

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Salud

Doctorado en Salud Colectiva, Ambiente y Sociedad

Metabolismo social en el uso del agua para la producción florícola

Renato Gabriel Sánchez Proaño

Tutor: Charles Jim Cachipundo Ulcuango

Quito, 2021

Trabajo almacenado en el Repositorio Institucional UASB-DIGITAL con licencia Creative Commons 4.0 Internacional

	Reconocimiento de créditos de la obra No comercial Sin obras derivadas	
---	---	---

Para usar esta obra, deben respetarse los términos de esta licencia

Cláusula de cesión de derechos

Yo, Renato Gabriel Sánchez Proaño, autor de la tesis “Metabolismo social en el uso del agua para la producción florícola. Caso de estudio: microcuenca del río Pisque en el Ecuador”, mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos a la obtención del Título de Doctor en Salud Colectiva, Ambiente y Sociedad en la Universidad Andina Simón Bolívar.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad utilizar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Esta autorización incluye la reproducción total o parcial de los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en la red local y en internet.

2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.

3. En esta fecha entrego a la Secretaría General el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

Diciembre, 2021

Renato Gabriel Sánchez Proaño

Resumen

El objetivo de la presente investigación es analizar el metabolismo sociedad-naturaleza de la producción florícola y la consecuente contaminación del agua en los países del sur del planeta, específicamente el Ecuador; para esto se toma un caso de estudio con información levantada en la microcuenca del río Pisque ubicada al noreste de la provincia de Pichincha entre los años 2018 y 2019. Para la comprensión a profundidad el metabolismo sociedad-naturaleza se usó el método de la “Determinación social”, el cual no solo asocia las afectaciones a la salud colectiva con la contaminación ambiental, sino que demuestra su origen considerando los procesos sociales detrás de estos problemas en varias escalas, desde el individuo hasta la sociedad de la que forma parte. Este análisis está ordenado en cuatro componentes conocidos como las 4 “S” de la vida para una sociedad sustentable, soberana, solidaria y segura.

Con el fin de conocer la base teórica del trabajo, en el primer capítulo se realiza un acercamiento al estado del arte de economía política en la cual se desarrolla en el mundo actualmente, y por lo tanto los países del sur como el Ecuador. Se analiza el método desarrollado de la Determinación social enfocado en las condiciones de su población y las fuentes hídricas.

En el segundo capítulo se muestra cómo el metabolismo sociedad-naturaleza impuesto desde la dependencia económica globalizada forja una contaminación del agua oculta en la exportación de flores.

El tercer capítulo se enfoca en cómo el metabolismo sociedad-naturaleza impuesto forja una dependencia de los territorios en los países del sur, lo cual genera una pérdida de la soberanía por la extracción y exportación de sus “recursos” naturales de una forma oculta al comercio físico,

Por último, el cuarto capítulo describe cómo el metabolismo impuesto es inequitativo y por tanto poco solidario con el aprovechamiento de los bienes y beneficios materiales entre los países del norte y el sur, y sus zonas urbanas y rurales; lo cual se agrava con la socialización de los “males” resultantes de la producción florícola en los países del sur, lo cual causa contaminación que afecta la salud colectiva de las zonas más vulnerables.

Tabla de contenido

Tablas	11
Gráficos	15
Mapas	19
Abreviaturas	21
Introducción.....	23
Metodología.....	25
Capítulo primero. Marco conceptual.....	27
1. Determinación social de la salud	27
1.1 Matriz de procesos críticos.....	33
2. Epistemología del agua.....	34
2.1 Cambios epistémicos e históricos con el uso del agua	36
2.2 Epistemes modernas del agua.....	40
2.3 Epistemología del agua desde el sur.....	43
3. Economía política del agua.....	44
3.1 La teoría del valor.....	44
3.2 Capitalismo.....	45
3.3 Resurgimiento de la economía vulgar	47
3.4 Subsunción del trabajo al capital.....	47
3.5 Subsunción del consumo al capital.....	49
3.6 Neoliberalismo	50
3.7 Tendencias post-neoliberalistas.....	50
4. Metabolismo sociedad-naturaleza del agua	51
4.1 Materialismo como base del análisis metabólico	52
4.2 Los flujos ocultos del agua en los estudios de metabolismo sociedad- naturaleza	53
4.3 Relación dialéctica en el metabolismo sociedad-naturaleza del agua	56
4.4 Análisis de la complejidad en el estudio metabólico.....	57
5. Agua virtual	58
5.1 Flujos globales de agua	59

Capítulo segundo. Sustentabilidad del agua por la actividad florícola en la microcuenca del río Pisque	63
1. Introducción	63
2. Metodología	64
3. Microcuenca del río Pisque.....	67
3.1 Datos hidrológicos de la microcuenca.....	67
3.2 Datos demográficos y sociales de la microcuenca	68
3.3 Producción florícola en la microcuenca del río Pisque	69
3.4 Problemas a la salud por el uso de agrotóxicos	70
3.5 Problemas al agua por el uso de agrotóxicos.....	71
4. Técnicas	71
4.1 Diseño de aforo in situ.....	71
4.2 Diseño de muestreo in situ	72
4.3 Plan de muestreo.....	80
4.4 Análisis compuestos del agua físicos, químicos y microbiológicos..	84
4.5 Análisis de agrotóxicos.....	86
4.6 Cuantificación temporal de agrotóxicos en el río Pisque	97
4.7 Agua virtual	97
5. Resultados	100
5.1 Caudales de agua (cantidad).....	100
5.2 Calidad física, química y microbiológica del agua en la microcuenca	101
5.3 Características de la producción florícola en la microcuenca	108
5.4 Agrotóxicos usados en la producción florícola	112
5.5 Cuantificación de agrotóxicos en muestras compuestas	119
5.6 Cuantificación de agrotóxicos en muestreadores pasivos	127
5.7 Agrotóxicos transportados en la microcuenca del río Pisque.....	134
5.8 Agua virtual	149
6. Discusión	154
6.1 Contaminación y sustentabilidad ambiental en la producción de rosas	158
Capítulo tercero. Soberanía: dependencia y vulnerabilidad de territorios al mercado externo y la apropiación oculta de “recursos”	161

1.	Introducción	161
2.	Metodología	161
3.	Dependencia de territorios en Cayambe	164
4.	Mercados de flores	168
4.1	Precios en la cadena de comercialización	173
4.2	Vulnerabilidad del mercado	175
5.	Apropiación del agua	179
5.1	Flujos de agua virtual de la industria florícola	181
6.	Discusión	183
Capítulo cuarto. Solidaridad y salud: la inequidad en el metabolismo sociedad-naturaleza como determinante de la salud colectiva.....		189
1.	Introducción	189
2.	Solidaridad	189
2.1	Metodología.....	190
3.	Inequidad	192
3.1	Inequidad controlada desde el metabolismo sociedad-naturaleza...	193
4.	La economía ecológica como herramienta para el análisis del metabolismo social	196
5.	Costo real de la escasez y contaminación del agua	199
5.1	Costo por escasez futura de agua.....	200
5.2	Costo por cambio climático.....	204
5.3	Costo por ineficiencia en el uso.....	205
5.4	Costo por falta de tratamiento	206
5.5	Discusión	210
6.	Salud	212
6.1	Metodología.....	213
6.2	Afectaciones a la salud y la bioseguridad.....	215
6.3	Embodiments	217
6.4	Salud colectiva y metabolismo sociedad-naturaleza del agua.....	218
6.5	Discusión	219
Conclusiones.....		221
1.	Sustentabilidad.....	222
2.	Soberanía	224

3. Solidaridad.....	226
4. Salud (bioseguridad).....	227
Bibliografía.....	229
Anexos.....	257

Tablas

Tabla 1. Matriz de procesos críticos que muestran la relación de las 4 S con los procesos de reproducción social y sus nodos analíticos	34
Tabla 2. Población y tasa de crecimiento poblacional de la microcuenca	68
Tabla 3. Datos socioeconómicos de la microcuenca por cantones.....	68
Tabla 4. Desarrollo del componente crítico para entender la sustentabilidad en el territorio	65
Tabla 5. Matriz de sistematización de variables para la sustentabilidad	66
Tabla 6. Puntos de muestreo compuesto según tipo y ubicación en la microcuenca.....	80
Tabla 7. Puntos de muestreo pasivo	82
Tabla 8. Resumen de plan de muestreo	83
Tabla 9. Parámetros de análisis de agua y métodos utilizados.....	84
Tabla 10. Equipos usados en la extracción y medición de los agrotóxicos.....	89
Tabla 11. Resultados de aforos realizados en los ríos en m ³ /s	101
Tabla 12. Resultados promedio de calidad de agua fisicoquímicos y microbiológicos en todos los puntos de muestreo	101
Tabla 13. Resultados promedio de calidad de agua de parámetros químico en todos los puntos de muestreo	104
Tabla 14. Resumen de los valores ICA para cada una de las fuentes de agua ..	106
Tabla 15. Matriz de importancia para escoger los agrotóxicos a analizar.....	112
Tabla 16. Agrotóxicos analizados según categoría, polaridad, clasificación por hospedador y toxicidad	118
Tabla 17. Promedio de agrotóxicos analizados de las muestras compuestas 1	120
Tabla 18. Promedio de agrotóxicos analizados de las muestras compuestas 2	121
Tabla 19. Promedio de agrotóxicos analizados de las muestras compuestas 3	122
Tabla 20. Promedio de agrotóxicos analizados de las muestras compuestas 4	124
Tabla 21. Agrotóxicos polares a analizar con los dispositivos SPMD.....	127

Tabla 22. Agrotóxicos no polares a analizar con los dispositivos POCIS	128
Tabla 23. Promedio de agrotóxicos analizados por dispositivos 1.....	128
Tabla 24. Promedio de agrotóxicos analizados por dispositivos 2.....	130
Tabla 25. Promedio de agrotóxicos analizados por dispositivos 3.....	131
Tabla 26. Volumen agregado para la concentración de 1ppm	134
Tabla 27. Resultados de concentración de agrotóxicos tomados en el canal hidrodinámico	136
Tabla 28. Resultados de las concentraciones obtenidas desde los muestreadores pasivos	140
Tabla 29. Cálculo de la masa total de agrotóxicos trasportados en un año en el río Granobles.....	143
Tabla 30. Cálculo de la masa total de agrotóxicos trasportados en un año en el Guachalá	144
Tabla 31. Cálculo de la masa total de agrotóxicos trasportados en un año en el Pisque piscinas	146
Tabla 32. Calidad fisicoquímica de agua y sumatoria de agrotóxicos en cada finca	150
Tabla 33. Datos obtenidos de encuestas a los productores.....	151
Tabla 34. Datos medidos en campo.....	152
Tabla 35. Cálculo de la huella hídrica total	153
Tabla 36. Valores de agua virtual a nivel de finca y microcuenca.....	154
Tabla 37. Desarrollo del componente crítico para entender la soberanía en el territorio	163
Tabla 38. Matriz de sistematización de variables para la soberanía.....	163
Tabla 39. Porcentaje de importación hacia los principales países demandantes de flores	169
Tabla 40. Porcentaje de participación en el mercado mundial de los principales países productores de flores	170
Tabla 41. Porcentaje de exportación de flores ecuatorianas hacia principales países compradores (año 2020).....	171

Tabla 42. Costos de comercialización de rosas ecuatorianas en temporada baja en el mercado estadounidense.....	173
Tabla 43. Costos de comercialización de rosas ecuatorianas en temporada alta en el mercado estadounidense	174
Tabla 44. Productividad económica de la tierra por sistema de producción agrícola en la microcuenca del río Pisque para el año 2016.....	185
Tabla 45. Desarrollo del componente crítico para entender la solidaridad en el territorio	191
Tabla 46. Matriz de sistematización de variables para la solidaridad	191
Tabla 47. Consumo total de agua por cada sistema de riego en la microcuenca del río Pisque en el año 2018.....	201
Tabla 48. Tasas de crecimiento y proyección de poblaciones para el año 2020 y 2050 de los cantones de Tabacundo y Cayambe	202
Tabla 49. Datos para calcular el costo por desperdicio de agua en la industria florícola en la microcuenca del río Pisque para el año 2018	205
Tabla 50. Parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua residual cruda de florícola.....	207
Tabla 51. Cantidades y costos de insumos necesarios para el tratamiento de un litro de agua residual de la industria florícola.....	209
Tabla 52. Matriz de procesos críticos para concatenar los nodos analíticos con los procesos de la salud.....	214
Tabla 53. Matriz de sistematización de variables para la salud y bioseguridad.....	214

Gráficos

Gráfico 1. Método de análisis de la complejidad en la DSS	31
Gráfico 2. Incorporación de variables de técnicas de investigación para la explicación de procesos sociales.....	33
Gráfico 3. Dialéctica en el intercambio material en el metabolismo sociedad – naturaleza.....	51
Gráfico 4. Representación de la configuración entre materialidades	52
Gráfico 5. Ciclos hídricos en la unidad hidro-ecosistema	57
Gráfico 6. Ciclos hídricos en el metabolismo sociedad-naturaleza.....	57
Gráfico 7. Flujo de agua virtual continental para el año 2007	60
Gráfico 8. Diagrama de representación de los afluentes de la microcuenca del río Pisque	67
Gráfico 9. Nodo analítico del agua en el metabolismo sociedad naturaleza	64
Gráfico 10. Esquema representativo del drenaje de los cuerpos de agua.....	73
Gráfico 11. Aforo realizado en el canal Pummaqui	71
Gráfico 12. Muestreo realizado en el río Guachalá.....	79
Gráfico 13. Análisis de agrotóxicos en HPLC	89
Gráfico 14. Dispositivos POCIS a usarse.....	91
Gráfico 15. Dispositivos SPMD a usarse	92
Gráfico 16. Diseño y medidas de la carcasa de sujeción del muestreador	92
Gráfico 17. Muestreadores pasivos colocados en los cuerpos de agua	93
Gráfico 18. Representación de la colocación de los muestreadores pasivos.....	93
Gráfico 19. Proceso de diálisis realizado en el laboratorio	94
Gráfico 20. Canal hidrodinámico usado en la calibración de los muestreadores pasivos	96
Gráfico 21. Puntos de aforo en los ríos Granobles y Pisque	100
Gráfico 22. Ocupación del encuestado en la finca	108
Gráfico 23. Área neta de cultivo de flores por finca	109

Gráfico 24. Tallos de flores producidos por finca en ciclos trimestrales	109
Gráfico 25. Sitios de almacenamiento de agrotóxicos	110
Gráfico 26. Fuentes de agua más cercanas a los cultivos.....	111
Gráfico 27. Distancias entre los cultivos y las fuentes de agua.....	111
Gráfico 28. Gráficos de degradación en laboratorio obtenidos en los compuestos de toxicidad Tipo 1	138
Gráfico 29. Gráficos de degradación en laboratorio obtenidos en los compuestos de toxicidad Tipo 2	138
Gráfico 30. Gráficos de degradación en laboratorio obtenidos en los compuestos de toxicidad Tipo 3	138
Gráfico 31. Gráficos de degradación en laboratorio obtenidos en los compuestos de toxicidad Tipo 4	139
Gráfico 32. Nodos analíticos de agua y capital en el metabolismo sociedad naturaleza.....	162
Gráfico 33. Precio semanal de comercialización de las rosas en centavos de euro entre 1993 y el 2008.....	176
Gráfico 34. Precio mensual de comercialización de las rosas en centavos de euro entre mayo de 2018 y marzo de 2021	177
Gráfico 35. Variación del posicionamiento medido en forma de “variación del comercio mundial”, y eficiencia medida en forma de “variación en la participación del mercado” de las exportaciones no petroleras del Ecuador entre los años 2002 y 2012	178
Gráfico 36. Formación bruta de capital fijo de las exportaciones no petroleras del Ecuador entre los años 2007 y 2013	178
Gráfico 37. Porcentaje de uso de agua de riego entre cereales, hortalizas, pastos y flores, y tipo de tecnología de riego entre los años 1964 y 2015 en la microcuenca del río Pisque	180
Gráfico 38. Nodo analítico del costo real del agua en el metabolismo sociedad naturaleza.....	190
Gráfico 39. Saldo comercial-material no petrolero entre los años 1980 y 2004	194

Gráfico 40. Curva de Kuznets, regulación de la inequidad por medio de regulaciones del mercado.....	196
Gráfico 41. Representación de la ecología en el sistema económico neoclásico	197
Gráfico 42. Sistema en el que se basa la economía ecológica.....	198
Gráfico 43. Producción del sector florícola en toneladas desde el año 2009 hasta el año 2019.....	203
Gráfico 44. Proyección de la disponibilidad hídrica en la región Sierra Norte del Ecuador considerando los efectos del cambio climático	204
Gráfico 45. Muestra de agua residual de la industria florícola.....	206
Gráfico 46. Proceso de tratamiento del agua residual necesario para el cumplimiento de la normativa ambiental ecuatoriana	207
Gráfico 47. Características de carbono orgánico e índice de biodegradabilidad a la entrada y salida de un proceso de oxidación avanzada.....	209
Gráfico 48. Nodo analítico de las afectaciones en la salud y sus relaciones con el metabolismo sociedad-naturaleza y la determinación social de la salud.....	213
Gráfico 49. Problemas de salud detectados a trabajadores de dos fincas en el año 2003	217

Mapas

Mapa 1. Área actual ocupada por florícolas entre las ciudades de Cayambe y Tabacundo.....	69
Mapa 2. Ubicación de los puntos de muestreo compuesto.....	81
Mapa 3. Puntos de colocación de muestreadores pasivos	82
Mapa 4. Calidad del agua en la microcuenca del río Pisque según el índice ICA	107
Mapa 5. Ubicación de las dos fincas y de los tres puntos de muestro.....	150
Mapa 6. Comunidades resultantes de la división de las haciendas en el cantón Cayambe	166
Mapa 7. Exportación neta de agua virtual entre las distintas regiones del mundo en mil millones de metros cúbicos para el año 2008	182
Mapa 8. Exportación de agua virtual de la producción de rosas en el río Pisque para las distintas regiones del mundo en millones de metros cúbicos para el año 2020	182

Abreviaturas

4 S: sustentabilidad, soberanía, solidaridad y salud (bioseguridad).

ATP: trifosfato de adenosina

DBO₅: demanda bioquímica de oxígeno

DQO: demanda química de oxígeno

DS: determinación social

EPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

ha: hectárea

hb: habitantes

HH: huella hídrica

ICA: Índice de Calidad del Agua

L: litro

m²: metro cuadrado

m³: metro cúbico

mg: miligramo

mL: mililitro

mS: mili siemens

msnm: metros sobre el nivel del mar

NTU: unidad nefelométrica de turbidez

NMP: número más probable

pH: potencial hidrógeno

POA: Procesos de oxidación avanzada

SES: unidad socio-ecosistema

SM: Standard Methods

t: tonelada

UAC: uso de agua para el cultivo

UPS: Universidad Politécnica Salesiana

UASB: Universidad Andina Simón Bolívar

μL: microlitro

Introducción

Desde el inicio de su existencia, la humanidad ha requerido la apropiación de bienes y servicios desde y hacia la naturaleza para la satisfacción de sus necesidades. Este proceso de toda sociedad llamado metabolismo sociedad-naturaleza ha tomado una configuración particular con el sistema económico-social actual el capitalismo, el cual perjudica más al ambiente como a las sociedades más vulnerables.

La inequidad de la política económica caracterizada por el desarrollo de clases sociales (Marx 2002) a nivel mundial ha determinado que cada región lleve consigo una parte del proceso del metabolismo sociedad-naturaleza, quedando para regiones como América Latina los procesos de apropiación de materias primas, no solo de productos mineros, sino también agrícolas (Feinmann 2012).

Además, las leyes sociales y ambientales más laxas en los países del sur provocan que procesos productivos más contaminantes migren desde los países del norte, causando mayor contaminación al agua y a la salud humana. Es por esto necesario conocer cuáles son los procesos sociales que se reproducen para que justamente los pobladores rurales del sur del planeta sean quienes tengan que trabajar con productos altamente tóxicos, y además lo acepten voluntariamente.

En cuanto a la producción primaria, esta requiere grandes cantidades de agua, cuyo uso es invisibilizado en la producción de bienes de exportación ya que no se ve directamente en el producto (Allan 1993, 7), pero sufre cambios negativos en su calidad en los países de exportación, los cuales permanecen y se acumulan agravando los daños a los ecosistemas, y con esto a la salud colectiva humana (Breilh 2011a). Es por esto que la investigación no se limita a conocer cómo y en qué circunstancias los agrotóxicos afectan la salud de una población específica; sino por qué se usan compuestos con alta toxicidad y elevada permanencia en sectores rurales del sur del planeta, como es el caso de estudio.

Con el fin de acotar el análisis de la contaminación del agua sujeta a un metabolismo sociedad-naturaleza para los países del sur del planeta, se levantará información de estudio de caso de un tipo de producción que ha proliferado en los últimos 30 años que es la industria de la floricultura, ubicada en la microcuenca del río

Pisque, perteneciente a la cuenta del río Esmeraldas (desembocadura hacia el Océano Pacífico) en el Ecuador.

Como método se usará la Determinación Social (DS) propuesto por Breilh (2011a), que iniciará en el Capítulo primero con la explicación de la teoría necesaria para indagar la reproducción social; seguida por una aplicación de la metodología en sus cuatro categorías, la sustentabilidad (Capítulo segundo) en la cual se realizará un análisis de los efluentes florícolas específicamente para las zonas tropicales. Soberanía (Capítulo tercero) en la cual se incorporará la herramienta del agua virtual para el análisis de los flujos ocultos de agua; solidaridad y salud (Capítulo cuarto) en los cuales se incorporarán herramientas de la Economía ecológica para conocer los costos de contaminación trasladados a la salud de los pobladores.

Así se pretende con el presente trabajo aportar a la operativización del método de la determinación social, con lo cual se podrán inquirir en los procesos de reproducción social insalubres más ocultos a los análisis convencionales, y que deberán ser revertidos; reincorporando además el análisis crítico a los estudios de metabolismo sociedad naturaleza del agua.

Metodología

Objeto de estudio

Metabolismo sociedad-naturaleza en la determinación social de la salud de la contaminación del agua por la actividad florícola en la microcuenca del río Pisque en los años 2018-2019.

Preguntas de investigación

¿Qué consecuencias en la cantidad y calidad del agua produce el metabolismo social de la producción florícola de exportación? y ¿en qué medida el método de la determinación social aporta a este análisis?

Objetivos

Objetivo general:

Analizar el metabolismo social del uso del agua en la producción florícola en el Ecuador mediante un estudio de caso en la cuenca del río Pisque en los años 2018 y 2019.

Objetivos específicos:

- Cuantificar la contaminación de las aguas de cauces naturales, de riego y de consumo humano por florícolas en la cuenca del río Pisque.
- Evaluar el agua virtual de esta actividad para el caso de estudio.
- Analizar el metabolismo sociedad-naturaleza mediante el método de la determinación social.

Marco pluridisciplinario

- a. Química ambiental
- b. Hidrología (agua virtual)

- c. Economía política
- d. Economía ecológica
- e. Ciencias críticas de la salud

Operativización de metodología

La metodología utilizada en todo el documento es el de la determinación social, la cual se explica ampliamente en el Capítulo primero (sección 1.1.1) y se amplifica su operativización en cada capítulo mediante dos matrices, las primeras de desarrollo del componente crítico y las segundas de sistematización de variables, las cuales muestran a partir de datos cuantitativos medidos en el territorio de las causas y consecuencias de los procesos sociales que determinan el metabolismo del territorio en estudio. Para el Capítulo segundo el estudio se enfoca en la contaminación del agua para conocer el metabolismo sociedad-naturaleza desde el componente de la sustentabilidad; en el Capítulo tercero en la desigualdad en la distribución de los “recursos” y residuos para comprender el metabolismo desde el eje de la soberanía; y en el Capítulo cuarto en los costos de ocultos ambientales en las zonas más vulnerables desde el eje de solidaridad, y por último una reseña bibliográfica de las afectaciones a la salud enfocadas en el eje de la bioseguridad (Breilh 2021).

Ética

Todos los participantes del estudio expresaron por escrito su consentimiento informado. La investigación garantiza el cumplimiento de los principios éticos expresados en la Declaración de Helsinki de la WMA. El protocolo de investigación de la tesis doctoral fue aprobado por el Comité de Ética de la UASB.

Capítulo primero.

Marco conceptual

En este capítulo se realizará una revisión bibliográfica de las principales disciplinas, definiciones y datos que se usarán y complementarán en el este trabajo de investigación. Con el fin de ubicar el contexto histórico y modo de pensar en el que se desarrolla el presente se realizará una revisión epistemológica de la determinación social de la salud y del agua; seguido a esto se abordará la forma de consumo de materiales por parte de la sociedad en la economía política, para posteriormente analizar la forma en que estos materiales son obtenidos desde la naturaleza y distribuidos en las sociedades mediante el metabolismo sociedad-naturaleza. Con esto se revisará la cantidad de agua real contaminada en una zona del planeta, para lo cual se revisará la herramienta de análisis del agua virtual.

1. Determinación social de la salud

Existen varias formas de entender el término “salud”; en la época actual este término ha tenido una gran deformidad y reduccionismo, ya que se cree que el estado de salud solo se limita a la gestión de las enfermedades, las cuales se analizan según la percepción de sus fenómenos causales. Por el contrario, Breilh (2010, 115-116) sostiene que la salud en defensa de la vida es contrarrestar los procesos destructivos y promocionar los procesos protectores de la salud, lo cual significa un cambio epistemológico centrado en lo metacrítico y lo intercultural. El presente trabajo de investigación se inscribe en este episteme metódico, donde el verdadero propósito de la promoción y prevención de la salud es el desarrollo de varios elementos que soporten las realidades socio-históricas, los modos y estilos de vida saludables, así como las interacciones correctas del metabolismo sociedad-naturaleza para generar procesos que consigan una vida sana; siendo este el sentido de la conservación del agua como uno de los más importantes recursos para una vida y un ambiente sano.

En la época actual para evaluar las enfermedades en las sociedades se utilizan los métodos y herramientas hegemónicas de la epidemiología clásica. Al igual que todas las

ciencias en la modernidad, esta ciencia se fundamenta en epistemes lineales y acumulativos basados en formar un orden social a favor del capital. Su método está basado en el objetivismo inscrito en el paradigma positivista, donde el conocimiento se forma en el sujeto cognoscente “puro” que puede estudiar a los objetos reflejados en él por conjunciones empíricas (Breilh 2003, 43). En la ciencia positivista los métodos se confunden con las técnicas, ya que esta ciencia no llega a topar o modificar lo epistemológico, sino que su conocimiento permanece en la modificación de las variables sin llegar a las verdaderas causas a los problemas.

Es por esto que la presente investigación se basa en la incorporación de la complejidad en el análisis del agua, evitando el determinismo inductivo basado en la obtención de datos, la inducción, seguido de la formación de leyes y teorías con las cuales se obtienen deducciones y previsiones, separándose los eventos reales en cosas por un lado y por otro sus “contextos y relaciones evaluativas” (Miles 1979); dándose a entender que el propósito de la ciencia es el uso de mecanismos y metodologías para desarrollarla (Breilh 2019).

Esta preocupación en el método y no en el propósito de la ciencia oculta su enajenación por el capital en la sociedad capitalista, y es por esto que continúan las irracionalidades ambientales, energéticas, productivas y sociales. Además, en varias de estas ciencias sociales, como por ejemplo la teoría económica existe una clara evidencia ideológica con complicidad racista, colonialista e imperialista (Oye 1992).

Es por esto que, para llegar a los orígenes de la contaminación del agua se usará el método de análisis crítico de Jaime Breilh (2011a, 133) conocido como la Determinación Social (DS). Este método envuelve varias escuelas del pensamiento; para abordar los problemas teórico-cognitivo usa la teoría crítica formulada en la Escuela de Frankfurt, la cual denuncia la separación positivista entre el sujeto que conoce y el objeto conocido (Horkheimer 1937), y en su lugar integra un análisis dialéctico entre ambos.

La construcción de una herramienta de transformación de la realidad basada en la ciencia crítica (Marx 2002), contiene el bagaje de dos vertientes epistemológicas; la primera procedente de Kuhn (1962), en donde se “rescata la visión dialéctica del pensamiento científico, su naturaleza social, transformabilidad y el carácter “revolucionario” dado por la oposición de ideas innovadoras frente a los aspectos

“normales”, abriendo las puertas a una aproximación socio-política de la determinación comunitaria de la ciencia, sus modelos e instrumentos”. La segunda corriente epistemológica viene de Bourdieu (1992), la cual analiza “...la teoría como un modus operandi que orienta y organiza la practica científica... (y las) ... capacidades creadoras, activas, inventivas del hábitus...” y el lado activo del conocimiento científico como “...el capital de un sujeto trascendente...de un agente en acción” (Breilh 2013a, 1).

Otras características de la DS son sus posturas metacrítica, intercultural y transdisciplinaria; entendiéndose lo metacrítico como la superación dialéctica en la que existe una transformación del pensamiento de distintas culturas y no solamente una acumulación de distintas explicaciones (Breilh 2003, 290). La interculturalidad se refiere a la relación estratégica entre sujetos de culturas distintas para desarrollar “un proyecto social emancipador”. Este pensamiento intercultural metacrítico aporta al pensamiento en salud una base en la equidad, la justicia social entre culturas, respetándose las distintas miradas en una visión anticolonial ¹ (Breilh 2009, 8). Respecto a lo transdisciplinario se puede destacar que no es una secuenciación, integración o combinación de distintas disciplinas, sino que tiende a trascender, transgredir y transformar a las disciplinas (Frodeman 2010). Es notorio que metacrítica está en clara oposición con la linealidad, que es un reduccionismo de los fenómenos a causas y efectos. Por lo tanto, un trabajo académico metacrítico se basa en la construcción de la complejidad entendida en una sociedad metacrítica, haciendo que las distintas disciplinas trabajen en conjunto (Breilh 2010b, 102). La interculturalidad está opuesta a la uniculturalidad que condena otras visiones, reduciendo el pensamiento científico a un molde rígido y monótono de la realidad (Breilh 2010a, 7).

Dentro de la visión de salud colectiva, la DS fundamentada en la epistemología crítica latinoamericana considera que los procesos de la salud y sus demostraciones en espacios individuales se da en contextos de interdependencia social, como las inequidades sociales, étnicas y de género. Para esto se identifican y describen los sesgos neoliberales, coloniales o patriarcales que se desarrollan dentro de movimientos históricos.

¹ Esta visión incorpora el concepto de otredad o alteridad, con la cual se apropian las perspectivas propias y del otro los sujetos, para tener como resultado una visión más clara de las cosas.

Estos cambios de epistemologías involucran cambios en los métodos para poder explicar cómo las evidencias cuantitativas y cualitativas conocidas como factores se interrelacionan con los movimientos históricos y procesos a nivel de sociedad y naturaleza para pasar a entenderse como procesos sociales. Estos procesos (como por ejemplo el proceso de trabajo en el capitalismo) son contradictorios, ya que para la salud se exponen entre lo saludable y lo malsano, o dicho de otro modo entre lo protector y lo destructivo. En la determinación social de la salud, una vez identificados los factores cuantitativos y cualitativos, e incluidos en una explicación dentro de procesos sociales mayores, se puede llegar a la determinar la causa a un nivel socioeconómico mayor, con lo cual se puede llegar a un cambio social.

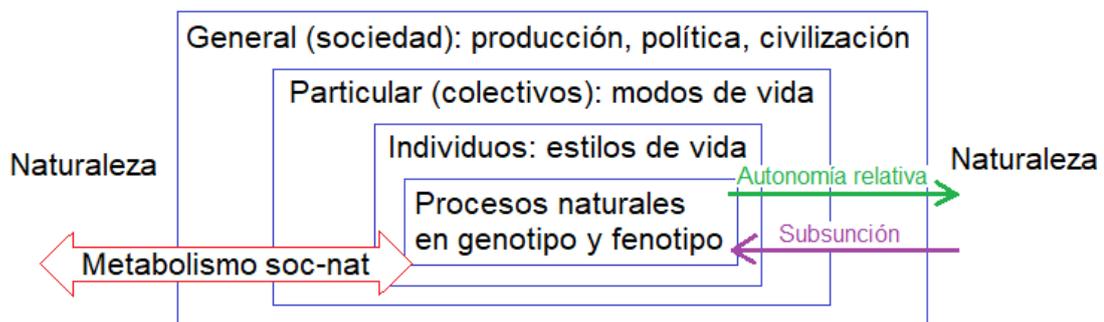
Otro aspecto importante del método de la DS es que inicia y termina en la base material de la sociedad (sistema económico capitalista), esto se logra mediante categorías como la economía política, el desarrollo histórico, la geografía crítica, entre otras (Breilh 2011a, 95)². Para esto la visión de la complejidad también toma en cuenta el realismo dialéctico (Breilh 2011a, 121), cuya metodología se fundamentó en varios aportes siendo la más representativa la economía política (Laurell 1978, 1982), otros aportes han sido la incorporación de procesos sociales desde lo individual hasta lo colectivo (Donnangelo 1983, 2014; Almeida 1989, 2000; Samaja 1993), y la incorporación de la dimensión macro de la naturaleza (Menéndez 1981, 1998, 2008).

Justamente este método comprende el proceso metabólico de una comunidad, un individuo, o una región con la naturaleza (Breilh 2013a, 2). El modelo multidimensional y que muestra la complejidad (contradicciones) de la reproducción social en la DS está ejemplificado en la Gráfico 1; aquí se muestran las interacciones dialécticas que causan la DS entre los órdenes general, particular e individual; y con esto la influencia de la naturaleza en cualquiera de estos órdenes mediante el “metabolismo sociedad-naturaleza” (Marx 2002; Toledo 2008, 3). Explicando los órdenes de la Figura 5, Breilh

² Para Breilh (1977) la categoría de la determinación social de la salud se usa como herramienta para trabajar la relación entre la reproducción social, los modos de vivir y de enfermar (y morir) que superan el casualismo (en cuanto se refiere a la producción o génesis de la salud). No se basa únicamente en la matemática, sino que también se aplica la noción de “reproducción social” (en las dimensiones general-particular-singular que se visualiza en la Figura 5) en el cual se incorpora la concepción dialéctica de la “relación social-natural” como “superación del ecologismo empírico”; y finalmente, empieza a someter a un escrutinio crítico el uso empirista de las técnicas y la preeminencia de un enfoque cuantitativista del método; “situándose en el espectro político más cercano a la interface del materialismo crítico, la economía política y la ecología política en su diálogo con una versión crítica de las ciencias de la salud, el ambiente y la sociedad”.

(2014, 69) muestra que la DS es la herramienta de análisis de los movimientos dialécticos entre las dimensiones general, particular y singular, la cual se reproduce desde lo general hacia lo particular, y se genera de lo particular a lo general. El uso de este modelo de DS muestra como el capitalismo ejerce resistencia para mantener su modo de reproducción social, orden general, lógica económica, política, cultural y su forma de relacionarse con la naturaleza (Breilh 2013, 2); y por tanto construye una praxis emancipadora por ser integral y metacrítica.

Gráfico 1.
Método de análisis de la complejidad en la DSS



Fuente: Jaime Breilh (1997)

Elaboración: Renato Sánchez

El modelo incorpora el movimiento complejo de la DS, donde la sociedad subsume al colectivo y este a su vez subsume al individuo, un movimiento desde lo social hasta lo biológico. Esta subsunción tiene en cada sociedad concreta un modo distinto de producirse, y a su vez este movimiento contiene movimientos contradictorios que van desde lo individual a lo colectivo y social por su autonomía relativa, además de darse distintos movimientos como la causación, los movimientos caóticos (fuzzy), entre otros (Breilh 2003, 32-39).

Con este método, esta investigación identificará las expresiones representativas en la salud de los individuos y los procesos sociales que los produjeron; esto con el fin de crear alternativas de promoción y prevención que refuercen los procesos protectores y atenúen los procesos destructivos (Kurzansky y otros 2014, 512-561).

