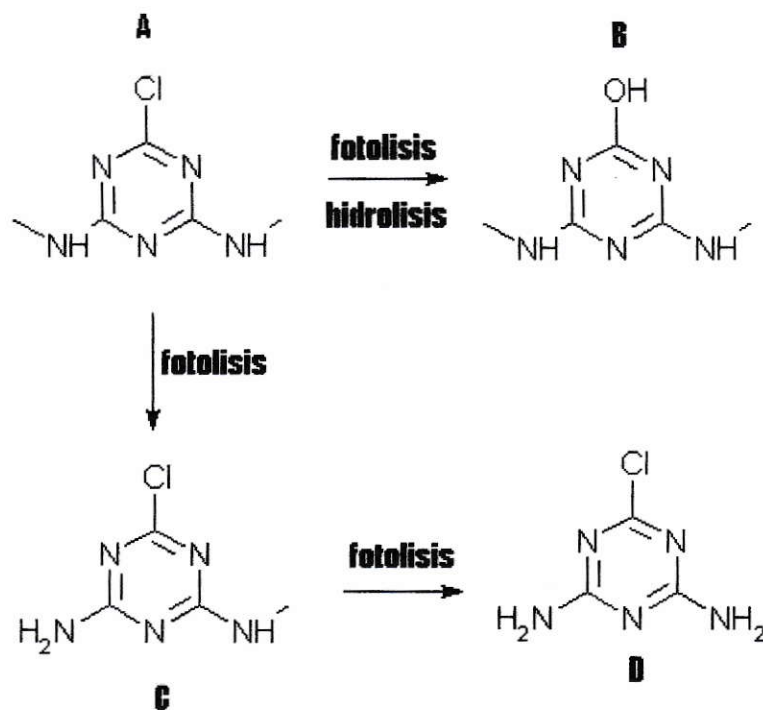


Figura 33: Vías generales de degradación de la simazina (A). Donde: (B) 2-hidroxi-4,6-bis(etilamino)-s-triazina es producido por hidrolisis. Fotolíticamente se pierde un grupo alquilo que produce (C) deisopropil atrazina y (D) diamino clorotriazina.

Gunasekara, A. S. 2004. Environmental Fate of Simazine

IX. PROPUESTA DE MONITOREO EN LA ZONA

Luego de la determinación de los ingredientes activos de pesticidas con posibilidad de contaminar las aguas subterráneas, se desarrolla un plan de monitoreo para determinar la presencia de dichos contaminantes. Este plan contemplará responder al donde, cuando y con que frecuencia se harán estos muestreos, determinado la ubicación de los puntos de muestreo y la época del año en que se realizará. Además se especificará el procedimiento que se utilizara para tomar las muestras necesarias para un futuro análisis y la técnica analítica, con su respectiva metodología, que se utilizara para dicho fin.

Es importante destacar que la gran variabilidad de concentración que puede presentar un pesticida en el medio, hace que los valores obtenidos en el muestreo sean solo una aproximación a la realidad. Es por eso que un mayor o menor grado de certeza en la obtención de los datos recolectados y su interpretación depende en gran medida de un adecuado muestreo, recolección de la muestra y preservación de esta, además del sistema de extracción y del análisis.

9.1. Pesticidas Seleccionados

Los análisis a determinar serán los ingredientes activos de los pesticidas que tengan probabilidad alta y media de contaminar las aguas subterráneas, según análisis desarrollado en el punto 8.

Dichos ingredientes activos se ordenaron según grado de toxicidad, venta y grado de contaminación de aguas subterráneas, con el fin de tener preferencias de estudio frente a

una eventual necesidad económica de acotar los análisis a determinar. La lista de ingredientes activos a determinar es:

1. Triadimefon
2. Metalaxil
3. Miclobutanil
4. Boscalid
5. Simazina
6. Penconazol

9.2. Ubicación de puntos de muestreo

La ubicación de los puntos de muestreo corresponde a la ubicación de las captaciones de agua ya sean superficiales o subterráneas existentes en la comuna de Paihuano, los cuales corresponden a los pozos de los tres comités de APR, de la compañía sanitaria del sector y de los correspondientes a las estaciones de la DGA, siendo estas últimas un complemento frente a los pozos anteriores que son utilizados como fuentes de agua para consumo humano otorgando así un muestreo más completo.

Tabla 29: Coordenadas geográficas de la ubicación de captaciones de agua.

Captaciones de agua		Coordenadas UTM (m) Datum PSAD 56	
		NORTE	ESTE
S.S. Aguas del Valle	Pozo 1230	6677694	354480
	Pozo nuevo	6677615	354335
A.P.R.	Qda de Paihuano	6677398	359060
	Pisco Elqui	6662634	356395
	Monte grande	6669322	356495
	Horcon	6659117	357245
D.G.A.	Monte grande	6668230	356809
	Pueblo de Paihuano	6676812	353804
	Qda de Paihuano	6676870	358251

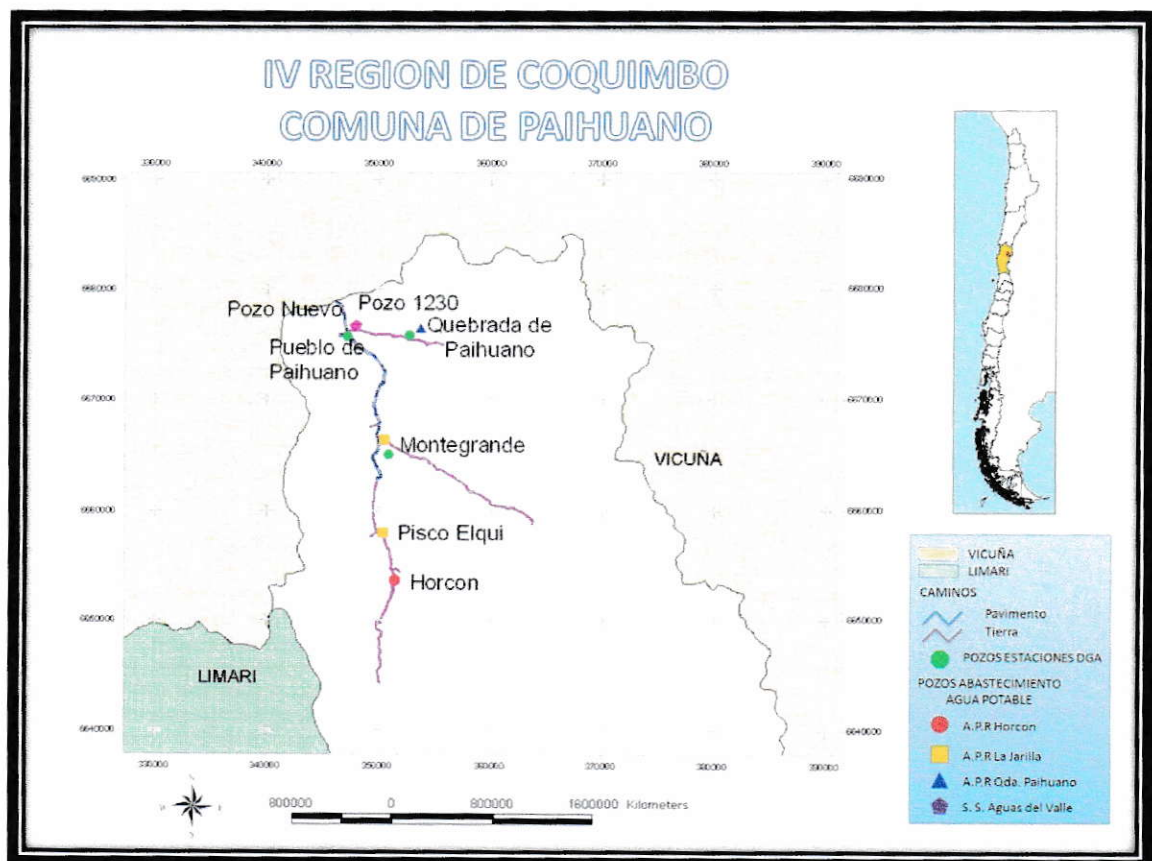


Figura 34: Ubicación captaciones de agua como puntos de muestreo.

9.3. Época de muestreo

Para poder determinar la época de muestreo, es necesario saber cuando son las fechas de aplicación de cada ingrediente activo a los cultivos de la vid en la zona de estudio, para lo cual se considero las fichas técnicas de empresas agroquímicas tales como Quadis; BASF; ANASAC; agroquímicos de Mexico; Infogro y la ficha de producción de la uva estipulada en el anexo 9. Las épocas de aplicación se muestran en la tabla 28 donde además se indica el mes del año en la que corresponde dicha aplicación.

Tabla 30: Ingredientes activos a analizar y sus respectivas fechas de aplicación

Ingrediente Activo	Época de aplicación	Mes de aplicación
Triadimefon	Se aplica luego de la aparición del hongo, cuando hay presencia de hojas y racimos.	Después de Oct-Dic
Metalaxil	Se aplica en otoño y primavera; antes de sembrar la semilla	Antes de Jun.
	En la pre y post floración	Antes y después de Sep - Nov
	Durante el cierre de racimos.	Nov - Feb
Miclobutanil	Las aplicaciones se inician con brotes de 5-10 cm de largo y se repiten después de 10 a 12 días. Máximo 2 aplicaciones por temporada.	Después de Jul - Sep
Boscalid	Se aplica entre pinta y pre-cosecha.	Nov - Feb
Simazina	Su aplicación es durante el periodo de lluvias, en plantas con 3 años de edad.	May - Ago
Penconazol	Se aplica en brotes de 5cm de largo y cada 10-14 días.	Ago - Sep

A partir de estas fechas de aplicación de cada pesticida, las cuales indican que en los meses de noviembre y diciembre tienen mayores tasas de aplicación y basándose en los

datos entregados por el denunciante, quien declara que las época de fumigación y aplicación de estos productos son en los meses de Junio a Diciembre de cada año, se determinó que el periodo mas apropiado para la toma de muestras es en enero, donde se espera que todos los tipos de pesticidas con mayor potencial contaminante ya hayan sido aplicados y que además hayan sido lixiviados a las aguas subterráneas, ya sea por la gran movilidad del pesticida o debido a repetidas aplicaciones.

9.4.Frecuencia de medición

Para un plan de muestreo completo, la frecuencia del muestreo debiese ser particular para cada ingrediente activo, donde correspondería un análisis plurianual, con el fin de tener datos correspondientes a la evolución del pesticida en un ciclo anual, o para obtener el grafico que muestra el comportamiento del pesticida en el suelo, obteniendo así sus fases de desaparición (figura 18, punto 5.1.1.)

Aunque la frecuencia anterior muestra la idealidad de un plan de muestreo, se puede optar por una metodología más general, en donde solamente se observe su ausencia o presencia en las aguas subterráneas.

Se sugiere que esta metodología se desarrolle de acuerdo a los intereses y recursos del interesado. Una forma bastante completa sería muestreando cada dos meses a partir del mes de enero, con el fin de determinar la época con mayor tasa de contaminación. Otra frecuencia de muestreo sería en época opuesta del año, es decir una vez en verano y otra en invierno, con lo cual se obtendría la influencia del clima en los resultados.

9.5. Metodología de toma de muestra

Algunos laboratorios proveen el material que se debe utilizar en el muestreo, para asegurar que el procedimiento de lavado sea el adecuado, es por eso que se debe mantener un contacto previo con el laboratorio que procesará las muestras.

En caso contrario para limpiar una botella de muestreo se recomienda (Mejías & Jerez, 2006) usar agua destilada seguida de un proceso de secado en estufa a temperatura entre 70°C y 105°C. Luego que el envase ha sido enfriado, es enjuagado con acetona, metanol u otro solvente. Finalmente el envase debe ser sellado con papel aluminio para evitar contaminación.

Los envases utilizados en el muestreo de aguas para la detección de plaguicidas son botella de 1L de capacidad, ya sea de vidrio color ambar o teflón.

Se aconseja coleccionar la muestra directamente en el envase que se trasladará al laboratorio, el cual se debe trasladar refrigerado, el cual debe estar etiquetado en el tercio superior de la botella con el nombre del colector, fecha, hora y sitio de colección.

9.6. Técnica analítica a utilizar

Se realizó un cuadro resumen identificando las posibles técnicas a utilizar para cada uno de los pesticidas posiblemente contaminantes de las fuentes de agua. (Tabla 31)

Dicho cuadro se basa en la metodología establecida por distintos laboratorios que han sido acreditados por el SAG, debido a que están relacionados con la fabricación, internación, distribución, comercialización y aplicación de plaguicidas y fertilizantes.

Tabla 31: Tecinas analíticas a utilizar según laboratorio certificado. Lista de terceros acreditados por el SAG, para la ejecución de análisis de plaguicidas y fertilizantes.

ANALITO	LABORATORIO Y METODOLOGIA								
	Servicios Terroir Limitada	Andes Control S.A.			Gestión de Calidad y Laboratorios S.A.			Corthorn Quality (Chile) S.A.	
	CG-MS	CG-MS	LC/MS-MS	GC/ECD	CG/NPD	GC/NPD-ECD	LC MS MS	GC MS MS	
TRIADIMEFON	X	X		X				X	
METALAXIL	X	X			X			X	
MICLOBUTANIL		X				X		X	
BOSCALID			X					X	
SIMAZINA	X	X			X				
PENCONAZOL	X	X		X			X		

CG-MS: Cromatografía de gases-espectroscopia de masa.

LC/MS-MS: Cromatografía líquida/ espectroscopia de masa-masas.

GC/ECD: Cromatografía de gases/detector de captura de electrones.

CG/NPD: Cromatografía de gases/detector de fosforo nitrógeno.

GC/NPD-ECD: Cromatografía de gases/detector de fosforo nitrógeno- detector de captura de electrones.

LC MS MS: Cromatografía líquida, espectroscopia de masa, masas.

GC MS MS: Cromatografía de gases, espectroscopia de masa, masas.

X. CONCLUSIONES.

Se logró identificar la localidad de estudio correspondiente a la comuna de Paihuano, la cual se encuentra inmersa en plantaciones de vid y cuenta con la subcuenca del río Claro, quien se forma de la unión del río Cochiguaz y del Estero Derecho.

Además se reconoció a diversas fuentes de agua potable, las cuales están a cargo de tres comités de APR, quien cuenta en su totalidad con cuatro fuentes de extracción de agua y con el SS Aguas del Valle, quien cuenta con dos pozos de extracción.

Como antecedentes relevantes, frente a la caracterización físico-natural que se le realizó a la zona de estudio, que influyen en la presencia de pesticidas en las aguas, se determinó que la subcuenca del río Claro cuenta con un clima de Estepa Templada Marginal, un caudal medio de $3,9 \text{ m}^3/\text{s}$ y con un régimen nival. También se observó que la precipitación media anual fluctúa entre 75 y 155 mm aproximadamente.

Además se caracterizó por ser un valle bastante encajonado, con llanos estrechos y con pendientes altas, presentando en toda la franja alrededor del cauce principal y sus afluentes, una vulnerabilidad alta en sedimentos.

Se determinó cuatro series de suelos que abarcan casi la totalidad de la zona, Alcohuaz, Chapilca, Paihuano y Pisco Elqui y se consideró que la capacidad de uso del suelo corresponde en su mayoría a la clase VII, la cual se caracteriza por contar con limitadas posibilidades de aprovechamiento agrícola.

Como parte del criterio establecido para determinación de los ingredientes activos potencialmente contaminantes, es necesario considerar que la cantidad de factores a considerar es bastante amplia, incluyendo factores externos de la zona, parámetros fisicoquímicos de los ingredientes activos y la interacción de estos, características de los acuíferos en cuestión, de la metodología de aplicación de los pesticidas y de un sinnúmero de interacciones entre todos estos elementos.

Es por eso que como la cantidad de variables a considerar son demasiadas al momento de buscar una situación cercana a la realidad, de manera más simple se utilizó las características de los pesticidas como la variable principal y más influyente frente a su presencia en las aguas.

La elección de esta variable es debido a que la cantidad de pesticidas que pueden ser utilizados es enorme y no es viable el determinarlos todos, debe haber un parámetro discriminador y no es factible que ese parámetro sea el método de aplicación o las características del acuífero, en especial debido a que no son muy profundos, incluso habiendo una captación superficial. Es por eso que todo el análisis se concentró en la interacción entre el pesticida y su entorno.

En cuanto a la manera de regularizar la presencia de estos agentes en las aguas de consumo humano, se observó que aunque la legislación contempla a algunos pesticidas en sus límites máximos de concentración, esta no abarca ni a la mayoría de los pesticidas que pudiesen encontrarse en sectores vulnerables a la contaminación, como es la zona de

estudio, donde el único pesticida que podría regularse es la simazina, lo cual deja bastante desprotegida a la población frente a una eventual contaminación.

Después de todo un análisis de los pesticidas utilizados en los cultivo de vid, se recomienda determinar 6 ingredientes activos de pesticidas, donde se debiesen muestrear principalmente en los pozos de captaciones de agua del SS Aguas del Valle y en las captaciones de agua pertenecientes a los APR, además se aconseja muestrear en los pozos pertenecientes a las estaciones de muestreo de la DGA, completando en su totalidad nueve sitios de muestreo. En cuanto a la época de muestreo, se determinó a partir de la fechas de aplicación de dichos ingredientes activos y de las fechas de producción de la uva, que el mes mas idóneo para el desarrollo del muestreo, es en enero con una recomendación de frecuencia de medición ya sea cada dos meses o en las estaciones de verano e invierno.

XI. REFERENCIAS

- Acevedo, E.; Carrasco, M.; León, O.; Martínez, E.; Silva, P.; Castillo, G.; Ahumada, I.; Borie, G.; González, S.** 2005. Criterios de Calidad de suelos agrícolas. Servicio Agrícola Ganadero. Zonificación Agrícola de Chile. Zona Norte. Pag 131. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile.
- Acuña, A.P.** 2005. Presencia de pesticidas en fuentes de agua potable en Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
- Baez, A.** 2001. Validación de mapas de vulnerabilidad en medios urbanos. Instituto de Geofísica-Universidad Nacional Autónoma de México. Introducción. [Online] Disponible en <http://www.tierra.rediris.es/hidrored/ponencias/baez.htm>. (Revisado 23 de Abril 2010). México D.F., México.
- Cabezas, R.; Cepeda, J.; Bodini A.** 2007. Descripción Cartográfica de la Hoya Hidrográfica del Río Elqui. Mapas de serie de suelos y capacidad de uso del suelo, comuna de Paihuano. Pag 57-59. Universidad de la Serena, La Serena, Chile.
- Cepeda, J.** 2008. Los Sistemas Naturales de la Cuenca del Río Elqui (Región de Coquimbo): Vulnerabilidad y cambio del clima. (ed): 13-37. Hidrología de la cuenca del Valle del Elqui. Pag 71. Ediciones Universidad de la Serena, La Serena, Chile.
- CADE-IDEPE. DGA.** 2004. Diagnostico y clasificación de los cursos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del río Elqui. Volumen 4 Informe de cuencas.

CIREN. 1994. Centro de Investigación Recursos Naturales. Estudio Agrológico de los Valles de Choapa, Illapel y Limarí IV Región. Descripciones de suelos y materiales y símbolos. Santiago, Chile.

Cortés Tello, F. Seguridad y Salud Laboral. [Online] Disponible en http://www.paritarios.cl/especial_plaguicida02.htm. (Revisado 15 de Mayo 2009). Coquimbo, Chile.

DGA, MOP. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras publicas. 1993. Caudales ecológicos en Regiones IV, V y Metropolitana. Tomo 4, apéndice II: Caracterización Biogeográfica e inventario de flora y fauna. Pag 15.

DGA, MOP. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras publicas. 1996. Análisis del efecto del material particulado en aguas de riego I-IX Región. Antecedentes preliminares. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias. Departamento de Ciencias Ecológicas. República de Chile. Ministerio de Obras Públicas Pp 46-48

Diario al día La Serena – Coquimbo. Jueves 19 marzo 2009. El valle del Elqui bajo amenaza.

DOH. Dirección de Obras Hidráulicas. 2007. Servicios existentes de Agua Potable Rural. Catastro Infraestructura. APR. [Online] Disponible en <http://www.doh.gob.cl/> (Revisado el 15 de Septiembre 2009) Ministerio de Obras Publicas, Gobierno de Chile.

Dr. Cervantes M., R.; Dr. Condarco A., G; Lic. Renjel E., S. 2008. Manual de Diagnostico Tratamiento y Prevención de intoxicaciones agudas por plaguicidas. En fundación PLAGBOL. Modulo I Aspectos Generales de los Plaguicidas. Pag 4-16. La Paz, Bolivia.

EPA. Environmental Protection Agency. 1994. Prevention, Pesticides and Toxic substances. Office of Pesticide Programs. Special Review and reregistration division. Reregistration Eligibility Decision (RED) Metalaxyl. Environmental Fate and Effects Risk Assessment. Pag 24 - 27. Washington, D.C. United States.

EPA. Environmental Protection agency. 1995. R.E.D. Facts. Name of chemical: Ethephon. Preventions, Pesticides and Toxic Substances. Environmental Assessment. Pag. 4-5. Washington, D.C. United States.

EPA. Environmental Protection agency. 1995. Reregistration Eligibility Decision (R.E.D.) Facts. Ethephon. Preventions, Pesticides and Toxic Substances. Environmental Assessment. Pag. 4-5. Washington, D.C. United Stated.

EPA. Environmental Protection agency. 1997. Pesticide Fact Sheet. Name of chemical: Azoxystrobin. Office of Preventions, Pesticides and Toxic Substances. Environmental Fate Characteristics. Pag. 12-13. Washington, D.C. United States.

EPA. Environmental Protection agency. 1998. Pesticide Fact Sheet. Name of Chemical: Kresoxim-metyl. Office of Pesticides and Toxic Substances. Environmental Characteristics. Pag 6. Washington, D.C. United States.

EPA. Environmental Protection agency. 1998. Pesticide Fact Sheet. Name of chemical: Cymoxanil. Office of Preventions, Pesticides and Toxic Substances. Environmental Characteristics. Pag. 12-13. Washington, D.C. United States.

EPA. Environmental Protection agency. 1998. Reregistration Eligibility Decision (R.E.D.) Facts. Iprodiona. Preventions, Pesticides and Toxic Substances. Environmental Assessment. Pag. 4. Washington, D.C. United Stated.

EPA. Environmental Protection agency. 1999. Reregistration Eligibility Decision (R.E.D.) Captan. Preventions, Pesticides and Toxic Substances. Environmental Fate. Pag. 38-41. Washington, D.C. United Stated.

EPA. Environmental Protection agency. 1999. Reregistration Eligibility Decision (R.E.D.) Clorotalonil. Preventions, Pesticides and Toxic Substances. Environmental Assessment. Pag. 9. Washington, D.C. United Stated.

EPA. Environmental Protection agency. 2003. Pesticide Fact Sheet. Name of chemical: Boscalid. Office of Preventions, Pesticides and Toxic Substances. Ecological Effect/Environmental Fate Characteristics. Pag. 12-15. Washington, D.C. United States.

EPA. Environmental Protection Agency. 2003. Prevention, Pesticides and Toxic substances. Office of Pesticide Programs. Special Review and reregistration division. Reregistration Eligibility Decision (RED) for Diuron. Environmental Risk Assessment. Pag 65 - 67. Washington, D.C. United States.

EPA. Environmental Protection agency. 2006. Interim Reregistration Eligibility Decision (I.R.E.D.) Document for Dimethoate. Office of Preventions, Pesticides and Toxic Substances. Environmental Risk Assessment. Pag. 18-19. Washington, D.C. United Stated.

EPA. Environmental Protection Agency. 2006. Prevention, Pesticides and Toxic substances. Office of Pesticide Programs. Special Review and reregistration division. Reregistration Eligibility Decision for Triadimefon and Tolerance Reassessment for Triadimenol. Environmental Fate and Effects Risk Assessment Pag 38 - 39. Washington, D.C. United States.

EPA. Environmental Protection agency. 1997. Pesticide Fact Sheet. Name of Chemical: Cyclanilide. Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances. Environmental Characteristics. Pag 12-13. Washington, D.C. United States.

EPA. Environmental Protection agency. 2001. Pesticide Fact Sheet. Name of Chemical: Flumioxazin. Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances. Environmental Characteristics. Pag 11-12. Washington, D.C. United States.

EPA. Environmental Protection agency. 2004. Pesticide Fact Sheet. Name of Chemical: Forchlorfenuron. Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances. Ecological Effect/Environmental Fate Characteristics. Pag 12-13. Washington, D.C. United States.

Espinoza, C. 2005. Vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos de la Región de Coquimbo. Mapa vulnerabilidad de acuíferos de la Región de Coquimbo. Pag 30. Escala 1:250.000. Servicio Nacional de Geología y Minería, Chile.

Extension Toxicology Network (EXTOXNET). 1998. Pesticide Information Profiles / Search and Browse. [Online] Disponible en <http://extoxnet.orst.edu> (Revisado 15 de Junio 2009). Oregon State University, Corvallis, OR.

Ferreira, R.; Sellés Van, S.; Selles, I. 2001. Riego Deficitario controlado en uva de mesa. INIA. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Crecimiento vegetativo. Pag 7-9. Ministerio de agricultura, Chile.

Gan, J. y Pang, P. Cooperative Extention. Water Quality Program. University of California-Riverside. Pesticide Wise. [Online] Disponible en <http://www.pw.ucr.edu> (Revisado 23 Julio 2009). San Francisco, CA. North América

García, I. y Dorronsoro, C. 2009. Contaminación del Suelo. Universidad de Granada. Departamento de Edafología y Química Agrícola. Unidad docente e investigadora de la Facultad de Ciencias. Tema 13: Contaminación por fitosanitarios, plaguicidas. España.

Gunasekara, A. S. 2004. Environmental Fate of Simazine. Environmental Monitoring Branch Department of Pesticide Regulation. Pag 4-8, 11, 22. Sacramento, CA, United States.

IPCS. International Programme on Chemical Safety. 2009. Indexed by Chemical Name or Synonym. Fenarimol. 908. Fenarimol (Pesticide residues in food: 1995 evaluations Part II Toxicological & Environmental) [Online] Disponible en <http://www.inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/v95pr20.htm> (Revisado 07 de Julio 2009) Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS).

IPLA Ingenieros Consultores & DGA. Dirección General de Aguas. 1984. Balance hídrico Nacional Regiones III y IV. Informe final. Hidrogeología del Valle del Río Elquí. pag 196, 199, 201. Ministerio de Obras Publicas.

Jesudason, P. 2005. Registration of the New Active Ingredient Pyrimethanil, Contained in the Pesticide Product Scala Brand SC Fungicide 4/05. New York State Department of Environmental Conservation.

Kegley, S.E.; Hill, B.R.; Orme, S.; Choi, A.H. 2009. Pesticide Database indexed by Chemicals Search. Pesticide Action Network (PAN). [Online] Disponible en http://www.pesticideinfo.org/Search_Chemicals.jsp (Revisado el 22 Julio 2009) San Francisco, CA. North América.

Larrañaga E., P.; Yañez B., L.; Peña V., A.; Villa F, R. 2005. Catastro frutícola, principales resultados, IV Región. Oficina de estudios y políticas agrarias. Centro de Información de Recursos Naturales.

López, J.; Martínez, C.; Moreno, L.; Navarrete, P. 1992. Las aguas subterráneas y los plaguicidas. Movimiento de los plaguicidas hacia las aguas subterráneas. Pag 53 a 56. Colección Informes aguas subterráneas. Dirección de Hidrología y Aguas subterráneas, España.

Mejías, J y Jerez, B. 2006. Guía para la toma de muestras de residuos de plaguicidas. Boletín INIA N°154. Muestreo de plaguicidas en agua. Pag 21-24. Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco, Chile.

Miliarium Aureum, S.L. 2004. Ingeniería civil y medio ambiente. Índice de potencial contaminante. Madrid, España.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Nacional. 2009. Normativa y Documentos. [Online] Disponible en <http://www.minambiente.gov.co/descarga/descarga.aspx> (Revisado 27 Julio 2009). República de Colombia.

Morales, H.; Salas, S.; Espinoza, R.; Jiménez, E. 2006. Informe Trabajo Etnográfico. Vulnerabilidad y Adaptación Institucional Frente al Cambio Climático. Comunidad de Pisco Elqui. Universidad de la Serena (Chile) y Universidad de Regina (Canadá). Antecedentes comunidad de estudio. Actividades Económicas. Pag 14.

Novoa, E. y Nuñez, A. 1995. Aplicación Metodológica para la Jerarquización de Planes de Manejo en Hoya hidrográficas (Hoya hidrográfica del Río Elqui, Chile Semiárido). Revista de Investigación y Desarrollo (2): 79-89 .

ODEPA. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. 2007. VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal. Tabulados Comunales. Cuadro 1, 6 y 11. [Online] Disponible en <http://www.censoagropecuario.cl/noticias/09/07042009.html> (Revisado el 30 de abril 2009) Ministerio de agricultura, Gobierno de Chile.

Olivera Bravo, S. y Rodríguez-Ithurrealde, D. 1999. Pesticidas, salud y ambiente. POSTDATA, Rev. 259: 80-82.

Ph. D. Fossen, M. 2006. Environmental Fate of Imidacloprid. Environmental Monitoring Department of Pesticide Regulation. Pag. 3 – 7. Sacramento, CA, United States.

Pinochet, D. 2000. El suelo como contaminante: el problema de la contaminación difusa. En: Simposio Proyecto Ley Protección del Suelo. Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo y CONAMA. Santiago, Chile.

Plant Industry Directorate. 1993. Decision document. Miclobutanil. Food Production and Inspection Branch. Agriculture Canada. Pag 31-33. Ottawa, Ontario, Canada.

RAP-AL. Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina. Plaguicidas. Plaguicidas. Convenios internacionales.

SAG. 2009. Registro y autorizaciones > acreditación de terceros > ámbitos de laboratorios > ejecución de análisis de plaguicidas/fertilizantes. Lista de terceros acreditados para la ejecución de análisis de plaguicidas y fertilizantes. [Online]

Disponible en <http://www.sag.cl/> (Revisado el 27 de Noviembre 2009) Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile.

SAG. Servicio Agrícola Ganadero. Inicio > registro y autorizaciones > plaguicidas > proceso de evaluación y autorización de plaguicidas. www.sag.cl

SAG. Subdepartamento plaguicidas y fertilizantes. División de protección agrícola. Memoria 2005. Pag 13.30 y 38-44. Ministerio de agricultura, Gobierno de Chile.

SAG. Subdepartamento plaguicidas y fertilizantes. División de protección agrícola. Declaración de Ventas de Plaguicidas año 2006. Pag. 42 - 50. Ministerio de agricultura, Gobierno de Chile.

SECF. Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2005. Diccionario Forestal. Ediciones Mundi-Presa. Aridisol. Pag 97. Madrid, España.

SUBDERE. Subsecretaria de Desarrollo Regional y Administrativo. 2009. División administrativa de Chile /Gobierno Regional de Coquimbo /Provincia de Elqui /Paihuano. [Online] Disponible en www.subdere.gov.cl (Revisado 06 de Mayo 2009). Coquimbo, Chile.

Tapia, F. y Villavicencio, A. 2007. Uso de biofiltros para mejorar la calidad del agua de riego. En boletín INIAN°170. Contaminación difusa de las aguas continentales. Pag.15-16. Santiago de Chile.

University of Hertfordshire. 2009. The Pesticide Properties Database (PPDB). Agriculture & Environment Research Unit (AERU). [Online] Disponible en <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/es/index.htm> (Revisado el 02 Julio 2009) Funded by UK national sources and the EU-funded FOOTPRINT project.

Warkentin, B. P. Protección de la calidad del agua subterránea a través de un riego eficiente. Universidad estatal de Oregon. Corvallis, Oregon, Estados Unidos.

WHO and FAO. World Health Organization and Food and Agricultural Organization. 1994. Joint Meeting of the FAO panel of experts on pesticide residues in food and the environment and the WHO expert group on pesticide residues. Tebuconazole. Pag 1082-1085. United States.

Wood A. 2008. Compendium of Pesticide Common Names. Index of all common names. [Online] Disponible en <http://www.alanwood.net/pesticides/index.html> (Revisado el 30 octubre 2009) Inglaterra.