Una vez conocidas las interacciones entre los órdenes general, particular e individual y sus correspondientes interacciones con la naturaleza; se puede buscar la

posibilitar de construir las “4 S de la vida”: *soberanía* en la conformación de nuestras propias políticas, *sustentabilidad* para garantizar la vida y no únicamente la vida humana, *solidaridad* para garantizar una equidad real, y la *salud* como una consecuencia de la aplicación de las categorías anteriores. Breilh (2014, 54) muestra que la aplicación de las 4S confronta “la expansión violenta de la acumulación de capital basada en los mecanismos de: usos demoledores de alta tecnología, despojo fraudulento de los recursos vitales de las sociedades subordinadas”.

La DS supera el causalismo que solo actúa sobre factores individuales y aislados. En lugar de esto, permite analizar y actuar sobre los metabolismos de la naturaleza de una forma dialéctica con el orden general del desarrollo histórico de la sociedad, lo cual implica entender el mundo y actuar sobre los procesos con su debida complejidad.

Este trabajo usará los principios de la DS para analizar el metabolismo sociedad-naturaleza abarcando el orden general de la sociedad; no se abordarán a profundidad los órdenes particular e individual, ya que el objetivo de investigación no se centra en los procesos de salud a nivel de individuo (Breilh 2013a, 2; Breilh 2014, 41).

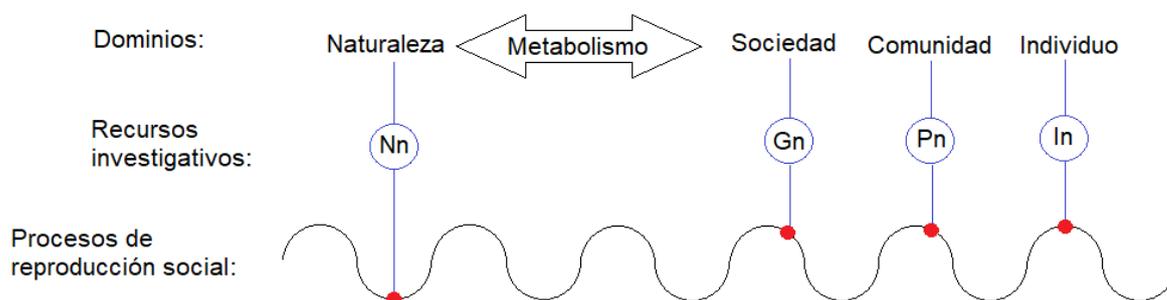
El análisis del metabolismo sociedad-naturaleza en uso del agua y su implicación en la salud debe iniciarse con una descripción histórica del movimiento de los flujos económicos y ecológicos del agua entre distintos espacios geográficos y realidades sociales; con esto se visualizarán los procesos de transición económica, social y de salud en las zonas de estudio, ya que han existido cambios en la bases económicas, como por ejemplo el paso de la producción agrícola de subsistencia al monocultivo con los cambios en los usos de suelo, los efectos en la salud en las poblaciones, y las afectaciones en calidad y cantidad de los cuerpos de agua que esto conlleva.

De este modo se podrán describir los componentes malsanos en el orden social, para remplazarlos por componentes protectores en los modos de vida mediante la aplicación de las 4S en los espacios geográficos, tanto sociales como naturales. De esta manera se desarrolla una promoción de la salud que abarque todos los elementos necesarios para una vida sana como soportes, modos de vida, relaciones metabólicas, entre varios procesos que deberán ir acompañados de la educación del individuo.

1.1 Matriz de procesos críticos

Para mejorar la concreción del movimiento multidimensional explicado anteriormente se requiere del levantamiento de información en el territorio de estudio, cuyas variables resultantes llegan a ser nodos analíticos que explicarán los procesos sociales al asociarlas a categorías más amplias, como son los procesos de reproducción social en el capitalismo. En el gráfico 2 se muestra cómo distintas técnicas de investigación cuantitativas o cualitativas permiten incorporar variables en la explicación de los procesos de reproducción social.

Gráfico 2.
Incorporación de variables de técnicas de investigación para la explicación de procesos sociales



Fuente: Breilh 2021.

Elaboración: Autor

Como se puede ver en este gráfico, los nodos analíticos (n) usados como recursos investigativos cualitativos, cuantitativos o mixtos en los dominios sociales (Gn), comunitarios (Pn), individuales (In) e incluso medidos directamente en la naturaleza (Nn) contribuyen en la explicación hermenéutica de los procesos de reproducción social.

Estos movimientos se visualizan en la matriz de procesos críticos, ubicando los nodos analíticos como la parte mensurable de los procesos de reproducción social, y asociándolos con la afectación o promoción de las 4 S, como lo muestra la Tabla 1.

Tabla 1
Matriz de procesos críticos que muestran la relación de las 4 S con los procesos de reproducción social y sus nodos analíticos

Relación con las 4 S	Procesos de reproducción social	Nodos analíticos
Sustentabilidad	De fomento o destrucción de la naturaleza	Muestreo de la calidad de agua en parámetros físicos, químicos, microbiológicos y agrotóxicos.
Soberanía	De incremento o reducción de la dependencia, acumulación o dominación del territorio.	Dependencia de los territorios a capitales extranjeros.
Solidaridad	De incremento o reducción de los niveles de equidad o inequidad social.	Costos reales del agua y su contaminación en la producción florícola.
Salud	Saludable e insalubres en el agua.	Procesos y actividades laborables y de consumo.

Fuente: Breilh 1976

Elaboración: Autor

Los proyectos desarrollados por la metodología de la DS actúan sobre los procesos críticos que afectan las 4 S; por tanto, requieren que sus nodos analíticos develen procesos que conllevan a ecosistemas mal sanos, incremento de la dependencia de los territorios a capitales externos de corto plazo, clases sociales subordinadas a actividades productivas malsanas y proclives a exposición y contacto a medios de alta contaminación.

Uno de los medios más proclives a la contaminación es el agua, ya que en este “recurso” permean en forma de contaminantes los parámetros que demuestran la salud o la enfermedad de una sociedad; por tanto, la calidad del agua de una zona es una representación de la sociedad, y a su vez un tipo de sociedad va a tener como efluente una calidad de agua que la signifique. Es por esto necesario conocer el cambio que ha tenido una sociedad respecto a su uso del agua, y los cambios del agua según el devenir de una sociedad, por lo que en el siguiente apartado se abordará la epistemología histórica del agua.

2. Epistemología del agua

Los usos y formas de aprovechamiento del agua han cambiado con las sociedades en distintos lugares y en distintos tiempos; estas distintas formas de gestión del agua, al igual que las distintas formas de apropiación de otros recursos de la

naturaleza están inscritos a una forma de organización social para satisfacer las necesidades humanas, en otras palabras, se inscriben en la definición de economía política (Bücher 1930, 134). Estas formas de organización social son consideradas epistemes, o como verdades únicas en su tiempo (Foucault 1966, 179).

Michel Foucault en su libro “Las palabras y las cosas” (1968, 67) define lo epistemológico como el conocimiento que se considera una verdad en una cierta época, y que además es impuesta por el poder. Para Heidegger (1926, 101), si bien la epistemología es la ciencia derivada de la filosofía cuyo objeto de estudio es cómo se conocen las cosas, usa otra definición, la de ontología, para conocer la esencia de las cosas, o cómo son en realidad. El autor Bolívar Echeverría en su libro “El discurso crítico de Marx” (1986, 52) explica como este método es usado por Marx reiteradamente para establecer las leyes de la producción, circulación y consumo de la riqueza en su obra el Capital (Marx 2002).

El valor de uso y el valor son “tranhistóricos” o “fundamentales”, sin importar el paradigma en el que se desarrollen, y por tanto se cumplen en cualquier modo de producción. Este fundamento también llamado “estructura” de la esencia de las cosas, se describen en el conjunto de características que sobre determinan la estructura del objeto práctico (Echeverría 1986, 62). En el artículo “El valor de uso: ontología y semiótica” (1998, 154) Bolívar Echeverría describe lo transhistórico como la “forma natural” de las cosas, enmarcando lo transhistórico y lo ontológico en un mismo concepto. A los conocimientos de las cosas que son específicas de un espacio y un tiempo las describe como “configuraciones históricas” de una “estructura”; ya que estos procesos son cambiantes, tienen un inicio y tienen un fin; enmarca en el concepto filosófico de epistemología (Echeverría 1986, 62).

Según este método la “la estructura” del ser humano para satisfacer sus necesidades depende del trabajo de la naturaleza; el ser humano necesitó, necesita y necesitará trabajar la naturaleza para satisfacer sus necesidades; este hecho fundamental presenta por cada época y lugar varias “configuraciones” históricas sociales, como fueron la esclavitud, el feudalismo o en el presente el capitalismo (Echeverría 2011, 54).

Para el caso del agua, estructuralmente es fundamental para la vida por su capacidad para transportar, transformar, saturar, disolver y mezclar otras moléculas, así como catalizar reacciones químicas (Solomon 2010, 15); este es su principio ontológico.

Sin embargo, con cada configuración histórica los usos del agua se han ampliado y diversificando, siguiendo el desarrollo social de cada cultura y de su trabajo; de esta manera la humanidad va adquiriendo nuevas epistemes marcados por las distintas maneras de conocer, conceptualizar y usar este recurso. No solo el desarrollo humano ha cambiado las formas de usar y distribuir el agua, sino que también existe un movimiento dialéctico, ya que estas permutaciones en los usos del agua han modificado el comportamiento subjetivo de la vida de los individuos, ya que los seres humanos forman una “autoconfiguración” propia de las cosas al enfrentarse al “mundo objeto”. Esto priva a los objetos de su esencia propia y los convierte en parte propia de los “sujetos”; lo cual da, para cada cultura, una identidad propia del agua como sustancia (Hegel 1817, 255-59).

2.1 Cambios epistémicos e históricos con el uso del agua

Las relaciones dialécticas entre los usos del agua y las formaciones económico-sociales han promovido revoluciones socioeconómicas a lo largo de la historia, como por ejemplo la revolución neolítica impulsada hace 5.000 años, que se dio lugar por el manejo del agua mediante la construcción de canales los cuales propiciaron el riego agrícola y el uso doméstico en las recién formadas ciudades, convirtiendo a las sociedades nómadas en sedentarias.

Esta revolución que se dio casi simultáneamente en varias latitudes geográficas, siendo una de las más representativas el cauce del río Nilo en Egipto, cuyo imperio se mantenía unido o se dividía dependiendo del nivel del agua en el río. En Mesopotamia, cuya traducción del griego antiguo sería “tierra entre ríos”, su bonanza se debió a la tecnificación alcanzada en el riego fertilizado con limos procedentes de los ríos Tigris y Éufrates desde el Siglo XXX a. C. Otros imperios dependientes de la tecnificación del riego fueron China con el Gran Canal de 1700 Km de longitud y el Imperio Chimú preincaico en el actual Perú, con el manejo de los ríos Moche y Chicama (Salomon 2010, 33-100).

Paralelamente inició la revolución urbana en Mesopotamia e India alrededor del Siglo L a. C. (Childe 1950, 3), con lo cual empezó el saneamiento del agua alrededor del año 2 600 a. C., en la región del Valle del Indo en la civilización conocida como Mohenjo Daro, en cuyas ruinas se han encontrado precarios baños privados, retretes y

sistemas de desagüe cuyas descargas se dirigían a pozos sépticos (Webster 1962, 116), 44 siglos antes de los desarrollados en Londres después de la “Gran Peste”.

Una forma de dotación de agua desde cuerpos de agua menos convencionales como son los pantanos o los pozos se realizó mediante el invento mesopotámicos del Siglo XXX a. C., conocido como cigoñal. El uso de esta máquina simple permitió a las poblaciones asentarse en regiones más lejanas, incluyendo zonas antes consideradas como desérticas. Esta expansión poblacional se incrementó con la invención de la noria de agua por el imperio persa a partir del año 200 a. C. En la primera revolución industrial (Siglo XIX) estos artefactos continuaron en uso, cambiándose únicamente la tracción a sangre por el vapor (Salomon 2010, 33-34).

Los cambios de configuraciones políticas y económicas orientales del Valle del Indo y el norte de China, impulsaron el inicio de la formación de imperios basadas en monarquías absolutas que requerían de una gran cantidad de mano de obra esclava para la construcción y el manejo de las grandes infraestructuras de riego (Quijano 2011, 2-13), creándose así una nueva configuración económica-social basada en dos clases sociales muy bien definidas: esclavos y amos.

Otro cambio significativo en la sociedad humana se dio por la movilidad como uso distinto del agua. Esto inició con el control de los territorios por el rápido movimiento de tropas y recursos sobre los mares. Los imperios pioneros en cambiar el concepto, desarrollando tecnologías de navegación que les permitan reconocer el uso del agua como medio de control político y territorial, y no como grandes barreras físicas fueron los habitantes de Egipto, China y Fenicia. Estos conceptos fueron usados después por los helénicos y posteriormente los romanos, lo cual ayudó a la expansión de su cultura hegemónica (Domínguez 2001, 98-101). Tras la caída de este último, tuvieron que pasar varios siglos de oscurantismo para que en el renacimiento se redescubrieran las rutas de navegación heleno-romanas, lo cual inició en el Siglo XV en Europa una era de descubrimiento del mundo a través de los océanos. Esta apertura de los mares como rutas navegables fue uno de los impulsores en el desarrollo de la economía privada y con esto de las democracias liberales (Solomon 2010, 138-140), hasta el punto de significar un cambio de época, pasando de la Edad Media a la Edad Moderna.

El cambio histórico que llevó a la humanidad hacia la Edad Moderna trajo consigo también el desarrollo de un nuevo modelo económico-social promovido por la burguesía llamado capitalismo, en el cual se tiende a reemplazar de la sociedad el dominio aristocrático del feudalismo; esta etapa de la historia es conocida como la Ilustración. En lo político las ideas de René Descartes (1596-1650) niegan la procedencia divina de los gobiernos aristócratas (Descartes 2010, 71-73), John Locke (1632-1704) sostiene que los súbditos del gobierno tiene el derecho a la libertad y a la propiedad individual, derecho que los gobernantes no le pueden restringir, y si lo hacen deben ser destituidos (Locke 1996, 51); y Francois Voltaire (1694-1778) expone como obligación del hombre el tomar su propio destino para garantizarse su mejor modo de vida. Esto impulsa el surgimiento de los gobiernos burgueses mediante las democracias modernas, en las cuales el estado garantiza la propiedad privada (Voltaire 1901, 149-153).

Con esto el agua, al igual que el resto de los recursos naturales también es considerado como propiedad privada, y por tanto mercancía; de esta manera se la puede intercambiar, vender, comprar, proteger, explotar, etc. Llegando a ser parte de la estructuración mercantil del “homo economicus” y su configuración desarrollada en el sentido mercantil-capitalista (Echeverría 2011, 54).

El cambio de pensamiento de la modernidad también aplicó al racionalismo matemático; las ideas de Copérnico (1473-1543) cambiaron la creencia de un planeta Tierra estático y centro del universo, por un planeta que se mueve y es parte de algo más grande como es la naturaleza; de esta manera se inició la aceleración en la profundización del conocimiento de las ciencias naturales con el cual se consigue el dominio de los recursos como el agua. Siglos más tarde Isaac Newton (1642-1727) en su tercera ley muestra que el orden está regido por un equilibrio de fuerzas, el cual lleva a un cambio de pensamiento no solo en las ciencias físicas, sino también al establecimiento de fuerzas político-burguesas, que se modifican en los equilibrios sociales.

Estos cambios políticos no podían haberse suscitado sin el incremento del poder económico de la burguesía, ya que esta clase social era la que manejaba el nuevo comercio abundante basado en la navegación, el dinero y los nuevos mercados (Cruz 2014, 8-9). Ya para el Siglo XVIII, el Imperio Británico se había constituido en el

mayor representante del colonialismo en el mundo, contando entre sus colonias con una quinta del mundo conocido. Gracias a sus fuentes hidráulicas internas desarrolló la rueda de agua y con esto la industria liviana, incrementando las exportaciones de materiales manufacturados y la importación de materias primas desde sus colonias, dividiendo así al mundo en centro y periferia (Ringrose 1983, 303-305).

La consolidación del Imperio Británico llegó con un nuevo y distinto uso energético del agua, el cual vino de la mano de un escocés de treinta y tres años de edad llamado James Watt, quien patentó la máquina de vapor en 1769 y la empezó a comercializar en 1776 como bomba de succión de agua para pozos mineros (Salomon 2010, 219). Esta innovación que tuvo como punto de apoyo el vapor de agua fomentó en el Siglo XIX la industria pesada, y con esto la fabricación masiva de productos que cambiarían la vida diaria de las poblaciones, creando de esta manera la clase media (Morris 1979, 91). Inglaterra se consolidó como potencia industrial, llevándose a cabo una nueva época de dominación colonial en la cual no se requería de una subsunción militar.

En Londres, el crecimiento poblacional debido a la migración del campo a sus industrias llevó a que por primera vez la población de esta ciudad superara el millón de habitantes en 1858 (Solomon 2010, 251). La gran densidad poblacional carecía de sistemas de agua potable y saneamiento, llegando a producirse la conocida como “Gran Peste”, la cual obligó al Parlamento a crear leyes de limpieza del río Támesis, así como la construcción de sistemas de agua y saneamiento adecuados, llevando a una nueva revolución del agua conocida como la “Revolución Sanitaria” (Solomon 2010, 249-250).

La contaminación que afectó a la sociedad e impulsó la necesidad de saneamiento demostró un dominio incompleto del ser humano hacia la naturaleza (Engels 1961, 43). Al no adaptarse la tecnología moderna a los ciclos naturales del agua, ya que se produjeron excesos de nutrientes y carga orgánica que no podía ser degradados correctamente, se demostraba la incapacidad del agua a adaptarse al capitalismo industrial moderno.

Otro uso importante que se dio al agua con fines comerciales fue el de la construcción de canales de navegación para el transporte de mercaderías cada vez más baratas. En 1825 terminó la construcción del Canal Erie, el cual conectó a la ciudad de

Nueva York con los grandes lagos, fomentando el crecimiento industrial en el conocido como “Cinturón del óxido”, y fomentó el crecimiento de esta ciudad puerto. Esto consolidó a los Estados Unidos como potencia industrial en el Siglo XIX (Cain 1997, 121). Así mismo, en 1869 el canal de Suez se inauguró para afianzar la supremacía marina del imperio británico en el transporte a vapor en el comercio entre Asia y Europa (Bernstein 2008, 37); mientras que en 1914 la finalización de la apertura del canal de Panamá permitió unir el océano Atlántico con el Pacífico, con el objetivo principal de crear una ruta navegable entre la costa este y oeste de los Estados Unidos.

En todos estos casos, el transporte de grandes cargas de mercancías incentivó el desarrollo de distintas fuerzas productivas distribuidas geográficamente alrededor del mundo. La concentración del capital aglomeró geográficamente la producción industrial en ciertos puntos del norte del planeta, esto a su vez incremento la eficiencia en la producción de mercancías que se distribuían a todo el mundo, haciendo que el comercio navegable fomente no solo la división social del trabajo sino también la división mundial de clases (Harvey 2002, 304).

Otra forma moderna del uso del agua son las represas, si bien son usadas desde la edad antigua para regular los caudales de agua, en la edad moderna muchas de estas tuvieron un uso multipropósito con la adaptación de generadores eléctricos. De importancia notable fueron las construidas en el lejano oeste estadounidense, y las más de 45.000 construidas desde la fundación de la República Democrática China (McDonald 2019, 294). Estados Unidos inició su “Estado de bienestar” o “New Deal”, con la contratación de un 25% de los desempleados de la Gran Depresión en la construcción de la Represa Hoover en Colorado (Solomon 2010, 338-339), creyéndose actualmente que esta forma de aprovechamiento energético renovable es la mejor opción para reemplazar las fuentes de combustión y de esta manera reducir la contaminación ambiental (Posso 2002, 65).

2.2 Epistemes modernas del agua

En los últimos años, la escasez del agua y su contaminación han creado conflictos socioambientales; con lo cual se demuestra que este recurso no es infinito, y por tanto no puede utilizarse de manera ilimitada (Meadows 1972, 29). Las formas de gestión basadas en la economía neoclásica no son suficientes, ya que esta ciencia social

toma en cuenta el intercambio material y económico entre seres humanos (Field 2003, 3); sin tomar en cuenta a la naturaleza que presenta limitaciones físicas, químicas y microbiológicas. Las deficiencias de estas técnicas han hecho necesaria la búsqueda de nuevas epistemes que conecten la naturaleza con las formas de producción social; estas leyes de la naturaleza son las que rigen la apropiación de los “recursos naturales” necesarios en la producción social y no viceversa (Martínez-Alier 1999)³.

La inclusión de leyes físicas y biológicas en las ciencias sociales no significa que exista un solo tipo de análisis para todos los tipos de problemas, ya que no hay una forma de reducir la complejidad propia de la materialidad biológica o social a la materialidad física (Toledo 2008, 2). Mucho menos se puede creer que con leyes sociales como las económicas se pueda reducir a un solo tipo de análisis, reduciendo todas las categorías a valores monetarios (Sánchez 2016, 68). Por el contrario, se trata de tomar en cuenta las leyes físicas y las leyes biológicas en cada nivel de análisis para mantener la complejidad, y de esta manera respetar las limitaciones de cada una de las categorías.

El método científico hegemónico funcionalista ha promovido que la gestión del agua (al igual que en las demás ciencias) pueda “maximizar los resultados económicos y el bienestar social de forma equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales” (GWP 2009, 3), la Asociación Mundial para el Agua ha determinado la “Gestión Integral de Recursos Hídricos” (GIRH) como un modelo de gestión integral del agua, el cual ha sido promovido por organismos internacionales como la Organización de Naciones Unidas (ONU 2009, 1). Hering e Ingold (2012, 1234) muestra como la GIRH se ve exacerbada por las disparidades económicas, los disturbios civiles y el fracaso de las instituciones; esto es consecuencia de colocar en el mismo eje dos intereses contradictorios, el agua (recurso finito) como derecho humano y como capital. Esta paradoja se da porque el agua en el capitalismo no puede ser un bien público, y por lo único que se promueve su abastecimiento de forma libre es el elevado costo económico y político que supondría privarla de las demás clases sociales

³ Martínez-Alier señala a la Economía-ecológica como la ciencia que no desvincula la asignación de recursos escasos del conocimiento de las ciencias naturales, la tecnología, ni de la reflexión sobre el carácter histórico cultural de las preferencias y hábitos de consumo de la población (Urteaga 1985, 198).

(Madrid-López 2014, 43; Dellapena 2000, 71-72), promoviendo que su gestión está cerca de la mercantilización (Swyngedouw 2005, 86).

En todos estos cambios históricos en los que la humanidad ha manejado de distintas maneras el agua, se han desarrollado ciencias para entender las propiedades de este recurso, tanto físicas, químicas o biológicas. El desarrollo de estas ciencias se ha dado según los propósitos que la humanidad ha querido conseguir, por lo que ciencias como la hidráulica, la hidrología, la oceanografía, la glaciología, entre otras, se han consolidado con el desarrollo histórico de la humanidad. Y al ser este un proceso dialéctico, han existido también cambios sociales que estos distintos manejos del agua han producido en las distintas sociedades (Torres 2015, 43), los cuales se han demostrado en múltiples culturas, narrativas o epistemes del agua; siendo actualmente la episteme del capitalismo el dominante, pero no por esto la única.

El capitalismo se muestra como un sistema de origen espontáneo y natural, justificado en que los seres humanos tienen una fuerte tendencia al egoísmo y a “realizar trueques, cambios e intercambios de unas cosas por otras” (Smith 1994), para obtener una mayor utilidad individual (Leyes de Gossen de 1854) (Ekelund y Hebert 1975, 339). Para Marx, lo único natural, espontáneo y por tanto ontológico es la necesidad de transformar la naturaleza para satisfacer las necesidades humanas, lo cual se ejecuta mediante el trabajo (Marx 1846); mientras que el capitalismo se presenta como una configuración histórica de ese proceso (Echeverría 1998); y por tanto es ubicado como una categoría epistemológica, teniendo un inicio y posteriormente un fin.

Tratar la epistemología capitalista como el único modelo económico-social que ha existido y que existirá de forma indefinida en la manera en que lo conocemos, daría a entender que esa realidad actual es la única posible (Leibniz 2014). Por eso es necesario hacer una distinción entre la configuración que resulta del equilibrio entre las narrativas que vienen demostradas en reglas formales e informales de comunicación de procesos sociales, científicos y tecnológicos (Madrid 2014, 33) actuales y “coyunturales”, para confrontarlos con condiciones de estructura, ontológicas o de “esencia permanente”, que son inmutables en el tiempo (Echeverría 2011, 48). De esta manera se puede entender que el capitalismo se ha desarrollado históricamente, que existen grandes fuerzas para su conservación, y pueden existir otras grandes fuerzas sociales o naturales para su reemplazo. Por tanto, para cambiar el enfoque epistemológico y llegar a un

razonamiento apropiado se requiere del razonamiento crítico; de esta forma se pueden identificar sin restricciones de visión cuales métodos funcionan y cuales no (Kant 2005, 75).

De igual manera, quienes promulgan soluciones con tendencias neoliberales consideran que la distribución de la riqueza y los problemas ambientales los resolverá el mercado. Para esto afirman, se requiere una etapa inicial de desarrollo, la cual puede empezar con la exportación de recursos naturales (Banco Mundial 2010), y que la riqueza generada en esta etapa posteriormente será equitativamente distribuida (Kuznet 1955). Este paradigma es compartido por organizaciones que rigen la economía mundial en la actualidad como son el Banco Mundial o el Fondo Monetario Internacional (Banco Mundial 2010); a pesar de existir evidencias notorias del aumento de la inequidad (Tarp 2019, 17).

2.3 Epistemología del agua desde el sur

La epistemología actual es considerada hegemónica y auto catalogada como la única de carácter científico. Por lo que, otras formas de pensamiento son rechazadas, minimizadas, catalogadas de “no científicas” o simplemente destruidas. Sin embargo, como se ha narrado a lo largo del presente apartado, esta epistemología presenta varias “dicotomías” que Santos (1995, 21) las describe en cuatro fundamentales:

- La separación de las ciencias naturales y las ciencias sociales.
- Atomización del conocimiento lo aleja de la complejidad de la realidad.
- Separación del objeto y el sujeto que lo analiza.
- Separación del conocimiento del sentido común.

Es por esto necesario el cambio de paradigmas fundamentados desde la periferia o desde el sur, ya en sus poblaciones se acentúan más las relaciones de clase, el colonialismo y el racismo. Además, estos paradigmas se basan en el pensamiento crítico, ya que en este campo escogen libremente a que forma de pensamiento adscribirse (Aragón 2011, 368).

En el caso del agua, con la aceptación y uso de otras epistemologías se pretende desechar conceptos deformados como los actuales de progreso, desarrollo o modernización basados en infraestructura e incremento del capital y reemplazarlos por nuevos como la gestión comunitaria del agua, donde este recurso no es considerado una

mercancía; tampoco un bien común, sino un compuesto natural que es parte de un ciclo natural y por tanto parte integral de la vida en una interrelación humano-naturaleza (Cachipiendo 2018, 13).

Sin embargo, cualquier definición que se desea dar al agua va a interactuar dialécticamente con la visión epistemológica que está tenga en un momento y en un tiempo en la economía política de una sociedad específica; por lo que el análisis de esta ciencia se hace indispensable para conocer el metabolismo social del agua en una región específica.

3. Economía política del agua

En 1836 Nassau Senior y luego John Stuart Mill (2001, 21) definen a la economía política como la explicación de “la naturaleza, producción y distribución de la riqueza”. Con esta definición se puede decir que la economía política analiza la forma en que se organizan los humanos para la satisfacción de necesidades de supervivencia o de administración de la pobreza, mediante las facultades de producción y reproducción inherentes de las sociedades.

3.1 La teoría del valor

La búsqueda del conocimiento necesario para satisfacer las necesidades viene dada históricamente por la búsqueda del concepto de valor que tienen las cosas para satisfacer dichas necesidades. Uno de los primeros filósofos que identifican el valor de uso y el valor de cambio de las cosas fue Aristóteles en su libro Política, si bien nunca definió un concepto de valor.

Para el Siglo XVI las teorías del valor, relacionan su generación con el intercambio comercial también llamado “mercantilismo” (Smith 1994); contrarrestando esta idea ya en el Siglo XVIII, surge en Francia una escuela de pensamiento llamada “Fisiocracia” en donde el valor se atribuía a la generación de biomasa por parte de la naturaleza, ya que la biósfera genera productos en mayor cantidad que los insumos utilizados, generándose de esta manera un excedente económico aprovechable por el hombre (Hobbes 2018).

Para Adam Smith (1994) el valor de los objetos era la cantidad de trabajo que podían recibir a cambio por ellos. Explica que en las mercancías permanecen las

energías físicas e intelectuales del trabajador, así como su cansancio y el desgaste humano que costó producirlos. Todo bien producido para satisfacer una necesidad requirió esfuerzo humano; así, lo que intercambia en un objeto es la fuerza de trabajo en producirlo. David Ricardo (2003) explica como el sistema capitalista funciona con la teoría de valor-trabajo; además complementa a Smith explicando como el intercambio de bienes en el mercado viene dado por la equiparación de los distintos trabajos que se necesitaron para producirlos.

Para los años posteriores a la muerte de Ricardo apareció una corriente de pensamiento conocida como los “Ricardianos de izquierda” o como el “Socialismo ricardiano”, cuyos mayores exponentes fueron los economistas William Thomson, John Bray y John Gray, quienes pusieron en el debate como los trabajadores, siendo los generadores de la riqueza eran los más pobres (Dieterich 2006, 42-43). Si bien esto no fue resuelto para la época, se asentaron las bases para dos hechos importantes, el primero el enfoque del pensamiento marxista mediante una explicación de la enajenación al trabajador del valor de su trabajo; y segundo un consecuente retroceso de la “economía clásica” cuyo pensamiento involucionó al pensamiento mercantilista del Siglo XVI en la creencia de que el valor proviene del comercio (fuerza de la oferta y demanda), creando de esta manera la “teoría económica” o como la llamó Marx (1974) la “economía vulgar”.

3.2 Capitalismo

El funcionamiento del sistema capitalista es extensamente explicado por Karl Marx (2002) en su libro “El Capital”, para lo cual desarrolla los conceptos de valor de uso y valor de cambio. El valor de uso define como el valor que un objeto tiene para la satisfacción de las necesidades humanas, en el caso del agua por ejemplo en su uso como bebida, limpieza, ceremonial, etc., en otras palabras, el valor que se da a un objeto por la necesidad que este suple; por lo cual, tiene cualidades que satisfacen necesidades. Las propiedades cualitativas de los objetos vienen dadas por la síntesis de múltiples determinaciones basadas en las necesidades transhistóricas suplidas, o las necesidades epistemológicas adquiridas y no necesariamente intervenidas en ámbitos comunitarios.

Marx definía al valor de cambio como el valor que se dan a las mercancías, expresadas mayormente en unidades monetarias. Este tipo de valor empieza a existir en

la revolución neolítica con la propiedad privada, el inicio del sedentarismo (Cleveland 2013, 70), la creación de las clases sociales y la formación del mercado (Mazoyer y Roudart 2006, 65) como medio para distribuir los recursos que satisfacen las necesidades.

Desde la revolución neolítica, la economía política se ha orientado a la búsqueda de más riqueza, ya que con la formación de las clases sociales y el mercado se inicia un proceso de reduccionismo en el cual el valor de uso (esencia) se ve simplificado con el valor de cambio (apariencia) (Carcanholo 2012, 1).

El modo de producción capitalista se caracteriza por la propiedad privada de los medios de producción, la extracción de la plusvalía creada en la producción por una clase de propietarios privados, el trabajo asalariado, y la distribución tanto de bienes de capital y de consumo en una economía principalmente basada en el mercado (referida como la producción de mercancías).

En el modo de producción capitalista desde el Siglo XV se distinguen dos clases sociales principales; por un lado, la minoría conocida como burguesía, quienes son dueños de los medios de producción; y una mayoría conocida como proletarios, aquellos que fueron despojados de los medios de producción y se ven obligados a vender su fuerza de trabajo (Marx 2002).

En los modos de producción anteriores al capitalismo el sujeto satisfacía sus necesidades mediante el valor de uso de los objetos. En el capitalismo se da lo contrario, el sujeto que satisface sus necesidades de crecimiento no es el ser humano; ya que su lugar es usurpado por el capital, siendo el objetivo principal el incremento del capital que requiere de humanos llevados a calidad de objetos para cumplir con este propósito (Marx 2010, 426-427). Es por esto que desde el capitalismo el sujeto dejó de ser el ser humano para pasar a ser el trabajo que produce.

Al igual que en todas las formas de producción capitalista, este fenómeno se da en la producción de flores por monocultivo, donde se requieren grandes capitales para lograr un acaparamiento del agua y de los territorios; en esta producción se genera contaminación del agua agravada principalmente por los plaguicidas. Al final del ciclo el capital podría aumentar, pero la salud de los pobladores cercanos disminuye.

3.3 Resurgimiento de la economía vulgar

Esta desnaturalización del concepto de la economía, donde su objetivo principal dejó de ser la satisfacción de las necesidades de los seres humanos, hizo que el sistema económico actual sea una crisis que para permanecer a flote debió producir no solo bienes, sino también epistemes, culturas, tecnologías, entre varias cosas más para continuar con la producción de riqueza mediante el sometimiento del trabajo y vida del ser humano y de las capacidades de dotación y recepción de materiales de la naturaleza (Barreda 1995, 155-163).

Las primeras demostraciones de los cambios epistemológicos que sufre la economía, es el abandono de la teoría valor-trabajo de Smith y Ricardo. Este pensamiento fue formulado por la Escuela Austriaca de pensamiento económico de Carl Menger. El principal objetivo de esta propuesta epistemológica es abandonar la idea de la lucha de las clases sociales y cuidado de la naturaleza, y reemplazarla por el enfoque matemático y axiomático de los “estudios económicos”, concibiendo el valor de las mercancías como la utilidad que el bien generaba en el individuo, con otras influencias como el costo de oportunidad y las leyes del mercado, considerando la producción y el consumo como efecto de los precios (Mas-Colell 1996, 5).

3.4 Subsunción del trabajo al capital

El sometimiento epistemológico trae consigo consecuencias en el proceso de producción y en el trabajo que lo lleva a cabo. En el conocido como Capítulo 6 inédito del Tomo I del Libro El Capital, Marx explica cómo se forma un sometimiento del trabajo por parte del capital; este fenómeno conocido como “subsunción formal del trabajo al capital” se lleva cabo con la búsqueda de mayor eficiencia en el proceso de trabajo para aumentar la plusvalía, lo cual llevó a los capitalistas a incrementar las horas de la jornada de trabajo o aumentar el control directo hacia los trabajadores. Este método queda obsoleto cuando el funcionamiento normal de un proceso de trabajo queda dominado por procedimientos o maquinarias que rigen el ritmo de trabajo de una empresa o una industria (Marx 2002); el trabajador pierde el dominio del proceso de trabajo volviéndose parte secundaria de una máquina o sistema de gestión empresarial.

Para el caso del agua, una subsunción formal se da cuando el capital capta y monopoliza forzosamente las fuentes de agua para la producción burguesa, resultando

de esto la contaminación del recurso. Seguidamente se da una subsunción real en la producción cuando la contaminación de las aguas hace que se requiera siempre de su purificación o conducción desde sitios lejanos. Las actividades productivas mercantilistas y los asentamientos poblacionales han producido todo tipo de residuos que son movilizados hacia y por las fuentes de agua, no siendo suficiente la regeneración por medios ecosistémicos; por lo que, para la gestión y purificación del agua se requiere siempre del trabajo humano que crea valor de cambio, formándose de esta manera el manejo del agua como mercancía (Barreda 1999, 11).

Las desiguales tecnológicas, financieras y mercantiles entre el norte y el sur del planeta, que iniciaron con la industrialización del norte y el aumento de su productividad; crearon más productos al mismo tiempo, permitieron rebajar el valor individual de sus mercancías en relación al valor producido en el mismo tiempo de trabajo de sus competidores del sur. El desarrollo tecnológico no neutral está enfocado en países poseedores de grandes capitales, ya que si este desarrollo se generalizara en todo el mundo se igualaría las tasas de productividad, lo cual no acarrearía el aumento de la cuota de plusvalía extra regional favorable para el norte (Marini 1973, 6).