ANEXOS

ANEXO 1

Análisis bacteriológicos y fisicoquímicos del sector Pisco Elqui y
Monte grande

Analisis de metales, iones, conductividad electrica y pH del pozo perteneciente al
A.P.R. Pisco Elqui por el proyecto Caminar



Analisis de Agua Proyecto CAMINAR

Punto APR LJPE Pozo Pisco Elqui (6662300N, 356195E)
Fecha Muestreo 1ª Campaña 03/10/2007 13:30
2ª Campaña 06/05/2008 12:25
3ª Campaña 03/12/2008

Metales	Tecnica	Metodologia	Unidad	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Norma 409
Aluminio	Absorción Atómica	STD. METHODS 19 ^{92a} edición part 3500-A/B	mg/L	< 0,25	<0,25	0,39	*
Arsénico	Generación Hidruros	NCh 2313/9, Of96	mg/L	< 0,005	<0,005	<0,005	0,05
Boro	Espectrofotometría	STD. METHODS 19 ^{92a} edición part 4500-B/C	mg/L	< 0,4	0,94	<0,40	*
Cadmio	Absorción Atómica	NCh 2313/10, Of96	mg/L	< 0,005	<0,005	<0,005	0,01
Calcio	Absorción Atómica	STD. METHODS 19 ^{92a} edición part 3500-Ca/B	mg/L	33,9	16,7	27,2	*
Cobre	Absorción Atómica	NCh 2313/10, Of96	mg/L	< 0,01	0,01	<0,01	1
Hierro	Absorción Atómica	NCh 2313/10, Of96	mg/L	< 0,05	0,11	0,08	0,3
Magnesio	Absorción Atómica	STD. METHODS 19 ^{92a} edición part 3500-Mg/B	mg/L	3,7	4,1	4,4	125
Manganeso	Absorción Atómica	NCh 2313/10, Of96	mg/L	< 0,02	<0,02	<0,02	0,1
Molibdenc	Absorción Atómica	NCh 2313/13, Of96	mg/L	< 0,01	<0,01	<0,01	*
Plomo	Absorción Atómica	NCh 2313/10, Of96	mg/L	< 0,01	<0,01	<0,01	0,05
Potasio	Absorción Atómica	STD. METHODS 19 ^{92a} edición part 3500-K/B	mg/L	0,95	1,5	1,4	*
Sodio	Absorción Atómica	STD. METHODS 19 ^{92a} edición part 3500-Na/B	mg/L	7,15	7,0	7,2	*
Zinc	Absorción Atómica	NCh 2313/10, Of96	mg/L	0,025	0,021	0,033	5


Iones	Tecnica	Metodologia	Unidad	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Norma 409
Bicarbonato	Volumetría	STD. METHODS 19 ^{92a} edición part 2320/B	mg/L	60	115	100	*
pH			Unid.	7,4	-	-	6-8,5
Carbonatos	Volumetría	STD. METHODS 19 ^{92a} edición part 2320/B	mg/L	< 1	<1	<1	*
Cloruros	Volumetría	STD. METHODS 19 ^{92a} edición part 4500-Cl/B	mg/L	7	7	18	250
Fosfato	Espectrofotometría	STD. METHODS 19 ^{92a} edición part 4500-P/C	mg/L	1,8	<0,1	3,3	*
Nitrato	Espectrofotometría	STD. METHODS 19 ^{92a} edición part 4500-NO ₃ /B	mg/L	3	3,1	7,2	10
Sulfatos	Gravimetrico	STD. METHODS 19 ^{92a} edición part 4500-SO ₄ /C	mg/L	22	<10	<10	250

Parámetros Generales	Unidad	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Norma 409
Conductividad eléctrica	uS/cm a	-	244	264	*
pH Laboratorio	Unid. de	7,2	7,2	7,1	6-8,5

* No se encuentra normado

El Proyecto CAMINAR no tiene como fin evaluar la calidad de aguas para algún uso en particular en una localidad específica, sino mas bien realizar una descripción del sistema hidrológico general a nivel de la Cuenca de Elqui. En este contexto, los resultados aquí indicados, así como los valores de referencia (Norma CH 409 para agua potable) se entregan a las organizaciones interesadas, según corresponda, en relación al acuerdo alcanzado a comienzos del proyecto a modo de información general y para los fines que éstas estimen convenientes.

Saluda atentamente,


Ricardo Oyarzun
Investigador Principal
Proyecto CAMINAR
Telefono: 51-204503/ 51-334814
www.cazalac.org/caminar.php

La Serena, Agosto de 2009

Análisis de metales, iones, conductividad eléctrica y pH del pozo perteneciente al A.P.R. Montegrando



Análisis de Agua Proyecto CAMINAR

Punto APR LJPE Pozo Monte Grande (6668988N, 356295E)
 Fecha Muestreo 1ª Campaña 03/10/2007 11:45
 2ª Campaña 06/05/2008 11:50
 3ª Campaña 03/12/2008 14:45

Metales	Técnica	Metodología	Unidad	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Norma 409
Aluminio	Absorción Atómica	STD. METHODS 19 ⁹⁹ edición part 3500-A/B	mg/L	< 0,25	<0,25	2,6	*
Arsénico	Generación Hidruros	NCh 2313/9. Of96	mg/L	< 0,005	<0,005	<0,005	0,05
Boro	Espectrofotometría	STD. METHODS 19 ⁹⁹ edición part 4500-B/C	mg/L	< 0,4	0,62	0,42	*
Cadmio	Absorción Atómica	NCh 2313/10. Of96	mg/L	< 0,005	<0,005	<0,005	0,01
Calcio	Absorción Atómica	STD. METHODS 19 ⁹⁹ edición part 3500-Ca/B	mg/L	39,2	21,1	18,7	*
Cobre	Absorción Atómica	NCh 2313/10. Of96	mg/L	< 0,01	<0,01	0,13	1
Hierro	Absorción Atómica	NCh 2313/10. Of96	mg/L	0,24	0,05	34,5	0,3
Magnesio	Absorción Atómica	STD. METHODS 19 ⁹⁹ edición part 3500-Mg/B	mg/L	4,01	4,6	2,7	125
Manganeso	Absorción Atómica	NCh 2313/10. Of96	mg/L	< 0,02	<0,02	0,16	0,1
Molibdeno	Absorción Atómica	NCh 2313/13. Of96	mg/L	< 0,01	<0,01	<0,01	*
Plomo	Absorción Atómica	NCh 2313/10. Of96	mg/L	0,02	<0,01	<0,01	0,05
Potasio	Absorción Atómica	STD. METHODS 19 ⁹⁹ edición part 3500-K/B	mg/L	1,18	1,9	0,93	*
Sodio	Absorción Atómica	STD. METHODS 19 ⁹⁹ edición part 3500-Na/B	mg/L	6,83	6,5	2,5	*
Zinc	Absorción Atómica	NCh 2313/10. Of96	mg/L	0,044	0,024	0,094	5

iones	Técnica	Metodología	Unidad	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Norma 409
Bicarbonato	Volumetría	STD. METHODS 19 ⁹⁹ edición part 2320/B	mg/L	49	120	75	*
pH			Unid	7,6	-	-	6-8,5
Carbonatos	Volumetría	STD. METHODS 19 ⁹⁹ edición part 2320/B	mg/L	< 1	<1	<1	*
Cloruros	Volumetría	STD. METHODS 19 ⁹⁹ edición part 4500-Cl/B	mg/L	7	7	11	250
Fosfato	Espectrofotometría	STD. METHODS 19 ⁹⁹ edición part 4500-PIC	mg/L	1,1	5,2	<0,10	*
Nitrato	Espectrofotometría	STD. METHODS 19 ⁹⁹ edición part 4500-NO ₃ /B	mg/L	6	7,5	5,3	10
Sulfatos	Gravimétrico	STD. METHODS 19 ⁹⁹ edición part 4500-SO ₄ /C	mg/L	22	<10	43	250

Parámetros Generales	Unidad	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Norma 409
Conductividad eléctrica	µS/cm a	-	286	170	*
pH Laboratorio	Unid de	-	7,6	7,5	6-8,5

* No se encuentra normado

El Proyecto CAMINAR no tiene como fin evaluar la calidad de aguas para algún uso en particular en una localidad específica, sino más bien realizar una descripción del sistema hidrológico general a nivel de la Cuenca de Elqui. En este contexto, los resultados aquí indicados, así como los valores de referencia (Norma CH 409 para agua potable) se entregan a las organizaciones interesadas, según corresponda, en relación al acuerdo alcanzado a comienzos del proyecto a modo de información general y para los fines que éstas estimen convenientes.

Saluda atentamente,


 Ricardo Oyarzun
 Investigador Principal
 Proyecto CAMINAR
 Teléfono: 51-204503/ 51-334814
www.cazalac.org/caminar.php

La Serena, Agosto de 2009

Análisis fisicoquímico y bacteriológico en agua para consumo humano en 2 establecimientos de Pisco Elqui, por el Departamento de Acción Sanitaria.

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE SALUD
SECRETARIA REGIONAL MINISTERIAL DE SALUD
DEPTO. DE ACCION SANITARIA
LABORATORIO DEL AMBIENTE

Intensado
18

PROTOCOLO DE ANALISIS AGUA PARA CONSUMO HUMANO

RECOLECCION (FECHA/HORA): 25.08.2008 11:30 hrs. RECEPCION LABORATORIO (FECHA/HORA): 25.08.2008 16:15 HRS.
ESTABLECIMIENTO: PLANTA DE AGUA POTABLE - LLAVE RESTAURANTE
DIRECCION: PISCO ELQUI
COMUNA: PAIHUANO
PROPIETARIO O REP. LEGAL: COMITÉ DE AGUA POTABLE RURAL
MUESTREO EFECTUADO POR: OFICINA DE SALUD AMBIENTAL - VICUÑA - RAUL ALCAYAGA

ANALISIS FISICO - QUIMICO. N°		ANALISTA:	FECHA INFORME:	
Parámetros Esenciales, no Esenciales y Organolépticos	METODOS DE ANALISIS	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE DEL METODO	LIMITE MAXIMO
Unidades : (mg/L) o (ppm)				
Amoniaco	Colorimétrico (Nessler)			1,5
Arsénico	E.A.A (Generación Hidruros)		+/- 0.01	0,01
Cadmio	E.A.A (llama)			0,01
Cianuro	Colorimétrico(Piridina Pirazolona)		+/- 0.005	0,05
Cinc	E.A.A (llama)		+/- 0.01	3,0
Cloruro	Argentométrico (Método de Mohr)		+/- 2	400
Cobre	E.A.A (llama)		+/- 0.01	2,0
Color verdadero	Colorimétrico (Pt-Co)			20 Pt-Co
Cromo Total	E.A.A (llama)			0,05
Fluoruro	Potenciométrico(ISE)			1,5
Hierro	E.A.A (llama)		+/- 0.01	0,3
Magnesio	E.A.A (llama)		+/- 0.01	125
Manganeso	E.A.A (llama)		+/- 0.01	0,1
Mercurio	E.A.A (Generación Hidruros)			0,001
Nitratos	Colorimétrico(Reducción de Cadmio)		+/- 0.2	50
Nitritos	Colorimétrico (Diazotación)		+/- 0.003	3
pH	Potenciométrico			6,5-8,5 UpH
Plomo	E.A.A (llama)			0,05
Razón NO3+NO2				1
Selenio	E.A.A (Generación Hidruros)			0,01
Sólidos Totales Disueltos	Gravimetría			1500
Sulfato	Turbidimétrico		+/- 0.3	500

ANALISIS BACTERIOLOGICO N°: 1559		ANALISTA: Z.B.V	FECHA INFORME: 26.08.2008	
PARAMETROS	METODOS DE ANALISIS	RESULTADOS	LIMITE MAXIMO	
Unidades : (UFC o NMP/100mL)				
Coliformes totales	Filtración por membrana	AUSENCIA	5	
E. coli	Filtración por Membrana Sustrato Cromogénico	AUSENCIA	AUSENCIA	

LOS LIMITES MAXIMOS PERMITIDOS ESTAN REFERIDOS AL REGLAMENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA DESTINADOS A CONSUMO HUMANO D.S. N° 735 DEL 07.11.69 y MODIFICACIONES POSTERIORES. LOS RESULTADOS SE INFORMAN CON LAS CIFRAS SIGNIFICATIVAS CONSIDERADAS EN LA NORMA.
** PARAMETRO QUE SUPERA EL LIMITE MAXIMO (D.S. N° 735)

CONFIDENCIAL

NOTA:
E.A.A. Espectrofotometría de Absorción Atómica
I.S.E. Ión Electrodo Específico
* Entiéndase como AUSENCIA : aquel resultado 0 ufc/100mL por el método de Filtración por membrana o menor de 1.8 por el método de NMP.
La certificación de la procedencia, autenticidad y las condiciones de preservación y envío de la muestra son de exclusiva responsabilidad de quien realiza el muestreo.

Laboratorio del Ambiente

GOBIERNO DE CHILE
 MINISTERIO DE SALUD
 SECRETARÍA REGIONAL MINISTERIAL DE SALUD
 DEPTO. DE ACCIÓN SANITARIA
 LABORATORIO DEL AMBIENTE

PROTOCOLO DE ANALISIS AGUA PARA CONSUMO HUMANO

RECOLECCION (FECHA/HORA): 25.08.2008 11:40 HRS. RECEPCION LABORATORIO (FECHA/HORA): 25.08.2008 16:15 HRS.
 ESTABLECIMIENTO: PLANTA DE AGUA POTABLE - LLAVE CASA PARTICULAR
 DIRECCION: PISCO ELQUI
 COMUNA: PAIHUANO
 PROPIETARIO O REP. LEGAL: COMITÉ DE AGUA POTABLE RURAL
 MUESTREO EFECTUADO POR: OFICINA DE SALUD AMBIENTAL - VICUÑA - RAUL ALCAYAGA

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO. Nº		ANALISTA:	FECHA INFORME:	
Parámetros Esenciales, no Esenciales y Organolépticos	MÉTODOS DE ANÁLISIS	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO	LÍMITE MÁXIMO
Unidades : (mg/L) o (ppm)				
Amoníaco	Colorimétrico (Nessler)			1,5
Arsénico	E.A.A (Generación Hidruros)		+/- 0.01	0,01
Cadmio	E.A.A (llama)			0,01
Cianuro	Colorimétrico(Piridina Pirazolona)		+/- 0.005	0,05
Cínc	E.A.A (llama)		+/- 0.01	3,0
Cloruro	Argentométrico (Métode Mohr)		+/- 2	400
Cobre	E.A.A (llama)		+/- 0.01	2,0
Color verdadero	Colorimétrico (Pt-Co)			20 Pt-Co
Cromo Total	E.A.A (llama)			0,05
Fluoruro	Potenciométrico(ISE)			1,5
Hierro	E.A.A (llama)		+/- 0.01	0,3
Magnesio	E.A.A (llama)		+/-0.01	125
Manganeso	E.A.A (llama)		+/- 0.01	0,1
Mercurio	E.A.A (Generación Hidruros)			0,001
Nitratos	Colorimétrico(Reducción de Cadmio)		+/- 0.2	50
Nitritos	Colorimétrico (Diazotación)		+/- 0.003	3
pH	Potenciométrico			6,5-8,5 UpH
Plomo	E.A.A (llama)			0,05
Razón NO3+NO2				1
Selenio	E.A.A (Generación Hidruros)			0,01
Sólidos Totales Disueltos	Gravimetría			1500
Sulfato	Turbidimétrico		+/- 0.3	500

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO Nº: 1560		ANALISTA: Z.B.V	FECHA INFORME: 26.08.2008	
PARAMETROS	MÉTODOS DE ANÁLISIS	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO	
Unidades : (UFC o NMP/100mL)				
Coliformes totales	Filtración por membrana	AUSENCIA	5	
E. coli	Filtración por Membrana Sustrato Cromogénico	AUSENCIA	AUSENCIA	

LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS ESTÁN REFERIDOS AL REGLAMENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA DESTINADOS A CONSUMO HUMANO D.S. Nº 735 DEL 07.11.69 y MODIFICACIONES POSTERIORES. LOS RESULTADOS SE INFORMAN CON LAS CIFRAS SIGNIFICATIVAS CONSIDERADAS EN LA NORMA.
 ** PARAMETRO QUE SUPERA EL LÍMITE MÁXIMO (D.S. Nº 735)

CONFORME

NOTA :
 E.A.A. Espectrofotometría de Absorción Atómica
 I.S.E. Ion Electrodo Específico
 * Entiéndase como AUSENCIA : aquel resultado 0 ufc/100mL por el método de Filtración por membrana o menor de 1,8 por el método de NMP.
 La certificación de la procedencia, autenticidad y las condiciones de preservación y envío de la muestra son de exclusiva responsabilidad de quien realiza el muestreo.

NSCO
 Laboratorio del Ambiente

Análisis de color verdadero, pH y turbiedad en distintos puntos de muestreo en el sector de La Jarilla por Aguas del Valle.