Debido a esto las naciones desfavorecidas deben ceder gratuitamente parte del valor de su producción de mercancías (Emmanuel 1972; Amin 1974), además de pagar altas tasas de interés por préstamos de desarrollo solicitado a acreedores del norte. Esta condición fue llamada por Marini (1973, 6) como súper explotación del ser humano; la cual es dada por la complicidad y dirección interna de las propias burguesías regionales, quienes han creado una cultura antropófaga que promueve el consumo extranjero (Santos 2009, 237). Las potencias extra regionales requieren que los recursos del mundo estén disponibles, tanto en recursos humanos como naturales para las empresas transnacionales (Chomsky 1993, 73), las cuales demandan entre otras cosas de agua para el procesamiento en productos con alto valor agregado.

El proceso de trabajo al estar subsumido por el capital es guiado a sus objetivos en todo momento; por lo que, el capital puede subsumir a otro ámbito relacionado a la producción, este nuevo proceso subsumido es el consumo, ya que aquí se utilizan los bienes producidos con objetivos claros en el proceso de trabajo. El sometimiento o subsunción no ha sido únicamente del capital hacia el trabajo, sino que se ha cerrado el ciclo de reproducción de la fuerza de trabajo mediante el sometimiento al consumo

(Marx 2002, 382-383). La sociedad de consumo es el resultado de la introducción epistemológica del sometimiento de los valores de uso por el capital en todos los productos disponibles en el mercado; el inicio y desarrollo de la subsunción del consumo se ha realizado desde el Siglo XX hasta e actual Siglo XXI (Marcusen 2001, 69-70).

3.5 Subsunción del consumo al capital

Con la subsunción real del consumo el capitalismo está presente en la totalidad de los bienes de consumo necesarios para la reproducción de la fuerza de trabajo. De esta manera está presente en la mayoría de los aspectos de la vida de las sociedades, no solo en el trabajo, sino también ahora en el hogar. Para Veraza (2008, 35-40) el concepto de subsunción real del consumo bajo el capital describe cómo el capital somete el valor de uso a nivel planetario a partir del momento en el que madura el proceso de constitución de un capital social mundial, de un mercado y de un capitalismo mundial. Desde allí realiza un sugerente y polémico análisis de la cultura, alimentación, movilidad, la biotecnología, los transgénicos (a los que considera valores de uso nocivos en términos sociales, ecológicos y salutíferos) y el agua.

Así como el capital dispone de una reserva de fuerza de trabajo para la producción, se vuelve necesaria la existencia de una reserva fuerte de consumidores, ya que estos garantizarán la producción enajenada. Los bienes disponibles en el mercado para las clases sociales trabajadoras son industrializados, de mala calidad, y por lo tanto más baratos o incluso virtuales. Esta precarización de los bienes de consumo reduce los costos de bienes de supervivencia para los trabajadores, permitiendo el pago de menores salarios, con lo cual se genera mayor plusvalor para el capital (Cava 2018, 87-88). Con esta precarización de la vida de los trabajadores se crean nuevos negocios, como por ejemplo centros de atención de las enfermedades.

Un ejemplo de la subsunción real del consumo se da con el agua, la cual es embotellarla bajo el pretexto de la salud, y aumentada en su costo para venderla en la forma aparente de una mercancía (Barreda 1999, 8).

Estas intromisiones en la vida común producen sometimientos cognitivos y culturales que posibilitan que las sociedades acepten formas de resignación mayores por

parte del capital; como es el sometimiento político, estatal e institucional, como se lo hace con el neoliberalismo.

3.6 Neoliberalismo

Una de las últimas corriente político económicas impulsadas por el capitalismo es el modelo neoliberal, el cual en el plano institucional y político ha logrado romper la regularización económica y financiera por parte de los estados y dejarlos sometidos únicamente al mercado internacional. El neoliberalismo ha impuesto a los estados políticas de ajuste estructural a cambio de dinero mediante instituciones plutocráticas como el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial. Los países luego de la aplicación de este modelo han aumentado su precariedad laboral y financiera, de esta manera la burguesía internacional ha logrado cambios estructurales en las naciones sometidas que finalmente ponen a disposición de potencias extranjeras abundante fuerza de trabajo precarizado, recursos naturales como el agua y empresas rentables (en su mayoría públicas) a costos de inventario (Márquez 2009, 1). Este proceso estructural permite la desposesión de los medios de vida o recursos naturales de los países sometidos o periféricos, así como el sometimiento a la súper explotación por parte de países centrales mediante las imposiciones comerciales.

En el caso del agua, en la aplicación del modelo neoliberal los estados llegan a estar completamente minimizados, por lo cual no son capaces de su gestión, permitiendo la privatización del agua y garantizando de esta manera su completo despojo a favor de intereses externos (Barreda 1999, 15, 16, 19).

3.7 Tendencias post-neoliberalistas

Si bien se creía que el neoliberalismo es en la actualidad la parte más alta del capitalismo; sin embargo, nuevas teorías pretenden “ordenar” a las sociedades en base al funcionalismo de forma más radical, no solo apartando a los estados del juego económico como en el neoliberalismo, sino también a toda la sociedad. Es así como la teoría de la “Industria 4.0”, promueven que la actual tendencia de las ciencias sociales no debe tratarse científicamente, sino únicamente como reportes estadísticos, ya que la optimización permite maximizar los beneficios mediante el monitoreo de los procesos físicos, el procesamiento con la inteligencia artificial y el “big-data”, y con esto la toma

de decisiones descentralizadas (Gruic 2018, 1). De esta manera el funcionalismo reafirma su forma de hacer ciencia de forma más adecuada para el capital industrial, aún más allá del capitalismo, y de esta manera se afianza la división social del trabajo a nivel regional, en el cual la globalización promueve movimientos de capital y mercancías específicas para cada región siguiendo un metabolismo.

Es así como, la inclusión del internet de las cosas desarrolla de manera similar la “Agricultura 4.0”, lo cual requiere el uso de equipos de alta tecnología con el objetivo de maximizar la precisión en el riego, la fertilización, y la corrección de plagas. Esto, junto con la disminución de desperdicios podría significar a simple vista una mejora sustancial en la producción agrícola y en su calidad ambiental; pero no toma en cuenta el gran nivel de especialización que se requerirá para desarrollar este trabajo, ya que al mejorar los costos de los cultivos estas innovaciones pueden fácilmente desplazar a los agricultores que usan métodos convencionales, transformando completamente la sociedad rural como la conocemos (Rose y Chilvers 2018, 1).

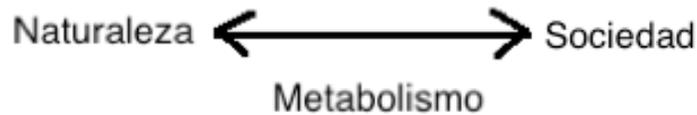
Es así que la visión de una sociedad sobre el “uso” que da a la naturaleza para la satisfacción de sus necesidades va a estar resumida en su actuar metabólico. En la actualidad el sistema socioeconómico capitalista exige el incremento del capital, lo cual se demuestra en todos los ámbitos económicos de la sociedad, obteniéndose metabolismos que se reproducen en la sociedad, y se los analizará en el siguiente apartado.

4. Metabolismo sociedad-naturaleza del agua

El instrumento teórico conocido como “metabolismo social” es para Toledo (2011, 42) la herramienta más poderosa para relacionar los procesos sociales con los procesos naturales. La definición inicial de metabolismo fue introducida por Marx en el Tomo I de su libro “El Capital” (2002), para representar tanto el movimiento de flujos de materiales dentro de un sistema, como el intercambio entre “hombre y tierra” o entre “sociedad y naturaleza” (Gráfico 3). Con el tiempo esta definición no ha cambiado en su fundamento, entendiéndose al metabolismo social como los flujos de materiales y energía que se dan entre la naturaleza y la sociedad o entre sociedades (González 2014).

Gráfico 3.

Dialéctica en el intercambio material en el metabolismo sociedad – naturaleza

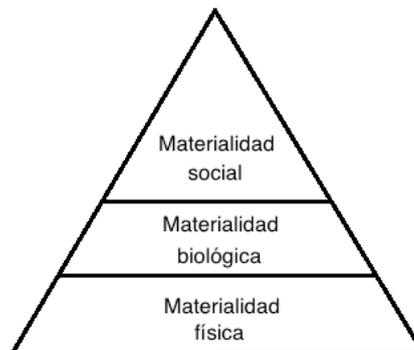


Fuente: Víctor Toledo, 2011.
Elaboración: Autor

4.1 Materialismo como base del análisis metabólico

Para Marx el fundamento del metabolismo sociedad-naturaleza está basado en el método dialéctico, analizando a la sociedad y a la naturaleza en su desarrollo y renovación constantes. La teoría configura a la materialidad física como la base para el desarrollo de la materialidad biológica y de forma subsecuente para la materialidad social (Gráfico 4).

Gráfico 4.
Representación de la configuración entre materialidades



Fuente: Álvaro Sáez (2012)
Elaboración: Autor

Desde la materialidad física se presenta un salto cualitativo del cual emerge la materialidad biológica, la cual tiene leyes propias, que no pueden ser explicadas únicamente con leyes físicas. Una diferencia fundamental entre materialidad física y biológica está en que esta última requiere la interrelación de distintos organismos dentro de un ecosistema (Tansley 1934).

El mayor salto cualitativo se da al pasar de materialidad biológica a materialidad social; ya que esta reúne los principios de la materialidad física y biológica de la cual forma parte, e incorpora a estas la subjetividad. El no solo satisfacer las necesidades físicas, sino también las subjetivas hace que el humano acumule en su historia el

desarrollo de las posibilidades de transformación de la materia según sus capacidad y necesidades. De esta manera, en el análisis del metabolismo sociedad-naturaleza desde el materialismo no separa a la economía de una realidad de recursos físicos finitos.

En el Capítulo 5 del Tomo 1 de El Capital, Marx (2002, 118-119) explica que la naturaleza es requerida en el proceso de trabajo, ya que se necesitan recursos naturales para que el ser humano pueda transformar su realidad y de esta manera satisfacer sus necesidades físicas. Indica además que el grado de desarrollo de una sociedad puede verse reflejada en lo intensivas que pueden ser las herramientas con las que consigue la apropiación de recursos.

El medio ambiente por el tipo y cantidad de recursos que tiene en un territorio condiciona a las sociedades en ella asentadas en su trabajo y; por lo tanto, en su cultura. Esta interacción dialéctica entre la sociedad y ecosistemas produce una humanización de la naturaleza, con lo cual se crean cambios ecológicos; pero también existen cambios en las sociedades a causa de la interacción con los recursos naturales (Schmidt 1976, 8).

4.2 Los flujos ocultos del agua en los estudios de metabolismo sociedad-naturaleza

Una de las características más poderosas de un análisis de metabolismo sociedad-naturaleza es que presta una base lógica para el desarrollo de un cálculo de flujo de materiales como el agua no solo entre la naturaleza y una sociedad y viceversa, sino también entre distintas sociedades.

Para este tipo de análisis existen herramientas como los balances de masa y energía, para lo cual se usa la primera ley de la termodinámica conocida como la “ley de la conservación de la masa”, la cual al usarse da como resultado la siguiente ecuación: sumatoria de las entradas de materiales a una sociedad es igual a la sumatoria de las salidas de materiales de una sociedad corregida por lo cambios en las existencias (Schandl 2000, 7). De esta forma se sabe que la contaminación no desaparece, sino que al contrario se la puede cuantificar sumando la cantidad de productos tóxicos y contaminantes que ingresan al proceso y no salen en el producto, ya sea porque se transforman, salen en el agua, el aire o como residuos sólidos que posteriormente se transferirán al medio natural más cercano al sitio de producción de la mercancía.

Estos flujos ocultos no se los contabilizan en los estudios metabólicos, ya que la importancia se ha centrado en los flujos de materias primas necesarias para la producción de un bien como la biomasa, ciertos elementos como los nutrientes y la energía. Sin embargo, es necesario incluir en la contabilidad todos los materiales usados en la cadena de producción como es el agua, el aire y la acumulación en los suelos, los cuales en la mayoría de los casos se los usa en mayor masa o volumen que la materia prima usada. La invisibilización de estos flujos de agua se da debido a que el estado físico o nivel de oxidación de estos insumos cambia en los productos, visibilizándose únicamente su contaminación resultante en el medio donde se producen y no en las mercancías que viajan a otros sitios del mundo.

Estos flujos llamados en el presente trabajo como “flujos ocultos” y específicamente en el agua, reciben otras denominaciones en estudios académicos, como por ejemplo “mochila ecológica” (Schmidt-Bleek 1994), demostrándose que pueden ocultarse del intercambio no solo entre sociedades de un mismo país, sino también en las importaciones o exportaciones entre distintas naciones.

Estos flujos ocultos de materiales pueden comprender no solo la contaminación del agua, sino también del aire, la generación de desechos sólidos, uso de suelo y generación de calor (entropía) que ocurren en los procesos de producción de las mercancías en las localidades de los países en que se los fabrica. En varias industrias, la cantidad de estos materiales sobrepasa en grandes cantidades el material exportado, como por ejemplo en la minería con la producción de agua de relave y materiales de rechazo. En los estudios metabólicos realizados por Adriaanse (1997) a las cantidades de material que pasan las fronteras sumadas a los “flujos ocultos” los denomina como “requisito total de material” para la obtención de una mercancía.

Estos “flujos ocultos de agua”, (que pueden ser cuantificados también como flujos ocultos de aire, de residuos sólidos y de calor) que no se incorporan en la masa del producto en su gran mayoría no incorporan el valor económico que incurriría su tratamiento o gestión para devolverlos en condiciones inocuas al medio ambiente. Es por esto que en los lugares de origen los contaminantes permanecen como pasivos ambientales, los cuales se convierten posteriormente en costos sociales⁴ que asumen las

⁴ Como costos privados se suele considerar a los costos que son asumidos por los promotores de una actividad económica, mientras que los costos sociales se conocen a los costos de la actividad

poblaciones cercanas en forma de problemas de salud colectiva humana y animal, problemas en los cultivos agrícolas y plantaciones de árboles, sin que se visualice el problema ya que muchas veces no contienen costos cuantificables crematísticamente⁵.

En otras ocasiones los flujos ocultos son visibilizados por los conflictos ambientales que causan en las poblaciones circundantes a una actividad productiva; ya que los flujos ocultos se visibilizan cuando las afectaciones son reclamadas por las poblaciones rurales, y en muchos casos lejanas a las ciudades importantes. En estas zonas se desarrollan sentidos ecológicos implícitos en los pobladores que buscan resguardar los recursos naturales fuera de lo mercantil y lo crematístico (Martinez-Alier 2009).

La división entre lo urbano y lo rural en la globalización ha adquirido una magnificación del concepto de centro y periferia a nivel mundial, en donde se vuelve necesaria la división entre dos tipos de metabolismo sociedad-naturaleza, el “metabolismo central” ubicado en las zonas con alto desarrollo tecnológico; y un “metabolismo rural o periférico” en el cual se desarrollan actividades en las cuales la sociedad se apropia de bienes y servicios de la naturaleza, entrando en un contacto directo con el ambiente (Toledo 2008, 1). Estas actividades son generalmente la extracción primaria de los recursos naturales, la agricultura, la silvicultura, la generación eléctrica y la gestión de residuos sólidos y líquidos.

Dentro de la gran complejidad de las interrelaciones comerciales a nivel mundial en la globalización, el papel del consumo subsumido al capital modifica a los otros fenómenos presentes en el metabolismo sociedad-naturaleza, haciendo que la volatilidad de los mercados alterare al proceso de apropiación de recursos naturales en los países con perfiles de metabolismos rurales, sobre todo en países como el Ecuador, en donde sus exportaciones son basadas en productos de muy baja demanda en épocas de crisis o recesiones económicas.

económica que no son asumidos por los promotores de una actividad económica, sino que son asumidos por otros, generalmente la sociedad (Coase 1960).

⁵ En este trabajo se usará el término “economía” según la definición original acuñada por Aristóteles, para representar cualquier actividad natural destinada a satisfacer las necesidades materiales de los seres humanos. Contrariamente se usará el término “crematística”, “economía vulgar” o “teoría económica” para designar al arte de adquirir bienes o dinero, la cual es actualmente confundida con el término “economía” (Marx 1980).

Según la corriente actual de la teoría económica llamada neoliberalismo, la búsqueda de la liberación del mercado lleva consigo la desregulación estatal; resultando que en las épocas de disminución del consumo por crisis económicas exista una disminución de la demanda mundial en la producción de bienes primarios; lo cual según los economistas neoliberales únicamente se puede solucionar con la autorregulación del mercado (Friedman 1962). Estas soluciones devienen en costos sociales y ambientales de escalas nacionales. De la misma manera, para el neoliberalismo, los flujos ocultos de contaminación son consideradas externalidades negativas y por lo tanto “fallos del mercado”, cuyos costos también son asumidos por la sociedad (Schumacher 1973).

Para el año 2018 en Ecuador la exportación de materias primas fue de \$ 15.918 millones de dólares, lo cual representa el 73.67% del total de las exportaciones. De estas \$ 7.853 millones de dólares (49%) corresponden a petróleo crudo, \$ 3.234 millones de dólares (20%) a productos de la acuicultura como camarones, langostinos, quisquillas, y \$ 3.218 millones de dólares (20%) a banano o plátanos, frescos o secos (World Integrated Trade Solution 2020). Con esto se puede concluir que el Ecuador, como la mayoría de los países de América Latina tienen un perfil rural como base de su metabolismo (Toledo 2013, 46).

4.3 Relación dialéctica en el metabolismo sociedad-naturaleza del agua

Análoga al análisis del metabolismo sociedad-naturaleza se encuentra la unidad conocida como unidad socio-ecosistema (SES), la cual se define como el conjunto de procesos auto organizados por los humanos, que se acoplan a procesos auto organizados naturalmente (Madrid 2013, 659). Esta definición incluye la unión de los sistemas complejos natural y social tratados como distintos (Gráfico 5); contrario a esto el análisis metabólico del presente trabajo toma como fundamento base del materialismo social al materialismo físico, donde la materialidad social no deja de ser parte de la materialidad física y por tanto depende de ella (Gráfico 6) (ver sección 1.3). Adicionalmente en la presente investigación no se analiza únicamente la modificación

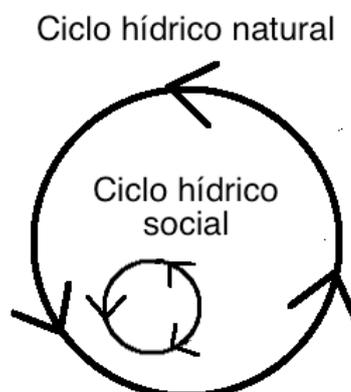
de los ciclos hidronaturales por parte de los ciclos hidrosociales⁶, sino que se abordará la complejidad de la interacción metabólica, sociedad-naturaleza como un camino de ida y vuelta, en la cual el accionar humano modifica de forma compleja los ciclos de la naturaleza, y como a su vez estos ciclos modifican epistemológicamente la complejidad de la realidad humana (ver sección 1.1).

Gráfico 5.
Ciclos hídricos en la unidad hidro-ecosistema



Fuente: Cristina Madrid (2013)
Elaboración: Renato Sánchez (2021)

Gráfico 6.
Ciclos hídricos en el metabolismo sociedad-naturaleza



Fuente y elaboración: autor

4.4 Análisis de la complejidad en el estudio metabólico

La inclusión de leyes físicas y biológicas en las ciencias sociales no significa que exista un solo tipo de análisis para todos los tipos de problemas, ya que no existe una forma de reducir la complejidad propia de la materialidad biológica o social a la materialidad física (Toledo 2008, 4). Mucho menos se puede creer que con leyes

⁶ El ciclo hidrosocial se entiende como un proceso entre la sociedad y la naturaleza en el cual el agua y la sociedad se forman y reforman entre sí, en un determinado espacio y tiempo (Garnero 2018, 97)

sociales como las económicas se pueda reducir a un solo tipo de análisis la materialidad física y biológica, reduciendo todos los análisis a valores económicos o monetarios (Sánchez 2016, 28). Por el contrario, se trata de tomar en cuenta las leyes físicas y las leyes biológicas en cada nivel de análisis para mantener la complejidad, y de esta manera respetar las limitaciones de cada una de las categorías.

Para analizar la realidad de cara a la conservación de la especie humana, es necesario tomar en cuenta su complejidad. Para esto se debe evitar el pensamiento reduccionista y acrítico, en la cual se trata a los fenómenos de la naturaleza de forma fragmentada. Es por esto necesario reconocer que las ciencias físicas, biológicas y sociales no son ni separables, ni antitéticas, ni alternativas, sino complementarias (Lewontin 1984, 343). Si bien el análisis metabólico requiere distinguir entre estas tres ciencias, no requiere separarlas o solo conjugar entre sus elementos comunes; contrariamente se requiere una colaboración dialéctica y sistémica entre disciplinas (interdisciplinariedad) (Breilh 2003, 294).

En el desenvolvimiento del metabolismo entre sociedades no solo existen flujos de materiales visibles y ocultos, sino que de manera implícita existen flujos de ideas, conocimientos y políticas que configurarán la forma en que se desarrollará la apropiación de la riqueza natural. Este conocimiento impone una epistemológica basada en la crematística y la acumulación del capital, la cual tiene una tendencia lineal⁷. De esta manera, en los países de América Latina se han dejado a un lado los conocimientos ancestrales, cambiándolos por modelos de producción intensiva, en los cuales se vuelve indispensable la utilización de tecnología externa.

5. Agua virtual

El concepto de agua virtual fue por primera vez acuñado por John Anthony Allan (1993, 7), siendo esta “la cantidad de agua total que se requiere para la producción de un producto”. En todos los casos dentro del capitalismo, el uso del agua en la producción causa escasez y contaminación del recurso, e indirectamente afectaciones a la salud, deterioro de suelos, expropiación de agua a otras especies, afectaciones a ecosistemas (Sánchez 2016, 35, 125).

⁷ La tendencia crematística lineal se basa en la lógica de “apropiarse, usarse y excretar”, en la cual se ha fomentado el desarrollo crematístico e industrial de los últimos doscientos años.

Para Hoekstra (2003, 13) el agua virtual es la “encarnada” en un producto, no en sentido real, sino en sentido virtual. El agua virtual también se define como “agua exógena”, ya que la importación de agua virtual en un país significa usar agua exógena o de afuera de las fronteras del país importador. De esta manera se puede conocer el volumen total de agua utilizada en la realización de un producto a lo largo de su cadena de valor. Por ejemplo, un estudio realizado por Barón (2016, 55) muestra que se necesitan en total 974 metros cúbicos por tonelada producida de flores en el departamento de Cundinamarca (Colombia).

El comercializar mercancías lleva virtualmente el comercio de agua; por esto los países con escasez de agua importan productos en los cuales ocultamente se encuentran grandes cantidades de agua, pero que en los países donde se los produjeron los costos de extracción y tratamiento son menores o inexistentes.

En los últimos años se ha especulado en la formación de posibles conflictos bélicos entre países para controlar los recursos hídricos; sin embargo, este hecho queda obsoleto al pensar que la mayor cantidad de agua se encuentra oculta en el comercio de mercancías. Esta es una dimensión geopolítica basada en la teoría económica en la que los países desarrollados desean obtener una ventaja competitiva importando productos con alto volumen de agua virtual de países en los que la existencia del recurso es más abundante (Allan 1998, 1999, 2003; Wichelns 2001). La escasez y eficacia del uso del agua ha obligado a países como China a la importación de alimentos cultivados durante milenios en sus territorios como es el caso del arroz (Shaofeng 2010, 10)

5.1 Flujos globales de agua

Como se explicó en la sección 1.3 la entrada de América Latina al capitalismo se da con la exportación de materias primas en la época de la conquista en el Siglo XVI. Ya para el Siglo XIX España y Portugal no podían capitalizar el dinero procedente de las importaciones de materias primas, por lo que Inglaterra actuó con los saqueos de piratas y corsarios y la capitalización del dinero captado gracias a su reintroducción en América Latina mediante los préstamos bancarios (Sánchez 2017, 73), los cuales serían pagados con el direccionamiento de las materias primas hacia Inglaterra.

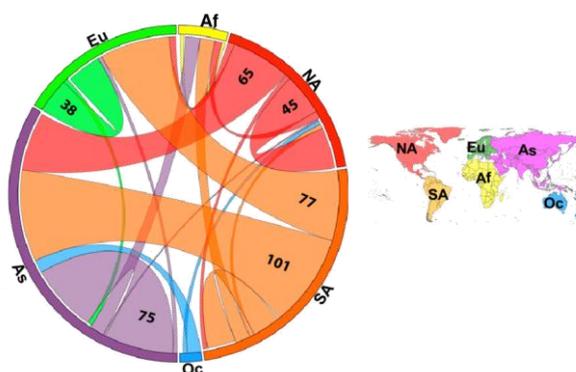
La Independencia no significó una revolución social y económica de los países de América Latina, ya que los procesos de independencia fueron impulsados por

criollos que en la separación del comercio monopólico con España vieron la oportunidad de formar alianzas comerciales con Inglaterra, además de recibir préstamos para financiar las guerras (Sánchez 2017, 73). De esta manera Inglaterra financio las guerras de independencia y designó a cada país la exportación de un de recurso natural hacia su territorio (Feinmann 2012).

Esta tendencia continúa inalterada hasta nuestros días, América Latina vende productos de la tierra, tanto agrícolas como recursos no renovables usando grandes cantidades de agua a bajos precios, y compra con altos costos de los países centrales productos industriales, generándose un desarrollo mundial asimétrico, racista e imperialista (Harvey 2007, 3). Han existido ligeros cambios como el surgimiento de nuevas potencias como Estados Unidos que siguiendo el “Corolario Roosevelt a la Doctrina Monroe” alejó a las potencias europeas de sus últimas colonias americanas a inicios del Siglo XX (Sánchez 2017, 73).

La exportación de agua virtual se acentuó a finales del siglo anterior, principalmente con las políticas del Consenso de Washington, las cuales aceleraron la extracción de materias primas y la exportación de las mismas; teniendo como un posible resultado la escasez y contaminación del agua, e indirectamente afectaciones a la salud, deterioro de suelos y disminución de agua para otras especies. Esto se puede observar en la Figura 6, la cual indica el flujo de agua virtual entre continentes medidos en metros cúbicos de agua, notándose que para el año 2007 América Latina tenía el mayor volumen de exportación de agua virtual, siendo sus mayores acreedores los continentes asiático y europeo (Dalín y otros 2012, 5591).

Gráfico 7.
Flujo de agua virtual continental para el año 2007



Fuente y elaboración: Krzywinski M y otros (2009)

Con el fin de poder ejemplificar el análisis metabólico propuesto, se ha procedido a escoger un territorio en una sola microcuenca, y de esta manera delimitar la información a levantar. El territorio escogido por conveniencia de ubicación, datos históricos de calidad de agua e información sociales ha sido la microcuenca del río Pisque.

Capítulo segundo.

Sustentabilidad del agua por la actividad florícola en la microcuenca del río Pisque

1. Introducción

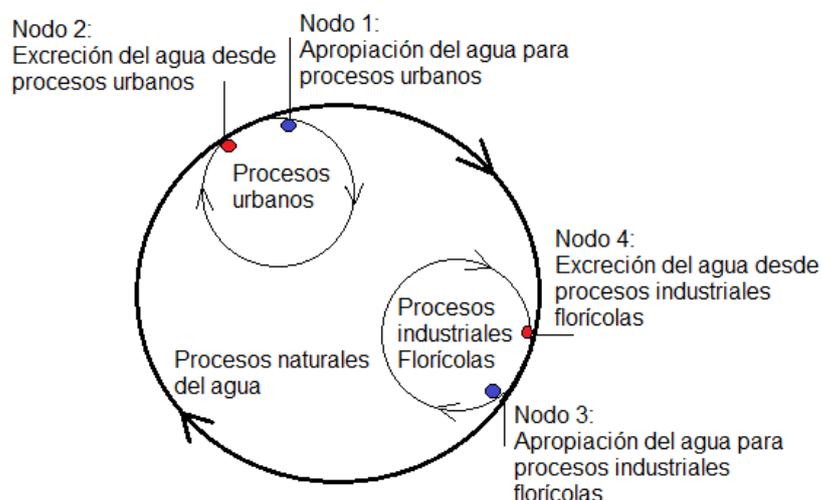
En este trabajo la sustentabilidad es el conjunto de condiciones en las cuales la sociedad y su medio se pueden fundamentar o sostener conjuntamente, pero mediante una forma sana (Breilh 2013b, 54). Esta interpretación es muy diferente a la sustentabilidad conocida como “sustentabilidad débil” encargada de mantener intacto el balance general entre “capitales” naturales, sociales y económicos; y que, en la totalidad de los casos, justifica la disminución del “capital natural” (Willebald y Sandonato 2014, 4) y el “capital social” en el cual considera a la salud, siempre y cuando exista un incremento del capital económico (Gudynas 2010, 8). Ejemplo de esto es el modo de operación que sostienen los “Evaluaciones Ambientales” propuestos por los bancos de desarrollo en el mundo, entre los cuales destaca la herramienta del Estudio de Impacto Ambiental, el cual es una exigencia legal en varios países como el Ecuador (Congreso Nacional, 2004).

Por lo que, el objetivo de este capítulo es el análisis de los procesos de sustentabilidad que se dan en el metabolismo sociedad-naturaleza. Para esto se requerirá del levantamiento de información del primer nodo analítico, el cual requiere la cuantificación de la contaminación de las aguas en los cauces naturales, sistemas de riego y de consumo humano por florícolas en la microcuenca del río Pisque. En la primera parte se describirán las técnicas necesarias para poder cuantificar los agrotóxicos y los demás parámetros de calidad del agua. Posteriormente se presentará la información del uso de los agrotóxicos en las florícolas de la cuenca y análisis de agua con todos los parámetros evaluados. Con la información obtenida se discutirá cómo este insumo aporta al proceso social-ambiental del metabolismo sociedad-naturaleza y a la sustentabilidad de la vida en la región.

2. Metodología

Siguiendo la metodología de la DS explicada en el apartado 1 del Capítulo 1, dentro de los procesos sistemáticos de destrucción de la naturaleza que se tienen en el capitalismo, es necesaria la identificación de los procesos sociales que causan la contaminación en el territorio específico de Cayambe, para esto se realizará un análisis de los nodos analíticos en la interacción metabólica. En este nodo representado por la Gráfico 8 se evaluará la interacción entre el agua y la sociedad humana, la cual usa este recurso para la satisfacción de sus necesidades domésticas y de riego agrícola, y posteriormente la devuelve a la naturaleza con contaminantes.

Gráfico 8.
Nodo analítico del agua en el metabolismo sociedad naturaleza



Fuente y elaboración: Autor

El gráfico anterior explica cómo dentro del proceso natural del agua se incorporan para interactuar dialécticamente los procesos hidrosociales urbanos e industriales florícolas, y para esto en la práctica se realizarán análisis de calidad y cantidad del agua en los siguientes nodos analíticos:

- Nodo 1: Mediciones de calidad del agua al ingreso (apropiación) de los procesos urbanos de un centro poblado.
- Nodo 2: Mediciones de calidad del agua a la salida (excreción) de los procesos urbanos de un centro poblado.

- Nodo 3: Medición de la calidad del agua al ingreso (apropiación) en zonas florícolas en canales de riego.
- Nodo 4: Medición de la calidad y cantidad del agua a la salida (excreción) de zonas florícolas en fuentes naturales.

Para llegar a comprender los procesos sociales que afectan a la salud, la determinación social de la salud usa la matriz de procesos críticos para concatenar las variables analíticas con las condiciones de vida (Gómez 2007, 1). Para esto se ubica a la variable a levantar con una de las 4 S desde la cual se va a analizar, en este caso la sustentabilidad. El nodo analítico por levantarse en el territorio se refiere a la información que se obtendrá en el campo, en este caso la contaminación del agua en los nodos analíticos explicados en el Gráfico 9.

Con esto se podrá analizar cómo las variables afectan el metabolismo social del territorio; y como esto explica dialécticamente el proceso de reproducción del capital en dicho espacio. Esta explicación se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2.

Desarrollo del componente crítico para entender la sustentabilidad en el territorio

4 S de la vida	Reproducción del capital en el territorio	Metabolismo sociedad-naturaleza en la microcuenca del río Pisque	Nodos analíticos levantados en el territorio
Sustentabilidad	Aprovechamiento histórico del agua para producción y consumo.	Aprovechamiento oculto (virtual) del agua y consecuente contaminación de actividades agrícolas de exportación.	Cantidad y calidad del agua en cuencas, agua subterránea y agua potable mediante análisis físicos, químicos (agrotóxicos) y microbiológicos.

Fuente y elaboración: Autor

Como se observa en esta matriz, los datos obtenidos de las mediciones de los parámetros de calidad y cantidad de agua se procesarán para conocer la cantidad real de agua contaminada en las actividades productivas. Este valor obtenido del agua virtual y conocido en este trabajo como flujo oculto, permitirá a su vez conocer la verdadera interacción metabólica y dialéctica de la sociedad con la naturaleza; y el progreso de detrimento del capitalismo en los recursos hídricos del territorio.

Para conocer las variables óptimas a analizar en los nodos analíticos se partirá de la matriz de procesos críticos, y se conceptualizará la variable para que esta permita comprender la categoría más amplia; esto es comprender dialécticamente cómo la variable permite conocer un proceso social. Esta acción se lleva a cabo mediante la matriz de sistematización de variables presentada en la Tabla 3.

Tabla 3.
Matriz de sistematización de variables para la sustentabilidad

Dominio	Categoría	Componente	Conceptualización de la variable	Dimensión	Subdimensión
Metabolismo sociedad-naturaleza	Exposición, uso y excreción del agua desde y hacia actividades humanas y agrícolas.	Magnitud de la contaminación real del agua por los flujos ocultos de las actividades humanas y productivas.	Calidad y cantidad del recurso hídrico en el proceso natural y sus subprocesos hidrosociales. Concentración y cantidad de agua usada y contaminada en los procesos hídricos y su afectación dialéctica a la salud de la población.	Cantidad Calidad física Calidad química Calidad micro-biológica.	Caudal Temperatura Turbidez Conductividad eléctrica Sólidos totales pH Nitratos Nitrógeno total Fosfatos Dureza total Oxígeno disuelto DBO ₅ DQO Agrotóxicos Coliformes fecales Coliformes totales

Fuente: García (2020, 4)
Elaboración: Autor

Las subdimensiones de calidad y cantidad de agua deberán ser capaces de explicar la afectación al recurso hídrico natural de los procesos industriales y el consumo humano, ya que en el ciclo hidrológico la contaminación causada por su excreción sigue en el cauce hasta su posterior apropiación y contacto con poblaciones e individuos aguas abajo, por lo que el análisis y la descripción del sitio será el primer paso para el desarrollo del método.

3. Microcuenca del río Pisque

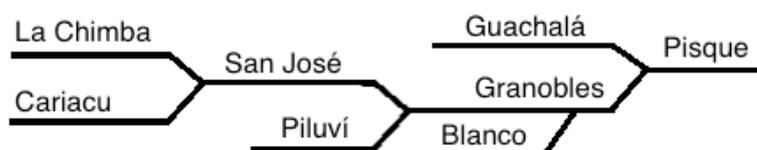
La microcuenca del río Pisque se encuentra ubicada políticamente en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo, como lo indica el Mapa 1, limita al norte por el cerro Cusín, por el sur con la zona de Cusubamba y Ascazubi, al este por los páramos y glaciares del volcán Cayambe y al Oeste por los páramos y lagunas de las alturas de Mojanda y Fuya-Fuya (Cachipuendo y otros 2001, 4).

3.1 Datos hidrológicos de la microcuenca

La microcuenca del Pisque pertenece a las cuencas del río Blanco, río Guayllabamba y río Esmeraldas de menor a mayor tamaño (Orellana 2015, 23), encausando la cuenca del río Esmeraldas el 12,6% del agua del Ecuador. Los ríos afluentes al río Pisque son: Guachalá, La Chimba, San José, Paquiestancia, Cariacu, Cangahua, Uravia, Coyago y Granobles. Un diagrama de representación de los principales afluentes a la cuenca se lo muestra en la Gráfico 9.

Gráfico 9.