Punto de Muestreo: Oficina Comité



INFORME DE ENSAYO
Físico-Químico A.P. 012009-000150



N° de Muestra FQ000150
Fecha Emisión Informe 08/01/2009
Página 1 de 1

IDENTIFICACION CLIENTE

Cliente APR Pisco Elqui-La Jarilla
Solicitante
Dirección de Cliente

IDENTIFICACION MUESTRA

Procedencia APR Pisco Elqui-La Jarilla
Tipo de Muestra Agua Potable
Punto de Muestreo Oficina Comité.
Responsable Recolección Contratista externo laboratorio
Tipo de Muestreo Puntual
Fecha / Hora Muestreo 05/01/2009 10:07
Fecha de Recepción 05/01/2009 14:55

RESULTADOS DE ENSAYO

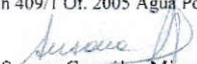
Parámetro	Métodos de Ensayo	Unidad de Expresión	Valor Medido	NCh 409/1 Of.2005 ¹
Color Verdadero	Platino- Cobalto	u Pt-Co	<5,0 a pH 7,3	20
pH	Potenciometría	Unidad pH	7,3 a 21°C	6,5 - 8,5
Turbiedad	Nefelometría	UNT	0,50	≤ 4

Desviación al procedimiento de ensayo No

OBSERVACIONES

El laboratorio se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 206 y LE 207; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005.
Ensayos realizados de acuerdo al Manual de Métodos de Ensayo para Agua Potable SISS versión 2007.
El pH de la muestra fue determinado en el laboratorio.
La temperatura de transporte y recepción de muestras para ensayos F-Q debe estar entre 2 y 6 °C.
La muestra fue recibida a una temperatura de 2,7 °C.

¹ NCh 409/1 Of. 2005 Agua Potable


Susana González Miranda
Químico Lab. F.Q.
Aguas del Valle S.A.


Ruth Mercado-Herrera
Jefe de Laboratorio
Aguas del Valle S.A.

Punto de Muestreo: Colegio Pisco Elqui


INFORME DE ENSAYO
 Físico-Químico A.P. 032009-003406

 N° de Muestra FQ003406
 Fecha Emisión Informe 12/03/2009
 Página 1 de 1
IDENTIFICACION CLIENTE
 Cliente APR Sistema Pisco Elqui - La Jarilla
 Solicitante Presidente del Comité
 Dirección de Cliente Calle Principal s/n
IDENTIFICACION MUESTRA
 Procedencia APR Pisco Elqui-La Jarilla
 Tipo de Muestra Agua Potable
 Punto de Muestreo Colegio.
 Responsable Recolección Contratista externo laboratorio
 Tipo de Muestreo Puntual
 Fecha / Hora Muestreo 09/03/2009 08:22
 Fecha de Recepción 09/03/2009 15:30
RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro	Ref. Método	Unidad de Expresión	Valor Medido	NCh 409/1 Of.2005 ¹
Color Verdadero	MA-SISS 2007	u Pt-Co	<5,0 a pH 7,2	20
pH	MA-SISS 2007	Unidad pH	7,2 a 21°C	6,5 - 8,5
Turbiedad	MA-SISS 2007	UNT	0,20	≤ 4

 Desviación al procedimiento de ensayo No
OBSERVACIONES

El laboratorio se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 206 y LE 207; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of2005.

Ensayos realizados de acuerdo al Manual de Métodos de Ensayo para Agua Potable SISS versión 2007.

El pH de la muestra fue determinado en el laboratorio.

La temperatura de transporte y recepción de muestras para ensayos F-Q debe estar entre 2 y 6 °C.

La muestra fue recibida a una temperatura de 4,7 °C.

¹ NCh 409/1 Of. 2005 Agua Potable

 Susana González Miranda
 Químico Lab. F.Q.
 Aguas del Valle S.A.

 Ruth Mercado-Herrera
 Jefe de Laboratorio
 Aguas del Valle S.A.

Análisis de Coliformes totales, Cloro Libre Residual y Turbiedad en distintos puntos de muestreo en el sector de La Jarilla por Aguas del Valle.

Punto de Muestreo: Oficina Comité



INFORME DE ENSAYO
Microbiológico A.P. 012009-000082



N° de Muestra MIC000082
Fecha Emisión Informe 09/01/2009
Página 1 de 1

IDENTIFICACION CLIENTE

Cliente APR Sistema Pisco Elqui - La Jarilla
Solicitante Presidente del Comité
Dirección de Cliente Calle Principal s/n

IDENTIFICACION MUESTRA

Procedencia APR Pisco Elqui-La Jarilla
Tipo de Muestra Agua Potable
Punto de Muestreo Pisco Elqui - Calle Principal s/n (Oficina Comité)

Responsable Recolección Contratista externo laboratorio
Tipo de Muestreo Puntual
Fecha / Hora Muestreo 05/01/2009 10:05
Fecha de Recepción 05/01/2009 14:45
Fecha Ensayo 05/01/2009 15:20

RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro	Unidad de Expresión	Valor Medido	Métodos de Ensayo
Coliformes Totales	Col / 100 ml	0	NCh1620/2 Of 84
Cloro Libre Residual *	mg/L Cl ₂	0,80	Colorimetría-DPD
Turbiedad	UNT	0,70	Nefelometría

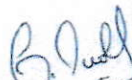
Desviación al procedimiento de ensayo No

OBSERVACIONES

* Valor medido en terreno - La determinación de cloro libre residual no está acreditada

El laboratorio se encuentra bajo la Acreditación INN LE 245; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005 Ensayo de turbiedad es realizado de acuerdo al Manual de Métodos de Ensayo para Agua Potable SISS versión 2007.

La muestra fue recibida a una temperatura de 1,7 °C


Elena Cerda Barraza
Químico Microbiológico
Aguas del Valle S.A.


Ruth Mercado Herrera
Jefe de Laboratorio
Aguas del Valle S.A.

Punto de Muestreo: Colegio Pisco Elqui


INFORME DE ENSAYO
 Microbiológico A.P. 032009-002546

Nº de Muestra MIC002546
 Fecha Emisión Informe 12/03/2009
 Página 1 de 1

IDENTIFICACION CLIENTE

Cliente APR Sistema Pisco Elqui - La Jarilla
 Solicitante Presidente del Comité
 Dirección de Cliente Calle Principal s/n

IDENTIFICACION MUESTRA

Procedencia APR Pisco Elqui-La Jarilla
 Tipo de Muestra Agua Potable
 Punto de Muestreo Pisco Elqui - Calle Principal s/n (Colegio)
 Responsable Recolección Contratista externo laboratorio
 Tipo de Muestreo Puntual
 Fecha / Hora Muestreo 09/03/2009 08:20
 Fecha de Recepción 09/03/2009 15:30
 Fecha Ensayo 09/03/2009 16:30

RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro	Unidad de Expresión	Valor Medido	Métodos de Ensayo
Coliformes Totales	Col / 100 ml	0	NCh1520/2 Of.84
Cloro Libre Residual*	mg/L Cl ₂	1,05	Colorimetría-DPD
Turbiedad	UNT	1,2	Nefelometría

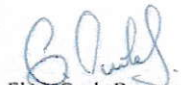
Desviación al procedimiento de ensayo No

OBSERVACIONES

* Valor medido en terreno - La determinación de cloro libre residual no está acreditada

El laboratorio se encuentra bajo la Acreditación INN LE 245; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005
 Ensayo de turbiedad es realizado de acuerdo al Manual de Métodos de Ensayo para Agua Potable SISS
 versión 2007.

La muestra fue recibida a una temperatura de 4,7 °C


 Elena Cerda Barraza
 Químico Microbiológico
 Aguas del Valle S.A.


 Ruth Mercado Herrera
 Jefe de Laboratorio
 Aguas del Valle S.A.

Punto de Muestreo: Colegio Pisco Elqui


INFORME DE ENSAYO
 Microbiológico A.P. 032009-002546

 N° de Muestra MIC002546
 Fecha Emisión Informe 12/03/2009
 Página 1 de 1
IDENTIFICACION CLIENTE
 Cliente APR Sistema Pisco Elqui - La Jarilla
 Solicitante Presidente del Comité
 Dirección de Cliente Calle Principal s/n
IDENTIFICACION MUESTRA
 Procedencia APR Pisco Elqui-La Jarilla
 Tipo de Muestra Agua Potable
 Punto de Muestreo Pisco Elqui - Calle Principal s/n (Colegio)
 Responsable Recolección Contratista externo laboratorio
 Tipo de Muestreo Puntual
 Fecha / Hora Muestreo 09/03/2009 08:20
 Fecha de Recepción 09/03/2009 15:30
 Fecha Ensayo 09/03/2009 16:30
RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro	Unidad de Expresión	Valor Medido	Métodos de Ensayo
Coliformes Totales	Ccf / 100 ml	0	NCh 16207 Of 84
Cloro Libre Residual *	mg/L Cl ₂	1,05	Colorimetría-DPD
Turbiedad	UNT	1,2	Nefelometría

Desviación al procedimiento de ensayo No

OBSERVACIONES

* Valor medido en terreno - La determinación de cloro libre residual no está acreditada

 El laboratorio se encuentra bajo la Acreditación INN LE 245; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005
 Ensayo de turbiedad es realizado de acuerdo al Manual de Métodos de Ensayo para Agua Potable SISS
 versión 2007.

La muestra fue recibida a una temperatura de 4,7 °C

 Elena Cerda Barraza
 Químico Microbiológico
 Aguas del Valle S.A.

 Ruth Mercado Herrera
 Jefe de Laboratorio
 Aguas del Valle S.A.

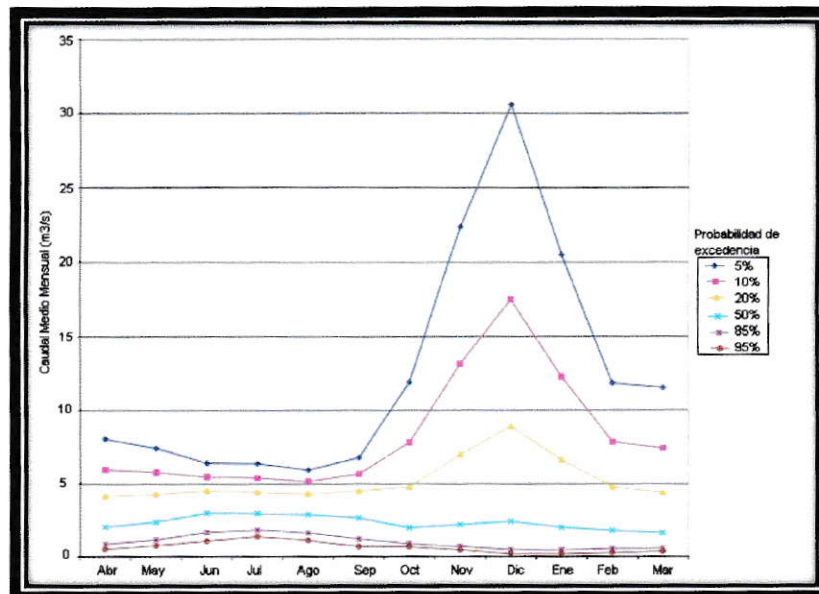
ANEXO 2

Estadísticas de caudales medios (m^3/s) mensuales del río Claro, Derecho
y Cochiguaz para concluir el régimen fluvial de la zona.

Estación: Río Claro en Rivadavia

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1970	0,36	0,42	0,59	0,83	1,16	1,2	1,17	1,23	0,87	0,53	0,44	0,37
1971	0,35	0,31	0,32	0,4	0,6	0,88	1,75	1,47	0,82	0,66	0,45	0,29
1972	0,16	0,52	0,67	1,16	1,59	3,82	4,2	4,21	4,74	6,79	11,09	35,33
1973	34	14,05	8,43	6,44	5,78	5,19	4,49	3,08	2,04	1,43	2,06	1,81
1974	1,64	1,71	2,09	2,3	2,52	3,88	3,36	2,43	1,9	1,75	1,49	1,17
1975	1	0,96	0,99	1,17	1,58	2,68	2	1,64	1,38	1,01	0,68	0,4
1976	0,38	0,36	0,57	0,85	1,23	1,87	1,53	1,58	1,01	0,87	0,88	0,72
1977	0,56	0,65	0,7	1,02	1,38	1,47	2,33	2,57	4,18	3,7	5,53	4,74
1978	3,24	2,71	2,73	2,51	2,86	3,53	4,66	4,79	4,86	8,29	15,76	17,13
1979	12,2	7,39	6,12	5,65	5,42	4,48	4	3,06	2,32	1,76	1,23	1
1980	0,88	0,91	1	5,88	4,16	3,17	3,35	4,16	3,65	3,94	7,38	12,56
1981	7,72	5,55	4,96	4,72	4,56	3,95	3,56	3,32	2,23	1,66	1,33	1
1982	0,9	0,83	0,92	1,01	1,14	1,18	2,52	3,99	4,8	3,3	6,99	12,41
1983	9,23	6,49	5,53	5,39	5,28	5,36	5,48	5,6	5,29	8,08	10,61	13,58
1984	8	6,51	5,32	4,58	4,51	4,63	6,06	4,94	8,8	18,88	33,57	37,69
1985	20,1	10,87	9,17	7,26	7,14	6,17	5,67	4,82	3,65	2,6	2,46	2,12
1986	2,06	2,16	2,07	2,33	3,11	3,49	2,63	2,82	2,27	1,9	2,19	3,35
1987	3,72	4,69	3,29	2,87	2,99	2,89	4,86	6,96	7,16	10,55	30,52	53,87
1988	34,1	16,13	11,2	8,43	7,3	6,12	5,06	4,35	3,29	2,27	1,73	1,52
1989	1,32	1,2	1,31	1,55	2,23	2,27	2,08	2,25	2,12	1,49	1,38	1,17
1990	1	1,1	1,32	1,45	1,69	1,98	2,3	1,63	1,43	1,24	0,96	0,67
1991	0,62	0,65	0,68	0,96	1,33	2,54	3,85	3,21	4,08	3,39	5,37	7,09
1992	5,55	4,35	4,14	4,88	5,07	6,09	5,6	4,77	4,6	6,38	11,77	12,87
1993	10,4	6,88	5,5	5,54	5,73	4,87	4	3,25	2,64	2,03	1,77	1,52
1994	1,43	1,4	1,58	1,81	2,05	1,98	2,49	2,5	2,69	2,11	1,91	1,7
1995	4,14	4,06	4,29	3,78	2,76	3,02	3,11	2,56	1,33	1	0,64	0,49
1996	0,41	0,43	0,45	0,7	0,83	0,97	1,31	1,58	0,91	0,58	0,34	0,28
1997	0,2	0,3	0,41	0,48	0,65	3,1	3,8	8,06	13,8	15,61	32,09	56,42
1998	34,6	16,82	13	7,87	6,1	6,18	5,32	4,26	3,37	2,17	1,78	1,5
1999	1,52	1,5	1,72	1,97	2,13	2,33	2,15	1,93	2,55	2,21	1,71	1,26
2000	1,28	1,97	1,51	1,92	2,07	2,44	3,62	3,82	3,25	5,44	5,16	4,43
n	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
prom	6,55	4,00	3,31	3,15	3,13	3,35	3,49	3,45	3,49	3,99	6,49	9,37

Claro en Rivadavia: En las curvas de variación estacional se puede apreciar que en años húmedos los mayores caudales ocurren entre noviembre y enero, mientras que los menores lo hacen entre junio y agosto. En años secos los caudales se distribuyen de manera más uniforme, sin mostrar variaciones de importancia.