Diagrama de representación de los afluentes de la microcuenca del río Pisque



Fuente y elaboración: autor

Según Orellana (2015, 57) el área de la microcuenca es de 1132 Km², cuenta con un perímetro de 52,3 Km; perímetro axial de 52,3 Km; coeficiente de compacidad (Kc) de 1,4; factor de forma (Kf) de 0,4; pendiente media de la microcuenca (Sc) del 35,5%; longitud principal del cauce 78,2 Km; longitud de todos los cauces de 1476 Km, densidad de drenaje (Dd en Km/Km²) de 1,3 y pendiente media del cauce principal (Sm) del 2%.

Los afluentes al río Pisque se originan principalmente en dos cadenas montañosas, una proveniente del Volcán Cayambe, a una altura mayor a 5 000 metros y otra del cerro Fuya Fuya, en el cual existen vertientes nacientes a alturas mayores a 3

500 metros. Estos cuerpos de agua descienden hacia un valle en los cuales se encuentran dos ciudades principales, la ciudad de Cayambe y la ciudad de Tabacundo, las cuales suman una población proyectada de 152.153 habitantes para el año 2020, además de 3.201,73 hectáreas de flores cultivadas en invernadero para el año 2017 (Cachipiendo 2018, 69).

3.2 Datos demográficos y sociales de la microcuena

La población histórica de la microcuena se presenta la Tabla 4.

Tabla 4.
Población y tasa de crecimiento poblacional de la microcuena

Año	1950	1962	1974	1982	1990	2001	2010	2020*
Población Cantón Cayambe (hb)	25000	27000	34162	41740	46938	69800	85800	107918
Tasa de crecimiento cantón Cayambe (%)		0,64	1,98	2,54	1,48	3,67	2,32	2,32
Población Cantón Pedro Moncayo (hb)	12068	12454	13436	14732	15718	25594	33172	44235
Tasa de crecimiento cantón Pedro Moncayo (%)		0,26	0,63	1,16	0,83	4,53	2,92	2,92
Población total (hb)	37068	39454	47598	56472	62656	95394	118972	152153
Tasa de crecimiento poblacional de la microcuena (%)		0,52	1,55	2,16	1,31	3,90	2,49	2,49

* El valor para el año 2020 es proyectada suponiendo que la tasa de crecimiento permaneció constante.

Fuente: INEC
Elaboración: autor

Los datos socioeconómicos de la microcuena, para ambos cantones se los muestra en la Tabla 5.

Tabla 5.
Datos socioeconómicos de la microcuena por cantones

Indicador	Cantón Cayambe	Cantón Pedro Moncayo
Analfabetismo (porcentaje para 2012 y 2018 respectivamente)	11,1 ^a	10,2 ^b
Proyección de desnutrición crónica en niños de 1 a 5 años (porcentaje de prevalencia)	34,92 ^c	31,08 ^c

Pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	78,9 ^d	69,12 ^b
Pobreza extrema por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	38,18 ^d	32,9 ^b
Pobreza por consumo (incidencia para el año 2001)	0,57 ^c	0,51 ^c
Tasa de desempleo (porcentaje)	3,03 ^e	3 ^e
Población indígena (porcentaje)	33,87 ^d	26 ^b

Fuente: (^aIEE, 2013), (^bGad Municipal Pedro Moncayo 24-31, 2018), (^cCórdova 32-34, 2013), (^dGADIP Cayambe 61-70, 2019), (^eGP Pichincha 61, 2015).

Elaboración: autor

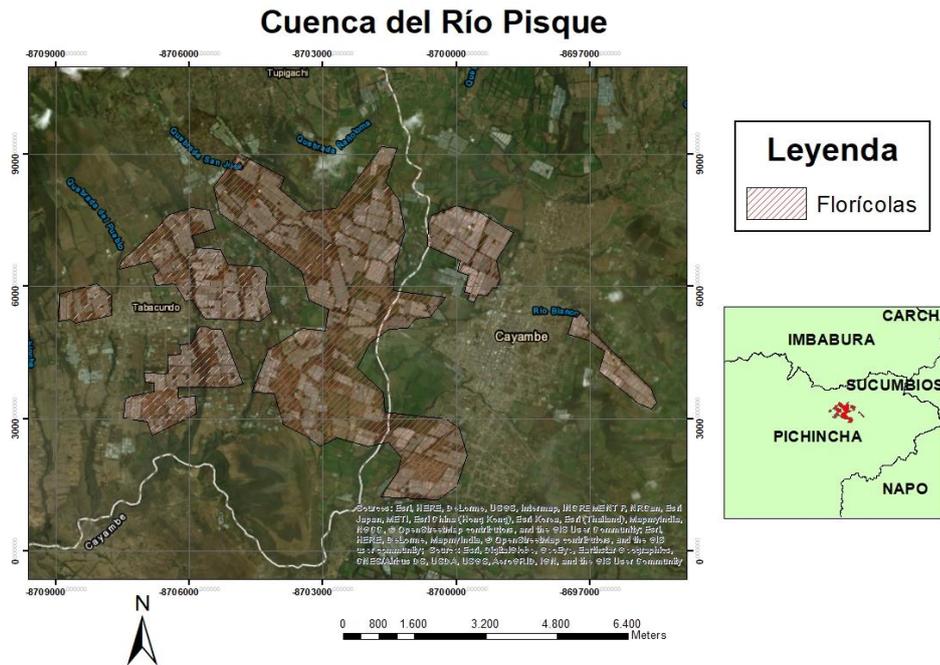
3.3 Producción florícola en la microcuenca del río Pisque

En el Ecuador en el año 1973 se expide la Ley de Reforma Agraria, y a finales de esta década se promovieron incentivos para la exportación de los productos (Guerra 2012, 18). Las plantaciones florícolas iniciaron en 1982 con la plantación de claveles “Jardines del Ecuador” ubicado en Puenbo; posteriormente se inicia el cultivo de rosas que, tras su éxito económico en los Estados Unidos, ya contaba con la organización de floricultores conocida como “Asociación de Cultivadores de Flores” para 1984 y un año después existían 25 hectáreas de cultivo florícola en la zona de Cayambe-Tabacundo (Bravo 2006, 4).

Desde mediados de los años 90 las flores del Ecuador se exportaron sin aranceles a los Estados Unidos, incrementándose a un 42% la masa total de exportación a este país (Corrales 2016, 96). Esto ocasionó un asentamiento del cultivo de flores en la zona de Cayambe Tabacundo por la gran iluminación solar que se da a los 2 800 y 2 900 msnm; temperatura estable durante todo el año (Bravo 2006, 94); y cercanía a los puertos aéreos. Para esta década el número de trabajadores en el sector incrementó a 40 000, obteniéndose un porcentaje de crecimiento económico del 112,3% para el año 1996 y las hectáreas de cultivo llegaron a 1 484,9 (Bravo 2006, 9). Para el año 2013 solo en el Cantón Cayambe la producción florícola ocupó 5 102,79 hectáreas (Farinango 2019, 28), mostrándose en el Mapa 1 el área actual (junio 2019) ocupada por invernaderos de flores entre las ciudades de Cayambe y Tabacundo.

Mapa 1.

Área actual ocupada por florícolas entre las ciudades de Cayambe y Tabacundo



Para el cultivo de flores se colocan una gran cantidad de productos químicos en varias etapas del proceso, como por ejemplo el uso de fertilizantes en el suelo, aditivos en el riego, agrotóxicos, ácidos para la disminución del pH, hidratantes, fungicidas, tensoactivos, preservantes, bactericidas, entre otros (Fiallos 2011, 40-48); los cuales pueden ser determinados en análisis físicos, químicos, microbiológico y de agrotóxicos en las aguas.

3.4 Problemas a la salud por el uso de agrotóxicos

En cada finca una media de 30 de estos compuestos en diversas concentraciones y dosis (Bravo 2006, 90). Esta forma de producción es injusta socialmente, ya que afecta a la salud de los trabajadores de base y a los recursos naturales como el agua, socializando la contaminación a la población en general.

Existe un problema de incumplimiento generalizado de las normativas laborales y ambientales por parte de las florícolas en la microcuenca (Quishpe 2017, 88); lo cual afecta directamente a seis de cada diez trabajadores del sector, quienes padecen los efectos al sistema nervioso cerebral y a la médula ósea, además de los efectos gástricos, hepáticos y renales. Otros efectos crónicos de los agrotóxicos en la zona son los daños genéticos, las malformaciones congénitas y el cáncer (Bravo 2006, 89).

3.5 Problemas al agua por el uso de agrotóxicos

En un estudio realizado por Breilh y otros (2009, 21-23) se encontró en la zona florícola cercana al río Granobles, uno de los aportantes del río Pisque, entre los años 2004 y 2005 presencia de contaminación con herbicidas incluso de categoría o etiqueta roja; predominando compuestos como alfa y beta endosulfan, cadusafos, carbofuran, metomil, oxamil, clorotalonil, entre otros.

Adicionalmente, el cultivo de flores requiere mayores cantidades de agua comparado a distintas formas de producción tradicional de la zona. Por ejemplo, una hectárea de flores consume 10 669,20 de m³ al año, en comparación de una hectárea de riego de pasto para la producción de leche que consume 3 209,48 m³ al año o la agricultura familiar con 3 126,00 m³ al año (Cachipundo 2018, 60).

4. Técnicas

En esta sección se explicarán los procedimientos y protocolos normalizados que se han usado en el presente estudio para la medición del caudal, el muestro de aguas y los análisis de laboratorio. Para esto, se definió los parámetros que se analizaron, lo cual incluye la definición de los agrotóxicos a evaluar.

4.1 Diseño de aforo in situ

En estos mismos sitios se realizaron aforos⁸, para lo cual se buscó una pequeña porción del río, canal o efluente donde el agua fluya continua y unidireccional sin la interrupción de rocas u obstáculos; aquí se realizó la medición del área transversal del cuerpo de agua, para esto se utilizó un medidor de distancia laser marca Bosh, modelo DEL40; y para la medición de la velocidad se usó un micromolinetes⁹ marca Simtech, modelo FP111. Como ejemplo se presenta el aforo realizado en el canal Pumamaqui (Punto 5) en la Gráfico 10.

Gráfico 10.
Aforo realizado en el canal Pumamaqui

⁸ Aforo se entiende como la medición de la cantidad de agua que lleva una corriente en un cierto tiempo.

⁹ Instrumento para medir la velocidad de un cuerpo de agua que sea o simule las propiedades de un canal abierto.



Fuente: Autor

Para conocer el caudal, se procedió a utilizar la ecuación 1.

$$Q = A \times U \quad (1)$$

Donde:

A Área transversal del cuerpo de agua

U Velocidad del flujo del agua

En los puntos de muestreo ubicados en los ríos Granobles, Guachalá, Pisque (en piscinas) y Pisque (en puente) se procedió a realizar el aforo de agua mensualmente, esto con el fin de cuantificar posteriormente la contaminación anual de la microcuenca

4.2 Diseño de muestreo in situ

Para evaluar la dinámica integral de contaminación en toda la microcuenca se procedió a escoger puntos de muestreo en distintas zonas según los siguientes criterios:

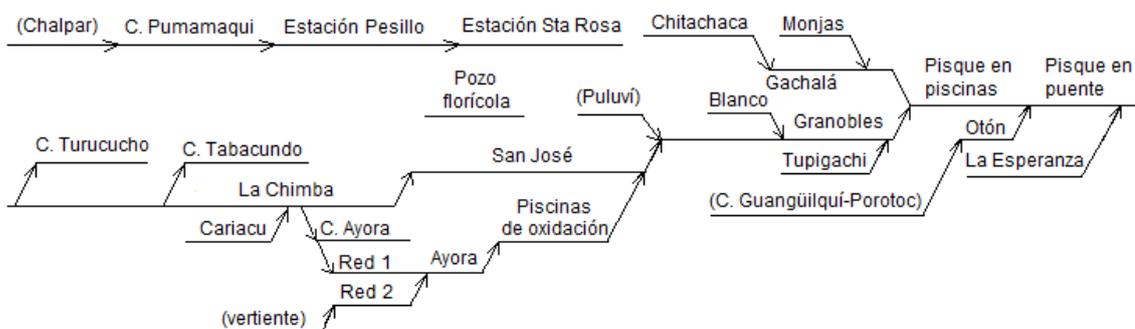
- Conocer la calidad en las vertientes (cuencas altas), antes de los usos agrícola y poblacional (cuencas medias) y posterior a las descargas (cuenca baja).
- Abarcar la mayor área de drenaje posible.
- Fácil acceso al punto de muestreo.
- Accesibilidad en la medición del caudal.
- Alejado por lo menos 50 metros aguas debajo de un punto de descarga.

- Para la colocación de muestreadores pasivos, un sitio no muy visible para evitar el vandalismo.

Los primeros puntos de muestreo son los de la “cuenca alta”, que son los sitios inmediatamente posteriores a las captaciones o vertientes, o en los canales de riego o sistemas de conducción, donde es posible conocer la calidad inicial del agua antes de su uso. En cotas más bajas se tomarán las muestras correspondientes a la “cuenca media”, los cuales están más cercanos a los sitios poblados, como por ejemplo en canales de riego cercanos a plantaciones, cerca de sistemas de potabilización de agua, siendo estos sitios propensos a encontrarse contaminación agrícola y pecuaria debido a que agua arriba existen escorrentías que ingresan a los canales de agua desde los campos. Por último, se tiene la “cuenca baja” que estará ubicada aguas abajo y se realiza en los sitios donde se han identificado descargas de agua residual domésticas o de producción agrícola.

Otro factor para escoger los puntos de muestreo fue la secuencia de drenaje de unos cuerpos de agua en otros; esto se lo realizó siguiendo el esquema más general de la cuenca representada en el Gráfico 10. Aquí se presentan los nombres de los ríos muestreados; en el caso de ser canales el nombre inicia con la letra “C.”, y las fuentes de agua no analizadas se encuentran entre paréntesis. Además, desde el río Granobles los cuerpos de agua colocados en la parte superior del diagrama corresponden a los ubicados en el Cantón Cayambe, mientras que los ubicados en la parte inferior se encuentran en el cantón Pedro Moncayo.

Gráfico 118.
Esquema representativo del drenaje de los cuerpos de agua



Fuente y elaboración: Autor

Sobre estos cuerpos hídricos se colocaron 28 puntos de muestreo, los cuales se describen brevemente a continuación:

1 Río La Chimba

Punto de muestreo del río ubicado a una cota de considerada como cuenca muy alta, a una cota de 3 837 msnm, antes de las captaciones para los canales Turucucho y Tabacundo; en la zona ya existe presencia ganadera, por lo que este punto es una referencia de los primeros escurrimientos que vienen desde los páramos y desde el volcán Cayambe.

2 Río Blanco

Punto de muestreo del río ubicado en la cuenca alta. Este punto se encuentra en la zona alta a una cota de 3 331 msnm, pero para esta cota en esta zona ya existe presencia de florícolas.

3 Río Chitachaca

Punto de muestreo de río ubicado en la microcuenca alta sur del Pisque, a una cota de 2 928 msnm, a pesar de su cota existe presencia de ganadería.

4 Río Monjas

Punto de muestreo del río ubicado en la zona alta al este de la microcuenca a una cota de 3 634 msnm. Esta es una zona primaria de esorrentías de agua sin presencia de población, ganadería ni ninguna otra fuente de probable de contaminación.

5 Río Cariacu

Punto de muestreo en río, en la zona alta de la microcuenca del Pisque a una cota de 3 223 msnm. Este punto de muestreo está ubicado aguas debajo de zonas de ganadería, una gran área de cultivo convencional de papas.

6 Río Blanco

Punto de muestreo en río, en la cuenca media de la microcuenca del río Pisque a una cota de 2 806 msnm; anterior a este punto se pudo observar la presencia de la zona periurbana de la ciudad de Cayambe, cuyos domicilios tienen descargas directas sobre el río.

7 Canal Tabacundo

Punto de muestreo en canal en la zona media de la microcuenca a una cota de 3 158 msnm; la ubicación del punto de muestreo fue cerca de la ciudad de Tabacundo, antes de ingresar a la ciudad, a una distancia de varios kilómetros desde su captación del

río La Chimba. En esta zona se tiene presencia de agua de agricultura, ganadería y floricultura.

8 Canal Turucucho

Punto de muestreo de canal tomado en la cuenca media del río Pisque a una cota de 3178 msnm. Este canal tiene su captación en la parte alta del río La Chimba, aun cuando no existía influencia de contaminación urbana y productiva; sin embargo, se pudo observar alta erosión en el área circundante al canal, e introducción de aguas residuales desde comunidades.

9 Canal Tabacundo en Olmedo (En la zona de Muyurco)

Punto de muestreo tomado en el canal Tabacundo, en la zona media de la microcuenca del río Pisque a una cota de 2 967 msnm. Se pudo notar que el canal tiene una captación desde el río La Chimba, siendo el punto de muestreo posterior a las descargas de agua residual de la comunidad La Chimba y la parroquia Olmedo.

10 Ayora (En la zona de San Isidro Cajas)

Punto de muestreo en canal en la zona media de la microcuenca del río Pisque con una cota de 3 005 msnm. Este punto es tomado en el río La Chimba inmediatamente después de su convergencia con el río Cariacu, ambos ríos con escorrentías de actividades ganaderas.

11 Pumamaqui

Punto tomado en canal de riego, en la parte media de la microcuenca del río Pisque con una cota 3 109 msnm. La captación de este canal se lo realiza desde el río Chalpar. El lugar de muestreo es antes de la comunidad de Pesillo, no se visualizó ingreso al canal de agua residual doméstica ni productiva. Este es el punto de muestreo inicial que se usará para la calibración de los dispositivos SPMD y POCIS según lo descrito en el apartado “Calibración de los muestreadores pasivos” que se encuentra dentro de la sección 2.4.4. Posterior a este punto, en el mismo cuerpo de agua existen dos estaciones hidrometeorológicas de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS) que servirán para la obtención de los datos de calidad y cantidad de agua.

12 Ayora (Tanque de reserva 1)

Punto ubicado en la zona media de la microcuenca del río Pisque con una cota de 2 922 msnm, tomado en uno de los dos tanques de reserva de agua cruda que abastecen a la parroquia previo al proceso de potabilización. Se pudo notar que el afluente al

tanque tiene su captación luego de descargas de agua residual de la comunidad de Cariacu.

13 Ayora (Captación 1)

Punto ubicado en la parte media de la microcuenca del río Pisque con una cota de 2 941, tomado una vez identificadas las descargas de agua residual previas al punto captación de agua potable del primer sistema de potabilización de la parroquia de Ayora; por lo que se procedió a tomar una muestra en el punto exacto de captación para evaluar su nivel de contaminación fisicoquímica, microbiológica y de agrotóxicos.

14 Ayora (Tanque de reserva 2)

Similar al punto anterior con una cota de 2 907 msnm, pero aplicado al segundo tanque de reserva de agua cruda previa a su tratamiento. Se pudo identificar que su captación se la realiza desde una vertiente ubicada en las cercanías de la comunidad de Paquiestacia, sin que exista la introducción de agua de ningún tipo a la conducción; por lo que no se llegó a tomar una muestra de agua de la captación.

15 Ayora llave de agua potable

Muestra tomada en una llave de agua potable ubicada en la zona de distribución de agua perteneciente al Tanque 1 en una cota de 2 814 msnm; con este punto se pretende identificar la calidad de agua tratada que tuvo como ingreso ciertas descargas de agua residual. Este punto también se encuentra ubicado en la parte media de la microcuenca del río Pisque.

16 Ayora (Piscinas de oxidación)

Punto tomado en los sistemas de tratamiento de agua residual de la parroquia Ayora con una cota de 2 796 msnm, directamente en los tanques de oxidación. Esta muestra permitirá conocer la calidad del agua usada en la parroquia, y la presencia o ausencia de agrotóxicos en la zona urbana. Este punto se encuentra en la zona media de la microcuenca del río Pisque.

17 Otón

Muestra tomada en una llave de agua potable en el barrio San Lorenzo con una cota de 2 657 msnm, cuya red de distribución forma parte de la captación del canal de riego Guanguilquí-Porotog. Ese punto se encuentra en la parte media de la microcuenca del río Pisque.

18 Pozo de florícola

Muestra de agua tomada directamente de un pozo de agua subterránea de una florícola con una cota de 2 807 msnm, se escogió este punto para analizar la calidad de las aguas subterráneas, ya que se en las cotas superiores a este punto existe gran cantidad de este tipo de cultivos, haciéndose más probable la presencia de agrotóxicos percolados en este acuífero que pertenece a la microcuenca del río Tupigachi. Este punto se encuentra en la zona media de la microcuenca del río Risque.

19 Río San José

Muestra de río tomada en la zona baja de a microcuenca del río Pisque a una cota de 2 823 msnm; antes del ingreso de las aguas residuales tratadas de Ayora. En este punto el río deja de llamarse La Chimba y recibe las aguas residuales de las comunidades de Cariacu y Paquiestancia; así como influencia de zonas ganaderas y viviendas ubicadas al borde del río en centros poblados periféricos de la parroquia Ayora.

20 Río Tupigachi (San Juan Loma)

Punto de muestreo de río pequeño ubicado en la zona baja de la microcuenca del río Pisque a una cota de 2 983 msnm; tomado antes de recibir aguas residuales domésticas y efluentes de florícolas. Este punto baja notablemente su caudal en épocas secas.

21 Río Tupigachi

Área de recolección de agua procedente de actividad florícola, en verano la mayor parte del caudal del río es agua residual de florícolas obtenidas desde pozos. Recibe además descargas de aguas residuales de comunidades; y se encuentra ubicado en la parte baja de la microcuenca del río Pisque con una cota de 2 755 msnm.

22 La Esperanza (Chimbacalle)

Muestra tomada en una llave de agua potable de la comunidad La Esperanza, en la zona de Chimbacalle; perteneciente a la zona baja de la microcuenca del río Pisque con una cota de 2 838 msnm. Si bien se identificó que la captación del agua es tomada de la parte alta de la zona de Mojanda, se identificaron problemas en la conducción, ya que se trata de un canal abierto.

23 Canal Pumamaqui, en Centro poblado de Pesillo (Estación 2)

Muestra tomada en un canal en la zona baja de la microcuenca del río Pisque con una cota de 2 709 msnm. Tomado en la estación hidrológica experimental en el canal de

riego Pumamaqui perteneciente a la UPS; este punto ayudará a la calibración de los muestreadores pasivos ya que posee sistemas de muestreo y aforo continuos.

24 Canal Pumamaqui en Santa Rosa (Estación 3)

Muestra tomada en un canal en la zona baja de la microcuenca del río Pisque con una cota de 2 689 msnm. Tomado en una segunda estación hidrológica experimental en el canal de riego Pumamaqui, posterior a la del Centro poblado. Similar al punto de Pesillo, servirá para la calibración de los muestreadores pasivos.

25 Río Granobles (cerca de piscinas)

Punto de muestreo tomado en la zona baja de la microcuenca del río Pisque con una cota de 2 630 msnm; tomado posteriormente de las afluencias entre los ríos Tupigachí y Puluví. Desde el punto de esta convergencia hasta la unión con el río Granobles se pudo observar una importante presencia Florícola, por lo que se tomó la muestra a 350 metros antes de la unión.

26 Río Guachalá

Punto de muestreo tomado en la zona baja de la microcuenca del río Pisque con una cota de 2 675 msnm; este río aglomera a los cuerpos hídricos procedentes del sur de la cuenca. En el reconocimiento de la zona no se encontró presencia florícola ni ganadera, únicamente piscinas de cultivo de truchas y pocas comunidades que deben descargar sus aguas residuales al río. La muestra fue tomada a aproximadamente 300 metros de su unión con el río Granobles.

27 Río Pisque (piscinas)

Punto de muestreo tomado en la zona baja de la microcuenca del río Pisque a una cota de 2 619 msnm, a 200 metros del inicio del río con este nombre, luego de la intersección entre el río Granoble y el Río Guachalá, este punto es tomado para conocer el estado inicial del primer tramo de la descarga, ya que no existirán afluentes importantes hasta su descarga en el río Guayllabamba.

28 Río Pisque (puente)

Punto de muestreo tomado en la más zona baja de la microcuenca del río Pisque a una cota de 1 996 msnm, a pocos kilómetros de su desembocadura hacia el río Guayllabamba.

Para conocer la cantidad de agrotóxicos presentes en los cuerpos de agua se procedió a tomar varios puntos de muestreo compuestos, los cuales se realizaron

tomando cuatro litros de agua por cada punto de muestreo, los cuales fueron el resultado de la acumulación de cuatro cuotas de un litro de agua tomadas cada hora. Al volumen total con todas las cuotas mezcladas y homogeneizadas se las dividió en 2L para análisis físicos y químicos, 1L para análisis de agrotóxicos y 1L para análisis microbiológicos; todas las muestras fueron tomadas en embaces de plástico virgen. Este procedimiento se realizó por tres ocasiones, un día al mes durante tres meses como lo resume en la Tabla 6. El muestreo realizado en el río Guachalá (punto 26) en la captación del canal de riego Pisque se presenta en la Gráfico 12.

Gráfico 9.
Muestreo realizado en el río Guachalá



Fuente: Autor

Las fechas en las que se han realizado los muestreos son los meses de junio, julio y agosto del año 2018; se escogieron estos meses ya que son considerados los más secos en la zona, reduciéndose las precipitaciones a un 28% del resto del año (INAMHI 2017, 17), y por lo tanto teniéndose concentraciones mayores de agrotóxicos en el agua, lo cual facilita su medición. Este muestreo se lo realizó en el año 2018, teniéndose un cuadro de resumen del plan de muestreo en la Tabla 6. Una vez tomadas las muestras se las llevó a estas al laboratorio siguiendo la cadena de custodia, cuyo formato se presenta en el Anexo 1.

4.3 Plan de muestreo

Los 28 puntos de muestreo se muestran en la Tabla 6, y la ubicación exacta en el mapa se la puede verificar en el Mapa 2. En el Anexo 2 se encuentran las coordenadas de todos los puntos de muestreo.

Tabla 2.
Puntos de muestreo compuesto según tipo y ubicación en la microcuenca

Punto	Identificación	Tipo	Ubicación en la cuenca
1	Río La Chimba	Río	Alta
2	Río Blanco	Río	Alta
3	Río Chitachaca	Río	Alta
4	Río Monjas	Río	Alta
5	Río Cariacu	Río	Alta
6	Río Blanco	Río	Media
7	Canal Tabacundo	Canal	Media
8	Canal Turucucho	Canal	Media
9	Olmedo (Muyurco)	Canal	Media
10	Ayora (San Isidro Cajas)	Canal	Media
11	Canal Pumamaqui	Canal	Media
12	Ayora (Tanque de reserva 1)	Agua potable cruda	Media
13	Ayora (Captación 1)	Captación para agua potable	Media
14	Ayora (Tanque de reserva 2)	Agua potable cruda	Media
15	Ayora llave de agua potable	Agua potable	Media
16	Ayora (Piscinas de oxidación)	Agua residual	Media
17	Otón	Agua potable	Media
18	Pozo de florícola	Agua subterránea	Media

Punto	Identificación	Tipo	Ubicación en la cuenca
19	Río San José	Río	Baja
20	Río Tupigachi (San Juan Loma)	Río	Baja
21	Río Tupigachi	Río	Baja
22	Río La Esperanza (Chimbacalle)	Río	Baja
23	Canal Pumamaqui, Centro poblado (Estación 2 Pesillo)	Canal	Baja
24	Canal Pumamaqui, Santa Rosa (Estación 3)	Canal	Baja
25	Río Granobles (cerca de piscinas)	Río	Baja
26	Río Guachalá	Río	Baja
27	Río Pisque (piscinas)	Río	Baja
28	Río Pisque (puente)	Río	Baja

Fuente y elaboración: autor

Mapa 2.
Ubicación de los puntos de muestreo compuesto



Fuente y elaboración: autor

Las tomas de muestras compuestas de agua se las realizaron un día al mes, en ciertos puntos en los cuales se verificó la contribución de agua con agrotóxicos se procedió a realizar uno o dos muestreos más en los meses de julio o agosto.

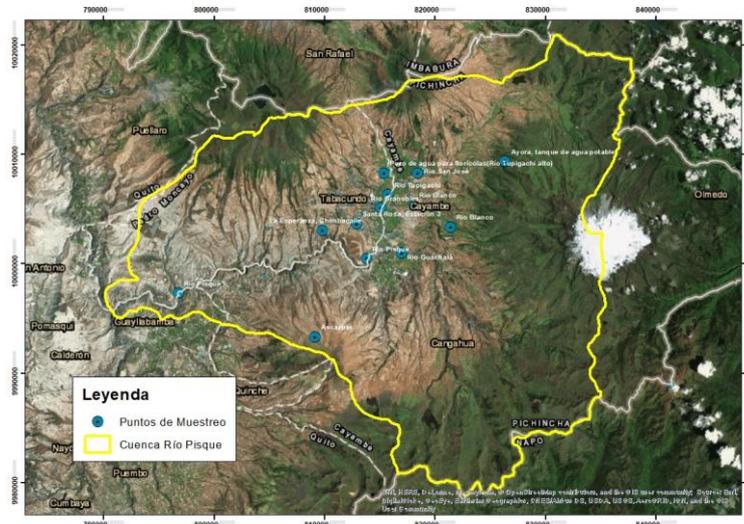
Ya que los muestreadores pasivos adsorben agrotóxicos, se los colocará en los cuerpos de agua que estén ubicados luego de las descargas de plantaciones; en la Tabla 7 se especifican en qué puntos de muestreo compuesto se colocaron los muestreadores pasivos; la ubicación geográfica de estos puntos se encuentra en el Mapa 3.

Tabla 3.
Puntos de muestreo pasivo

Punto	Identificación	Tipo
6	Río Blanco (medio)	Río
13	Ayora (Captación 1)	Agua potable
16	Ayora (Piscinas de oxidación)	Agua residual
18	Pozo de florícola	Agua subterránea
21	Río Tupigachi	Río
25	Río Granobles (cerca de piscinas)	Río
26	Río Guachalá	Río
27	Río Pisque (piscinas)	Río
28	Río Pisque (puente)	Río

Fuente y elaboración: autor

Mapa 3.
Puntos de colocación de muestreadores pasivos



Fuente y elaboración: autor

No.	Ubicación	Año/meses											
		2018						2019					
		Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
	Santa Rosa (Estación 3)												
25	Río Granobles (cerca de piscinas)	x●○	x●○	x●○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
26	Río Guachalá	x●	x●	x●									
27	Río Pisque (piscinas)	x●○	x●○	x●○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
28	Río Pisque (puente)	x●○	x●○	x●○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

- Colocación de muestreadores pasivos
- Aforo de caudal
- x Análisis físico químico y de agrotóxicos

Fuente y elaboración: Autor

4.4 Análisis compuestos del agua físicos, químicos y microbiológicos

En todos los puntos de muestreo no solo se realizaron muestreos de agrotóxicos, sino también muestreos compuestos fisicoquímicos y microbiológicos para conocer la calidad general del agua y su grado de contaminación, ya sea por la actividad productiva como por los grupos poblacionales.

Los parámetros y métodos utilizados para la medición en cada uno de los puntos son los que se encuentran en la Tabla 9.

Tabla 5.
Parámetros de análisis de agua y métodos utilizados

Parámetro	Unidad	Método
Temperatura	Centígrado	Instrumental
Turbidez	NTU	SM 2130: B
Potencial hidrógeno	U pH	SM. 4500-H+ A y 4500-H+ 8
Conductividad eléctrica	mS/cm	Instrumental
Nitratos	mg/L	SM. 4500-NO3 C
Amonio	mg/L	SM. 4500-NH3 C
Nitrógeno total	mg/L	SM. 4500-N org

Parámetro	Unidad	Método
Fosfatos	mg/L	SM. 4500-P E
Dureza total	mg/L	SM. 2111 B
Sólidos totales	mg/L	SM. 2540 A y 2540 D
Oxígeno disuelto	mg/L	SM. 5220 B
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	SM. 5210 B
Demanda química de oxígeno	mg/L	SM. 5220 D
Coliformes totales	NMP/100mL	SM 9221:C
Coliformes fecales	NMP/100mL	SM 9221:C

Fuente: Baird, R. y Bridgewater, L. (2017).

Elaboración: Autor

Con el objetivo expresar en un solo dato la calidad de agua obtenida, y de esta manera poder graficar la calidad en un mapa, se ha procedido a usar la herramienta del Índice de Calidad del Agua (ICA). Este índice asigna un peso a cada una de las variables según los valores, siendo los parámetros usados los coliformes fecales, el pH la DQO, nitratos, fosfatos, temperatura, turbidez, sólidos totales y oxígeno disuelto. La Ecuación 2 es la usada para la determinación del valor único de ICA (Brown 1970, 339-343):

$$ICA_a = \sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i) \quad (2)$$

Donde:

ICA_a : Índice de calidad del agua con valores entre 0 y 1.

Sub_i : Parámetros de calidad del agua.

w_i : Pesos relativos para cada parámetro de calidad.

Es necesario indicar que el índice (ICA) que se usa para conocer convencionalmente la calidad del agua tiene parámetros definidos, los cuales están más enfocados en la contaminación orgánica biodegradable, que son contaminantes que producen enfermedades agudas (Torres y otros 2009, 3). No se centra en la calidad de

agua de contaminantes que producen enfermedades crónicas, como por ejemplo los pesticidas u otros químicos.

4.5 Análisis de agrotóxicos

Definición de agrotóxicos a evaluar

Como se vio en la sección 1.6.3, con el crecimiento de la producción florícola en la microcuenca del río Pisque también aumentó el uso de los agrotóxicos, los cuales se movilizan en las acequias y los ríos hasta desembocar en los océanos por su persistencia prolongada en el ambiente (Barceló y otros 1997, 89). Otro factor para seleccionar las moléculas a evaluar, puede ser la toxicidad específica para organismos autóctonos del suelo o los ríos en la zona de estudio, tanto en concentración como en tiempo de exposición (DL_{50}); pero no se podrá incluir esta información debido a la falta de referentes bibliográfica y la imposibilidad de realizar ensayos específicos en esta investigación.

Para conocer los agrotóxicos que se usan en la zona florícola de estudio se realizó un levantamiento de información en campo mediante encuestas a comerciantes y productores. Thomas y otros (2006, 17288) recomienda asociar a cada compuesto químico con el tipo de cultivo, la cantidad y dosis a usarse, la superficie del cultivo tratada y el momento de la aplicación.

Frente a la imposibilidad de realizar un censo a todas las fincas florícolas, ya que no todas están dispuestas a compartir su información, se requirió el uso de técnicas de muestreo para un levantamiento confiable de la información. Con este fin se realizó un muestreo probabilístico al azar simple, de manera sistémica y aleatoria, pero frente al rechazo de alguno de los productores, se procedió a realizar la encuesta en la finca más próxima a la seleccionada. Para conocer el tamaño de la muestra se procedió a usar la Ecuación 3, la cual se usa conociendo el tamaño de la población (Aguilar-Barojas 2005, 337).

$$N = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z_a^2 \times p \times q} \quad (3)$$

Donde:

N tamaño de la población

Z_a nivel de confianza

p probabilidad de éxito o población esperada

q probabilidad de fracaso
d error máximo admisible en proporción

Para este estudio se usará como tamaño de la población el número total de florícolas registradas tanto en el Cantón Cayambe como en el Cantón Pedro Moncayo, cuyo número de 56 fue tomado de la “Asociación de Productores y Exportadores de Flores” (Expoflores 2018). El resto de factores usados serán nivel de confianza de 95%, una probabilidad de éxito y de fracaso de 0,95 y 0,05 respectivamente y un error máximo admisible de 0,05 (Aguilar-Barojas 2005, 336; Bandii 2008, 63; Ortiz-Barrios 2015, 597). Con estos datos se determinó que las fincas que se deben muestrear son 49.

Las preguntas de las encuestas tienen el propósito de conocer el tipo de flor, el área de cultivo por tipo de flor, la duración del ciclo de cultivo y la producción en masa por ciclo. Los datos sobre los plaguicidas se enfocaron en el uso que se los dio y en qué tipo de flores, la cantidad y frecuencia de la compra, por cuanto tiempo se usó el producto, cuál fue la cantidad usada por área de cultivo y el número de tratamientos por ciclo.