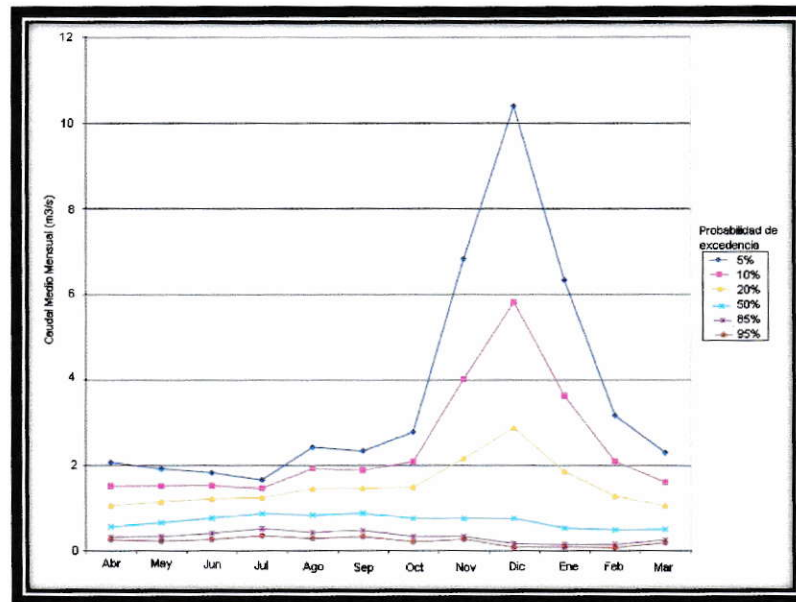


Curva de Variación Estacional Río Claro en Rivadavia

Estación: Estero Derecho en Alcohuz

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1984	2,22	1,5	1,33	1,32	1,31	1,42	2	2,07	2,93	6,28	10,51	13,7
1985	5,22	2,86	2,05	1,49	1,38	1,26	1,28	1,38	1,05	0,77	0,72	0,59
1986	0,55	0,65	0,59	0,65	1,03	1,79	1,02	1,39	0,93	0,69	0,87	0,94
1987	0,81	0,69	0,64	0,68	0,76	0,83	0,97	1,51	1,51	2,88	8,23	14,9
1988	9,14	4,8	2,95	2,33	2	1,76	1,46	1,35	1,23	0,91	0,73	0,64
1989	0,55	0,49	0,5	0,54	0,67	0,58	0,64	0,78	0,79	0,62	0,53	0,52
1990	0,51	0,47	0,36	0,41	0,26	0,34	0,47	0,35	0,45	0,46	0,37	0,36
1991	0,32	0,3	0,34	0,49	0,47	0,66	1,04	1,06	1,78	1,3	1,84	2
1992	1,34	0,85	0,57	0,88	1,17	1,45	1,48	1,46	1,51	1,87	3,15	2,94
1993	2,51	1,69	1,38	1,45	1,62	1,47	1,29	1,17	1,04	0,59	0,53	0,48
1994	0,4	0,34	0,49	0,56	0,54	0,54	0,56	0,79	0,84	0,58	0,74	0,57
1995	0,7	0,63	0,59	0,67	0,62	0,59	0,55	0,5	0,37	0,36	0,29	0,26
1996	0,26	0,25	0,36	0,37	0,36	0,31	0,38	0,43	0,35	0,31	0,27	0,25
1997	0,23	0,28	0,29	0,41	0,33	0,76	1,19	2,86	3,7	4,88	10,46	18,4
1998	12,6	6,28	3,26	2,54	2,36	2,37	1,86	1,55	1,48	0,94	0,76	0,5
1999	0,39	0,41	0,44	0,53	0,52	0,67	0,72	0,51	0,96	0,72	0,48	0,4
2000	0,35	0,39	0,34	0,39	0,45	0,52	1,16	1,09	0,92	1,2	1,67	1,33
2001	1	0,73	0,71	0,7	0,71	0,77	0,76	0,93	0,9	1,03	1,08	0,99
2002	0,75	0,63	0,6	0,59	0,98	1,46	1,58	2,08	2,22	3,54	5,62	7,22
2003	3,54	2,09	1,78	1,54	1,57	1,66	1,56	1,46	1,31	1,12	1,13	0,96
2004	0,92	0,78	0,64	0,8	0,89	0,66	0,7	0,95	0,82	0,5	0,48	0,46
2005	0,43	0,46	0,52	0,49	0,5	0,97	0,89	0,7	1,17	1,2	2,14	2,68
2006	1,96	1,32	0,83	0,92	0,97	1,01	1,12	1,04	0,83	0,79	0,81	0,65
2007	0,64	0,52	0,51	0,55	0,56	0,6	0,71	0,67	0,77	0,88	1,1	0,92
2008	0,8	0,61	0,58	0,54	0,58	0,68	0,8	1,01	1,27	1,35	1,96	1,85
n	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
prom	1,92	1,20	0,91	0,87	0,90	1,01	1,05	1,16	1,25	1,43	2,26	2,98

Estero Derecho en Alcohuz: En años húmedos los mayores caudales escurren entre noviembre y enero, mientras que los menores lo hacen entre mayo y julio. En años secos, los caudales se presentan muy bajos a lo largo de todo el año, con valores que no superan los 500 L/s.



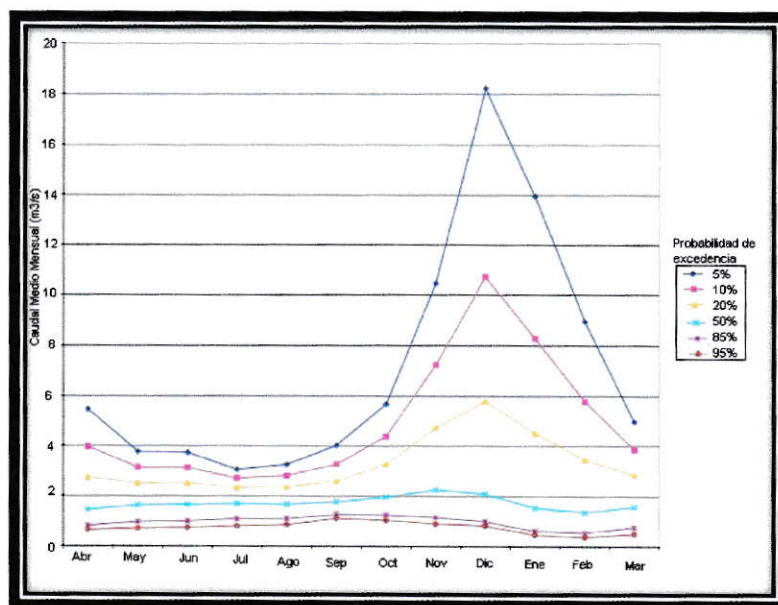
Curva de Variación Estacional Estero Derecho en Alcohuz

Estación: Río Cochiguaz en el Peñon

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1984	5,09	3,96	3,44	2,94	2,45	2,28	3,19	3,08	4,58	9,32	17,18	22,9
1985	11,54	7,19	5,25	4,2	3,59	3,25	3,08	2,5	2,15	2,04	2,22	1,95
1986	1,91	1,56	1,62	1,65	1,76	1,74	1,79	1,73	1,77	1,73	2,03	2,63
1987	2,44	2,31	2,18	2,19	2,16	1,96	2,1	3,29	3,84	5,9	15,24	30,42
1988	21,31	11,41	7,37	5,28	4,4	3,74	3,12	2,78	2,48	2,03	1,72	1,49
1989	1,15	1,03	1,22	1,19	1,48	1,19	1,04	1,3	1,55	1,7	1,69	1,39
1990	1,26	1,2	1,21	1,31	1,37	1,38	1,45	1,32	1,39	1,38	1,06	0,85
1991	0,78	0,78	0,66	0,96	1,32	1,58	1,72	1,83	2,46	2,36	3,92	5,09
1992	4,15	3,32	2,8	2,73	2,93	3,08	2,82	2,39	2,76	4,55	7,46	8,59
1993	6,86	4,75	3,49	3,22	3,02	2,65	2,16	1,84	1,79	1,77	1,61	1,48
1994	1,37	1,35	1,36	1,54	1,24	1,16	1,32	1,38	1,83	1,77	1,87	1,62
1995	1,61	1,56	1,55	1,44	1,33	1,34	1,25	1,13	1,14	0,97	0,87	0,81
1996	0,94	0,94	0,97	0,85	0,78	0,82	0,93	0,96	0,92	0,81	0,7	0,83
1997	0,59	0,59	0,62	0,67	0,71	1,42	2	4,17	5,94	7,78	14,59	62,14
1998	23,27	12,57	8,13	5,74	5,04	3,93	3,38	2,77	2,33	2,04	1,77	1,47
1999	1,4	1,51	1,48	1,55	1,69	1,67	1,63	1,4	1,83	2,17	1,82	1,33
2000	1,15	1,14	1,19	1,22	1,27	1,39	1,65	1,97	2,06	3,6	3,35	3,76

2001	2,55	2,09	1,99	1,91	1,81	1,64	1,59	1,63	1,84	2,48	2,93	2,29
2002	1,92	1,68	1,6	1,6	1,92	2,41	2,69	3,43	3,63	6,67	11,5	16,15
2003	10,85	7,18	4,08	2,41	2,3	3,11	3,15	2,73	2,54	2,81	3,14	2,86
2004	2,62	2,44	2,42	2,35	2,17	1,95	1,83	1,57	1,28	1,15	1,09	0,92
2005	0,95	1	1,04	1,01	1,18	1,4	1,35	1,37	1,96	2,4	4,34	6,28
2006	4,67	3,41	2,7	2,52	2,29	2,16	2,21	2,08	2,18	2,18	2,49	2,3
2007	2,09	1,85	1,75	1,64	1,64	1,59	1,68	1,54	1,79	3,12	3,81	3,13
2008	2,55	2,2	1,97	1,85	1,72	1,96	1,99	2,28	2,89	4,11	6,36	5,26
n	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
prom	4,42	3,04	2,39	2,08	1,98	1,95	1,97	2,02	2,27	2,96	4,41	7,23

Cochiguaz en el Peñon: Se observa que en años húmedos los mayores caudales ocurren entre noviembre y febrero, producto de deshielos, mientras que los menores lo hacen entre junio y agosto. En años secos los caudales se distribuyen de manera más uniforme, sin mostrar variaciones importantes, salvo leves disminuciones entre enero y marzo.



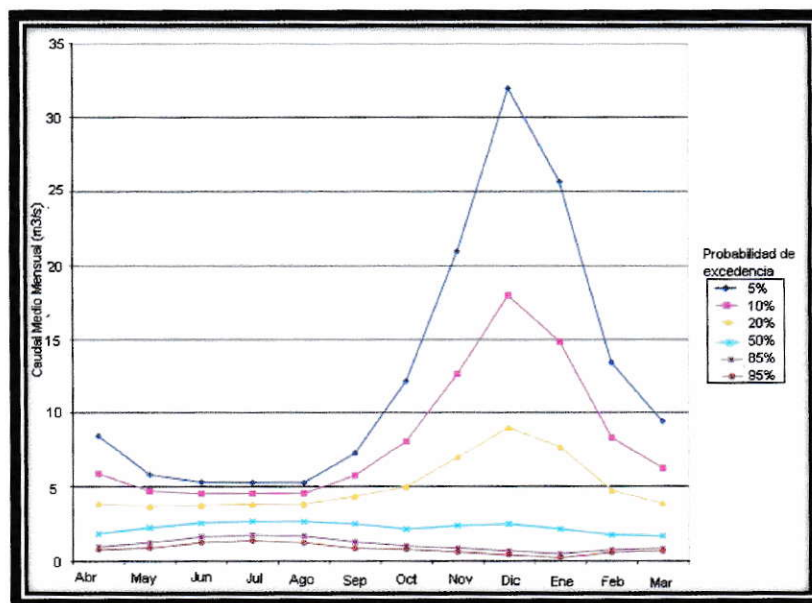
Curva de Variación Estacional Cochiguaz en el Peñon

Estación: Río Claro en Montegrande

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1970	0,72	0,68	0,81	0,91	1	0,97	1,09	0,99	0,89	0,69	0,62	0,6
1971	0,6	0,61	0,6	0,64	0,79	0,91	0,93	1,55	0,85	0,74	0,6	0,54
1972	0,44	0,52	0,69	0,88	0,96	2,14	2,55	3,54	4,44	5,75	11,47	36,7

1973	41,53	12,65	6,92	5,52	4,76	4,48	3,82	3,5	1,96	1,77	1,8	1,78
1974	1,45	1,53	1,73	2,25	1,93	2,64	2,43	1,89	1,7	1,72	1,58	1,33
1975	1,24	11,26	1,35	1,49	1,65	2,35	2,12	1,82	1,57	1,5	1,37	1,07
1976	0,94	0,64	0,77	0,86	1	1,51	1,53	1,49	1,54	1,35	1,28	1,06
1977	0,99	1	0,93	1,231	1,96	1,57	2,33	2,98	5,02	5,02	8,24	6,34
1978	4,48	3,61	3,32	2,65	2,98	3,41	4,9	4,52	5,72	7,97	17,34	15,86
1979	13,15	9,29	6,31	5,11	5,23	4,78	3,94	2,96	2,47	1,83	1,18	1,02
1980	0,98	1,02	1,06	5,83	4,24	3,13	3,48	3,43	3,26	3,42	5,36	11,29
1981	7,8	5,61	5,19	4,54	4,75	3,61	3,23	3,09	2,62	1,84	1,52	1,43
1982	1,42	1,15	1,09	1,4	1,8	2,24	3,27	4,05	5,45	4,28	7,65	12,61
1983	9,04	6,09	4,98	4,87	4,48	4,37	4,72	4,99	5,4	8,58	10,98	14,12
n	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
prom	6,06	3,98	2,55	2,73	2,68	2,72	2,88	2,91	3,06	3,32	5,07	7,55

Claro en Montegrande: Se observa que en años húmedos los mayores caudales se presentan entre noviembre y enero, mientras que los menores lo hacen entre mayo y agosto. En años normales y secos los caudales se distribuyen de manera más uniforme, sin mostrar variaciones importantes, salvo leves aumentos en los meses de invierno.



Curva de Variación Estacional en Río Claro en Montegrande

Caudales medios anuales (m^3/s) por mes.

Estaciones	Rio Claro en Rivadavia	Rio Claro en Montegrande	Estero Derecho en Alcohuz	Rio Cochiguaz en el Peñon
Meses				
Abr	3,15	2,73	0,87	2,08
Mar	3,13	2,68	0,9	1,98
Jun	3,55	2,72	1,01	1,95
Jul	3,49	2,88	1,05	1,97
Ago	3,45	2,91	1,16	2,02
Sep	3,49	3,06	1,25	2,27
Oct	3,99	3,32	1,43	2,96
Nov	6,49	5,07	2,26	4,41
Dic	9,37	7,55	2,98	7,23
Ene	6,55	6,06	1,92	4,42
Feb	4	3,98	1,2	3,04
Mar	3,31	2,55	0,91	2,39

ANEXO 3

Estadísticas de precipitaciones medios (mm) mensuales para obtención
de promedios de precipitaciones medias anuales en la zona.

Estación: Pisco Elqui

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1977	0	0	0	0	12	13,5	74,4	24,5	0	0	0	0
1978	0	0	0	0	0			0		0	0	0
1980	0	0,5	0	101	0	17,8	48,2	1	0	2,8	0	0
1981	0	0	0	0	11	3,6	6	19,9	0	0	0	0
1982	0	0	0	0	35	35,1	132,5	5,5	0	0	0	0
1983	0	0	0	4,5	0	62,5	112,5	22,5	0	0	0	0
1984	0	0	14	0	0	10,1	358,4	0	0	0	0	0
1985	0	0	0	0	0	1,1	45,4	0	0	2,7	0	0
1986	0	2,5	0	0	21,3	2,6		26,3	0	6	0	0
1987	0	2,8	0	1,5	8,1	1,4	165,6	56,8	0	0	0	0
1988	0	0	0	0	7,7	0	0	0	0	0	0	0
1989	0	0	0	0	5	0	1		0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	2,5	40,5	1,4	9,5	0	0	0
1991	0	0	0	0	2	134	33,1	0	2,2	0	0	0
1992	0	0	27,8	27,2	15,8	67,2	3,1	6,2	0	0	6,6	0
1993	0	0	0	23	11	0	0	4,5	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	12,3	38,7	2	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	0	0	16	24	0	0	0	0
1997	0	0	0	0	1,7	219,3	13,2	162,2	6,3	0	0	0
1998	0	0	0	0,7	0,5	28	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	0,7	0	4	3	0,5	0	28,5	3	0	0
2000	0	0	0	7	5	84,2	16	0	18,3	0	0	0
2001	0	0	0	0	1,3	2,7	42	29,7	0	1,7	0	0
2002	0	0	0	4	72,2	69	97	21,5	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	61,1	2,5	20,5	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	5	0	0	29	0	0	0	3,5	0
2005	0	0	1,5	7,4	57,5	0	3	28,5	4	0	0	0
2006	0	0	0	0	9,3	2,8	25,7	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	4,6	23,5	7,5	5,5	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	12,5	51,5	23,5	79,6	0	0	0	0
2009	0	0	0									
n	32	32	32	31	31	31	31	31	31	31	31	31
prom	0	0,18	1,38	5,85	11,57	27,43	43,72	16,83	2,22	0,52	0,33	0

$$\Sigma = 110,03 \text{ mm}$$

Estación: Los Nichos

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1977	0	0	0	0	15	13,5	68	29	0	0	0	0
1980	0	0,5	0	124,8	0	16,5	123,6	0	0	4	0	0
1981	0	0	0	0	8	4	7	18,5	0	0	0	0
1982	0	0	0	0	33	38	121,5	7	0	0	0	0
1983	0	0	0	4	1	23,5	135	38	0	0	0	0
1984	0	0	15	0	0	19	455	0	0	0	0	0
1985	0	0	0	0	0	2	47,9	0	0	5	0	0
1986	0	5	0	0	23,5	12		28,2	0	9,5	0	0
1987	5,5	5,5	0	0	11,1	2,5	210,5	93,5	0	0	0	0
1988	0	0	0	0	9,6	0	0	0,5	0	0	0	0
1989	0	0	0	0	6,7	0	1	55,8	0	0	0	0