Por último, con el fin de conocer la contaminación del agua se preguntó el tipo, número y distancia al cultivo de las fuentes de agua cercanas. Además de conocer en donde se almacenan los agrotóxicos, cómo se disponen los envases vacíos y los productos sobrantes (Adama 2010, 75). Una encuesta completa se encuentra en el Anexo 3.

Los supuestos del presente estudio respecto a la información recolectada son primero que la dosis de colocación y por tanto cantidad de un cierto plaguicida en un área de cultivo en un cierto tiempo permanece constante. Segundo, que el tipo y concentración de principio activo en un producto comercial no cambia. Tercero, que la escorrentía de estos productos va a ser siempre hacia los mismos cuerpos receptores de agua sin que cambien por distintas razones como por ejemplo la intensidad, duración, frecuencia, distribución espacial y temporal de la lluvia, la temperatura ambiental y otros factores climatológicos.

4.5.1 Análisis de laboratorio

Para el análisis de agrotóxicos se procedió a la utilización la técnica de extracción estándar propuesto por Aguilar (y otros 1998), López-Roldán (y otros 2004), Rodrigues (y otros 2006), entre otros.

Como primer paso, estas muestras de agua se pasaron por filtros de fibra de vidrio de 0,45 μm para eliminar la presencia de sólidos. Se tomaron 500 ml de agua en un embudo de separación de vidrio de dos litros y se añadieron 100 microlitros de diazepam (concentración 2 mg/L). Luego de una mezcla completa se añadió ácido clorhídrico de concentración 2 normal (N) para el ajuste del pH a 3; se añadieron 30 gramos de NaCl para aumentar la conductividad y se extrajeron 2 submuestras de 50 ml con una solución de acetato de etilo con diclorometano en cantidades y concentraciones iguales, se agitó completamente. La fase orgánica combinada se la secó a través de una solución de sulfato de sodio anhidro y se lo concentró en un roto-vapor hasta obtener el concentrado final.

La medición se la realizó por el método de Cromatografía líquida de alta eficiencia o High Performance Liquid Chromatography (HPLC). Para esto se consideraron las técnicas para agrotóxicos desarrolladas por Kiso (y otros 1996), Hernández (y otros 2001), Ferrer (y otros 2007), entre otros. Estas técnicas se aplicaron tanto en fase normal para extracción de los compuestos polares mediante una fase estacionaria polar y fase móvil no polar; como también para compuestos no polares donde la fase estacionaria fue no polar y la fase móvil polar.

Para la medición en HPLC se toma un microlitro de muestra en 100 microlitros de diclorometano y se realiza una nueva filtración con poro de 0,22 μm , y se lo analiza en el HPLC cuya marca, modelo y software de operación se encuentra en la Tabla 10.

Para el análisis se colocaron en la bandeja del auto muestreador los viales de las diluciones de los estándares con las concentraciones en orden descendente, seguido de las muestras. Las condiciones cromatográficas se establecieron en relación fase móvil acetonitrilo 65: agua 35; flujo de 0,35 mL/minuto; longitud de onda de 240 nanómetros; temperatura de 22 centígrados; y volumen de inyección de 50 μL ; con los cuales se realiza el corrido. Una vez realizado el procedimiento, en una hoja de cálculo se realiza la curva de calibración con el eje de las abscisas como el área medida en el equipo y las ordenadas la concentración de pesticida; validándose el método al obtenerse una

correlación lineal entre los estándares y las áreas y de forma seguida se obtienen las concentraciones de agrotóxicos en el agua.

Los equipos utilizados en esta etapa del proyecto se los presenta en la Tabla 10, una fotografía del análisis en HPLC se encuentra en el Gráfico 13 y el detalle de los estándares se los puede encontrar en el Anexo 4.

Gráfico 10.
Análisis de agrotóxicos en HPLC



Elaboración: autor

Tabla 6.
Equipos usados en la extracción y medición de los agrotóxicos

Equipo	Marca	Modelo
Rotavapor	Tecnal	TE-211
Bomba de vacío	GAST	DOA-P704-AA
Balanza analítica	Mettler Toledo	ME-T
Cabina extractora	ESCO	Frontier junior
Medidor de pH	Hanna	HI98129
Partes del equipo de HPLC		
Bomba binaria de HPLC	Waters	1525
Detector de matriz de fotodiodos	Waters	2998
Automuestreador	Waters	2707
Columna C18	Restek	9534565
Software	Waters	Empower 3

Fuente y elaboración: Autor

4.5.2 Muestreadores pasivos

Como complemento al muestreo discreto de agua, se usó una técnica que ha demostrado ser útil en la evaluación de los compuestos orgánicos en los cuerpos de agua naturales, los métodos de muestreo pasivo (Narváez 2012, 156). Si bien existen otros métodos para la verificar los análisis como por ejemplo la comprobación en la sangre, orina, leche materna u otras formas de excreción humana o animal; o el análisis en tejidos o concentraciones en sedimentos bentónicos; sin embargo, se ha optado por estos métodos por su eficiencia y la experticia del investigador.

Los muestreadores pasivos pueden permanecer en el agua por periodos acumulados de tiempo de forma pasiva adsorbiendo los contaminantes por procesos de difusión y partición (Vrana 2005, 849). La diferencia de potenciales químicos del analito entre los medios líquido y sólido del muestreador hacen que estos dos lleguen al equilibrio en el tiempo en el que se realiza el análisis; obteniendo como resultado en el muestreador pasivo la concentración media de analítico que se encontraba en el cuerpo de agua (Gorecki y otros 2002, 276).

Para el cálculo de la masa del analito acumulado respecto a la concentración en el agua se usará la Ecuación 4 (Vrana 2005, 848) la cual se puede observar a continuación:

$$M_S(t) = C_w R_S t \quad (4)$$

Donde:

$M_S(t)$ masa del analito acumulada en el muestreador luego del tiempo de exposición.

R_S constante de proporcionalidad

C_w concentración de analito en el ambiente acuoso

t tiempo de exposición

La constante de proporcionalidad se puede obtener del producto de la velocidad de la reacción de primer orden con la constante de absorción del contaminante (como constante (k). Por lo que, cuando se obtiene R_S , y se conoce la masa del analito del muestreador pasivo y el tiempo de exposición, se puede conocer cuál fue la concentración del analito en el ambiente acuoso. La tasa de absorción de los analitos

depende del tipo de muestreador y de las variables ambientales como la turbulencia, turbidez y temperatura del agua (Vrana 2005, 848), por lo que es necesario la calibración del muestreador en laboratorio.

4.5.3 Muestreadores SPMD

Los dispositivos SPMD (Semipermeable Membrane Devices/ Dispositivos de membrana semipermeable) son usados con mayor frecuencia para compuestos orgánicos no polares; su fabricación es de poliestireno de baja densidad con relleno de trioleína. Es más susceptible a formar capas biológicas en su superficie mientras permanece en el agua; su K_{ow} está entre valores de 4 a 10 (Morrone 2017, 21).

4.5.4 Muestreadores POCIS

Los dispositivos POCIS (Polar Organic Chemical Integrative Sampler/ Muestreador integrador de compuestos orgánicos polares) recomendados para la medición de compuestos orgánicos polares, poseen una fase receptora sólida de “Isolute ENV + poliestetirenodivinilbenceno + Amborsorb 1500” envuelto en poliestireno. Tiene una sensibilidad alta y no se forman en él fácilmente capas biológicas en su superficie. Los analitos más recomendados son herbicidas y productos farmacéuticos con KOW menores a 3 (Morrone 2017, 21).

4.5.5 Fabricación de muestreadores pasivos

Los dispositivos usados son los distribuidos por la empresa “EST-Lab” ubicada en St. Joseph, Missouri, Estados Unidos. Los dispositivos POCIS son del modelo “Oasis HLB rectangular” (Gráfico 14) y los dispositivos SPMD son del modelo “99% purity 15cm with loops” (Gráfico 15); ambas membranas fueron sujetadas por una estructura de metal y colocadas dentro de una carcasa plástica de tubo PVC; este diseño y medidas se pueden ver en la Gráfico 16, y una representación real de los que fueron colocados en los cuerpos de agua se representan en el Gráfico 17.

Gráfico 11.
Dispositivos POCIS a usarse



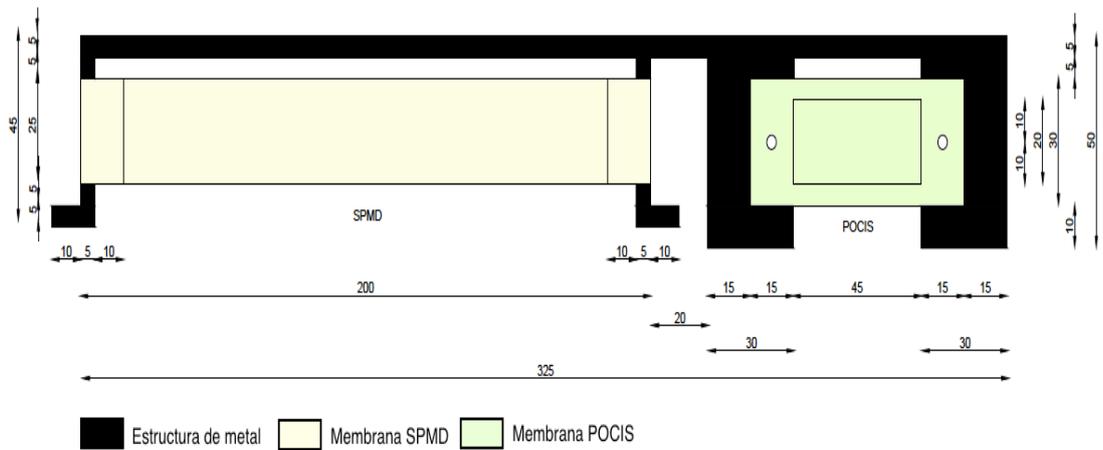
Fuente y elaboración: autor

Gráfico 12.
Dispositivos SPMD a usarse



Fuente y elaboración: autor

Gráfico 13.
Diseño y medidas de la carcasa de sujeción del muestreador



Fuente y elaboración: autor

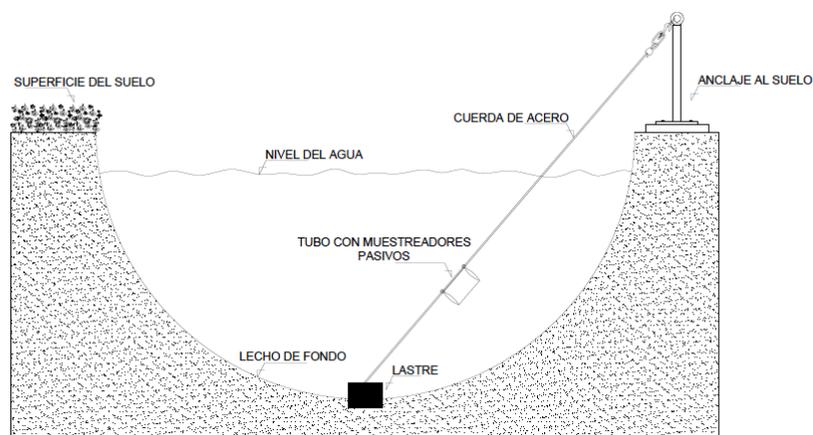
Gráfico 14.
Muestreadores pasivos colocados en los cuerpos de agua



Fuente y elaboración: autor

Para la colocación de los muestreadores pasivos se procedió a fijar los tubos dentro de las fuentes de agua para que permanezcan atados con un cable de acero inoxidable en la mitad del calado, la sujeción se la realizó mediante un anclaje con un lastre y un anclaje exterior hacia el suelo en la superficie (Gráfico 18). Los muestreadores pasivos se los dejó en los cuerpos de agua por 28 días.

Gráfico 15.
Representación de la colocación de los muestreadores pasivos



Fuente y elaboración: autor

4.5.6 Diálisis de los muestreadores pasivos SPMD

Siguiendo el protocolo explicado por Narváez (2012, 154-155), los muestreadores pasivos SPMD una vez en el laboratorio se lavaron con un cepillo para limpiarlos de partículas. La eliminación de sales se realizó con ácido clorhídrico y luego se enjuagó con agua desionizada. Los compuestos no polares se separaron desde los SPMD al solvente al colocar cada membrana SPMD en un recipiente de vidrio con un volumen suficiente de hexano a 18 centígrados durante 24 horas, y repitiendo esta experiencia durante tres días. Las concentraciones de solventes de hexano utilizadas se las pasó por un cartucho SPE, con lo cual se aumentó la pureza de la muestra; al final el extracto resultante fue analizado en HPLC.

4.5.7 Diálisis de los muestreadores pasivos POCIS

Siguiendo lo recomendado por Narváez (2012, 155), las membranas se abrieron suavemente en la parte superior de los cartuchos SPE. Aquí el adsorbente fue lavado con una mezcla de metanol, tolueno y diclorometano. El extracto resultante fue analizado en el HPLC; en la Gráfico 19 se encuentra el proceso de diálisis realizado a los muestreadores en el laboratorio.

Gráfico 16.
Proceso de diálisis realizado en el laboratorio



Fuente y elaboración: autor

4.5.8 Calibración de los muestreadores pasivos

Según Huckins (1999, 3 918), Luellen (2002, 2757) y Murdock (2001, 4 530) la calibración de la cinética de intercambio en el muestreo pasivo se puede realizar en el laboratorio mediante el uso de concentraciones, factores hidrodinámicos, turbulencia y propiedades ambientales conocidas; con estos factores se calcularon los coeficientes de transferencia de masa. El método experimental es el más conveniente para conocer los coeficientes de transferencia, ya que la velocidad de transferencia depende del tipo y las propiedades de la membrana y el contaminante; también las carcacas de los muestreadores tienen una barrera que los protege y que cambian varias propiedades en el coeficiente de absorción.

Por lo que se ha tomado la ecuación de Yoshinori y otros (2016, 2069-2075), la cual encuentra el valor de la constante de proporcionalidad (R_s) despejándola de la ecuación (4) para usarla en la fase de laboratorio, la cual se muestra en la ecuación 5.

$$CF_t = \frac{M_{st}}{C_w} = R_s t \quad (5)$$

Donde:

CF_t factor de concentración

El R_s se puede obtener a partir de la obtención de la pendiente de una gráfica en la cual se relacione el factor de concentración versus el tiempo de exposición. Con esta gráfica se pudo comprobar si la muestras en los medios de análisis, tanto en laboratorio como in situ alcanzan la media de saturación.

Ying y otros (2018, 1356-1363) recomienda la corrección del R_s entre el obtenido en laboratorio y uno de campo, ya que este último está influenciado por cambios en factores ambientales como caudales, pH, bioincrustaciones, entre otros; para lo cual se utilizó la ecuación 6.

$$R_{S(\text{Corregido})} = \frac{Ke(\text{in situ})}{Ke(\text{laboratorio})} R_{S(\text{Laboratorio})} \quad (6)$$

Donde:

Ke constante de eliminación del analito medido in situ y en el laboratorio

El valor de K_e se puede obtener mediante una relación de primer orden como lo muestra la ecuación 7 (Ying y otros 2018, 1356-1363).

$$\ln \frac{C_t}{C_o} = -k_e t \quad (7)$$

Donde:

C_o es la concentración inicial del soluto antes de la exposición

C_t es la concentración del soluto en el tiempo t .

Experimentalmente la obtención del R_s de laboratorio se los realizó en un canal hidrodinámico, con la degradación del pesticida en el mismo canal se obtuvo el valor de degradación del analito (K_e) de laboratorio. Para la obtención del valor de degradación del analito en campo (K_e) se pensó realizarlo en el Canal Pumamaqui, al cual adicionalmente se realizó un modelamiento de autodepuración.

Todos los análisis de calibración de los analitos se los realizó en un canal hidrodinámico, el cual simulará la velocidad media de los cuerpos de agua, la temperatura ambiental de la zona y el pH medio de los cuerpos de agua medidos en las muestras puntuales. En el canal hidrodinámico se colocaron los agrotóxicos a analizar, uno por cada corrida y en tres tiempos distintos de evaluación. El canal hidrodinámico usado fue de marca Armfield modelo S16-11-b perteneciente a la UPS (Gráfico 20); el procedimiento completo para el proceso de calibración se lo adjunta en el Anexo 5.

Gráfico 17.

Canal hidrodinámico usado en la calibración de los muestreadores pasivos



Fuente: Armfield

4.6 Cuantificación temporal de agrotóxicos en el río Pisque

Para la cuantificación de los agrotóxicos en los cuerpos de agua se usarán las constantes de proporcionalidad “Rs” de laboratorio y corregidas mediante los datos obtenidos desde los SPMD y los POCIS

$$\text{Para la } M_S(t) = C_w R_S t \quad (8)$$

Donde:

$M_S(t)$ masa del analito acumulada en el muestreador luego del tiempo de exposición.

R_S constante de proporcionalidad

C_w concentración de analito en el ambiente acuoso

t tiempo de exposición

4.7 Agua virtual

La cuantificación del agua virtual se realizó sumando la totalidad de agua usada en la elaboración de un producto, considerada en unidades de volumen (Zhao 2010, 2). Existen valores distintos de agua virtual dependiendo del lugar geográfico, los procesos de producción y la disponibilidad y eficiencia en el uso (Parada-Puig 2012, 72).

El cálculo del agua virtual requiere del cálculo de los tres componentes de la huella hídrica (HH) conocidas como HH verde, HH azul y HH gris, la cuales darán como resultado a la huella hídrica total del cultivo (Hoekstra 2008, 14), como lo muestra la Ecuación 9.

$$HH = HH \text{ verde} + HH \text{ azul} + HH \text{ gris} \quad (9)$$

Para Hoekstra y otros (2008, 17) la huella hídrica azul es el agua de riego ya sea de fuentes subterráneas o superficiales, la cual se contabiliza con la Ecuación 10.

$$HH \text{ azul} = \frac{UAC}{Y} \quad (10)$$

Donde:

UAC Uso de agua para el cultivo [volumen/área]

Y Rendimiento de los cultivos [masa/área]

La HH verde es la cantidad de agua lluvia que es usada por la vegetación (Hoekstra y otros 2008, 18). La fórmula de cálculo de la HH verde se encuentra en la Ecuación 11.

$$\text{HH verde} = \frac{\text{UAC}}{Y} \quad (11)$$

Para el cálculo de los UAC de las ecuaciones 10 y 11 se requiere conocer la evapotranspiración y el K_c de los cultivos de forma separada para el agua lluvia (HH verde) como para el agua de riego (HH azul), siguiendo la Ecuación 12 (Allen y otros 2006, 89).

$$\text{UAC} = \text{ET}_0 \times K_c \quad (12)$$

Donde:

ET_0 Evapotranspiración de referencia

K_c Coeficiente de cultivo en riego

Para el cálculo de la evapotranspiración de referencia se puede usar la fórmula empírica de Penman-Monteith (FAO 1998, 37) representada en la ecuación 13, la cual integra las cuatro características principales de los cultivos: altura del cultivo o transferencia turbulenta de vapor de agua desde el cultivo a la atmosfera; albedo o porción del suelo cubierto de vegetación, humedad presente en la superficie del suelo; resistencia del cultivo al vapor de agua por la superficie foliar, edad y condiciones de la hoja (Barón 2016, 32).

$$\text{ET}_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \left(\frac{900}{T+203} \right) \times U_2 \times (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 U_2)} \quad (13)$$

Donde:

Δ Pendiente de la curva de presión de vapor ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$)

R_n Radiación neta en la superficie del cultivo ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$)

G Flujo del calor del suelo ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$)

γ Constante psicométrica ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$)

T Temperatura medida del aire a 2 metros de altura ($^\circ\text{C}$)

U_2 Velocidad del viento a 2 metros de altura (m s^{-1})

e_s Presión de saturación (kPa)

e_a Presión de vapor real (kPa)

$(e_s - e_a)$ Déficit de presión de vapor

En el presente trabajo, la ecuación (13) se simplificará a la ecuación (14), ya que la velocidad del viento en los invernaderos es cero.

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G)}{\Delta + \gamma} \quad (14)$$

La HH gris generalmente se lo suele considerar como el volumen teórico de agua que se requiere para diluir un contaminante para que no perjudique la calidad del agua del cuerpo receptor (Uribe 2012, 9), cuya ecuación de cuantificación es la número 15.

$$HH \text{ gris} = \frac{L}{(C_{\max} - C_{\text{nat}})} \quad (15)$$

Donde:

L Carga de contaminante (masa/tiempo)

C_{max} Concentración inocua de contaminante (masa/volumen)

C_{nat} Concentración natural del contaminante en el cuerpo de agua
(masa/volumen)

Una vez obtenidos los tres componentes de la HH se procede a usar la Ecuación 6 para calcular la huella hídrica total. Con este valor se procede al cálculo del agua virtual que se exporta de un país a otro (Ecuación 16) (Salmoral y otros 2010, 1905).

$$\text{Agua virtual} = HH \times E \quad (16)$$

Donde:

E Masa total del producto exportado en un periodo de tiempo (masa/tiempo)

La determinación del agua virtual se ha realizado en tres fincas, las cuales se han escogido por la accesibilidad de sus dueños a la realización del estudio, la toma de muestras y de proporcionar otros datos. La disposición para realizar el estudio se la realizó con la condición de la entrega de la información final y guardar confidencialidad, para lo cual se requirió la firma por cada encargado de un “Consentimiento previo libre e informado” (Anexo 6), en el cual establece que el representante de la actividad florícola conoce la estructura de la investigación, su importancia y objetivos y así autoriza la publicación de los resultados (Soliz 2014, 441). Para esto la investigación guardará los principios de bioética, los cuales son autonomía, justicia, beneficencia y no maleficencia (Soliz 2014, 441).

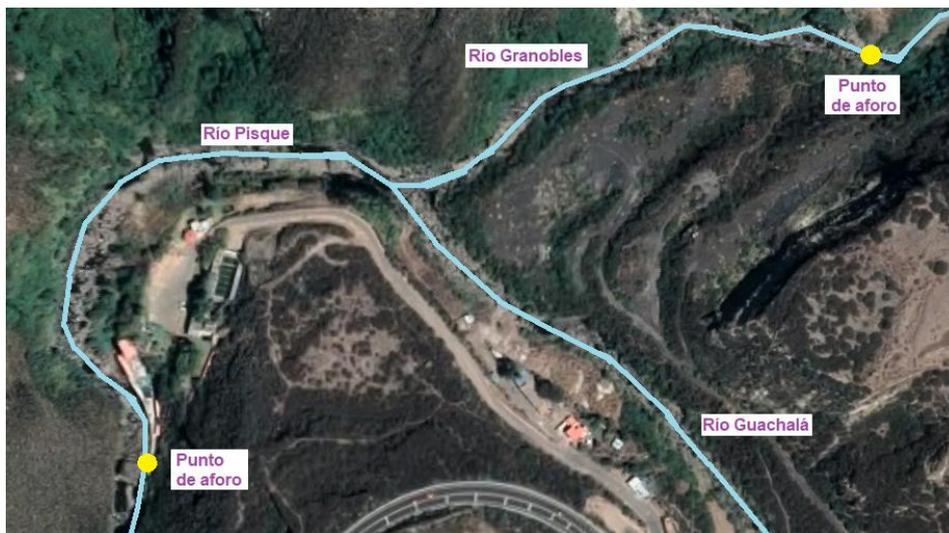
5. Resultados

Una vez realizados los trabajos de campo y laboratorio, se procede a presentar los resultados levantados, los cuales incluyen la cantidad de agua o caudales aforados, la calidad física, química y microbiológica en el agua de la cuenca; las características básicas de la producción de flores y su uso de agroquímicos y las medidas de estos realizados en los cuerpos de agua.

5.1 Caudales de agua (cantidad)

Respecto a los aforos propuestos en el río Guachalá, por la cercanía en la junta entre los tres ríos (Gráfico 21), y siendo por esto el caudal del río Pisque la suma de los caudales Granobles y Guachalá, se procedió a aforar el río Pisque y en río Granobles, y a considerar como caudal del río Guachalá a la resta del caudal del río Granobles del caudal del río Pisque.

Gráfico 18.
Puntos de aforo en los ríos Granobles y Pisque



Fuente: Google Earth
Elaboración: autor

Los resultados en medidas de caudal (m^3/s) de los aforos se muestran en la Tabla 11 para cada mes, en los ríos Granobles y dos puntos de aforo en el río Pisque; para el caso del río Guachará el valor corresponde al cálculo matemático explicado anteriormente.

Tabla 7.
Resultados de aforos realizados en los ríos en m³/s

No.	Fuente	2019					2018						
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
25	Río Granobles (cerca de piscinas)	1,2	3,4	2,8	3,6	5,4	2,1	1,6	1,4	0,8	2,1	2,4	3,6
26	Río Guachalá*	3,1	5,9	21,9	24,4	13,5	0,2	4,7	0,4	2	5,6	7,5	7,1
27	Río Pisque (piscinas)	4,3	9,3	24,7	28	18,9	2,3	6,3	1,8	2,8	7,7	9,9	10,7
28	Río Pisque (puente)	9,6	15,4	20,9	25,8	35,5	6,3	11,2	5,2	6,5	12,9	13,4	15

* Resultado de la resta del aforo del “Río Pisque (piscinas)” menos “Río Granobles (cerca de piscinas)”.

Fuente y elaboración: autor

5.2 Calidad física, química y microbiológica del agua en la microcuenca

Para el análisis de la calidad en los 28 puntos de muestreo se midió parámetros físicos, químicos y microbiológicos (Tabla 12). Los valores de la temperatura dependen del clima que existió el día de la toma de la muestra, formándose una tendencia a temperaturas menores en zonas más elevadas. La turbidez se mantiene baja en todos los casos, lo cual indica la ausencia de sólidos suspendidos tanto volátiles como fijos; así mismo la conductividad eléctrica es baja, lo cual demuestra una ausencia de sales. En correspondencia con los valores de turbidez bajos, se puede comprobar una baja presencia de sólidos totales. Respecto a los análisis microbiológicos esta cantidad es relativamente baja en las cuencas con cotas elevadas, valores que se van incrementando aguas abajo debido a la presencia de tierras dedicadas a las actividades pecuarias y centros poblados. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Agua y Suelo de la UPS, presentándose un resultado de análisis en el Anexo 7.

Tabla 8.
Resultados promedio de calidad de agua fisicoquímicos y microbiológicos en todos los puntos de muestreo

N.	Ubicación	Temperatura (°C)	Turbidez (NTU)	Conductividad (mS/cm)	Sólidos totales (mg/L)	Coliformes totales (NMP/ 100 mL)	Coliformes fecales (NMP/ 100mL)
1	Río La Chimba	11,3	2,675	0,04	0,03	15	1

N.	Ubicación	Temperatura (°C)	Turbidez (NTU)	Conductividad (mS/cm)	Sólidos totales (mg/L)	Coliformes totales (NMP/ 100 mL)	Coliformes fecales (NMP/ 100mL)
2	Río Blanco	13,5	5,05	0,29	0,13	60	30
3	Río Chitachaca	11,5	4,38	0,09	0,08	136,66	37
4	Río Monjas	10,9	8,78	0,21	0,14	246,66	70
5	Río Cariacu	16,8	31,48	0,11	0,16	1,89	690
6	Río Blanco	11,2	5,263	0,3175	0,2075	34000	20068
7	Canal Tabacundo	11,7	17,4	0,09	0,11	1890	696,66
8	Canal Turucucho	15,5	11,36	0,085	0,19	713,5	3,47
9	Olmedo (Muyurco)	11,9	17,3	0,09	0,11	1200	680
10	Ayora (San Isidro Cajas)	11,2	19,15	0,14	0,16	2100	550
11	Canal de Riego Pumamaqui	15,2	7,435	0,08	0,12	170	30,5
12	Ayora (Tanque de reserva 1)	10,2	0,33	0,21	0,2	27000	6300
13	Ayora (Captación 1) Ayora	9,65	0,33	0,21	0,21	27	3,153
14	(Tanque de reserva 2)	10,1	0,3	0,2	0,21	40	1
15	Ayora llave de agua potable	9,85	0,5	0,2	0,19	15,5	1
16	Ayora (Piscinas de oxidación)	12	7,2	0,2	0,18	154.500	111.800
17	Otón	11,9	4,76	0,17	0,13	17,2	3,24
18	Pozo de florícola	11,2	0,85	0,27	0,13	17,2	3,24
19	Río San José	11,7	4,63	0,13	0,12	17,573	9,566
20	Río Tupigachi (San Juan Loma)	11,1	14,6	0,14	0,17	900	90
21	Río Tupigachi	11,9	7,69	0,2	0,23	19,966	7,603
22	La Esperanza (Chimbacalle)	11,7	21,92	0,14	0,16	5,45	1,06
23	Canal Pumamaqui (Estación 2 PESILLO)	12,5	6,11	0,07	0,11	835	370

N.	Ubicación	Temperatura (°C)	Turbidez (NTU)	Conductividad (mS/cm)	Sólidos totales (mg/L)	Coliformes totales (NMP/ 100 mL)	Coliformes fecales (NMP/ 100mL)
24	Canal Pumamaqui (Santa Rosa Estación 3)	6,6	5,12	0,07	0,08	700	220
25	Río Granobles (en piscinas)	11,6	16,73	0,23	0,21	130000	69000
26	Río Guachalá	12,3	9,145	0,17	0,15	52,05	35,45
27	Río Pisque (piscinas)	12,1	5,86	0,17	0,14	42,033	22,7
28	Río Pisque (puente)	12,6	10,08	0,47	0,375	9,65	910

Fuente y elaboración: autor

En los parámetros químicos existe un pH normal en todas las fuentes de agua con excepción de la zona de Ayora; en la captación del primer sistema, en los tanques de almacenamiento y en las aguas residuales se presenta un pH ligeramente ácido. De igual manera se tienen niveles altos de oxígeno disuelto en todos los casos, a excepción del tanque de reserva número uno de agua potable. Esto se debe a que en el agua de ingreso se identificó una pequeña descarga de agua residual que disminuye el oxígeno disuelto en el agua del tanque por estar estancada, a diferencia de la captación en donde se encuentra en movimiento y por tanto el oxígeno disuelto se mantiene alto. El balance de oxígeno en el tanque sigue manteniéndose positivo (3,97 mg/L) después de oxidar la carga orgánica del agua residual.

En cuanto a cargas orgánicas medidas como DQO y DBO₅, se pueden observar que su presencia es muy baja. El nitrato está presente en la parte media del río Blanco, en el río Tupigachi y en el río La Esperanza, debido posiblemente a la escorrentía desde terrenos agrícolas.

La presencia de este nutriente en las piscinas de oxidación se debe a la degradación del nitrógeno de las aguas residuales domésticas; mientras que en el pozo de la florícola muy probablemente es debido a la infiltración las agua con los fertilizantes usados en las fincas cercanas. Toda la escorrentía llega a los ríos Granobles y Guachalá (este último tiene criaderos de truchas), los cuales forman el río Pisque. Aguas abajo incrementan las aportaciones de escorrentía agrícola, aumentando la cantidad de nitratos.

El amonio tiene valores bajos no medibles, muy probablemente debido a que todo el nitrógeno amoniacal se ha oxidado posteriormente a nitrato; además los pH son básicos por lo que el nitrógeno en este estado de oxidación se encontraría en forma de amoníaco, el cual se volatiliza. Los valores de nitrógeno total tienen mucha relación con el grado de oxidación y la cantidad de nitrato.

En el caso de los fosfatos se pueden observar valores bajos a excepción del río Tupigachi, el cual al tener alta presencia de escorrentía de la industria florícola presenta este nutriente procedente de los agrotóxicos organofosforados.

En cuanto a la dureza del agua, la cual indica la presencia de minerales de calcio y magnesio, se puede considerar al río Blanco en su punto medio y el río Pisque en la intersección con la carretera Guayllabamba-Tabacundo como aguas duras, tomando en cuenta el valor de 120 mg/L de dureza como indicador de esta condición (Mora 2009, 20).

Tabla 9.

Resultados promedio de calidad de agua de parámetros químico en todos los puntos de muestreo

N.	Ubicación	pH	Oxígeno disuelto (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Amonio (mg/L)	N total (mg/L)	Fosfatos (mg/L)	Dureza (mg/L)
1	Río La Chimba	7,65	9,22	<4,75	<10	1,35	<1	1,455	0,275	9,935
2	Río Blanco	6,91	8,65	<4,75	<10	0,9	<1	<0,05	<0,05	102,23
3	Río Chitachaca	7,84	8,18	<4,75	<10	1,12	<1	<0,05	<0,05	27,08
4	Río Monjas	7,85	8,44	<4,75	<10	1,27	<1	<0,05	0,33	74,2
5	Río Cariacu	7,77	8,165	<4,75	<10	1,235	<1	1,08	0,275	39,145
6	Río Blanco	7,438	8,233	<4,75	<10	2,04	<1	<0,05	0,4775	140,618
7	Canal Tabacundo	7,68	8,43	<4,75	<10	1,06	<1	<0,05	<0,05	26,14
8	Canal Turucucho	7,74	6,75	<4,75	<10	0,91	<1	1,66	0,575	26,055
9	Olmedo (Muyurco)	7,78	8,78	<4,75	<10	1,08	<1	<0,05	<0,05	41,09
10	Ayora (San Isidro Cajas)	7,2	8,94	<4,75	<10	1,03	<1	0,21	0,54	57,26
11	Canal de Riego Pumamaqui	7,25	7,925	<4,75	<10	1,03	<1	<0,05	<0,05	17,275
12	Ayora (Tanque de	6,61	3,97	<4,75	<10	1,8	<1	<0,05	<0,05	80,66

N.	Ubicación	pH	Oxígeno disuelto (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	DQO (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Amonio (mg/L)	N total (mg/L)	Fosfatos (mg/L)	Dureza (mg/L)
	reserva 1)									
13	Ayora (Captación 1) Ayora	6,79	6,475	<4,75	<10	1,09	<1	<0,05	<0,05	79,015
14	(Tanque de reserva 2)	6,76	6,23	<4,75	<10	0,95	<1	<0,05	<0,05	74,57
15	Ayora llave de agua potable	6,96	6,77	<4,75	<10	1,13	<1	<0,05	<0,5	83,41
16	Ayora (Piscinas de oxidación)	7,68	8,21	<4,75	<10	3,82	<1	<0,05	0,31	78,4
17	Otón	7,56	7,82	<4,75	<10	2,2	<1	0,78	0,94	47,98
18	Pozo de florícola	7,07	7,82	<4,75	<10	3,87	<1	<0,05	<0,05	47,98
19	Río San José	7,32	5,42	<4,75	<10	1,29	<1	0,35	0,35	30,93
20	Río Tupigachi (San Juan Loma)	7,79	8,08	<4,75	<10	0,95	<1	1,37	0,16	52,17
21	Río Tupigachi	7,69	7,57	<4,75	<10	4,11	<1	0,35	0,63	77,3
22	La Esperanza (Chimbacalle)	7,85	7,5	<4,75	<10	2,2	<1	0,27	0,27	36,09
23	Canal Pumamaqui (Estación 2 PESILLO)	7,31	7,78	<4,75	<10	0,88	<1	1,48	0,25	17,61
24	Canal Pumamaqui (Santa Rosa Estación 3)	7,24	8,52	<4,75	<10	0,82	<1	8,95	0,54	15,91
25	Río Granobles (en piscinas)	7,1	7,68	<4,75	<10	2,8	<1	<0,05	0,64	77,48
26	Río Guachalá	7,46	8,25	<4,75	<10	2,84	<1	0,27	0,26	65,37
27	Río Pisque (piscinas)	7,69	8,18	<4,75	<10	2,19	<1	0,35	0,41	52,47
28	Río Pisque (puente)	7,86	8,01	<4,75	<10	4,06	<1	0,36	0,97	157,685

Fuente y elaboración: autor

Para la representación en un mapa la calidad del agua de la microcuenca, se realiza el análisis ICA de todos los parámetros de agua medidos (Tabla 14), Los cálculos completos por cada una de las fuentes se encuentran en el Anexo 8. Con los valores de calidad única del agua se presenta un mapa a nivel de la microcuenca (Mapa 4).

Tabla 10. Resumen de los valores ICA para cada una de las fuentes de agua

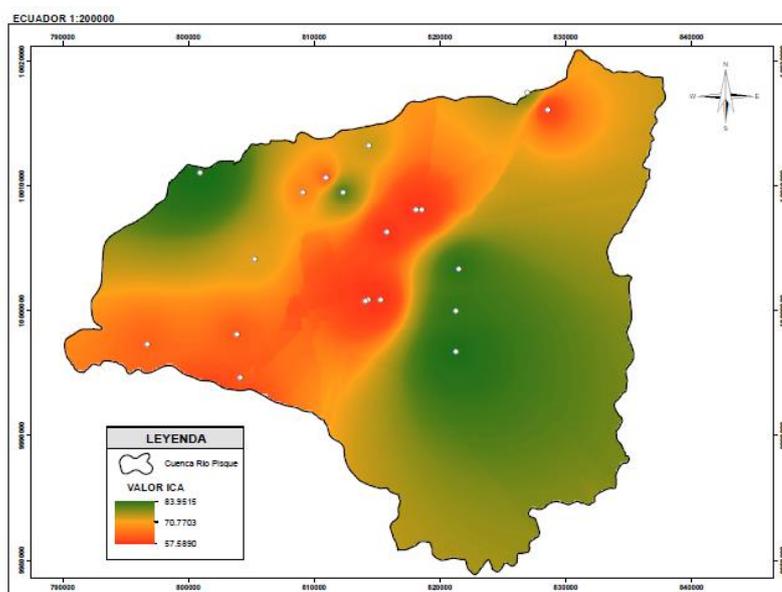
No.	Fuente	ICA	Calidad
1	Río La Chimba	83,96	Buena
2	Río Blanco	73,76	Buena
3	Río Chitachaca	81,48	Buena
4	Río Monjas	73,1425	Buena
5	Río Cariacu	62,5775	Regular
6	Río Blanco	58,9175	Regular
7	Canal Tabacundo	63,0925	Regular
8	Canal Turucucho	60,2175	Regular
9	Olmedo (Muyurco)	62,5175	Regular
10	Ayora (San Isidro Cajas)	64,44	Regular
11	Canal Pumamaqui	75,0475	Buena
12	Ayora (Tanque de reserva 1)	56,0375	Regular
13	Ayora (Captación 1)	58,0975	Regular
14	Ayora (Tanque de reserva 2)	80,355	Buena
15	Ayora llave de agua potable	85,505	Buena
16	Ayora (Piscinas de oxidación)	58,145	Regular
17	Otón	61,535	Regular
18	Pozo de florícola	83,7025	Buena
19	Río San José	59,5225	Regular

No.	Fuente	ICA	Calidad
20	Río Tupigachi (San Juan Loma)	68,8425	Regular
21	Río Tupigachi	58,72	Regular
22	Río La Esperanza (Chimbacalle)	63,9425	Regular
23	Canal Pumamaqui, Centro poblado (Estación 2 PESILLO)	67,285	Regular
24	Canal Pumamaqui, Santa Rosa (Estación 3)	67,89	Regular
25	Río Granobles (cerca de piscinas)	57,2825	Regular
26	Río Guachalá	58,9175	Regular
27	Río Pisque (piscinas)	61,05	Regular
28	Río Pisque (puente)	61,685	Regular

Fuente y elaboración: autor

Mapa 4.

Calidad del agua en la microcuenca del río Pisque según el índice ICA



Fuente y elaboración: autor

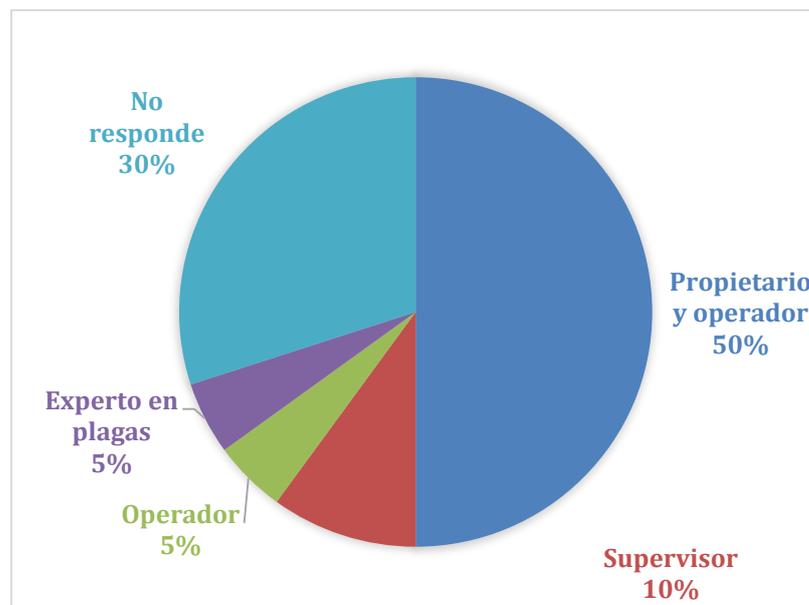
La calidad del agua en la microcuenca es buena en las zonas más altas, las cuales corresponden a las zonas cercanas al nevado Cayambe y al cerro Fuya. Las zonas más contaminadas corresponden a los lugares donde se acentúa la población humana, siguiendo esto en la dirección de la desembocadura de la microcuenca y del río, ubicada en el occidente.

5.3 Características de la producción florícola en la microcuenca

Si bien la cantidad de encuestas a realizar para tener una representatividad del territorio es de 49, debido al rechazo de las florícolas a ser encuestadas o estudiadas se logró realizar la encuesta únicamente en 20 productores. Un ejemplo de encuesta se encuentra en el Anexo 9, y un resumen de todos los resultados se muestra a continuación.

Respecto a la ocupación del encuestado se puede notar que en el 50% de las fincas, al ser estas de menor tamaño, el propietario realizaba trabajos simultáneos de operador. En un 30% no respondieron esta pregunta y en un siguiente 10% se realizó la encuesta a un supervisor, como lo indica el Gráfico 22.

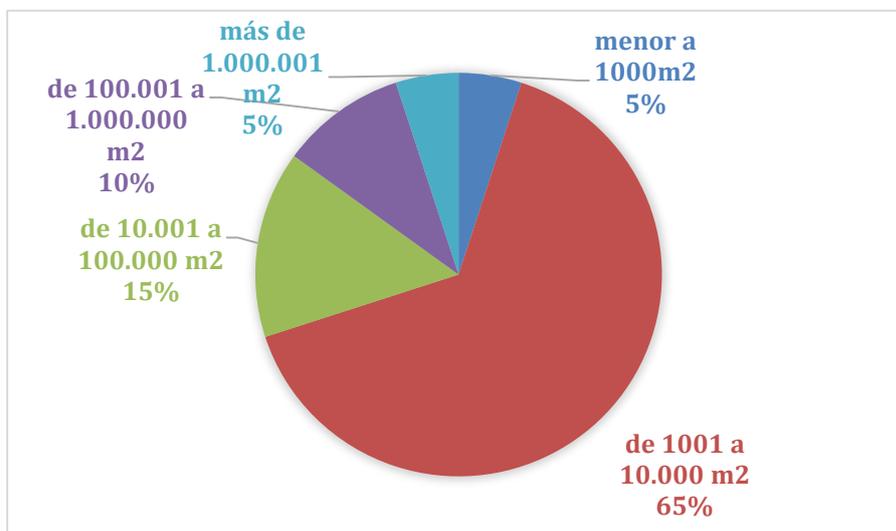
Gráfico 19.
Ocupación del encuestado en la finca



Elaboración: autor

Como se indica en el Gráfico 23, el área neta de cultivo de flores en las fincas de los encuestados en su mayoría está entre los 1.000 y 10.000 metros cuadrados; por lo que, de las 20 fincas encuestadas, 19 se pueden considerar pequeñas y solo una finca encuestada como de gran tamaño o industrial.

Gráfico 20.
Área neta de cultivo de flores por finca

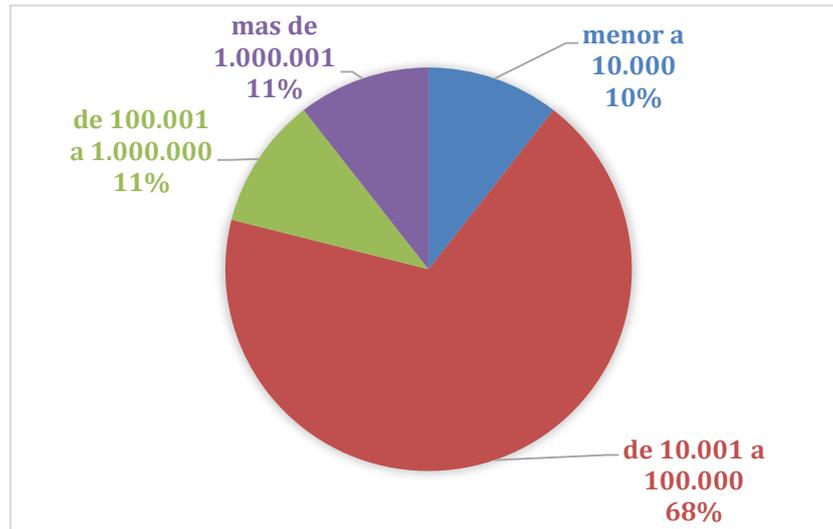


Elaboración: autor

Respecto al tipo de flor de cultivo, el 100% de los encuestados ha señalado que son las rosa; con una duración del ciclo cercana a los tres meses (entre 78 y 100 días).

La producción medida en número de tallos de flores por ciclo tiene relación al área de terreno cultivada y a la eficiencia; por lo que, la mayoría de las fincas de la zona poseen una producción entre los 10.000 a 100.000 tallos por ciclo trimestral (Gráfico 24).

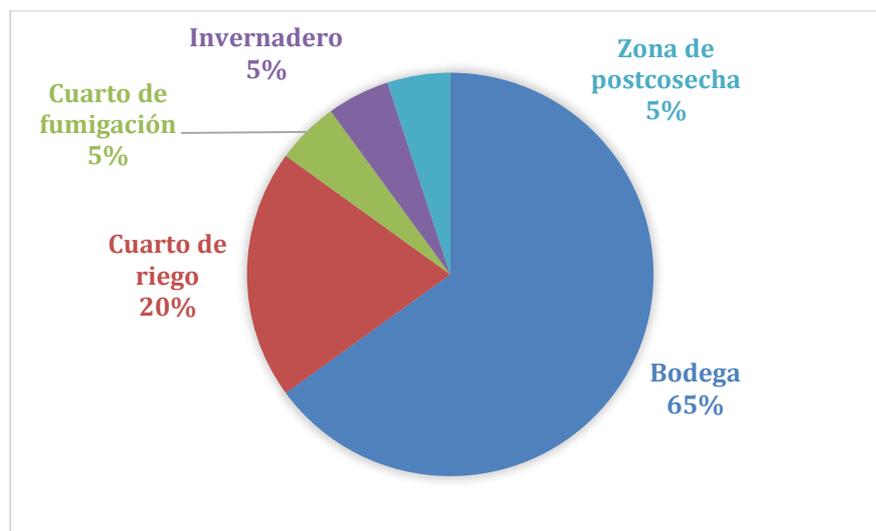
Gráfico 21.
Tallos de flores producidos por finca en ciclos trimestrales



Elaboración: autor

Respecto al lugar en el cual se almacenan los agrotóxicos en su mayoría lo hacen en una bodega, mientras que un 10% de los encuestados los hace en los invernaderos o en las zonas de postcosecha, los cuales tienen mayor tiempo de exposición con los trabajadores (Gráfico 25).

Gráfico 22.
Sitios de almacenamiento de agrotóxicos

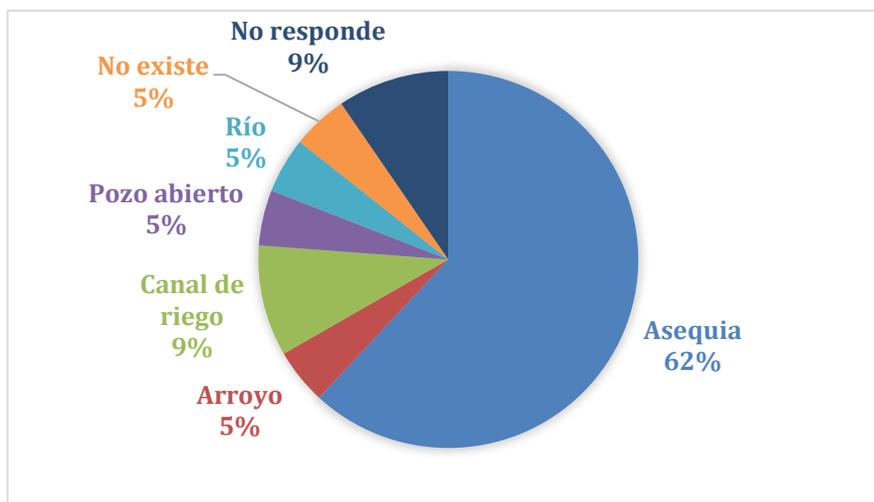


Elaboración: autor

La disposición temporal de los embaces vacíos se los hace mediante la técnica del triple lavado en un 90% de los envases, mientras que un 10% de los productores los dispone directo en el recolector de basura.

Respecto al manejo del agua, las fuentes de agua más cercanas a los cultivos son las acequias, las cuales son derivaciones de los canales de riego (Gráfico 26). Los canales de riego que llegan directamente a los cultivos representan un nueve por ciento de las fuentes de agua cercanas.

Gráfico 23.
Fuentes de agua más cercanas a los cultivos



Elaboración: autor

La mitad de las fuentes de agua se encuentran muy cercanas a los cultivos, teniendo que recorrer distancias de cinco metros o menos para ser descargados (Gráfico 27).

Gráfico 24.
Distancias entre los cultivos y las fuentes de agua



Elaboración: autor

5.4 Agrotóxicos usados en la producción florícola

Los agrotóxicos para analizar en el presente trabajo están limitados a los que se declararon como de mayor uso en las encuestas. Esta valoración se la realiza en la Tabla 15, en la cual se suman todas las cantidades de un pesticida comprados por las florícolas encuestadas.

La Tabla 15 también muestra el grupo químico, el nombre comercial, la formulación, cómo se los usa en los cultivos florícolas, y por último una columna con las observaciones obtenidas en el análisis de si se consideró o no para el análisis; los cuales en algunos casos no se analizan por no encontrarse los estándares en el mercado.

Tabla 11.

Matriz de importancia para escoger los agrotóxicos a analizar

Grupo químico	Nombre comercial	Formulación	Uso en florícolas	Gramos usados al año	Observaciones
Abamectina	Vertimec	Emulsión concentrada	Control de ácaros ¹⁰ e insectos minadores ¹¹	2 070	Medido
Acetato de dodemorf	Meltatox	Emulsión concentrada	Fungicida de erisifales ¹²	1 277	No medido, no se consiguió el estándar.
Alcohol graso etilado	Ecuafix	Coadyuvante líquido	Coadyuvante	910	No clasificado como pesticida
Azoxistrobin	Quadris	Gránulos dispersables	Fungicida para el control de Roya, Mildiu Velloso ¹³ y Mildiu Polvoso ¹⁴	720	Agrotóxico no medido por baja cantidad.

¹⁰ *Tetranychus sp.*

¹¹ *Lyriomyza sp.*

¹² *Erisyphales.*

¹³ *Peronospora sparsa*

¹⁴ *Oidium sp.*

Grupo químico	Nombre comercial	Formulación	Uso en florícolas	Gramos usados al año	Observaciones
Bifenazato	Floramite	Polvo mojable	Control de ácaros.	1 152	Medido
Bupirimato	Nimrod 250 EC	Concentrado emulsionable	Fungicida de Oidio ¹⁵ .	1 265,300	No medido, no se consiguió el estándar.
Captan	Captan/ Vitavax	Gránulos dispersables	Fungicida para Moho Gris ¹⁶ , control de hongos en el suelo, desinfección de material vegetativo y semillas.	4 000	Medido
Carboxin	Carbovax	Suspensión concentrada	Moho Gris, hongos del suelo, desinfección de material vegetativo y semillas.	4 200	Medido
Chlorfena-pir	Sunfire	Solución concentrada	Control de ácaros	9 120	Medido
Clofentozine	Sinozine	Solución concentrada	Control de ácaros	63 520	Medido
Clorotalonil	Daconil 720/ Daconil Ultrex/ Exotherm Termil	Solución concentrada/ Gránulos dispersables	Fungicida para el Moho Gris/ Control de Roya, Mildiu Velloso, Mildiu polvoso/ Productos de postcosecha	8 700	Medido

¹⁵ *Oidium* sp.

¹⁶ *Botrytis* sp.

Grupo químico	Nombre comercial	Formulación	Uso en florícolas	Gramos usados al año	Observaciones
Cyproconazol	Alto 100	Líquido soluble	Fungicida para Roya	22 020	Medido
Dazomet	Basamid	Microgranulado	Producto desinfectante de suelos	14 950	Medido
Deltametrina	Decis	Concentrado emulsionable	Insecticida para trips	450	Agrotóxico no medido por baja cantidad.
Diafenthiuron	Polo	Suspensión concentrada	Insecticida para minadores	3 500	Medido
Furalaxil	Fongarid	Polvo mojable	Fungicida para Mildiu Velloso	253 440	Medido
Hexythiazox	Astuto	Emulsión concentrada	Control de ácaros	956 400	Medido
Imidacloprid	Agresor	Suspensión concentrada	Insecticida para áfidos y Mosca blanca	11 240	Medido
Iprovalicarb	Invento	Polvo mojable	Fungicida	220	Agrotóxico no medido por baja cantidad.

Grupo químico	Nombre comercial	Formulación	Uso en florícolas	Gramos usados al año	Observaciones
Isopyrazam	Sunjet	Concentrado emulsionable	Fungicida de Mildiu polvoso	84 000	Medido
Kasugamicina	Kasumin	Líquido soluble	Control de bacterias fitopatógenas del suelo, fungicida de Mildiu veloso, Mildiu polvoso	794 000	Medido
Mancozeb	Ridomil Gold	Polvo mojable	Fungicida para Mildiu veloso	4 199 470	Medido
Mandipro-pamid	Revus	Suspensión concentrada	Fungicida para Mildiu veloso	8 004	Medido
Metalaxil-M	Ridomil Gold	Polvo mojable	Fungicida para Mildiu veloso	8 414	Medido
Metribuzin	Eclipse	Concentrado soluble	Herbicida de gramíneas y dicotiledóneas	1 204	No medido, no se consiguió el estándar
Myclobutanil	Prelude	Polvo mojado	Fungicida	480	Agrotóxico no medido por baja cantidad.
Oxicarboxina	Plantvax	Polvo mojable	Fungicida para el control de la Roya	3 888 000	Medido

Grupo químico	Nombre comercial	Formulación	Uso en florícolas	Gramos usados al año	Observaciones
Penconazol	Topas	Emulsión concentrada	Fungicida para Mildiu polvoso	1 380	No medido, no se consiguió el estándar
Prochloraz	Sportak	Concentrado emulsionable	Fungicida	13 650	No medido, no se consiguió el estándar
Propineb	Invento	Polvo mojable	Fungicida sistémico	2 452	No medido, no se consiguió el estándar
Pyrimetha-nil	Botrilex	Suspensión concentrada	Fungicida	14 040	No medido, no se consiguió el estándar
Spinosad	Tracer	Suspensión concentrada	Insecticida	75 161	No medido, no se consiguió el estándar
Spiroxamine	Prosper	Concentrado emulsionante	Fungicida de la Biosíntesis del Esterol	1 000	Agrotóxico no medido por baja cantidad.
Tetradifon	Tayo	Emulsión concentrada	Control de ácaros	640	Agrotóxico no medido por baja cantidad.
Thiabendazol	Mertect	Solución concentrada	Fungicida para Moho gris, hongos del suelo	7 200	Medido

Grupo químico	Nombre comercial	Formulación	Uso en florícolas	Gramos usados al año	Observaciones
Thiram	Carbovax	Suspensión concentrada	Fungicida para Moho gris	16 620	Medido
Thiocyclam Hidrogen oxalato	Trycaln	Polvo soluble	Insecticida para trips	88 200	Medido
Tiametoxan	Actara	Gránulos dispersables	Insecticida para trips, Áfidos y Mosca Blanca	1 500	Medido
Trisiloxano	Adjuvant	Dispersante, penetrante y humectante	Acaricida	820 950	No medido, no se consiguió el estándar

Fuente: Autor, Ecuaquímica 2014; ADAMA 2020; Farmagro 2020; Bayer, 2020.
Elaboración: autor

Como se puede notar en la Tabla 15 varios de los agrotóxicos no fueron medidos, principalmente por que se encontraban en concentraciones muy bajas (inferior a 1.000 g/ año). El estándar de DDT fue donado para la investigación por la institución pública “Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario” conocida como Agrocalidad, el cual se decidió medir para verificar la presencia de este químico prohibido en los cuerpos de agua. Otra razón por la cual no se pudieron medir varios agrotóxicos fue debido a que no se encontraron los estándares a la venta en tres proveedores distintos.

De esta información se pudo observar que los agrotóxicos a medir son los descritos en la Tabla 16, la cual muestra también su categoría, polaridad, clasificación por hospedador y categoría de toxicidad. Esta última se determinó según lo etiquetado por el fabricante que lo distribuye con su nombre comercial en la zona de Cayambe-Tabacundo (Tabla 15); sin embargo, estas categorías pueden variar con la clasificación recomendada por la OMS (OMS 2019).

Tabla 12.
Agrotóxicos analizados según categoría, polaridad, clasificación por hospedador y toxicidad

Categoría	Pesticida	Polar o no polar	Clasificación por hospedador	Toxicidad
Anilida	Metalaxil-M	polar	Fungicida	III
	Oxicarboxina	polar	Fungicida	III
Avermectina	Abamectina	polar	Insecticida, acaricida y antihelmíntico	II
Benzimidazol	Thiabendazol	polar	Fungicida	IV
Bifenazato	Bifenazato	polar	Insecticida y acaricida	IV
Carbamato	Carbaryl	polar	Insecticida	II
	Carbofuran	polar	Insecticida	II
	Carboxin	polar	Fungicida	III
	Mancozeb	polar	Fungicida	III
	Thiram	polar	Fungicida	III
Derivado Microorganismos	Kasugamicina	polar	Fungicida-Bactericida	IV
Fenilamida	Furalaxil	polar	Fungicida	III
Ftalamida	Captan	polar	Fungicida	IV
Mandelamidas	Mandipropamida	polar	Fungicida	III
Metoxiacrilatos(Fam. Estrobilurinas)	Azoxistrobin	polar	Fungicida	IV
Nereistoxinas	Thiocyclam Hidrogenoxalato	polar	Insecticida	III
Organoclorado	Clorotalonil	no polar	Fungicida, acaricida y bactericida	IV
	DDT	no polar	Insecticida	I
	Difenoconazol (TRIAZOL)	no polar	Fungicida	III
	Hexythiazox	no polar	Insecticida	IV
	Imidacloprid	no polar	Insecticida	II
	Penconazol (TRIAZOL)	no polar	Fungicida	IV

Categoría	Pesticida	Polar o no polar	Clasificación por hospedador	Toxicidad
	Tetradifon	no polar	Acaricida	IV
Organofosforado	Diazinon	polar	Insecticida	II
Organosulfurado	Diafentiuron	polar	Insecticida	IV
Pirazol	Isopyrasam	dipolar	Fungicida	II
Piretroide	Tiametoxan	polar	Insecticida	III
	Deltametrina	polar	Insecticida y acaricida	II
Pirimidina	Bupirimato	polar	Fungicida	IV
Pirrol	Clorfenapir	polar	Pro-insecticida	III
Tiadiazina	Dazomet	polar	Desinfectante de suelo, Insecticida, Fungicida	III
Triazina	Clofentozine	dipolar	Acaricida	IV
	Cyromazina	polar	Insecticida y acaricida	IV
Triazol	Cyproconazol	polar	Fungicida	III

Categoría	Definición
I	Extremadamente tóxico
II	Altamente tóxico
III	Medianamente tóxico
IV	Ligeramente tóxico

Fuente: Ecuaquímica 2014; ADAMA 2020; Farmagro 2020; Bayer, 2020.
Elaboración: autor

5.5 Cuantificación de agrotóxicos en muestras compuestas

Una vez identificados los agrotóxicos y tomadas las muestras compuestas directamente de los cuerpos de agua, se procedió a los análisis dependiendo del número de muestras como lo indica la Tabla 11. En el caso de los cuerpos de agua medidos en un solo mes, el resultado se ha colocado directamente en la tabla, mientras que los que se han medido en dos o tres meses se ha procedido a realizar el promedio, datos que se muestran en las tablas 17, 18, 19 y 20.

Tabla 13.

Promedio de agrotóxicos analizados de las muestras compuestas 1

Agrotóxico	1 Río La Chimba (µg/L)	2 Río Blanco (µg/L)	3 Río Chitachaca (µg/L)	4 Río Monjas (µg/L)	5 Río Cariacu (µg/L)	6 Río Blanco (µg/L)	7 Río Tabacundo (µg/L)
Abamectina	0,18754	0,14145	2,53576	13,75190	44,43533	1,83190	45,47660
Bifenazato	0,79328	0,22735	1,52981	21,23659	43,53261	2,87656	113,79714
Captan	0,30844	0,50133	0,00000	6,72682	2,94232	2,10128	10,50155
Carboxina	0,00000	0,71661	0,00000	3,18452	9,84099	2,32005	0,00000
Clofentezine	0,00000	0,21510	1,41423	0,55659	0,76640	2,09545	7,40089
Clorotalonil	0,55681	0,00000	0,53592	0,61334	1,11302	1,56179	0,58675
Clorfenapir	0,20212	0,24915	2,24719	2,06168	2,03097	1,91643	2,03452
Ciproconazol	4,31918	1,10550	0,00000	0,00000	0,00000	9,33544	0,00000
Dazomet	0,27461	0,00000	2,76022	2,72134	2,75990	2,69804	2,67269
DDT 4,4'	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	3,04512	0,00000
Diafenturon	0,00000	0,47429	0,00000	0,28174	3,12805	18,25166	12,11723
Difenoconazol	0,00000	0,00000	2,07400	1,06633	0,00000	2,58392	59,29158
Furalaxyl	0,32423	2,44544	2,80514	4,54118	45,66486	17,19912	2,57625
Hexythiazox	0,41017	0,38990	3,70815	4,41552	3,89850	3,89700	8,43568
Imidacloprid	0,51035	0,04579	2,90204	52,06219	51,15441	4,03785	23,39008
Isopyrazam	1,04889	9,63544	1,09455	10,87338	10,80153	24,17555	10,70988
Kasugamicina	6,22969	1,52819	9,06324	37,17276	0,00000	56,86987	16,64946
Mancozeb	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Mandipropamida	0,00000	0,00000	0,04895	0,24018	0,79624	0,34189	0,00000
Metalaxil-M	0,13522	0,12397	1,59758	1,48924	1,27952	1,78647	1,32110
Oxicarboxina	0,18561	0,48820	1,52926	56,79149	38,76832	3,72418	20,95889
Tiabendazol	0,75854	1,43200	0,08524	0,29760	0,69707	0,46173	0,72111
Tiametoxam	0,00000	0,34342	3,72371	4,80381	3,75693	3,86590	3,44265
Thiocyclam	0,00000	0,00000	22,38915	3,63649	5,91666	4,53483	53,16208
Thiram	0,04491	0,24275	0,92426	10,19463	7,89121	3,13341	3,55717

Fuente y elaboración: autor

Tabla 14.
Promedio de agrotóxicos analizados de las muestras compuestas 2

Agrotóxico	8 Canal Turucucho (µg/L)	9 Canal Olmedo (µg/L)	10 Canal Ayora (µg/L)	11 Canal Pumaqui (µg/L)	12 Ayora Tanque 1 (µg/L)	13 Ayora Captación 1 (µg/L)	14 Ayora Tanque 2 (µg/L)
Abamectina	1,88869	6,18768	5,51581	1,91535	0,01619	0,02614	0,00366
Bifenazato	2,89611	4,91553	63,24460	1,35687	0,07652	0,13085	0,06865
Captan	0,00000	3,41922	11,07059	0,00000	0,03232	0,05895	0,00984
Carboxina	0,00000	9,77523	0,00000	8,46043	0,00000	0,00000	0,00000
Clofentezine	0,00000	0,00000	14,81998	0,12701	0,00000	0,00000	0,00000
Clorotalonil	0,55710	0,84729	0,57815	1,09501	0,05254	0,07527	0,00000
Clorfenapir	2,01141	2,00838	2,08454	2,02391	0,02018	0,03695	0,00098
Ciproconazol	21,69443	0,00000	0,00000	0,00000	0,40565	0,49682	0,00325
Dazomet	2,67386	2,79024	2,73465	2,69014	0,02946	0,03015	0,00099
DDT 4,4'	0,00000	2,58105	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Diafentiuiron	4,43696	0,00000	4,01906	0,90000	0,00000	0,00000	0,00000
Difenoconazol	7,75175	0,00000	24,43834	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Furalaxyl	4,86393	10,77740	20,91897	13,53342	0,03063	0,05042	0,00657
Hexythiazox	5,64838	0,00000	4,40641	3,99609	0,04654	0,05841	0,00000
Imidacloprid	3,20915	10,52149	16,78514	49,48895	0,05084	0,07102	0,00000
Isopyrazam	1,08623	10,91315	10,84552	10,84091	0,10605	0,22840	0,03435
Kasugamicina	6,64982	6,78176	52,35631	0,84119	0,60846	0,06841	0,00897
Mancozeb	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Mandipropamida	0,84516	0,37144	0,06016	2,31706	0,00000	0,00000	0,00000

Agrotóxico	8 Canal Turucucho (µg/L)	9 Canal Olmedo (µg/L)	10 Canal Ayora (µg/L)	11 Canal Puma-maqui (µg/L)	12 Ayora Tanque 1 (µg/L)	13 Ayora Captación 1 (µg/L)	14 Ayora Tanque 2 (µg/L)
Metalaxil-M	1,25371	13,90503	1,34756	1,28807	0,03217	0,07412	0,00000
Oxicarboxina	7,93042	35,28190	13,28826	3,89336	0,01056	0,01845	0,03288
Tiabendazol	0,00000	0,00000	0,62407	0,00000	0,07086	0,04896	0,00372
Tiametoxam	3,43135	6,03631	3,44910	3,83807	0,00000	0,00000	0,00000
Thiocyclam	0,00000	5,10811	0,00000	3,64932	0,00000	0,00000	0,00000
Thiram	7,29782	6,44467	2,35854	7,47039	0,00417	0,01980	0,00000

Fuente y elaboración: autor

Tabla 15.
Promedio de agrotóxicos analizados de las muestras compuestas 3

Agrotóxico	15 Ayora llave (µg/L)	16 Ayora piscinas oxidación (µg/L)	17 Otón llaves (µg/L)	18 Pozo florícola (µg/L)	19 Río San José (µg/L)	20 Río Tupigachi (San Juan) (µg/L)	21 Río Tupigachi (µg/L)
Abamectina	0,01865	15,92670	0,74190	1,20890	26,94126	0,00403	11,32590
Bifenazato	0,01640	14,97350	0,48798	1,20890	32,95610	0,00060	20,59397
Captan	0,00685	4,04260	0,97327	3,93850	26,99769	0,02311	5,03435
Carboxina	0,00000	1,81130	0,88579	20,57030	5,91790	0,73530	168,14053
Clofentezine	0,00000	0,00000	0,59536	89,48350	0,25699	0,00000	0,68312
Clorotalonil	0,00050	0,67660	0,05548	1,15640	0,94657	0,00099	0,59413
Clorfenapir	0,03387	17,53950	0,20995	3,83420	2,05443	0,00890	2,06224
Ciproconazol	0,12180	9,19272	0,00000	49,14321	0,00000	0,00000	0,00000

Agrotóxico	15 Ayora llave (µg/L)	16 Ayora piscinas oxida- ción (µg/L)	17 Otón llaves (µg/L)	18 Pozo florícola (µg/L)	19 Río San José (µg/L)	20 Río Tupi- gachi (San Juan) (µg/L)	21 Río Tupigachi (µg/L)
Dazomet	0,00179	0,00000	0,29095	2,70330	2,67464	0,02573	2,72406
DDT 4,4'	0,00000	0,00000	0,00000	10,43420	4,03362	0,14183	6,11164
Diafentiuiron	0,00000	18,51920	0,00000	45,51810	0,00000	0,02128	5,90038
Difenoconazol	0,00000	76,43348	2,00608	0,00000	0,39854	0,00000	1,14885
Furalaxyl	0,09514	5,11250	0,26365	2,51770	16,02837	0,00673	9,26115
Hexythiazox	0,06404	27,69900	0,35430	6,18420	3,41380	0,01603	2,71811
Imidacloprid	0,07930	0,00000	9,49093	13,97410	49,68114	0,03642	65,62039
Isopyrazam	0,19846	14,36580	1,08278	15,20480	10,86367	0,06622	10,85798
Kasugamicina	0,01953	0,02431	7,23159	3,16019	77,86961	0,02756	42,71526
Mancozeb	0,00000	50,10240	0,00000	25,08670	0,00000	0,00000	0,00000
Mandipro- pamida	0,00000	0,06407	0,00000	1,68897	2,61380	0,00000	0,23806
Metalaxil-M	0,01380	23,73570	1,41840	1,25570	3,83173	0,01050	1,33138
Oxicarboxina	0,07648	68,45970	3,82269	11,55400	24,14116	0,10232	29,70919
Tiabendazol	0,02798	0,15720	0,00000	12,98177	0,20159	0,00291	0,78153
Tiametoxam	0,00000	3,52000	0,49221	5,33250	4,19872	0,02086	18,51915
Thiocyclam	0,00000	3,83220	5,41803	2,60340	36,37839	0,00717	0,77766
Thiram	0,07133	12,05850	0,23070	25,30120	6,90985	1,56716	78,77128

Fuente y elaboración: autor

Tabla 16.
Promedio de agrotóxicos analizados de las muestras compuestas 4

Agrotóxico	22 Río La Esperanza (µg/L)	23 Canal Puma-maqui 2 (µg/L)	24 Canal Puma-maqui 3 (µg/L)	25 Río Granobles (µg/L)	26 Río Guachalá (µg/L)	27 Río Pisque (piscinas) (µg/L)	28 Río Pisque (puente) (µg/L)
Abamectina	0,18946	4,32422	9,09296	7,33528	54,35083	22,11345	19,64378
Bifenazato	0,19090	2,89949	2,99521	1,42493	12,11645	4,17110	0,64354
Captan	0,26120	0,48143	1,73931	38,94942	1,40039	16,08441	2,77983
Carboxina	0,16302	15,66731	13,89252	0,00000	1,32296	1,20652	0,35952
Clofentezine	0,02163	0,44155	0,37088	2,90436	0,16338	0,56755	0,20491
Clorotalonil	0,01149	4,14587	4,09900	0,56486	0,33032	0,32659	0,09679
Clorfenapir	0,02020	2,71024	2,21920	2,03160	0,09044	1,10067	0,15896
Ciproconazol	0,00000	0,52791	0,43685	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Dazomet	0,01339	5,44679	0,85233	6,33588	1,00559	1,85155	0,50135
DDT 4,4'	0,08587	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Diafentiuron	0,40965	2,76621	0,08739	1,18208	34,75012	20,63530	5,05405
Difenoconazol	0,09263	0,00000	0,00000	0,00000	0,26243	0,10298	0,00555
Furalaxyl	0,13790	39,69827	20,16458	50,00835	0,94878	36,01143	14,60601
Hexythiazox	0,04582	10,80219	7,65820	3,88366	0,74877	1,23165	2,86268
Imidacloprid	1,16176	98,32461	80,27716	70,45917	18,37245	26,98910	11,46367
Isopyrazam	0,10883	18,80253	12,22942	10,87862	1,77259	3,88920	4,21723
Kasugamicina	0,46350	2,50710	36,22669	73,85515	9,12098	38,03276	12,11645
Mancozeb	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Mandipro-pamida	0,00833	5,45492	1,48538	0,80598	0,00000	0,29654	0,05024

Agrotóxico	22 Río La Esperanza (µg/L)	23 Canal Puma-maqui 2 (µg/L)	24 Canal Puma-maqui 3 (µg/L)	25 Río Granobles (µg/L)	26 Río Guachalá (µg/L)	27 Río Pisque (piscinas) (µg/L)	28 Río Pisque (puente) (µg/L)
Metalaxil-M	0,01471	1,66033	1,29243	1,44991	0,38384	1,26582	0,25020
Oxicarboxina	0,46744	11,65907	9,84143	36,77861	4,89886	18,05508	5,63779
Tiabendazol	0,00670	0,00000	0,24400	0,70757	0,24297	0,49011	0,10192
Tiametoxam	0,04173	8,97361	8,44800	6,34000	1,46977	5,61381	1,62389
Thiocyclam	0,00000	10,06533	89,47443	3,14936	0,28594	1,13174	0,16053
Thiram	0,10435	10,79155	8,82777	10,63559	1,12298	7,49310	2,38051

Fuente y elaboración: autor

De las tablas anteriores se puede notar que la contaminación es baja en las cuencas altas, incrementándose progresivamente en las cuencas medias hasta llegar a ser muy altas en las cuencas bajas; una breve descripción de este fenómeno por cada una de secciones se presenta a continuación.