1990	0	0	0	0	0	2	54,4	1,4	12,3	0	0	0
1991	0	0	0	0	3	166,5	52,5	0	4,5	0	0	0
1992	0	0	30,5	36	23	102	4	9	0	0	7,4	0
1993	0	0	0	22	10	0	0	4	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	11,5	48,4	3	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	0	0	21,9	35,5	0	0	0	0
1997	0	0	8,3	0	0	299,5	6,5	107,3	6,3	6,8	0	0
1998	0	0	0	0	0	26,5	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	8	3,2	0,4	0	80	0	0	0
2000	0	0	0	7,7	18	108	20,8	0	27,5	0	0	0
2001	0	0	0	0	0	2,5	68	42,5	0	1,5	0	0
2002	0	0	0	8,5	90,5	71	131	27,5	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	77	4	25	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	23	0	0	50	0	0	0	3,8	0
2005	0	0	1,5	5	64,5	0	0,5	28,5	7,9	0	0	0
2006	0	2	0	0	9	3	31	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	4,5	29	12,5	10	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	18,3	38,8	18	91,1	0	0	0	0
2009	0	0	0									
n	31	31	31	30	30	30	30	30	30	30	30	30
prom	0,18	0,42	1,78	7,70	14,46	33,28	57,18	21,01	4,62	0,89	0,37	0,00

$\Sigma = 141,89 \text{ mm}$

Estación: La Ortiga

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1979	0	0	0,5	0,5	0,5	0	0	4,5	0	2	0	0
1980	0	0,5	0		1	22	80,5	1,5	0	3	0	0
1981	0	0	0	0		5	10,5	19	0	0	0	0
1982	0	0	0	0	40	50,5	108,5	10	0	0	0	0
1983	0	0	0	22	1	84	136	37,5	0	0	0	0
1984	0	0	16	0	0	19,5	360	0	0	0	0	0
1985	0	0	0	0	0	4	43,5	0	0	9,5	0	0
1986	0	12	0	0	33	18,5	9,5	32	0	14,5	0	0
1987	0	0	0	2,5	6,5	4,3	334,1	86,7	0	0	0	0
1988	0	0	0	0	9,1	0	0	0	0	0	0	0
1989	0	0	0	0	13	0	5	65	0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	3,8	50	1,5	19	0	0	0
1991	0	0	0	0	9,5	190,5	71,5	0	8	0	0	0
1992	0	0	36	25,5	31	114,5	0	11	0	0	0	0
1993	0	0	0	23	5	0	0	11,5	2,5	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	14	58,5	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	2,5
1996	0	0	0	0	0	0	28,5	47,5	0	0	0	0
1997	0	0	7,5	0	0	347	21	282	0	5	0	0
1998	0	0	0	0	3,5	38,5	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	1	0	16	5,5	0	0	64	6,5	0	0
2000	0	0	0	12	11,5	103,5	29	0	37,5	0	0	0
2001	0	0	0	0	2	3,5	72	36,5	0	0	0	0
2002	0	0	0	10	109	65	107,5	29,6	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	84	4	22,7	0	0	0	0	0
2004	0	0	5	31,8	0	0	51,4	0	0	0	7,5	0

2005	0	0	6,4	11,4	65,8	9	1,5	28,4	9	0	0	0
2006	0	0	0	0	12	3,5	37,6	2	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	10,5	58	14	12,2	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	28	61,9	22,2	125,7	4	0	0	0
2009	3	0	0									
n	31	31	31	30	30	30	30	30	30	30	30	30
prom	0,10	0,40	2,34	4,62	16,40	41,00	55,92	28,14	4,80	1,35	0,25	0,08

$\Sigma = 155,4 \text{ mm}$

Estación: Cochiguaz

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1989				0	6	0	0,5	49,5	0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	2,5	40,6	3	17	0	0	0
1991	0	0	0	0	6	118	30,5	1	4	0	1,5	5,5
1992	0	0	29,5	16,5	18,5	77	6	4	0	0	15	0
1993	0	0	0	24	2,7	0	0	3	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	6	47	3,2	0	0	0	0
1995	0	0	0	2	0	0	4	0	2	0	0	0
1996	0	0	0	0	0	0	12,5	32,5	0	0	0	0
1997	0	0	14	0	9,5	193,5	19	115	10,8	0	0	0
1998	0	0	0	1,5	0	23	1	0	0	0	0	0
1999	0	0	12	7	10	15	0	0	29	8,1	0	0
2000	0	0	0	15	18	80	16,5	0	8	0	0	0
2001	0	0	0	2	7	4	15	56	0	0	0	0
2002	0	0	0	12	103	49	63	50	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	46	14	22	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	2,5	0	0	80	10	0	0	10	0
2005	0	0	4,5	9,8	53,4	1	0	31,5	9	0	0	0
2006	0	0	0	0	11	3	22,1	4	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	14	38	11	5	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	21	52	17	75	0	0	0	0
2009	0	0	0									
n	21	21	21	20	20	20	20	20	20	20	20	20
prom	0	0,00	2,86	4,62	16,31	33,80	20,39	22,14	3,99	0,41	1,33	0,28

$\Sigma = 106,13 \text{ mm}$

Estación: Montegrande

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1970	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0
1971	0	0	0	0	0	15	3	4,5	16	0	0	0
1972	0	0	0	0	2,5	54				0	0	0
1974	0	0	0	0	0	22	0	0	11	0	0	0
1975	0	0	0	0	19	1,5	4,5	1	0	0	0	0
1976	0	0	0	0	17	0	0	10,5	0	0	0	0
1977	0	0	0	0	4,5	4	27	9,5	0	0	0	0
1978	0	0	0	0	0	0,5	120	0	1,5	0	0	0
1979	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,5	0	0	0
1980	0	0	0	17,5	0	10	27	0	0	2	0	0
1981	0	0	0	0	5	1	2	6,5	0	0	0	0

1982	0	0	0	0	25	31,5	111	3,1	0	0	0	0
1983	0	0	0	0	0	41,8	86		0	0	0	0
1984	0	0	12	0	0	10	264	0	0	0	0	0
1985	0	0	0	0	0	0	23	0	0	1	0	0
1986	0	2	0	0	20	2	9	28	0	6	0	0
1987	0	0	0	0	5	0	141	33	0	0	0	0
1988	0	0	0	0	7	0	0	0	1	0	0	0
1989	0	0	0	0	4	0	0		0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	3	36,5	0	11,5	0	0	0
1991	0	0	0	0	2	102	31	0	0	0	0	0
1992	0	0	31	17	18,5	64	5	4	0	0	7	0
1993	0	0	0	19	0	0	0	2,5	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	5,5	33	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	0	0	0	25,5	0	0	0	0
1997	0	0	0	0	3	177	10	138,5	1,5	1,5	0	0
1998	0	0	0	0	0	15,5	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	2	1	1	0	33	6	0	0
2000	0	0	0	7	4	68,5	12	0	14,5	0	0	0
2001	0	0	0	0	0	2	43,5	23,5	0	0	0	0
2002	0	0	0	8	58	43	81	16	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	46	2	13	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	3	0	0	42	0	0	0	4	0
2005	0	0	3	7	48,5	0	0	19	3	0	0	0
2006	0	0	0	0	6	2	16	1	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	1	15	9	2	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	9	41	14	59,5	0	0	0	0
2009	0	0	0									
n	39	39	39	38	38	38	38	38	38	38	38	38
prom	0	0,05	1,18	2,07	8,08	19,34	31,09	10,21	2,49	0,43	0,29	0,00

$\Sigma = 75,23 \text{ mm}$

Temperatura media mensual (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1979	18,53	19,45	19,17	16,27	16,02	12,22	14,01	15,37	12,96	17,16	18,15	19,94
1980	20,63	19,64	20,34	15,23	14,9	13,02	10,86	14,1	17,87	16,96	17,22	19,28
1981	19,25	19,35	19,58	17,08	14,66	12,8	12,7	13,55	14,63	14,98	17,35	19,63
1982	19,73	19,43	18,51	17,49	14,06	11,73	12,4	15,21	13,95	16,21	17,81	19,76
1983	20,2	20,89	19,2	17,21	12,61	8,97	9,37	11,46	11,81	17,64	18,31	19,55
1984	19,4	19,43	18,25	16,81	12,74	9,07	10,44	12,31	13,85	16,63	17,15	18,92
1985	18,68	19,95	18,73	16,88	15,17	13,13	8,98	12,97	14,7	16,17	18,41	19,07
1986	20,36	19,23	18,68	16,36	14,07	12,58	15,02	13,29	14,04	16,92	17,64	20,57
1987	20,58	20,73	18,58	16,66	11,23	14,3	8,77	11,91	14,14	15,7	18,39	19,83
1988	20,39	20,18	19,88	17,74	14,24	12,23	10,82	13,49	12,53	16,69	17,93	18,88
1989	20,32	20,63	18,75	17,13	15,23	14,23	12,02	12,83	13,31	17,64	17,99	19,39
1990	20,94	19,95	19,48	16,64	14,89	14,64	12,07	15,13	14,87	15,68	18,27	19,9
1991	19,15	21,13	20,47	18,11	16,92	12,27	11,48	12,66	16,07	15,88	18,12	18,06
1992	20,66	19,47	18,82	14,43	12,97	10,56	11,39	12,77	14,31	17,35	16,51	19,28
1993	20,48	19,98	19,59	17,27	12,64	14,54	12,77	15,6	14,88	16,87	18,53	19,77
1994	20,47	20	19,79	17,87	17	14,68	11,87	14,75	17,64	15,46	18,77	20,82
1995	21,15	19,62	19,44	18,36	17,55	14,42	11,04	13,31	15,15	17,52	19,04	20,37
1996	19,58	20,62	19,73	16,4	14,74	11,54	13,65	12,6	15,41	16,66	19,62	19,3

1997	19,8	20,99	19,54	18,68	15,66	9,98	13,47	13,98	14,82	14,21	17,95	19,36
1998	22,26	18,2	19,98	15,98	14,92	12,49	12,55	12,82	11,94	16,3	17,49	19,78
1999	19,55	20,45	19,26	17,41	14,42	12,39	11,29	13,66	13,92	15,09	17,36	18,82
2000	20,28	19,86	19,57	17,37	13,74	10,89	12,25	13,44	13,55	17,25	17,69	20,15
2001	20,52	21,24	18,92	16,93	13,9	13,09	12,46	13,05	12,52	17,19	17,89	19,71
2002	20,42	20,69	20,32	15,39	14,04	12,96	10,72	12,89	15,18	16,63	17,82	18,27
2003	20,29	20,06	20,26	17,57	15,94	15,15	12,32	15,17	16,33	18,95	18,87	19,8
2004	20,02	19,95	19,99	16,18	13,67	14,25	12,56	12,18	16,92	16,4	18,3	20,42
2005	20,28	21,13	19,03	16,76	13,97	13	11,99	14,53	12,65	15,1	18,57	19,04
2006	19,9	20,12	19,25	18,14	16,07	13,84	13,53	14,51	15,5	17,62	18,09	19,73
2007	20,59	19,47	18,34	17,43	13,38	11,68	11,66	10,32	13,91	16,67	18,21	19,5
2008	19,98	19,56	18,46	16,26	13,36	12,33	13,11	10,67	13,22	15,79	18,16	19,05
2009	19,97	19,74	19,62									
n	31,00	31,00	31,00	30	30	30	30	30	30	30	30	30
prom	20,14	20,04	19,34	16,93	14,49	12,63	11,92	13,35	14,42	16,51	18,05	19,53

Datos para el diagrama Ombotermico en la Estación La Ortiga

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
mm	0,1	0,4	2,34	4,62	16,4	41	55,92	28,14	4,8	1,35	0,25	0,08
°C	20,14	20,04	19,34	16,93	14,49	12,63	11,92	13,35	14,42	16,5	18,05	19,53

ANEXO 4

Niveles estáticos en pozos registrados por DGA desde los años 1970 a
2008.

Estación 1: Montegrande
Estación 2: Pueblo Paihuano
Estación 3: Quebrada de Paihuano

Fecha	Estación 1	Estación 2	Estación 3
11/05/1970			1,54
15/06/1970			1,5
25/08/1970			1,48
05/11/1970			1,53
13/01/1971			1,54
12/06/1971			1,62
12/07/1971			1,57
09/08/1971			1,52
16/11/1971			1,57
08/05/1972			2,15
08/11/1973		3,88	
15/12/1973		3,71	
17/01/1974		3,57	
30/04/1975		5,52	
11/06/1975	9,55		
23/08/1975	10,8	5,59	
20/09/1975	10,88	5,68	
13/10/1975	10,92	6,01	
12/11/1975		6,06	
09/12/1975	11,03		
20/01/1976	11,01	6,23	
16/02/1976	11,38	6,28	
18/03/1976	11,52	6,16	
26/04/1976		6,23	
29/05/1976	11,65		
22/06/1976	10,45	6,62	
20/07/1976	10,85	6,69	
24/08/1976	10,95		
30/09/1976		6,62	
27/10/1976	11	6,58	
27/11/1976	10,71		
28/01/1977	11,09	6,86	
18/02/1977	11,23	6,86	
25/05/1978			4,45
25/07/1978	9,79		3,74
21/08/1978	11,4		
14/09/1978	11,53		0,93
17/10/1978	10,36		0,71
21/11/1978			0,37
13/12/1978	8,33		0,34
10/01/1979	7,78		
13/02/1979	8,93		0,27
17/05/1979	10,28		0,81
09/04/1980			5,07
12/05/1980		12,05	
09/06/1980		12,55	
09/07/1980		12,6	
19/08/1980		12,72	
10/11/1980			0,82
19/01/1981		9,16	0,41
16/02/1981		12	0,5
23/03/1981			0,55
25/03/1981		11,03	
22/04/1981		9,3	
13/05/1981			0,6
08/06/1981		9,98	0,7
04/07/1981			5,97
13/07/1981		11,17	0,81
10/08/1981		12,33	0,97
01/09/1981		11,46	
13/10/1981			1,38
09/11/1981		9,75	1,67
14/12/1981		9,58	1,61
11/01/1982		10,07	1,73
25/02/1982		10,57	
16/03/1982			3,57
27/04/1982		11,26	3,71
11/05/1982		11,29	3,66
03/06/1982		11,95	3,5
13/07/1982		11,93	
16/08/1982			1,83
14/09/1982		11,86	0,89
14/10/1982		10,18	0,8
11/11/1982		10,23	
17/11/1982			0,89
16/12/1982		8,19	3,85
13/01/1983			0,5
10/02/1983		9,92	0,55
14/03/1983		10,2	0,62
07/04/1983		9,24	0,58
17/05/1983		10,69	6,24
15/06/1983			10,23
12/07/1983		12,16	6,46
17/08/1983		11,89	12,2
13/09/1983		11,79	
18/10/1983		10,01	5,09
23/11/1983			5,03
20/12/1983		9,5	4,96
24/01/1984		9,7	5
22/02/1984		9,07	
19/03/1984		9,68	7,61