- **Cuenca alta**

En la parte alta, en el río La Chimba se ha encontrado una concentración media del fungicida Ciproconazol. En el río Monjas, en el punto alto, si bien en los recorridos no se pudieron observar afluentes contaminados y la calidad del agua es buena en los análisis físicos-químicos y microbiológicos, si se encontraron concentraciones bajas de varios agrotóxicos y una concentración alta del insecticida Imidacloprid. Existen bajas concentraciones en el río Cariacu de varios agrotóxicos, notándose el uso del fungicida-bactericida Kasugamicina desde la zona muy alta del río Blanco.

- **Cuenca media**

En el canal Tabacundo se encuentran varios fungicidas e insecticidas en bajas concentraciones; estos mismos compuestos se encuentran en los puntos Turucucho, Olmedo, Ayora y el canal Pumamaqui.

En cuanto al análisis especial que se realizó en la zona de Ayora, se pudo observar que no existen agrotóxicos ni en sus captaciones ni en sus tanques de

almacenamiento de agua; pero si existen bajas concentraciones de por lo menos tres distintos fungicidas.

Es de especial atención que en el agua potable de la parroquia Otón se encontró presencia en baja concentración de un fungicida de mediana toxicidad, el Imidacloprid. En el pozo de la florícola que accedió al muestreo se encontraron también agrotóxicos para distintos usos como fungicidas, acaricidas e insecticidas de baja toxicidad y en muy bajas concentraciones.

- **Cuenca baja**

En el río San José una vez que el río recorrió la zona urbana presenta una concentración mayor a sus efluentes de los insecticidas Imidacloprid de alta toxicidad y Thiciclam de mediana toxicidad; además del fungicida-bactericida Kasugamicina de baja toxicidad.

En el análisis realizado al río Tupigachi, se pudo verificar que no existe ni un caudal ni una toxicidad significativa en la zona de San Juan Loma, aguas arriba antes de ingresar a la zona florícola; pero una vez que las atraviesa aumenta su caudal a causa del agua obtenida de pozos y presenta concentraciones muy altas de los fungicida de alta toxicidad Thiram y de mediana toxicidad Carboxina; del insecticida de alta toxicidad Imidacloprid y del fungicida-bactericida Kasugamicina de baja toxicidad; siendo este río el que mayor concentración de contaminación contiene en toda la microcuenca.

Considerando el sistema de análisis del canal Pumamaqui, los agrotóxicos encontrados en mayor cantidad en el punto medio fueron el fungicida de toxicidad media Furalaxil y el insecticida de alta toxicidad Imidacloprid, los cuales disminuyeron en el punto más bajo.

Llegando a los afluentes finales del río Pisque se encuentra el río Granobles, el principal efluente de la zona florícola, el cual presenta elevadas concentraciones de los fungicidas Imidacloprid de alta toxicidad, Furalaxyl de media toxicidad, Captan y Kasugamicina de baja toxicidad; y por último el insecticida Imidacloprid de alta toxicidad; mientras que en el río Guachalá se encuentra el insecticida-acaricida de alta toxicidad Abamectina y el insecticida de baja toxicidad Diafentiuron.

En el primer punto tomado en el río Pisque se han obtenido concentraciones elevadas de los agrotóxicos de los dos afluentes, y en el segundo punto únicamente de la

Abamectina, el Furalaxyl el Imidacloprid y la Kasugamicina, por lo que se podría presumir que el fungicida Captan e insecticida Diafentiuron de baja toxicidad se degradan ambientalmente en este tramo del río.

Un análisis desde estos agrotóxicos llevar a considerar que los ríos que más aportan en agrotóxicos al río Pisque son sus afluentes San José, Tupigachi, río Blanco y Canal Pumamaqui.

Con respecto al agrotóxico de alta toxicidad DDT, se obtuvieron únicamente trazas, probablemente antiguas en los ríos Blanco, Olmedo, pozo de florícola, San José y Tupigachi.

Con el fin de descartar la presencia de cualquier tipo de agrotóxicos organoclorado y organofosforado en el agua potable de la comunidad de Ayora, se procedió a la entrega de las tres muestras de agua paralelas a las analizadas en esta sección, correspondientes a los puntos Captación 1 (punto 13), al tanque de almacenamiento de este sistema (Punto 14) y a las lagunas de oxidación a las cuales llegan todas las aguas residuales de la parroquia (punto 16); con lo cual se comprobó la ausencia de todos estos compuestos de alta toxicidad. Los análisis completos realizados en el agua se los muestra en el Anexo 10.

5.6 Cuantificación de agrotóxicos en muestreadores pasivos

En la Tabla 16 se encuentra la lista de los agrotóxicos encontrados, clasificados según su grado de toxicidad, polaridad y utilidad. En cuanto a los polares, los cuales se tiene una preferencia de análisis con los dispositivos SPMD se los resume en la Tabla 21; y los agrotóxicos no polares con preferencia por los dispositivos POCIS se los resume en la Tabla 22.

Tabla 17.

Agrotóxicos polares a analizar con los dispositivos SPMD

Metalaxil-M	Bifenazato	Thiram	Thiocyclam Hidrogenoxalato
Oxicarboxina	Cyproconazol	Kasugamicinaa	Clofentozine (dipolar)
Furalaxil	Dazomet	Captan	Diafentiuron

Abamectina	Carboxin	Mandipropamida	Isopyrazam (dipolar)
Thiabendazol	Mancozeb	Clorfenapir	Tiametoxan
Deltametrina	Bupirinato		

Fuente y elaboración: autor

Tabla 18.
Agrotóxicos no polares a analizar con los dispositivos POCIS

Clorotalonil	Hexythiazox	Imidacloprid	Tetradifon	DDT
--------------	-------------	--------------	------------	-----

Fuente y elaboración: autor

Una vez realizadas las extracciones de agrotóxicos a los dispositivos POCIS y SPMD según los protocolos expuestos en la sección “Diálisis de muestreadores pasivos” en el apartado 2.4.4, con lo cual se han obtenido las tablas 23 a 25. Los resultados de agrotóxicos obtenidos por la adsorción de los dispositivos presentan un único valor medido cuando se colocó el dispositivo en un solo mes o un promedio cuando los dispositivos fueron colocados en dos o más meses. Para verificar el número de meses medidos, el cual es similar al número de dispositivos utilizados se puede acudir la Tabla 10.

Tabla 19.
Promedio de agrotóxicos analizados por dispositivos 1

Agrotóxicos	6. Río Blanco		13. Ayora Captación del Tanque 1		16. Ayora Piscinas de oxidación	
	SPMD (µg)	POCIS (µg)	SPMD (µg)	POCIS (µg)	SPMD (µg)	POCIS (µg)
Abamectina	1,38790	0,43482	0,19841	0,00054	0,99450	0,00433
Bifenazato	1,71897	0,31168	1,65104	0,00741	1,79270	0,06344
Captan	4,18680	0,00000	0,98465	0,00000	6,43159	0,00000
Carboxina	17,23867	1,51056	0,00003	0,00000	2,04530	0,00508
Clofentezine	11,99982	1,83830	0,00000	0,00000	80,48760	0,00003

Agrotóxicos	6. Río Blanco		13. Ayora Captación del Tanque 1		16. Ayora Piscinas de oxidación	
	SPMD (µg)	POCIS (µg)	SPMD (µg)	POCIS (µg)	SPMD (µg)	POCIS (µg)
Clorotalonil	0,32338	1,19280	0,06451	0,19694	0,55660	3,27042
Clorfenapir	9,69010	4,17477	0,74522	0,08452	3,09220	2,90267
Ciproconazol	4,75563	0,07290	0,68453	0,00015	12,90438	1,03972
Dazomet	2,68223	2,78037	0,98465	0,71543	2,68550	2,32149
DDT 4,4'	0,15089	2,71049	0,00000	0,00003	3,17660	56,24195
Diafentiuron	23,19583	5,35708	0,08407	0,00068	18,38410	1,98640
Difenoconazol	5,25420	1,94293	0,00065	0,00000	2,30080	0,66098
Furalaxyl	14,37864	2,46301	0,06455	0,00698	2,56650	0,63195
Hexythiazox	4,99180	552,46538	0,06894	1,98465	13,30829	654,12370
Imidacloprid	3,73543	4,10597	0,04515	0,03464	27,77860	22,73597
Isopyrazam	16,26880	2,07267	0,38043	0,19845	13,66050	0,37709
Kasugamicina	40,14107	4,00798	0,16841	0,04382	0,10394	0,01732
Mancozeb	30,22363	0,17690	0,00000	0,00000	31,13880	0,00095
Mandipropamida	0,19666	0,10256	0,00000	0,00000	0,09940	0,03762
Metalaxil-M	1,25343	215,56465	0,31260	5,98465	1,31160	183,75752
Oxicarboxina	20,65980	3,29900	0,09842	0,00070	10,96070	0,58416
Tiabendazol	0,44994	0,49005	0,00088	0,00005	0,28997	0,01835
Tiametoxam	4,60800	1,73223	0,00065	0,00008	7,73460	3,96302
Thiocyclam	2,80613	12,17503	0,00645	0,08962	2,41210	11,06987
Thiram	16,06150	1,39620	0,08424	0,00041	16,18560	2,06457

Fuente y elaboración: autor

Tabla 20.
Promedio de agrotóxicos analizados por dispositivos 2

Agrotóxicos	18. Pozo de Florícola		21. Tupigachi		25. Granobles	
	SPMD (µg)	POCIS (µg)	SPMD (µg)	POCIS (µg)	SPMD (µg)	POCIS (µg)
Abamectina	3,88828	0,00027	1,62587	0,00040	1,38913	1,88345
Bifenazato	2,20651	0,03044	3,88270	0,07028	1,38220	0,06328
Captan	5,01260	0,00000	6,77410	0,00000	30,13376	0,00000
Carboxina	9,64621	0,00845	96,54322	2,67727	8,33973	0,16418
Clofentezine	59,51242	0,00004	95,60157	0,00008	177,89235	0,54314
Clorotalonil	0,22036	4,10785	1,54507	20,56999	0,57067	10,55865
Clorfenapir	5,08915	7,35769	12,08363	11,08841	3,48250	4,26805
Ciproconazol	127,53054	9,49545	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Dazomet	9,66513	6,85172	3,86790	2,34851	2,67847	2,21969
DDT 4,4'	0,92369	8,89572	14,29430	133,59780	4,85197	69,89591
Diafentiuiron	54,89723	6,00188	13,92640	4,53511	3,57940	0,58239
Difenoconazol	0,55722	0,03063	24,75630	7,98238	25,33380	5,11477
Furalaxyl	6,60604	1,34579	111,39030	17,83481	72,53341	3,30371
Hexythiazox	0,78855	53,06854	3,28330	53,41793	40,69323	434,64855
Imidacloprid	0,32496	0,16149	30,15574	30,72450	116,57147	168,25296
Isopyrazam	59,67038	0,00002	25,83313	1,45561	14,23313	3,37612
Kasugamicina	0,59090	0,06257	168,35093	26,55556	134,58263	19,34189
Mancozeb	35,79445	0,00086	31,55023	0,40047	42,84043	0,11427
Mandipropamida	0,50929	0,29578	0,32833	0,01521	0,53853	0,16592

Agrotóxicos	18. Pozo de Florícola		21. Tupigachi		25. Granobles	
	SPMD (µg)	POCIS (µg)	SPMD (µg)	POCIS (µg)	SPMD (µg)	POCIS (µg)
Metalaxil-M	0,78866	17,79052	133,36740	328,73830	1,35280	300,58830
Oxicarboxina	97,23536	8,80873	316,56983	41,81696	96,76777	4,25860
Tiabendazol	9,80011	9,64354	0,56583	0,43480	1,57004	0,75175
Tiametoxam	8,01364	8,02765	169,51693	41,57855	4,44987	1,31632
Thiocyclam	3,03408	18,41217	7,30470	76,95866	2,46790	10,66928
Thiram	58,60325	9,31340	12,39163	0,75399	17,65817	1,17745

Fuente y elaboración: autor

Tabla 21.
Promedio de agrotóxicos analizados por dispositivos 3

AGROTÓXICOS	26. Guachalá		27. Pisque en piscinas		28. Pisque en puente	
	SPMD (µg)	POCIS (µg)	SPMD (µg)	POCIS (µg)	SPMD (µg)	POCIS (µg)
Abamectin	33,21621	31,35761	31,44706	49,26021	4,37549	0,33479
Bifenazate	10,52376	0,62110	3,88953	0,24710	2,31098	0,04108
Captan	0,02369	0,00000	8,02644	0,00000	0,99775	0,00461
Carboxine	1,19893	0,02139	4,84780	0,05152	13,21801	0,07268
Chlofentezine	0,06703	0,00007	47,67670	0,45913	21,56522	0,04218
Chlorathalonil	0,30786	13,35083	0,43003	8,96193	0,25765	0,00314
Chlorfernapyr	0,05480	0,07926	0,52240	0,70711	0,45127	0,00660
Ciproconazol	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Dazomet	0,68005	0,91747	1,51164	1,63588	0,53283	0,00222
DDT 4,4'	0,00000	0,00000	3,17371	73,17303	6,40219	0,03279

AGROTÓXICOS	26. Guachalá		27. Pisque en piscinas		28. Pisque en puente	
	SPMD (µg)	POCIS (µg)	SPMD (µg)	POCIS (µg)	SPMD (µg)	POCIS (µg)
Diafenthiuron	23,29614	1,45579	13,20798	0,49397	8,40517	0,10608
Difeconazol	0,01604	0,00369	16,11520	0,88225	15,34673	0,20381
Furalaxyl	0,29941	0,10630	24,58303	8,57023	9,02089	0,17122
Hexythiazox	0,33678	62,91156	9,37935	80,62540	7,35252	0,08338
Imidacloprid	14,70831	7,70803	62,18722	83,21881	245,43400	2,17207
Isopyrazam	1,41019	0,54066	6,46312	1,75034	4,70085	0,05814
Kasugamicin	5,54482	0,87836	47,82971	9,09132	15,71558	0,28010
Mancozeb	0,00000	0,00000	3,90723	0,02290	1,06443	0,01041
Mandipropamid	0,00000	0,00000	0,21067	0,07875	0,10246	0,00145
Metalaxyl-M	0,01579	2,96266	0,38272	77,12333	0,06231	0,00084
Oxycarboxine	0,05781	0,00392	8,90588	0,55905	2,94598	0,04707
Thiabendazole	0,20460	0,08143	0,53969	0,10138	0,23462	0,00201
Thiametoxan	0,97371	0,09022	2,46156	0,47476	0,42500	0,00486
Thiocyclan	0,15196	1,39071	1,89407	6,73950	0,71262	0,00585
Thiran	0,42198	0,05070	7,22714	1,04770	2,73580	0,04190

Fuente y elaboración: autor

Se comprobó diferencias con los compuestos químicos analizados en las muestras compuestas, debido principalmente a que los análisis compuestos miden únicamente los contaminantes que estuvieron presentes un día al mes en un máximo de tres meses, mientras que los dispositivos pasivos adsorben los químicos presentes en el cuerpo de agua de manera continua, además de tener preferencias de adsorción de unos químicos sobre otros, como se lo analizará en la siguiente sección.

En las tablas 24 a 26 se puede destacar que la contaminación en el río Blanco medido en la cuenca media tiene presencia alta de los fungicidas de toxicidad media Mancozeb y Metalaxil-M, del fungicida-bactericida Kasugamicina de toxicidad baja, y una muy alta concentración del insecticida de baja toxicidad Hexythiazox.

En las lagunas de oxidación de la parroquia de Ayora se encontró el acaricida de baja toxicidad Clofentezine, y en el pozo florícola los fungicidas de toxicidad media Ciproconazol, Oxicarboxina y Thiram; además de uno de alta toxicidad el Isopyrazam. Otros productos encontrados fueron el insecticida y el acaricida de baja toxicidad Diafentiuron y Clofentezine respectivamente.

En el río Tupigachi se encontraron varios productos entre los cuales por su concentración destacan los fungicidas de toxicidad media Carboxina, Furalaxyl, Metalaxil-M y Oxicarboxina; el acaricida de toxicidad baja Clofentezine y el insecticida también de baja toxicidad Hexythiazox. Se debe destacar la presencia del insecticida de muy alta toxicidad DDT, el cual se encuentra móvil en el suelo probablemente debido a su gran tiempo de vida media en el agua, la cual es superior a los 20 años (Lee 1977, 1081).

El efluente de la zona florícola es el río Granobles, el cual en sus muestreadores pasivos presentó los insecticidas Imidacloprid y Hexythiazox de alta y baja toxicidad respectivamente, los fungicidas Oxicarboxina y Kasugamicina de media y baja toxicidad respectivamente y el acaricida de baja toxicidad Clofentezine; mientras que el otro afluente directo del Pisque, el río Guachalá presentó una concentración elevada del acaricida Hexythiazox.

En el punto tomado en el río Pisque inmediatamente después de la junta entre los ríos Granobles y Guachalá se tiene el acaricida Clofentezine de baja toxicidad y el insecticida de alta toxicidad Imidacloprid. Varios kilómetros después en el punto tomado en el puente, los muestreadores pasivos indican una concentración elevada de dos compuestos muy estables y de toxicidad elevada, la Abamectina y el imidacloprid, ambos insecticidas, los cuales se no tienen procesos fisicoquímicos de degradación.

Al analizar el compuesto muy tóxico DDT, se pudo comprobar la preferencia del dispositivo POCIS para su adsorción, encontrándose este compuesto en el río Tupigachi, y en el pozo de agua de la florícola, en las cercanías de la comunidad de Tupigachi. La presencia del contaminante muy estable en el agua subterránea se debe

posiblemente a una infiltración ocurrida varias décadas atrás, pero que debido a la alta estabilidad del compuesto y la baja velocidad del agua subterránea en su arrastre hace que el contaminante se encuentre presente hasta la fecha.

5.7 Agrotóxicos transportados en la microcuenca del río Pisque

Una vez obtenidos los datos de calidad de agua arrojados por los instrumentos SMPD y POCIS se procedió a realizar los cálculos descritos en la sección 2.4.7, con la cual se pudo estimar una aproximación de los agrotóxicos arrastrados por el río Pisque en un año; para esto se realizó una calibración de los muestreadores pasivos en un flujo constante de un canal hidrodinámico, explicándose el procedimiento de calibración en el Anexo 5.

Se agregaron los agrotóxicos comerciales a los 182 litros del agua de almacenamiento del tanque del canal hidrodinámico, hasta obtener concentraciones en laboratorio de 1 µg/L (1 ppb) de cada uno de los agrotóxicos a analizar, a excepción del DDT, del cual al no encontrarse un producto comercial se usó el estándar usado en los análisis en HPLC. Con las concentraciones marcadas en los empaques se calculó la cantidad de solución a agregar, mostrándose estos cálculos en la Tabla 26.

Tabla 22.

Volumen agregado para la concentración de 1ppm

Agrotóxico	Nombre comercial	Concentración en el producto comercial	Unidades del producto comercial	Volumen o masa a agregar a los 182 L del canal (µl o mg)
Abamectina	Vertimec	18	g/L	10,1
Bifenazato	Floramite	240	g/L	0,8
Captan	Captan / Vitavax	800	g/Kg	0,2
Carboxina	Carbovax	200	g/L	0,9
Clofentezine	Sinozine	500	g/L	0,4
Clorotalonil	Daconil	720	g/L	0,3
Clorfenapir	Sunfire	240	g/L	0,8

Agrotóxico	Nombre comercial	Concentración en el producto comercial	Unidades del producto comercial	Volumen o masa a agregar a los 182 L del canal (µl o mg)
Ciproconazol	Alto 100	100	gr/L	1,8
Dazomet	Basamid	800	g/Kg	0,2
DDT 4,4'	(desde el estándar)	980	mg/mL	0,2
Diafenturon	Polo	250	g/L	0,7
Difenoconazol	Vecol	250	g/L	0,7
Furalaxyl	Fongarid	250	g/Kg	0,7
Hexythiazox	Astuto	50	g/L	3,6
Imidacloprid	Agresor	350	g/L	0,5
Isopyrazam	Sunjet	125	g/L	1,5
Kasugamicina	Kasumin	20	g/L	9,1
Mancozeb	Ridomil Gold	480	g/L	0,4
Mandipropamida	Revus	250	g/L	0,7
Metalaxil-M	Ridomil – Gold	480	g/L	0,4
Oxicarboxina	Plantvax	750	g/Kg	0,2
Tiabendazol	Mertect	429	g/Kg	0,4
Tiametoxam	Actara 25wg	250	g/Kg	0,7
Thiocyclam	Trycaln	500	g/Kg	0,4
Thiram	Carbovax	200	g/L	0,9

Fuente y elaboración: autor

Una vez colocados los agrotóxicos se encendió la bomba del canal durante 30 minutos para garantizar una buena homogeneización y proceder a tomar una muestra de agua, la cual se considera como 0 días; esta muestra de agua se usó para comprobar las

concentraciones de entrada mediante las mediciones de cada uno de los compuestos en HPLC, resultados que se encuentran en la Tabla 27.

Posteriormente se procedió a colocar tres dispositivos POCIS y tres SPMD con las mismas características que los colocados en los cuerpos de agua. Una vez atados para impedir su movimiento con la corriente de agua se encendió la bomba del canal hidrodinámico por un total de nueve días, con pruebas intermedias cada 3 días. El primer muestreador POCIS, el primer muestreador SPMD y una muestra de agua fueron retirados a los tres días de encendido el equipo, a una hora similar a la que se encendió la bomba de recirculación del equipo. De la misma manera se tomó una segunda muestra de agua del canal hidrodinámico para conocer la disminución de la concentración de los agrotóxicos por efectos ambientales. Esta operación se repitió el día seis y el día nueve de pruebas. Los datos obtenidos de las muestras puntuales tomadas en el agua homogeneizada en los días 0, 3, 6 y 9 se los muestra en la Tabla 27.

Tabla 23.

Resultados de concentración de agrotóxicos tomados en el canal hidrodinámico

Agrotóxico	Muestras de agua			
	Iniciales a 0 días (µg/L)	A 3 días (µg/L)	A 6 días (µg/L)	A 9 días (µg/L)
Abamectina	0,646695501	0,53849858	0,54167056	0,47745176
Bifenazato	0,518783287	0,340566	0,273792	0,150416
Captan	0,560243903	0,46804891	0,46794318	0,41566033
Carboxina	0,693843997	0,68067431	0,49621795	0,42715263
Clofentezine	0,563645605	0,47704974	0,45991542	0,38852853
Clorotalonil	0,619721452	0,55072321	0,56884298	0,53318026
Clorfenapir	0,562550269	0,51234852	0,43466815	0,40084613
Ciproconazol	0,96418066	0,84196316	0,86543625	0,68150459
Dazomet	0,712663906	0,57978667	0,59948895	0,59945474
DDT 4,4'	0,80498488	0,7250131	0,7246846	0,7596978

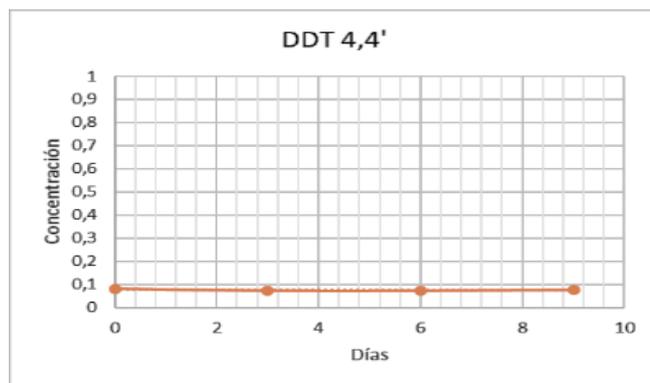
Agrotóxico	Muestras de agua			
	Iniciales a 0 días (µg/L)	A 3 días (µg/L)	A 6 días (µg/L)	A 9 días (µg/L)
Diafentiuiron	0,917674635	0,5788426	0,46744052	0,39246549
Difenoconazol	0,760377939	0,6463111	0,62050694	0,53513305
Furalaxyl	0,615093338	0,55017808	0,47513903	0,41824266
Hexythiazox	0,886933592	0,60465611	0,46895995	0,38146892
Imidacloprid	0,56145588	0,51898931	0,50362015	0,52374401
Isopyrazam	1,079953092	0,96459406	0,96196111	0,97657145
Kasugamicina	0,961088186	0,82968248	0,84669486	0,89287705
Mancozeb	0,999337494	0,8777455	0,83864724	0,72522865
Mandipropamida	0,727720428	0,68136426	0,64661057	0,64078673
Metalaxil-M	0,70121361	0,55710826	0,51705397	0,52321987
Oxicarboxina	0,6815315	0,56779358	0,51636684	0,54778815
Tiabendazol	0,814691604	0,49154876	0,42893184	0,33380668
Tiametoxam	0,536073681	0,35322476	0,29355718	0,23723684
Thiocyclam	1,067956414	0,87624062	0,90435532	0,78547042
Thiram	0,505084445	0,41808088	0,37347192	0,34748851

Fuente y elaboración: autor

Como se observa en la Tabla 27, en la mayoría de las marcas comerciales el valor medido de agrotóxicos es menor al valor calculado. Esto se puede deber a la existencia de una concentración menor de agrotóxico en el compuesto comparado al marcado en la etiqueta; una segunda razón puede ser la adhesión del agrotóxico a las paredes de acrílico del canal hidrodinámico, ya que luego del proceso de experimentación y lavado del equipo el olor a agrotóxico permaneció; una tercera a la evaporación del químico por los factores ambientales, entre otros.

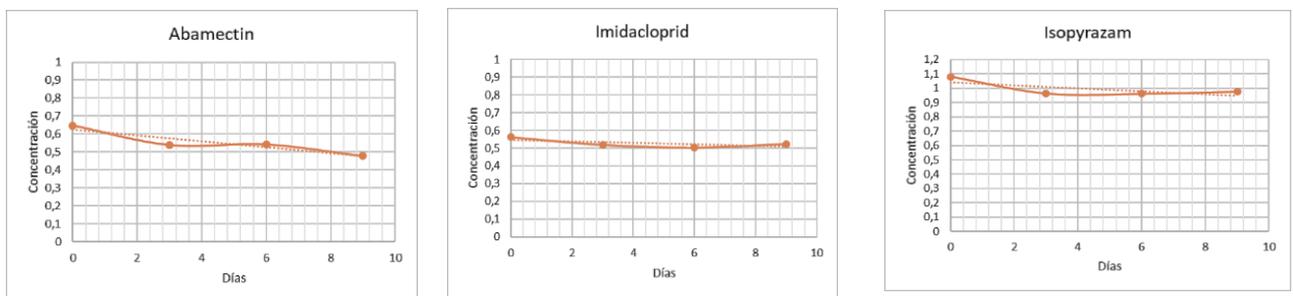
Para visualizar la degradación ambiental que los agrotóxicos tuvieron en el canal hidrodinámico se procedieron a realizar los gráficos de las concentraciones obtenidas a lo largo de los días con las muestras puntuales. El Gráfico 28 representa la degradación en el tiempo del DDT como agrotóxico de toxicidad Tipo 1, el gráfico 29 para los agrotóxicos de toxicidad Tipo 2, el gráfico 30 para los agrotóxicos de toxicidad Tipo 3 y el gráfico 31 para los agrotóxicos de toxicidad Tipo 4.

Gráfico 25.
Gráficos de degradación en laboratorio obtenidos en los compuestos de toxicidad Tipo 1



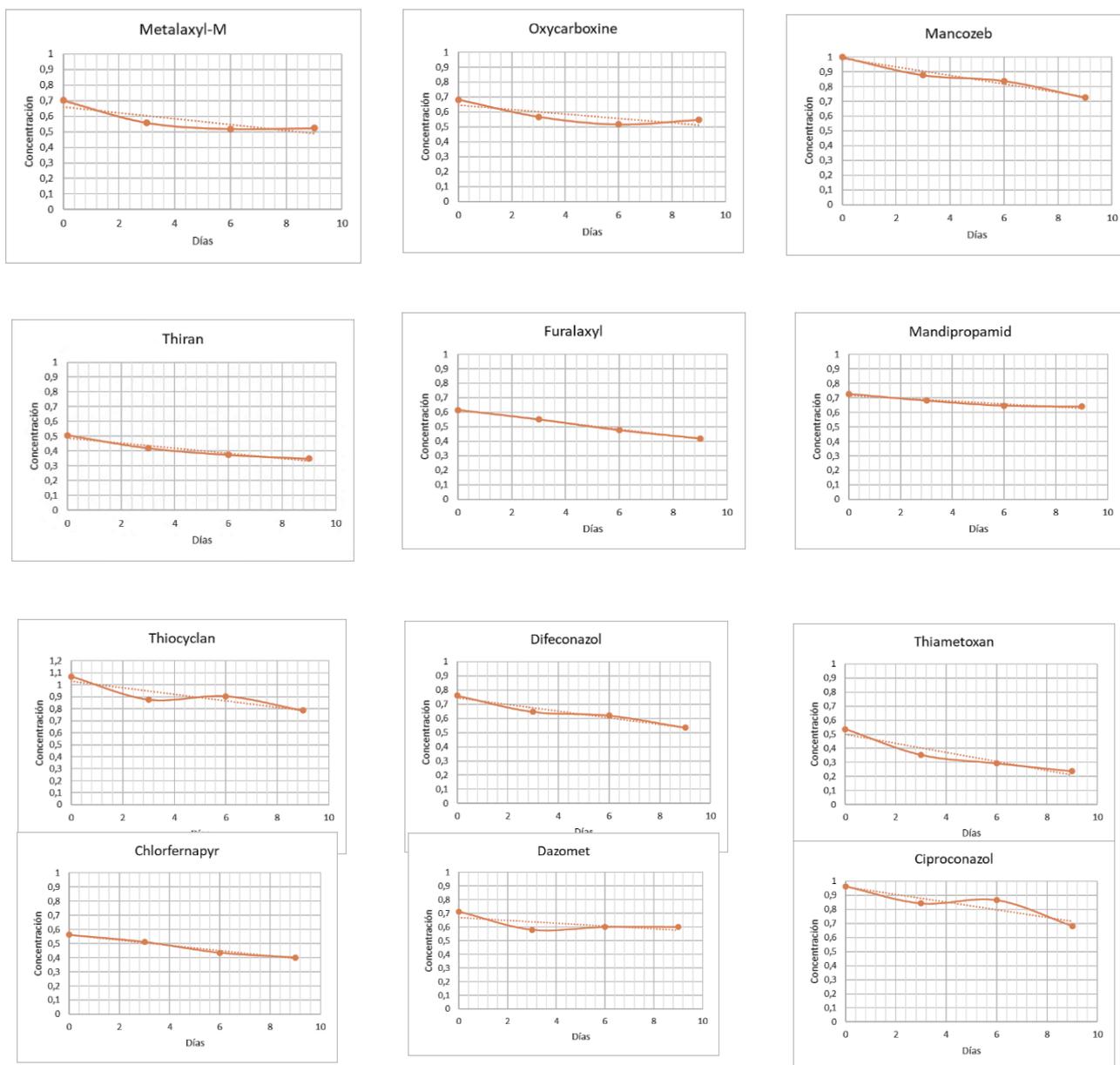
Fuente y elaboración: autor

Gráfico 26.
Gráficos de degradación en laboratorio obtenidos en los compuestos de toxicidad Tipo 2



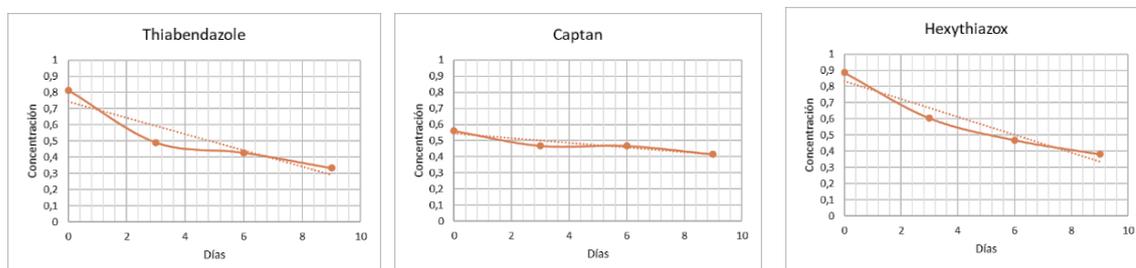
Fuente y elaboración: autor

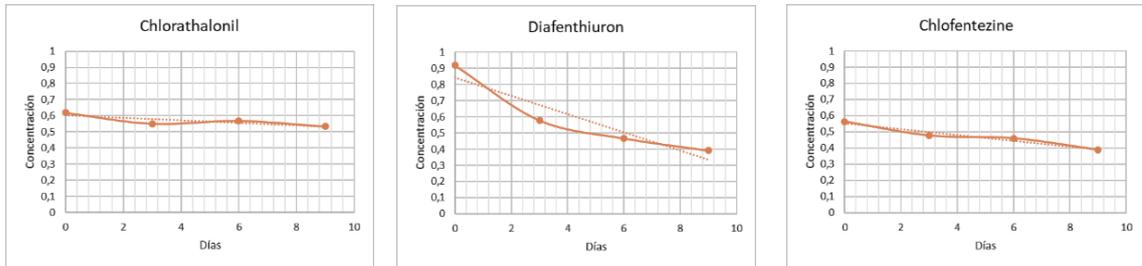
Gráfico 27.
Gráficos de degradación en laboratorio obtenidos en los compuestos de toxicidad Tipo 3



Fuente y elaboración: autor

Gráfico 28.
Gráficos de degradación en laboratorio obtenidos en los compuestos de toxicidad Tipo 4





Fuente y elaboración: autor

Se puede comprobar una tendencia a la disminución de la concentración según el tipo de pesticida, en Gráfico 28 correspondiente al DDT como agrotóxico Tipo 1, se observa una nula degradación, reflejada en la línea horizontal casi constante. Esta tendencia a la degradación aumenta escasamente en los agrotóxicos de toxicidad menor.

En el canal hidrodinámico las concentraciones de los agrotóxicos de Tipo 2 no se degradan ambientalmente; existe una muy pequeña reducción de la concentración en el caso de los de Tipo 3, y esta misma tendencia permanece en los de toxicidad Tipo 4 con excepción del Tiabendazol, Hexythiazox y el Diafenthiuron que sí se degradan considerablemente en el tiempo.

Con estos valores y usando la Ecuación 7 se procedió a obtener las constantes de eliminación del analito (K_e) para laboratorio, las cuales se muestran en el Anexo 11.

De la misma manera se procedió a retirar un dispositivo SMPD y un dispositivo POCIS a los 3 días de colocados, a los 6 días el segundo par, y a los 9 días el último par. Se extrajeron los agrotóxicos de las membranas registrándose los resultados de las mediciones en la Tabla 28.

Tabla 24.