17/04/1984		7,78	0,96
24/05/1984	13,38	7,86	1,03
19/06/1984	11,05	7,8	1,09
24/07/1984	13,35		
16/08/1984	13,23	6,29	
13/09/1984		7,31	
23/10/1984	9,45	4,22	
14/11/1984	9,17	3,34	
18/12/1984	8,82		
15/01/1985	9,01	3,2	
25/02/1985			0,42
26/02/1985		4,37	
12/03/1985	9,53	3,57	
16/04/1985	10,2	3,3	0,79
10/05/1985	10,17		1,01
07/06/1985	12,64	5,75	1,52
16/07/1985		6,34	1,75
10/08/1985	11,58	7,08	
13/09/1985	11,63	7,86	1,88
15/10/1985	11,11		1,83
19/11/1985	11,42	7,1	1,89
13/12/1985		7,8	1,76
14/01/1986	8,94	9,03	
18/02/1986	8,9		1,73
27/03/1986	10		1,98
15/04/1986	10,05	12,27	
16/04/1986			1,83
16/06/1986		6,11	2,02
09/08/1986	10,43	6,16	
15/10/1986	10,35	6,03	2,06
30/12/1986	8,42		2,19
15/01/1987	9,09	6,11	
15/01/1987			1,82
19/03/1987		6,03	1,76
16/05/1987	9,56	5,38	
14/07/1987	11,66	6,96	2,52
01/09/1987	11,57		2,43
17/11/1987	9,06	5,43	1,26
14/01/1988		5,26	1,73
11/02/1988	8,7	4,65	
18/04/1988	10,25	4,38	2,05
14/06/1988	10,76		2,83
17/08/1988	11,61	6,56	2,99
24/10/1988		3,93	3,09
06/12/1988	10,26	3,93	
13/01/1989	10,85		3,44
16/02/1989	10,62	4,82	3,11
28/03/1989	10,71		2,59
27/04/1989		5,07	
28/04/1989	10,79		2,66
23/05/1989	10,95	5,87	
15/07/1989	11,63	6,27	2,13
08/08/1989	11,41	7,04	
09/08/1989			2,46

15/09/1989			2,34
14/10/1989	11,44	4,9	2,21
21/11/1989	10,61	5,53	
28/12/1989	10,75	5,68	2,46
11/01/1990	10,62		2,58
20/02/1990			2,52
22/03/1990	11,12	6,27	3,1
09/04/1990	11,19		
07/05/1990	11	5,2	3,05
06/06/1990	11,42		3,21
07/06/1990		5,43	
05/07/1990		5,58	3,28
01/08/1990		6,57	4,02
21/09/1990	10,61		
29/10/1990	10,66		5,33
15/11/1990	10,82	6,56	5,58
21/12/1990	11,13	6,74	6,09
17/01/1991		6,96	6,39
14/02/1991	11,3	7	
20/03/1991	11,24		6,48
23/04/1991	11,64	7,08	7,55
14/05/1991	11,91	6,15	7,47
21/06/1991		5,55	6,79
04/07/1991	11,42	5,97	
13/08/1991	12,21		6,02
02/09/1991	12,17	6,45	5,96
10/10/1991	10,44	6,03	5,04
18/11/1991		6,48	1,29
18/12/1991	8,95	5,9	
14/01/1992	8,84		1,11
04/02/1992	8,73	5,57	1,76
04/03/1992	10,21	4,5	2,05
09/04/1992		4,68	2,18
07/05/1992	10,89		
08/05/1992		5,16	
22/06/1992	11,64		
20/07/1992	11,77		
22/08/1992	11,41		2,19
24/09/1992		5,13	2,24
15/10/1992	10,36	5,31	2,36
10/11/1992	8,96	5,08	2,18
10/12/1992	8,54	4,73	
14/01/1993	8,92		2,18
03/02/1993			2,21
18/03/1993	10,03		1,26
19/03/1993		3,94	
15/04/1993	10,17		
05/05/1993	10,26		1,83
03/06/1993		5,76	
04/06/1993	10,65		
14/07/1993			2,32
24/08/1993	11,48	6,51	1,01
16/09/1993	11,56		1,07
05/10/1993	10,3	6,59	1,18

11/11/1993	10,16		
16/12/1993			1,78
18/01/1994	9,97		1,8
21/02/1994	10,58		3,08
23/03/1994	10,82		3,61
28/04/1994	10,82		
18/05/1994			4,24
08/06/1994	11,63		4,14
07/07/1994	11,92		4,31
24/08/1994	11,79		1,83
28/09/1994	10,75		
19/10/1994			2,74
29/11/1994	10,25		3,08
21/12/1994	9,99		3,66
25/01/1995	9,94		4,06
23/02/1995	9,95	6,02	
23/03/1995		5,57	4,88
28/04/1995	10,37		5,18
29/05/1995	9,96		5,43
20/06/1995	11,28	4,96	4,79
13/07/1995		4,93	
14/07/1995	11,37		
29/08/1995			3,68
27/09/1995	10,66		4,07
24/10/1995	11,02	4,96	4,1
22/11/1995	11,08	5,02	4,17
05/12/1995	10,92	5,08	
30/01/1996			4,66
27/02/1996	11,34		6,51
26/03/1996	11,72		7
26/04/1996	11,6	5,23	7,41
23/05/1996	11,71		
27/06/1996		5,46	8,05
24/07/1996	11,11	5,63	8,24
23/08/1996	11,02		8,16
13/09/1996	11,59		7,79
29/10/1996	11,47		
19/11/1996		6,23	8,2
12/12/1996	11,97	6,16	8,49
24/01/1997	12,38		9,03
26/02/1997	12,58		9,39
25/03/1997	11,97		
23/04/1997			10,07
27/05/1997	12,01	6,89	10,4
20/06/1997	12,15	6,69	10,46
29/07/1997	12,95	6,47	3,68
26/08/1997	11,91		
24/09/1997			0,66
26/11/1997	8,64		0,04
30/12/1997	8,62	4,3	0,02
20/01/1998	8,84		
19/02/1998	9,6	4,17	
25/03/1998			0,15
24/04/1998	10,54	4,06	0,39

19/05/1998	10,53	4,2	0,57
24/06/1998	11,49	4,08	0,76
28/07/1998	11,8		
25/08/1998			0,99
25/09/1998	12,31	0,25	1,02
27/10/1998	11,78		1,23
26/11/1998	10,94		
30/12/1998	10,41		
19/02/1999			1,51
30/03/1999		6,19	
31/03/1999	10,7		1,74
25/05/1999		6,27	
26/05/1999	11,14		1,97
24/06/1999	10,83	6,2	1,64
29/07/1999	11,41		
18/08/1999			1,73
24/09/1999	12,56	6,14	1,73
25/11/1999	11,56		2,14
28/12/1999	10,24		2,67
25/01/2000	10,74		
10/02/2000			3,49
28/03/2000	11,3		3,58
18/04/2000	10,97	6,51	4,75
26/05/2000	10,66	5,43	4,66
28/06/2000	10,79		
26/07/2000			4,28
18/08/2000		4,89	
26/09/2000	12,18		12,18
24/10/2000	11,32		1,38
29/11/2000	11,92	0,89	0,89
29/12/2000		0,78	
27/02/2001	10,64		0,74
27/03/2001	11,09		0,73
26/04/2001	11,01		0,71
24/05/2001	11,41	14,03	0,81
23/07/2001	11,92		1,01
21/08/2001	11,76		0,76
27/09/2001	12,15	4,99	1,13
18/10/2001	11,22	5,21	1,34
28/12/2001	9,33		1,73
21/01/2002	10,54		1,91
27/02/2002	10,29	5,17	2,36
27/03/2002	10,56	5,34	2,64
26/04/2002		5,51	
28/05/2002	11,29	5,29	2,16
27/06/2002	12,58		0,96
29/07/2002	12,34		0,94
29/08/2002	11,56	5,02	0,87
30/10/2002	11,24		0,88
20/11/2002	10,55		0,86
19/12/2002	10,29	5,01	0,86
30/01/2003	10,31	4,93	0,88
27/03/2003	10,83		1,18
30/05/2003	11,27		1,26

19/06/2003	11,78		1,05
28/08/2003	11,58		1,16
23/12/2003	10,89		
25/02/2004	10,61		
28/04/2004	10,85	5,39	1,07
16/06/2004	11,28		
23/10/2004		5,49	
02/02/2005	12,35		
19/04/2005	10,95		
28/06/2005	10,87		
04/08/2005	11,03	5,71	
13/10/2005		5,77	
12/12/2005	11,38	5,48	
08/02/2006	11,66		
25/04/2006	10,5	8,41	
25/04/2006			
28/06/2006	11,7	4,43	3,78
17/08/2006		4,54	
12/10/2006		5,75	3,14

05/12/2006			3,57
13/02/2007		4,74	3,86
13/04/2007		4,81	3,79
13/04/2007			
12/06/2007		5,89	
02/08/2007			2,17
19/10/2007			3,03
18/12/2007		7,98	3,36
21/02/2008			3,94
12/06/2008			2,26
12/08/2008			2,18
23/10/2008		6,73	2,02
promedio	10,89	5,77	3,08
min	7,78	0,25	0,02
max	13,38	14,03	12,18

ANEXO 5

Pesticidas prohibidos según SAG

Prohibición	Resolución	Año
Importación, fabricación y uso del monofluoracetato de sodio o compuesto 1080.	1.720	1982
Importación, fabricación, venta, distribución y uso del plaguicida DDT.	639	1984
Uso del Dibromuro de Etileno en fumigación de productos hortofrutícolas.	107	1985
Fija nivel máximo de residuos de plaguicidas clorados en empastadas para efectos sancionatorios.	1.437	1986
Importación, fabricación, venta, distribución y uso de los plaguicidas Dieldrin, Endrin, Heptacloro, y Clordán.	2.142	1987
Importación, fabricación, venta, distribución y uso del plaguicida Aldrin.	2.003	1988
Importación, distribución, venta y aplicación del fitorregulador Daminozide.	1.573	1989
Importación, fabricación, distribución, venta y uso de plaguicidas agrícolas que contengan sales orgánicas o inorgánicas de mercurio.	996	1993
Importación, fabricación, venta, distribución y uso del plaguicida Mevinfos.	3.195	1994
Importación, fabricación, venta, distribución y uso de los plaguicidas 2, 4, 5 – T, Clordimeform, Toxafeno o Canfeclor.	2.179	1998
Importación, venta, fabricación, distribución y uso de plaguicidas de uso agrícola que contengan Lindano.	2.180	1998
Importación, fabricación, venta, distribución y aplicación de plaguicidas de uso agrícola formulados en base a Paration Etilo y Metilo.	312	1999
Restringe el uso y manejo de todas las formulaciones de plaguicidas agrícolas que contengan Paraquat como ingrediente activo.	909	2001
Modifica Resolución N° 909 de 2001 que restringe el uso y manejo de plaguicidas que contengan Paraquat como ingrediente activo	3.191	2001
Importación, fabricación, venta, distribución y aplicación de plaguicidas de uso agrícola que contengan Hexaclorobenceno.	90	2002
Importación, fabricación, venta, distribución y aplicación de plaguicidas de uso agrícola que contengan Mirex.	91	2002
Fabricación, importación, comercio y aplicación de plaguicidas de uso agrícola que contengan Pentaclorofenol y sus sales	78	2004

ANEXO 6

Interpretación de valores numéricos de las propiedades de los pesticidas

Parámetros	Umbrales	Interpretación
Solubilidad (mg/L)	< 50	bajo
	50 - 500	moderado
	> 500	alto
Presión de vapor (mPa)	< 1*10 ⁻⁶	no volátil
	1*10 ⁻⁴ - 1*10 ⁻⁶	medianamente volátil
	> 1*10 ⁻⁴	volátil
Constante de Henry (Pa m³mol⁻¹)	>100	volátil
	0,1 - 100	moderadamente volátil
	< 0,1	no volátil
Vida media (días)	< 30	no persistente
	30 - 100	moderadamente persistente
	100 -365	persistente
	> 365	muy persistente
potencial de GUS	< 1,8	baja lixiviación
	1,8 - 2,8	estado de transición
	> 2,8	alta lixiviación
Koc / Kfoc (mL/g)	< 15	muy móvil
	15 - 75	móvil
	75 - 500	moderadamente móvil
	500 - 4000	ligeramente móvil
	> 4000	inmóvil

ANEXO 7

Características fisicoquímicas de los pesticidas consideradas para determinar el grado de lixiviación y solubilidad de los pesticidas.

Para el desarrollo de este anexo se consideró antecedentes de cuatro fuentes de información.

FUENTES	
1	Kegley S.E., Hill B.R., Orme S., Choi A.H. , 2009. Pesticide Database indexed by Chemicals Search. Pesticide Action Network (PAN). [Online] Disponible en http://www.pesticideinfo.org/Search_Chemicals.jsp (Revisado el 22 Julio 2009) San Francisco, CA. North América
2	University of Hertfordshire . 2009. The Pesticide Properties Database (PPDB). Agriculture & Environment Research Unit (AERU). [Online] Disponible en http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/es/index.htm (Revisado el 02 Julio 2009) Funded by UK national sources and the EU-funded FOOTPRINT project.
3	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Nacional . 2009. Normativa y Documentos. [Online] Disponible en http://www.minambiente.gov.co/descarga/descarga.aspx (Revisado 27 Julio 2009). República de Colombia.
4	Gan J. y Pang P. Cooperative Extention. Water Quality Program. University of California-Riverside. Pesticide Wise. [Online] Disponible en http://www.pw.ucr.edu (Revisado 23 Julio 2009). San Francisco, CA. North América

FUNGICIDAS	groundwater contaminants ¹ / Potencial lixiviador ⁴	SUELO		Potencial de GUS	Solubilidad (mgL ⁻¹)	Potencial de escorrentía ¹	Presión de Vapor (mPa)/ Constante de Henry (Pa m ³ mol ⁻¹)
		vida media* (días)	Coef. de adsorción (Koc mL/g)				
AZOXYSTROBIN	Potencial / bajo	1) - 2) 70, 279,21 3) 56 - 84 4) 65	1) 581 2) 423 3) 300- 1690 4) 1590	2) 2.53 3) 1.41	1)6 2)6.7 3)6 4)7	alto	2)1.1 x10 ⁻² /7,3x10 ⁻⁹
BENOMYL	¿? / bajo	1) 0.79 - 1 2) 67 , 0.8 3) 0.8 4) 67	1) 21 2) 1900 3) 1860 4)1900	2) 1.32 3) -0.633	1)2.9 2)2 4)2	alto	2)0.005/4x10 ⁻⁴ 3)0.005
BOSCALID	¿?	2) 200,-,200 3) >60	2) 809 3) 507 - 1110	2) 2.51 3)2.3	2)4.6 3)4.64	-	2)0.00072/5,18x10 ⁻⁸
PYRACLOSTROBIN	¿?	2)32, 62, 32 3) 2 - 37	1)517 2) 11000 3) 4000 – 150000	2) -0.06 3) -1.89 a 0.6	1)2.0 2)1.9 3)1.9	-	2)2.6x10 ⁻⁵ /5,31x10 ⁻⁶ 3) 2.6x10 ⁻⁵
CAPTAN	¿? / bajo	1)1 – 6.93 2) 0.8, 0.8, 3.7 4) 3	2) 97 4) 200	2) -0.2	1)5.1 2)5.2 4)5	bajo	2)0.0042/3x10 ⁻⁴

CARBENDAZIME	¿? / alto	2) 22, 260, 18 4) 120	2) 223 4) 400	2) 2.22	2) 8 4) 8	-	2) 0.09/3,6x10 ⁻³
CHLOROTHALONIL	Potencial / bajo	1) 8 - 35 2) 22, 16, 44 3) 48 4) 30	1) 1787 2) 850 3) 5000 4) 1380	2) 1.44 3) 0.50	1) 1 2) 0.81 3) 0.81 4) 0.6	intermedio	2) 0.0767/2,5x10 ⁻² 3) 0.0762
CYMOXANIL	- / bajo	1) 0.07 - 3.65 2) 0.7, 1.4, 3.5 3) < 2 4) 5	1) 1.33 2) 43.6 3) 39 - 110 4) 391	2) -0.37 3) 2.26	2) 780 4) 800	bajo	2) 0.15/3,8x10 ⁻⁵ 3) 0.15
CYPRODINIL	Potencial / bajo	1) 126 - 183 2) 37, 53, 45 4) 50	1) 1470 2) 1706 4) 1000	2) 1.2	1) 16 2) 13 4) 13	alto	2) 0.51/6,6x10 ⁻³
FLUDIOXONIL	Potencial / -	1) 365 2) 125, 239, 20.5 3) 140	1) 1614 2) 75000 3) 145000	2) 1.83 3) -2.49	1) 2 2) 1.8 3) 1.8	-	2) 3.9x10 ⁻⁴ /5,4x10 ⁻⁵ 3) 0.00039
DICHLORAN	potencial / bajo	1) 66 - 549 2) 17, 183, 17 3) 35 4) 10	1) 804 2) 773 3) 911 4) 1000	2) 1.37 3) 1.61	1) 6 2) 6.4 3) 6.3	-	2) 0.261/8,4x10 ⁻³
DIFENOCONAZOLE	¿?	2) 120, 85, 120 3) 670 a 1600	2) 3760 3) 3500	2) 0.88 3) 1.05	2) 15 3) 15	-	2) 3.33x10 ⁻⁵ /1,5x10 ⁻⁶ 3) 3.3x10 ⁻⁵
FENARIMOL	Potencial / alto	1) 1100 - 1622 2) 250, 703, 74 4) 360	1) 757 2) 734 4) 600	2) 2.72	1) 15 2) 13.5 4) 14	intermedio	2) 0.065/7x10 ⁻⁴
FENBUCONAZOLE	¿? / bajo	1) 348 - 559 2) 60, 150, 52 4) 247	1) 1511 2) 4425 4) 577	2) 0.63	2) 2.47 4) 3.8	alto	2) 3.4x10 ⁻⁴ /3,01x10 ⁻⁵
FENHEXAMID	Potencial / -	1) 1 - 97 2) 1, 1, - 3) 1	1) 853 2) 475 3) 877	2) 0 3) 0	2) 20 3) 20	-	2) 4x10 ⁻⁴ /5x10 ⁻⁶ 3) 4x10 ⁻⁴
IPRODIONE	Potencial / bajo	1) 32 - 64 2) 84, 26, 84 3) 35 4) 14	2) 373 3) 373 - 1551 4) 700	2) 2.75 3) 2.24 - 1.24	1) 12 2) 12.5 3) 14.2 4) 14	bajo	2) 0.0005/7x10 ⁻⁶ 3) 0.0005
KRESOXIM-METIL	Potencial / bajo	2) 16, 150, 16 3) 1 4) 4	1) 437 2) 308 3) 31.8 - 66.6 4) 100	2) 1.82 3) 0	2) 2 4) 2	bajo	2) 2.3x10 ⁻³ /3,6x10 ⁻⁷ 3) 1.77x10 ⁻²

METALAXIL	Potencial / alto	1) 62 - 68 2) 42, 46, 42 3) 296 4) 70	1) 163 2) 500 3) 20 - 1299 4) 50	2) 2.11 3) 6.669	1)8405 2)7100 3)7100 4)8400	intermedio	2)0,75/1,6x10 ⁻⁵
MANCOZEB	¿? / bajo	1)2 - 8 2) 0.1, 18, 0.1 3)5 4) 70	2) 998 3) 363 - 2334 4) 2000	2) -1 3) 0.9936	1)6.2 2)6.2 3)6-20 4)6	alto	2)0.013/5,9x10 ⁻⁴ 3)1.7x10 ⁻⁵
METIRAM COMPLEJO	Potencial / -	1)14 - 0.5 2) 1, 1, 7 3) 0.4 - 1	1) 913 2) 500000	2)0	2)2 3)2 3)0.1	intermedio	2)0.01/5,4x10 ⁻³ 3)>0.01
MICLOBUTANIL	¿? / bajo	2) 35, 354, 35 3) 66	5172) 3) 226 - 920	2) 1.9 3) 1.88 a 2.99	1)124 3)124	intermedio	2)0.198/4,33x10 ⁻⁴ 3)0,198
PENCONAZOLE	¿?	2) 197, 117, 90	2) 2205	2) 1.21	2)73	-	2)0.366/6,6x10 ⁻⁴
PROCIMIDONE	¿? / bajo	2) 7, 784.5, 208 4) 7	2)378 4) 1500	2) 1.2	2)2.46	-	2)0.023/2,65x10 ⁻³
PYRIMETHANIL	¿?	2) 55, 55, 29.5 3) 23 - 54	2) 301 3) 75 - 751	2) 2.65 3) 1.6 a 3.6	2)121 3)212	-	2)1.1/3,6x10 ⁻³ 3)2.2
QUINOXYFENO	-	2) 97, 374, 97	2) 22929	2) -0.72	2)0.047	-	2)0.012/3,19x10 ⁻²
TEBUCONAZOLE	Potencial / -	1)500 - 1000 2) 62, 365, 55.8 3) 94	1) 1000 2) 769 3) 1000	2) 2 3) 1.98	2)36 3)36	-	2)1.3x10 ⁻³ /1x10 ⁻⁵ 3)3.1x10 ⁻³
TETRACONAZOLE	¿?	2) 61, 838, 430	2) 1152	2) 1.68	2)156.6	-	2)0.18/3,6x10 ⁻⁴
TRIADIMEFON	Potencial / intermedio	1) 6 - 23 2) 26 3) 26 - 210 4) 26	1) 364 2) 300 3) 300 - 520 4) 300	2) 2.15 3) 1.82 - 3.54	1)64 2)70 3)715 4)72	bajo	2)0.02/9x10 ⁻⁵ 3)0.06
TRIFLOXYSTROBIN	¿?	1) 3 - 35 2) 7, 2, 7 3) <3 4) 5	1) 35 2) 2377 3) 1642 - 3745 4) 2709	2) 0.53 3) -0.06	2)0.61 3)0.61 4)0.61	intermedio	2)3.4x10 ⁻³ /2,3x10 ⁻³ 3)3.4x10 ⁻³
TRIFLUMIZOLE	Potencial / intermedio	1) 23 - 67 2) 13 4) 14	1) 1244 2) 1373 4) 40	2) 0.96	1)18 2)10.5	bajo	2)0.191/6,29x10 ⁻³
INSECTICIDAS							
ACRINATHRIN	¿?	2) 52, -, 22	2) 73960	2) -1.49	2)0.002	-	2)4.4x10 ⁻⁵ /1,8x10 ⁻²

CHLORPYRIFOS	¿? / bajo	1) 113 - 135 2) 50, 76, 21 3) 3 - 56 4) 30	1) 125.2 2) 815 3) 6070 - 8498 4) 6070	2) 0.15 3) 0.1	1)1.18 2)1.05 3)5.6 4)0.4	intermedio	2)1.43/0,478 3)2.4
DIMETHOATE	Potencial / intermedio	1)2 - 22 2) 26, 26, 7.2 4) 7	1) 262 2) 225 4) 20	2) 1.05	1)39800 2)39800 4)39800	bajo	2)0,247/1,42x10 ⁻⁶
IMIDACLOPRID	Potencial / -	1)27 - 997 2) 191, 187, 174 3) 180	1) 262 2) 225 3) 132 - 256	2) 3.76 3) 4.24	1)514 2)610 3)610	intermedio	2)4x10 ⁻⁷ /1,7x10 ⁻¹⁰ 3)9x10 ⁻⁷
HERBICIDAS							
DIURON	Alto / intermedio	1) 372 - 995 2) 75.5, 75.5, 89 3) 173 4) 90	1) 499 2) 1067 3) 468 4) 480	2) 1.83 3) 2.98	1)36 2)35.6 3)42 4)42	intermedio	2)1.15x10 ⁻³ /2x10 ⁻⁶
FLUMIOXAZIN	¿?	2) 20, 19	2) 889	2) 1.37	2)1.79	-	2)3.2/6,36x10 ⁻²
SIMAZINA	Alto / alto	1) 71 - 110 2) 60, -, 90 3) 21 - 102 4) 60	1)340 2) 130 3) 78 - 3559 4) 130	2) 3.55 3) 3.78	1)6 2)5 3)5 4)6	intermedio	2)0.00081/5,6x10 ⁻⁵ 3)0.00081
MISCELANEOS							
ETHEPHON	¿? / muy bajo	1) 5.3 - 7.5 2) 16, 16.5, 13.4 4)10	1) 30 2) 2540 4) 100000	2) 0.7	2)1000000 4)1239000	intermedio	2)1/1,45x10 ⁻⁷
CYCLANILIDA	¿?	2) 28, 29, 28	2) 358	2) 2.09	1)48	-	2)0.0084/7,41x10 ⁻⁵
FORCHLORFENURO N	¿?	2) 578, -, 1119	2) 1100	2) 2.65	2)39	-	2)4.6x10 ⁻⁵

*Vida media en la referencia número dos se colocará de acuerdo a: típica, en laboratorio y en campo.

ANEXO 8

Características de pesticidas de acuerdo a su poder de lixiviación y con cierta solubilidad.

En este anexo se considerarán las cuatro fuentes del anexo anterior.

PESTICIDAS CON ALTO PODER DE LIXIVIACIÓN

PESTICIDA	Venta *	Toxicidad **	Vida media (días)			Solubilidad (mg L ⁻¹)
			Fotolisis Agua/suelo	Agua	Hidrolisis	
CARBENZAMIDA	200	poca	2) estable	2) 8.3	2) 350	2) 8 4) 8
METALAXYL	200 +	media	2) estable	2) 56	1) 1000 2) 106	1) 8405 2) 7100 3) 7100 4) 8400
TRIADIMEFON	7000	media	2) 0.8	2) 12 3) 6-8	1) 1760 2) estable	1) 64 2) 70 3) 715 4) 72
IMIDACLOPRID	20000	Media	2) 0.2/ 3) 57-144min / 4.7	2) 30	1) 30 2) estable 3) 33-44	1) 514 2) 610 3) 610
DIURON	1500	Poca	2) 43 3) 43	2) 8.8	1) 1285 2) estable 3) estable	1) 36 2) 35.6 3) 42 4) 42
SIMAZINA	22000	Poca	2) 1.9	2) 46	1) 28 2) 96 3) 200	1) 6 2) 5 3) 5 4) 6

*: Cantidad de productos vendidos en la Cuarta Región. Declaración de Ventas de Plaguicidas año 2006.

** : Toxicidad aguda según PAN. http://www.pesticideinfo.org/Search_Chemicals.jsp

PESTICIDAS CON MEDIANO PODER DE LIXIVIACIÓN

PESTICIDA	Venta *	Toxicidad **	Vida Media (días)			Solubilidad (mg L ⁻¹)
			Fotolisis Agua/ Suelo	Agua	Hidrolisis	
AZOXYSTROBIN	1000	Nula	2) 11 3) 11-17 / 11	2) 46 3) 187-239	2) estable	1) 6 2) 6.7 3) 6 4) 7
BOSCALID	9000 +	Baja ¹	2) 30	3) 16-21	2) estable	2) 4.6 3) 4.64
IPRODIONA	10000 +	Poca	2) 67 3) <1-67	2) 30	1) 5 2) 3 3) 4.7	1) 12 2) 12.5 3) 14.2 4) 14
KRESOXIM-METIL	4000	Poca	2) 28 3) 30	2) 0.82 3) 55	1) 34 2) 34 3) 34	2) 2 4) 2
FENARIMOL	1000	Poca	2) 0.5	2) 4	1) 28 2) estable	1) 15 2) 13.5 4) 14
PIRIMETANIL	800	Nula	2) estable	2) 16.5	2) estable 3) estable	2) 121 3) 212

TEBUCONAZOLE	8000 +	Media	2) estable 3) estable	2) 42.6 3) 43-49	1) 28 2) estable 3) estable	2) 36 3) 36
MICLOBUTANIL	10000	Poca	2) 15	2) 12	2) estable	1) 124 3) 142
FORCLORFENURON	1100	Baja ¹	2) estable	2) estable	2) estable	1) 39
CICLANILIDA	20	Media	2) 55	2) 18	2) estable	2) 48

*: Cantidad de productos vendidos en la Cuarta Región Declaración de Ventas de Plaguicidas año 2006.

** : Toxicidad aguda según PAN. http://www.pesticideinfo.org/Search_Chemicals.jsp

1: Toxicidad aguda según EPA.

PESTICIDAS CON INCIERTO PODER DE LIXIVIACIÓN

PESTICIDA	Venta *	Toxicidad **	Vida media (días)			Solubilidad (mg L ⁻¹)
			Fotolisis Agua/suelo	Agua	Hidrolisis	
CAPTAN	10000	Alta	2)estable		1)14,1 2)0,6	1)5,1 2)5,2 4)5
CLOROTALONIL	26000	Alta	2)65	2)0,1 3)8hrs- 10días	1)49 2)estable	1)1 2)0,81 3)0,81 4)0,6
DIMETOATO	1400	Alta	2)175	2)45,3	1)68 2)68	1)39800 2)39800 4)39800
FLUMIOXAZIM	64000	Baja ¹	2)1	2)2	2)1	2)1,79

*: Cantidad de productos vendidos en la Cuarta Región Declaración de Ventas de Plaguicidas año 2006.

** : Toxicidad aguda según PAN. http://www.pesticideinfo.org/Search_Chemicals.jsp

1: Toxicidad aguda según EPA.

PESTICIDAS CON SOLUBILIDAD ALTA O MEDIA

PESTICIDA	Venta *	Toxicidad **	Vida media (días)			Solubilidad (mg L ⁻¹)
			Fotolisis Agua/suelo	Agua	Hidrolisis	
CIMOXANIL	10000	Poca	2)1,7	2)0,3 3)<1	2)1,1	2)780 3)900 4)800
ETEFON	2500	Nula	2)40,4	2)2,4	2)2,5	2)1000000 4)1239000
PENCONAZOLE	2000	Nula	2)4	2)2	2)estable	2)73
TETRACONAZOLE	22	Moderada	2)217	2)2	2)estable	2)156,6

*: Cantidad de productos vendidos en la Cuarta Región. Declaración de Ventas de Plaguicidas año 2006.

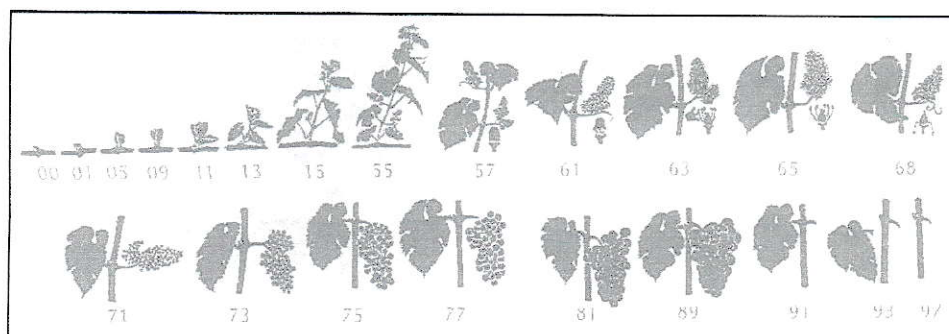
** : Toxicidad aguda según PAN. http://www.pesticideinfo.org/Search_Chemicals.jsp

ANEXO 9

Producción de la uva para determinar épocas de aplicación de los
pesticidas.

Estados fenolicos de la vid desde yema invernante a caída de hojas.

- 00 Receso invernal: escamas de la yema invernante cerradas.
- 01 Yema hinchada: las yemas se expanden dentro de las escamas.
- 05 Yema algodonada.
- 09 “reventón” de yema: brote verde claramente visible.
- 11 Primera hoja no desplegada.
- 13 Dos o tres hojas no desplegadas.
- 15 Cinco a seis hojas no desplegadas, inflorescencias claramente visibles.
- 55 Elongación de inflorescencias, flores densamente agrupadas.
- 57 Inflorescencia completamente desarrollada, flores separadas.
- 61 Comienzo de floración, caída de las primeras caliptras.
- 63 Principio de floración: 25% de caliptras han caído.
- 65 Plena floración: 50% de caliptras han caído.
- 68 Fines de floración: 80% de caliptras han caído.
- 71 Cuaja: frutos jóvenes comienzan a crecer, las flores que no cuajaron se pierden.
- 73 Pequeñas bayas: los racimos comienzan a colgar.
- 75 Bayas del tamaño de una arveja: los racimos cuelgan.
- 77 Las bayas comienzan a toparse.
- 81 Pinta. Comienzo de la madurez. Las bayas comienzan a perder el color verde.
- 89 Madurez de cosecha.
- 91 Finalización de la maduración de la madera luego de la cosecha.
- 93 Comienzo de caída de hojas.
- 97 Fin de caída de hojas



Ocurrencia de los estados fenológicos en Vicuña (IV Region) respecto a fecha calendario.

Cultivar	Yema algodonosa	Floración	Cuaja	Pinta	Madurez	Caída hojas
Thompson Seedless (sin cianamida)	24 ago	18 oct	26 oct	20 dic	20 ene	10 may
Thompson Seedless (con cianamida)	7 ago	7 oct	16 oct	15 dic	10 ene	30 abr
Black Seedless (sin cianamida)	20 ago	25 oct	2 nov	28 dic	25 ene	25 abr
Perlette (sin cianamida)	10 ago	8 oct	15 oct	30 nov	19 dic	20 abr
Perlette (con cianamida)	17 jul	22 sep	2 oct	15 nov	9 dic	10 may
Fleme Seedless (sin cianamida)	24 ago	24 oct	3 nov	20 dic	8 ene	10 may
Fleme Seedless (con cianamida)	24 jul	8 oct	16 oct	12 dic	29 dic	30 may
Italia Pirovano (sin cianamida)	4 sep	20 oct	2 nov	4 ene	4 feb	30 abr