Resultados de las concentraciones obtenidas desde los muestreadores pasivos

Agrotóxicos	Concentración obtenida en SPMD			Concentración obtenida en POCIS		
	Iniciales a 0 días (μg)	A 3 días (μg)	A 6 días (μg)	Iniciales a 0 días (μg)	A 3 días (μg)	A 6 días (μg)
Abamectina	1,21346131	2,60815592	3,46204618	0,105334	1,216539	5,970577

Agrotóxicos	Concentración obtenida en SPMD			Concentración obtenida en POCIS		
	Iniciales a 0 días (µg)	A 3 días (µg)	A 6 días (µg)	Iniciales a 0 días (µg)	A 3 días (µg)	A 6 días (µg/)
Bifenazato	1,32892796	1,60995173	1,79527265	0,044702	0,127801	0,133176
Captan	1,67684596	2,19621891	2,10595305	0,000000	0,000000	0,000000
Carboxina	1,27293331	0,20778923	0,47583229	0,046137	0,009383	0,020399
Clofentezine	3,53478666	2,30016326	2,70223735	0,011253	0,018192	0,008308
Clorotalonil	0,5869217	0,97698855	0,63556787	4,621280	29,225424	9,525305
Clorfenapir	0,37099745	0,66453213	0,92560239	0,248220	1,221703	1,565487
Ciproconazol	0,48024957	0,64225714	0,8989722	0,034475	0,046536	0,044571
Dazomet	1,52671392	0,27267302	2,68469997	2,385220	0,353613	1,227071
DDT 4,4'	0,06376604	0,27072537	0,23618633	1,063211	8,974734	4,397203
Diafentiuron	0,86312109	0,73943185	0,86649231	0,005315	0,008281	0,170611
Difenoconazol	0,59782984	1,02874455	1,04832717	0,049500	0,512960	0,013636
Furalaxyl	0,30950402	0,57896578	0,84450161	0,101354	0,081627	0,046025
Hexythiazox	0,8287612	0,40896017	0,10330369	13,04844	4,572727	4,135275
Imidacloprid	0,84978578	1,21149145	0,97274383	0,560632	1,106492	1,338048
Isopyrazam	1,14233059	0,45527895	2,57178527	0,073324	0,134894	0,554546
Kasugamicina	0,32106335	0,17959429	0,81314123	0,050197	0,014733	0,026639
Mancozeb	0,80589034	1,8073542	1,92902541	0,006726	0,000157	0,015978
Mandipropamida	0,6980225	0,32019679	1,41692037	0,194470	0,004271	0,413466
Metalaxil-M	0,63129535	0,77182958	0,82526849	59,01803	46,186402	36,46236
Oxicarboxina	0,72032586	0,56215289	0,43108056	0,038527	0,020136	0,042114
Tiabendazol	0,56226182	1,03455266	0,28748117	0,895090	1,648503	0,267417
Tiametoxam	0,42451124	0,6224018	0,63482295	0,164273	0,065408	0,237070
Thiocyclam	0,47421475	0,50670775	3,12338457	0,025283	4,687118	3,908190
Thiram	0,42312928	0,50709778	0,50626611	0,044349	0,019201	0,087278

Fuente y elaboración: autor

Utilizando la ecuación 8 descrita en la sección 2.4.5, se obtuvieron los valores de las constantes de proporcionalidad “Rs” obtenidas de laboratorio de los dispositivos SPMD y POCIS para cada uno de los agrotóxicos analizados; estos valores son representados en el Anexo 11.

Para la obtención del valor de eliminación del analito en campo (K_e) se procedió a realizar un estudio en territorio como lo recomendado en el método propuesto por Ying y otros (2018, 1356-1363). Esto se lo realizó en el canal Pumamaqui, para lo cual usaron dos puntos de muestreo, el primero para conocer las concentraciones iniciales de agrotóxicos, escogiéndose la estación hidrometeorológica de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS) conocida como “Canal Pumamaqui, en el centro poblado de Pesillo (Estación 2), aquí se colocaron tres dispositivos SPMD y tres POCIS. El segundo punto se lo realizó el punto conocido como “Canal Pumamaqui en Santa Rosa (Estación 3), en el cual se colocaron las mismas cantidades de dispositivos.

Para la modelación se usaría un estudio de autodepuración realizado por Caiza y Meléndez (2020) cuyos resultados de autodepuración sin ingreso de contaminación se los indica en el Anexo 12. De estos dispositivos se deseaba tomar un primer par de muestreadores a los 10 días y analizar los agrotóxicos adsorbidos en laboratorio. De igual manera se deseaba realizar este mismo procedimiento con un segundo par a los 20 días y un tercer par a los 30 días; sin embargo, estos datos no se pudieron incorporar en el modelamiento ya que en dichas estaciones existieron daños por vandalismo, perdiéndose el total los seis muestreadores pasivos entre el día cero y los primeros diez días de muestreo.

Al no poder obtenerse la constante de degradación del analito (K_e) de campo, se procedió a realizar el análisis únicamente con la K_e de laboratorio, lo cual es realizado por estudios como el propuesto por Yoshinori (2016, 5), quien desprecia las variaciones que pueden ocurrir entre ambas constantes si las temperaturas obtenidas en cada caso son similares.

Usando la ecuación 8 se puede conocer la concentración de cada pesticida en cada río, para lo cual se tomaron las concentraciones promedio obtenidas en los dispositivos SPMD y POCIS en los tres meses en los cuales se los colocaron (tablas 24 a 26), escogiéndose los valores de concentración de cada pesticida según la afinidad con el dispositivo polar o no polar. Al multiplicarse este valor por el caudal promedio anual

del río se tiene una estimación aproximada de la cantidad de agrotóxicos arrastrados por el río anualmente.

Este procedimiento se lo realizó de manera similar con los dos afluentes del río Pisque, que son los ríos Granobles (Tabla 29) y Guachalá (Tabla 30), y en dos puntos del río Pisque, uno inmediatamente después de la conjunción entre los dos ríos anteriores, en el punto conocido como “Pisque en piscinas” (Tabla 31) y un segundo punto antes de la unión con el río Guayllabamba, en el punto conocido como “Pisque en Puente” (Tabla 32).

Tabla 25.

Cálculo de la masa total de agrotóxicos trasportados en un año en el río Granobles

Agrotóxico	Concentración promedio por SPMD ($\mu\text{g/L}$)	Concentración promedio por POCIS ($\mu\text{g/L}$)	Caudal promedio anual (m^3/s)	Dispositivo escogido	Masa trasportada al año (Kg/año)
Abamectin	0,083406	0,065573	2,529589	SPMD	6,653528
Bifenazate	0,082989	0,002203	2,529589	SPMD	6,620319
Captan	1,809276	0,000000	2,529589	SPMD	144,331570
Carboxine	0,500730	0,005716	2,529589	SPMD	39,944796
Chlofentezine	10,680922	0,018910	2,529589	SPMD	852,050470
Chlorathalonil	0,034264	0,367601	2,529589	POCIS	29,324674
Chlorfernapyr	0,209094	0,148593	2,529589	SPMD	16,680120
Ciproconazol	0,000000	0,000000	2,529589	SPMD	0,000000
Dazomet	0,160819	0,077279	2,529589	SPMD	12,829044
DDT 4,4'	0,291319	2,433435	2,529589	POCIS	194,122733
Diafenthuron	0,214913	0,020276	2,529589	SPMD	17,144261
Difeconazol	1,521079	0,178072	2,529589	SPMD	121,341225
Furalaxyl	4,355014	0,115019	2,529589	SPMD	347,413055
Hexythiazox	2,443282	15,132346	2,529589	POCIS	1207,154463

Agrotóxico	Concentración promedio por SPMD ($\mu\text{g/L}$)	Concentración promedio por POCIS ($\mu\text{g/L}$)	Caudal promedio anual (m^3/s)	Dispositivo escogido	Masa transportada al año (Kg/año)
Imidacloprid	6,999125	5,857749	2,529589	POCIS	467,290891
Isopyrazam	0,854579	0,117540	2,529589	SPMD	68,172396
Kasugamicin	8,080541	0,673390	2,529589	SPMD	644,610004
Mancozeb	2,572203	0,003978	2,529589	SPMD	205,192694
Mandipropamid	0,032334	0,005776	2,529589	SPMD	2,579379
Metalaxyl-M	0,081224	10,465021	2,529589	SPMD	6,479502
Oxycarboxine	5,810081	0,148264	2,529589	SPMD	463,488287
Thiabendazole	0,094267	0,026172	2,529589	SPMD	7,520012
Thiametoxan	0,267177	0,045828	2,529589	SPMD	21,313513
Thiocyclan	0,148176	0,371453	2,529589	SPMD	11,820493
Thiran	1,060223	0,040993	2,529589	SPMD	84,577268

Fuente y elaboración: autor

Tabla 26.

Cálculo de la masa total de agrotóxicos transportados en un año en el Guachalá

Agrotóxico	Concentración promedio por SPMD ($\mu\text{g/L}$)	Concentración promedio por POCIS ($\mu\text{g/L}$)	Caudal promedio anual (m^3/s)	Dispositivo escogido	Masa transportada al año (Kg/año)
Abamectin	1,994351	1,091719	8,036986	SPMD	505,477019
Bifenazate	0,631862	0,021624	8,036986	SPMD	160,148325
Captan	0,001423	0,000000	8,036986	SPMD	0,360573
Carboxine	0,071985	0,000745	8,036986	SPMD	18,245020
Chlofentezine	0,004024	0,000002	8,036986	SPMD	1,020008
Chlorathalonil	0,018484	0,464811	8,036986	POCIS	117,808407

Agrotóxico	Concentración promedio por SPMD (µg/L)	Concentración promedio por POCIS (µg/L)	Caudal promedio anual (m³/s)	Dispositivo escogido	Masa transportada al año (Kg/año)
Chlorfernapyr	0,003290	0,002759	8,036986	SPMD	0,833866
Ciproconazol	0,000000	0,000000	8,036986	SPMD	0,000000
Dazomet	0,040831	0,031942	8,036986	SPMD	10,348819
DDT 4,4'	0,000000	0,000000	8,036986	POCIS	0,000000
Diafenthiuron	1,398735	0,050684	8,036986	SPMD	354,515585
Difeconazol	0,000963	0,000129	8,036986	SPMD	0,244132
Furalaxyl	0,017977	0,003701	8,036986	SPMD	4,556359
Hexythiazox	0,020220	2,190274	8,036986	POCIS	555,134675
Imidacloprid	0,883109	0,268356	8,036986	POCIS	68,016049
Isopyrazam	0,084670	0,018823	8,036986	SPMD	21,459916
Kasugamicin	0,332919	0,030580	8,036986	SPMD	84,379842
Mancozeb	0,000000	0,000000	8,036986	SPMD	0,000000
Mandipropamid	0,000000	0,000000	8,036986	SPMD	0,000000
Metalaxyl-M	0,000948	0,103145	8,036986	SPMD	0,240234
Oxycarboxine	0,003471	0,000137	8,036986	SPMD	0,879675
Thiabendazole	0,012284	0,002835	8,036986	SPMD	3,113556
Thiametoxan	0,058463	0,003141	8,036986	SPMD	14,817640
Thiocyclan	0,009124	0,048418	8,036986	SPMD	2,312543
Thiran	0,025336	0,001765	8,036986	SPMD	6,421586

Fuente y elaboración: autor

Tabla 27.
Cálculo de la masa total de agrotóxicos trasportados en un año en el Pisque piscinas

Agrotóxico	Concentración promedio por SPMD (µg/L)	Concentración promedio por POCIS (µg/L)	Caudal promedio anual (m³/s)	Dispositivo escogido	Masa trasportada al año (Kg/año)
Abamectin	1,888128	1,715001	10,566575	SPMD	629,176347
Bifenazate	0,233533	0,008603	10,566575	SPMD	77,819682
Captan	0,481919	0,000000	10,566575	SPMD	160,588781
Carboxine	0,291069	0,001794	10,566575	SPMD	96,992282
Chlofentezine	2,862580	0,015985	10,566575	SPMD	953,890410
Chlorathalonil	0,025820	0,312011	10,566575	POCIS	103,970527
Chlorfernapyr	0,031366	0,024618	10,566575	SPMD	10,451968
Ciproconazol	0,000000	0,000000	10,566575	SPMD	0,000000
Dazomet	0,090761	0,056953	10,566575	SPMD	30,244102
DDT 4,4'	0,190554	0,046814	10,566575	POCIS	15,599694
Diafenthiuron	0,793027	0,017197	10,566575	SPMD	264,258417
Difeconazol	0,967581	0,030716	10,566575	SPMD	322,424488
Furalaxyl	1,476002	0,298374	10,566575	SPMD	491,844465
Hexythiazox	0,563150	2,806984	10,566575	POCIS	935,364327
Imidacloprid	3,733813	2,897274	10,566575	POCIS	965,451402
Isopyrazam	0,388055	0,060938	10,566575	SPMD	129,310744
Kasugamicin	2,871767	0,316515	10,566575	SPMD	956,951816
Mancozeb	0,234596	0,000797	10,566575	SPMD	78,173762
Mandipropamid	0,012649	0,002742	10,566575	SPMD	4,215016

Agrotóxico	Concentración promedio por SPMD ($\mu\text{g/L}$)	Concentración promedio por POCIS ($\mu\text{g/L}$)	Caudal promedio anual (m^3/s)	Dispositivo escogido	Masa transportada al año (Kg/año)
Metalaxyl-M	0,022979	2,685059	10,566575	SPMD	7,657236
Oxycarboxine	0,534722	0,019463	10,566575	SPMD	178,184092
Thiabendazole	0,032404	0,003529	10,566575	SPMD	10,797758
Thiametoxan	0,147795	0,016529	10,566575	SPMD	49,249510
Thiocyclan	0,113723	0,234637	10,566575	SPMD	37,895620
Thiran	0,433928	0,036476	10,566575	SPMD	144,596888

Fuente y elaboración: autor

Tabla 32

Cálculo de la masa total de agrotóxicos transportados en un año en el Pisque puente

Agrotóxico	Concentración promedio por SPMD ($\mu\text{g/L}$)	Concentración promedio por POCIS ($\mu\text{g/L}$)	Caudal promedio anual (m^3/s)	Dispositivo escogido	Masa transportada al año (Kg/año)
Abamectin	0,262711	0,011656	14,823288	SPMD	122,808668
Bifenazate	0,138755	0,001430	14,823288	SPMD	64,863366
Captan	0,059906	0,000160	14,823288	SPMD	28,004311
Carboxine	0,793629	0,002531	14,823288	SPMD	370,995619
Chlofentezine	1,294808	0,001469	14,823288	SPMD	605,280247
Chlorathalonil	0,015469	0,000109	14,823288	POCIS	0,051113
Chlorfernapyr	0,027095	0,000230	14,823288	SPMD	12,665925
Ciproconazol	0,000000	0,000000	14,823288	SPMD	0,000000
Dazomet	0,031992	0,000077	14,823288	SPMD	14,955096
DDT 4,4'	0,384397	0,001141	14,823288	POCIS	0,533583

Agrotóxico	Concentración promedio por SPMD ($\mu\text{g/L}$)	Concentración promedio por POCIS ($\mu\text{g/L}$)	Caudal promedio anual (m^3/s)	Dispositivo escogido	Masa transportada al año (Kg/año)
Diafenthiuron	0,504659	0,003693	14,823288	SPMD	235,911596
Difeconazol	0,921441	0,007096	14,823288	SPMD	430,743341
Furalaxyl	0,541628	0,005961	14,823288	SPMD	253,193159
Hexythiazox	0,441456	0,002903	14,823288	POCIS	1,356934
Imidacloprid	14,736223	0,075621	14,823288	POCIS	35,350273
Isopyrazam	0,282246	0,002024	14,823288	SPMD	131,940685
Kasugamicin	0,943587	0,009752	14,823288	SPMD	441,095821
Mancozeb	0,063910	0,000362	14,823288	SPMD	29,875791
Mandipropamid	0,006152	0,000051	14,823288	SPMD	2,875818
Metalaxyl-M	0,003741	0,000029	14,823288	SPMD	1,748932
Oxycarboxine	0,176881	0,001639	14,823288	SPMD	82,686197
Thiabendazole	0,014087	0,000070	14,823288	SPMD	6,585262
Thiametoxan	0,025517	0,000169	14,823288	SPMD	11,928538
Thiocyclan	0,042787	0,000204	14,823288	SPMD	20,001449
Thiran	0,164261	0,001459	14,823288	SPMD	76,786843

Fuente y elaboración: autor

Tomando el último punto (28 Pisque en puente), se puede aproximar que el río Pisque aportó a su receptor el río Guayllabamba, una cantidad cercana de 2 982,24 Kg de agrotóxicos al año entre los meses de junio 2018 a mayo 2019.

De una comparación entre los agrotóxicos presentes en el punto “27 Pisque en Piscinas” y “28 Pisque en puente” se puede notar que muchos se degradan, siguiendo en su gran mayoría la tendencia mostrada en los gráficos 27 y 28 medidos en laboratorio. Esto puede ocurrir por la evaporación de los agrotóxicos debido a que el estudio se

encuentra en una zona tropical, por la dilución con otras fuentes de agua que ingresan al río Pisque en los varios kilómetros de recorrido entre los puntos 27 y 28 o la adsorción con los sedimentos del río.

Pocos químicos aumentan su concentración en esta zona, destacándose la Carboxina, y el Difenconazol los cual son usados también en el cultivo de cereales, pudiendo ser introducidos entre los puntos 27 y 28.

Se puede notar que la mayor cantidad de cultivos florícolas se encuentran en la cuenca del río Granobles, siendo este río el que arrastra la mayor cantidad de químicos. Sin embargo, existen agrotóxicos que llegan también desde el río Guachalá, entre los cuales destacan los insecticidas/acaricidas: Abamectina (insecticida/acaricida), Bifenazate (insecticida/acaricida) y Diafenthiuron y el fungicida Cloratalonil.

Por último, es necesario nombrar a los químicos que presentan baja degradabilidad y que se comprueba su permanencia en el río a pesar de su recorrido de varios kilómetros, entre los cuales destacan el Carboxine (Tipo III), Clofentezine (Tipo IV), Diafenthiuron (Tipo IV), Difeconazol (Tipo III) e Isopyrazam (Tipo II).

5.8 Agua virtual

En el presente estudio el análisis de la sustentabilidad no se limita al dato cuantitativo del agua virtual calculado como indicador de la biocapacidad de homeostasis que el ecosistema posee; ya que este dato es un insumo para la determinación del metabolismo de la sociedad estudiada con la naturaleza, la cual se amplía con los procesos constitutivos de la sustentabilidad como son las (in)equidades sociales, ambientales, culturales y generacionales (Breilh 2010b, 21).

Con esto en mente, para la realización del presente estudio se procedió a solicitar información a varias fincas de producción florícola, de las cuales tres accedieron con la condicionante de mantener confidencialidad en sus nombres comerciales. Estas fincas son dos pequeñas con superficies de 0,5 ha; y una mediana con una superficie de 6 ha. Para el control de las variables, las tres fincas tienen la modalidad de cultivo de rosas en invernadero, y su producción completa es destinada a la exportación. Para esto, se estudió el proceso de trabajo en todas las etapas de cultivo de flores, además de la toma de dos muestras de agua compuestas (con un testigo) con intervalos de dos horas durante ocho horas por cada punto de muestreo en los cuerpos de agua; todas a 50

metros aguas debajo de las descargas. Las zonas en las cuales están ubicadas las fincas y por lo tanto se realizó el muestreo de sus efluentes se las indica en el mapa 5.

Mapa 5.
Ubicación de las dos fincas y de los tres puntos de muestreo



Fuente: Google Earth

Elaboración: Autor

En cada uno de estos puntos de muestreo se realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos del agua: DBO₅, DQO, pH, turbidez y oxígeno disuelto; y todos los agrotóxicos de los apartados anteriores; los resultados fisicoquímicos se los muestran en la Tabla 32, a la cual se añade la sumatoria de la totalidad de agrotóxicos encontrados, ya que este es un dato necesario para la determinación del agua virtual.

Tabla 28.
Calidad fisicoquímica de agua y sumatoria de agrotóxicos en cada finca

Parámetro	Unidades	Finca 1	Finca 2	Finca 3
DBO ₅	mg/L	< 4,75	< 4,75	< 4,75
DQO	mg/L	< 10	< 10	< 10
pH	U pH	7,72	7,62	7,93
Turbidez	NTU	5,94	9,14	9,13

Parámetro	Unidades	Finca 1	Finca 2	Finca 3
Oxígeno disuelto	mg/L	8,15	7,87	7,09
Sumatoria de agrotóxicos	g/m ³	0,19375	0,10041	12,63789

Fuente y elaboración: autor

En la tabla anterior se encuentran datos típicos de la calidad del agua en la zona, con cargas orgánicas no detectables, pH ligeramente básicos; oxígeno disuelto cercano a la saturación y baja turbidez; además, se obtuvieron concentraciones relativamente bajas de agrotóxicos en los efluentes de las fincas pequeñas, y un valor de concentración mucho mayor en el punto cercado a la descarga de la Finca 3.

A estos datos se suman los obtenidos mediante pedidos de información directos a los técnicos de cada finca; estos datos se los presenta en la Tabla 33. Para el levantamiento de esta información se siguió el consentimiento previo libre e informado que se encuentra en el Anexo 6. Por otro lado, en la Tabla 34 se muestran los valores físicos que fueron levantados directamente en las fincas por el investigador.

Estos datos son los utilizados para el cálculo de la huella hídrica azul (HHA) y la huella hídrica gris (HHG). Para la HHA se requirieron de parámetros de uso de agua (CWU), el rendimiento (Y), que se obtuvieron del número de rosas producidas al año y su peso total por cada hectárea de finca. Para el cálculo de la huella hídrica gris se escogieron los valores de sumatoria de agrotóxicos con el fin de reflejar la mayor concentración de contaminantes persistentes en los efluentes.

Tabla 29.

Datos obtenidos de encuestas a los productores

Parámetro/Finca	1	2	3
Superficie de la finca (ha)	0,50	0,50	6
Superficie con rosas (ha)	0,40	0,25	0,5
Caudal consumido por goteros en temporada seca (m ³ /mes)	739,83	171,23	947,15
Caudal consumido por otros en temporada seca (m ³ /mes)	33,48	147,06	147,06
Caudal total consumido por temporada seca (m ³ /mes)	773,31	318,29	1094,21

Parámetro/Finca	1	2	3
Volumen total consumido al mes por temporada seca (m ³ /ha)	1933,28	1273,17	2836,43
Meses secos	4,00	4,00	4,00
Total consumido por temporada seca (m ³ /ha)	7733,14	5092,69	11345,72
Caudal consumido por goteros en temporada de lluvia (m ³ /mes)	246,61	42,81	414,38
Caudal consumido por otros en temporada de lluvia (m ³ /mes)	12,36	25,71	164,86
Caudal total consumido en temporada de lluvia (m ³ /mes)	258,97	68,52	579,24
Volumen total consumido por mes en temporada de lluvia (m ³ /ha)	647,43	274,07	1158,48
Meses de lluvia	8,00	8,00	8,00
Total consumido por temporada de lluvia (m ³ /ha)	5179,42	2192,58	9267,84
Total consumido al año (m ³ /ha) (CWU)	12912,56	7285,28	20613,56
Número de plantas por ha	40200,00	35000,00	50000,00
Número de tallos (rosas) por planta al mes	0,80	1,00	0,70
Número de rosas mensuales por finca	32160,00	35000,00	35000,00
Número de rosas al año por finca	385920,00	420000,00	420000,00
(AR) Aplicación de agrotóxicos por año (kg/ha)	160	72	1,75

Fuente y elaboración: autor

Tabla 30.
Datos medidos en campo

Parámetro/Finca	1	2	3
Peso de una rosa (g)*	72,90	72,90	72,90
(α) Fracción de lixiviación**	0,1	0,1	0,1
Concentración máxima de agrotóxicos (Kg/m ³)	0,19375	0,10041	12,63789

Concentración natural de agrotóxico (Kg/m ³)	0	0	0
(Y) Rendimiento (ton/ha)	28,13	30,62	30,62

* Peso promedio entre 200 rosas.

** La fracción de lixiviación es la relación entre la conductividad eléctrica del agua de riego y la conductividad eléctrica del drenaje (Bower 1969, 784).

Fuente y elaboración: autor

Se puede comprobar un tamaño de cultivo, producción y consumo de agua similar en las fincas pequeñas. Existe también concordancia entre la contaminación de agrotóxicos encontrados en los cuerpos de agua de descarga y los agrotóxicos declarados en la información entregada por la finca, la cual se encuentra en el factor “Aplicación de agrotóxicos por año (kg/ha)” en la Tabla 33; en el caso de la Finca 3 no existe concordancia entre la información declarada en uso de agrotóxicos y la concentración encontrada en el cuerpo de agua, ya que la información de aplicación química de la Finca 3 es casi 100 veces menor a la declarada por la primera finca, la cual presenta un menor tamaño. Al ser el dato de la aplicación de agrotóxicos al suelo vital para el presente estudio, se ha decidido obviar los datos de la Finca 3 y trabajar los temas de agua virtual únicamente con las dos fincas pequeñas.

Para las dos fincas restantes la huella hídrica verde es de cero m³/Ton, ya que en ambos casos el agua lluvia no es utilizada porque los cultivos se encuentran bajo invernadero, y en ninguna de las fincas existen reservorios. Con estos datos se obtuvieron los valores de huella hídrica para cada una de las fincas, mostradas en la Tabla 35, para lo cual se usó la ecuación 10 para la obtención de la HHA, la ecuación 15 para la HHG y la ecuación 9 para el total.

Tabla 31.
Cálculo de la huella hídrica total

Huella hídrica	Finca 1	Finca 2
Azul (m ³ /ton)	458,97	237,94
Verde (m ³ /ton)	0	0
Gris (m ³ /ton)	2,94	2,34

Huella hídrica	Finca 1	Finca 2
Total (m ³ /ton)	461,91	240,28

Fuente y elaboración: autor

Si bien la producción es similar, se puede notar que existe un mayor consumo de agua para el riego en la Finca 1, lo cual conlleva una mayor huella hídrica. El valor promedio de la huella hídrica para ambas fincas es de 351,095 m³/Ton. Con los datos de exportaciones anuales y la huella hídrica se encontró el agua virtual de cada finca, el promedio de agua virtual entre ambas y el agua virtual a nivel de microcuenca; estos datos se muestran en la Tabla 36.

Tabla 32.

Valores de agua virtual a nivel de finca y microcuenca

Nivel	Agua Virtual (m³/año)
Finca 1	45 858,42
Finca 2	23 854,99
Promedio fincas	34 856,705
Microcuenca del Pisque	223.203.516,2

Fuente y elaboración: Autor

En promedio 351,095 m³ de agua son usadas para la producción de una tonelada de rosas para la exportación en dos fincas de la zona Cayambe y Pedro Moncayo. Si se asume este dato para todas las fincas de la zona, se puede concluir que para el año 2018 se usaron 223,20 millones de metros cúbicos de agua en la microcuenca.

6. Discusión

Con el propósito de conocer el proceso metabólico de la producción florícola en el agua, se plantea el análisis de cómo el conjunto de la agroindustria se apropia del agua para su proceso, para posteriormente desechar como efluente de agua con

contaminantes que perjudican permanentemente el uso inmediato y mediato del agua (Pirisi 1996, 2 417–2 422).

Es por esto necesario el análisis de los agroquímicos presentes en el río Pisque, dato que servirá como un primer nodo analítico del análisis metabólico explicativo de la modificación del ambiente natural por una actividad humana. El presente estudio se resume en dos partes, una primera sobre la cuantificación de agrotóxicos arrastrados por el río Pisque al año, y la segunda el agua real usada en toda la microcuenca por tonelada de producción florícola, dato encontrado mediante el método del agua virtual.

Para seleccionar los agrotóxicos analizados se realizaron encuestas a pequeños productores de flores, y a una finca industrial; estudios similares los escogen en base a trabajos anteriores realizados en el mismo río (Assoumani 2013, 830; Aisha 2017, 2), o se seleccionan directamente los químicos de alta toxicidad como los conocidos como “docena sucia” (Álvarez 2014, 325; Miège 2012, 130). En el río Pisque existe un estudio realizado por Breilh (2009, 87) cuyo análisis de agrotóxicos fue también realizado por la “docena sucia”. Las similitudes de los químicos analizados entre el estudio realizado por Breilh entre los años 2004 y 2005 y el presente trabajo son el Carbofuran, Mancozeb, Chlorothalonil, p-p'-DDT (4-4'-DDT) y Tiabendazol.

Al realizar una comparación entre los agrotóxicos usados en la finca industrial y las fincas pequeñas, se pudo comprobar una similitud en el 75% de las moléculas; las cuales son: tiociclam, buprimate y spinosad. Siendo el ingrediente cyenopyrafen el único usado solamente por la finca industrial.

Una primera limitante en el estudio en la realización de las encuestas fue la imposibilidad de conocer los agrotóxicos usados en las fincas grandes, quienes no desearon ser encuestados; y un segundo fue el no contar con los estándares de los agrotóxicos fungicidas Bupiramato y Pyrimethonil, el insecticida Spinosad y el acaricida Trisiloxano.

De los 25 agrotóxicos medidos, todos fueron detectados por los dispositivos SPMD y POCIS en los cauces de los afluentes y en el río Pisque. De estos agrotóxicos dos fueron previamente detectados en el estudio de Breilh en la microcuenca con las muestras compuestas directas en los cuerpos de agua (Carbofurán y Tiabendazol). El Carbofurán se detectó en los muestreadores pasivos del presente estudio y en la orina de

la población expuesta en el estudio de Breilh (2009, 61); mientras que 20 químicos medidos no se han caracterizado antes en la microcuenca.

Para la cuantificación de los agrotóxicos totales arrastrados en los causes, se tomó el valor de 20 agrotóxicos desde los dispositivos SPMD (compuestos no polares) y 5 agrotóxicos de los dispositivos POCIS (compuestos polares); sin embargo, en las tablas 29 a 32, y en el Gráfico 28 se puede notar que los dispositivos SPMD permiten también cuantificar los agrotóxicos polares y los dispositivos POCIS pueden también medir los compuestos no polares a excepción del Captan.

Es por lo que, el uso de un solo dispositivo para la medición de agrotóxicos polares y no polares se da en varios estudios, como los realizados por Aisha (2017) y Álvarez (2007).

En el río Granobles el químico con mayor concentración fue el acaricida Hexythiazox con una cantidad descargada de 1,2 Ton/año, mientras que se pueden considerar con alta concentración al acaricida Clofentezine y el fungicida bactericida Kasugamicin con concentraciones mayores a media tonelada al año. En el río Guachalá el químico con mayor concentración fue el acaricida Hexythiazox con una descarga medida de 5,5 Ton/año, mientras que se pueden considerar otro químico con alta concentración al insecticida acaricida Abamectin con una descarga de media tonelada al año.

El químico con mayor concentración en la desembocadura del río Pisque fue el acaricida Clofentezine con una permanencia en el arrastre en el río de 605 Kg/año, mientras que el fungicida Diafeconazol y fungicida bactericida Kasugamicin superan la permeancia de arrastre en el río superior a 400 Kg al año. También se encontró que el insecticida Imidacloprid es el agrotóxico más abundante, presente en todas las aguas superficiales, debido a su baja degradación (Gráfico 26).

Los resultados confirman que en el Ecuador los insecticidas y los fungicidas son los agrotóxicos más utilizados (Valarezo 2011, 2), mientras que los acaricidas como el Clofentezine tiene una mayor permanencia en los cuerpos hídricos (Gráfico 28) a pesar de tener una toxicidad del Tipo IV. No se puede comprobar si estos químicos tienen relación con otras cuencas o microcuencas del país, ya que no existe otros estudios similares.

La concentración más alta de DDT en aguas superficiales fue en el río San José con 4 $\mu\text{g/L}$ (Tabla 20), el cual es un valor bajo comparado al resto de agrotóxicos. Ecuador desde el año 2008 ya no importa este plaguicida persistente (Mandato Constituyente del 16 de julio de 2008); por lo tanto, la contaminación de los suelos y el agua con sustancias químicas y residuos persistentes es el resultado de muchos años de su aplicación sin restricciones, encontrándose metabolitos como el DDT 4,4' (Cairns y Sherma 1992, 31; Kouzayha y otros 2013, 4) en el agua subterránea como por ejemplo el pozo de florícola (Tabla 20), en el cual se encontró una concentración de 10 $\mu\text{g/L}$ de este químico.

El perfil químico del río Pisque es relativamente similar a los observados en el lago Ziway en Etiopía, el cual tiene también presencia de industria florícola en su cuenca (Lemessa 2021, 5). Las concentraciones más altas de agrotóxicos se observan en los sitios cercanos al río Tupigachi, en el punto de muestreo se observó un factor de dilución y velocidad de flujo menores.

La disminución de las concentraciones de plaguicidas aguas abajo pueden deberse no solo a factores ambientales, sino también a las condiciones climáticas variables, incluida la sequía, desertificación y escasez de agua. Los indicios apuntan a que la situación medioambiental se deteriora a un ritmo mayor (Aisha 2017, 8).

Respecto al agua virtual, se puede notar que el dato encontrado de 351,1 m^3 de agua usada por tonelada de flores producida, lo cual correspondería a un valor medio de 25,6 litros de agua por rosa. Este valor es muy similar a los 420,16 m^3 de agua consumidos por tonelada en la región de Cundinamarca en Colombia (Villalobos 2018, 4); y mucho menor a los 910,75 m^3 de agua por tonelada consumidos en la empresa "Florstar" que se encuentra dentro de la microcuenca del Pisque, según estudio realizado en el año 2013 (Vernaza 2014, 9), esto posiblemente debido a que este último estudio se realizó en una plantación de gran escala, a diferencia de los dos estudios anteriores.

El agua virtual de las rosas es similar al agua consumida por la misma cantidad de cerveza (300 L/Kg) o el trigo (500 L/Kg), teniendo valores superiores a lo gastado por las frutas (200 L/Kg), pero menor a lo usado en la misma cantidad de leche (1.000 L/Kg) o de carne de res (15.000 L/Kg) (Allan 2011). Hay que considerar que en las industrias alimenticias el agua es contaminada con carga orgánica con alta

biodegradabilidad (Sánchez 2019, 3), no siendo este el caso de los contaminantes persistentes como ciertos agrotóxicos.

El dato más reciente de una estimación del área de cultivo florícola en la microcuenca es la realizada por Cachipundo (2018, 69), calculándose un total de 3.201,73 ha. Con estos datos se puede concluir que el consumo real de agua en la microcuenca del río Pisque para el año 2018 fue de 355,73 millones de metros cúbicos.

6.1 Contaminación y sustentabilidad ambiental en la producción de rosas

Se puede mantener la sustentabilidad en la gestión del agua al devolver luego de uso este recurso al medio ambiente en las mismas o mejores condiciones de las que fueron captadas; pero si esto no es posible, se lo puede lograr al verter efluentes con características fisicoquímicas o microbiológicas que puedan ser asimiladas y depuradas por los mismos ecosistemas, esto puede ser viable cuando la contaminación es del tipo transitoria (Pharino 2007), como generalmente sucede con el agua residual doméstica, o ciertos procesos productivos artesanales.

En el caso de existir contaminantes persistentes, los cuales son relacionados con propiedades tóxicas, como es el caso de los plaguicidas, metales pesados o contaminantes emergentes, para su descontaminación se requieren de procesos complejos y costosos de tratamiento (Sánchez 2016, 109), ya que estos efluentes no se degradan con oxigenación simple; siendo el caso de los agrotóxicos que se encuentran en los ríos de la microcuenca.

Para lograr esta sustentabilidad se requiere del compromiso integral de la actividad productiva, para lo cual deberá tomar en cuenta a la sociedad en la cual desarrolla más directamente el metabolismo. Pero, teniendo el modelo florícola exportador una visión de desarrollo endógeno, se prioriza el beneficio de las sociedades externas a tener este tipo de productos ornamentales a bajos costos, en lugar la justicia ambiental de mantener una capacidad vital o sustentable de producción (Breilh 2013b, 54).

Cabe recalcar que la contaminación del agua es un componente de la matriz de contaminantes producidas por las florícolas, ya que también existe contaminación en otros ejes, como los plásticos de invernadero que se segregan en micro plástico en el

suelo (Wang y otros 2022, 1), los residuos de tuberías del sistema de goteo y los mismos envases de agrotóxicos.

Capítulo tercero.

Soberanía: dependencia y vulnerabilidad de territorios al mercado externo y la apropiación oculta de “recursos”

1. Introducción

Generalmente se cree que la soberanía en el ámbito rural es únicamente la garantía que los Estados deben dar a la producción de alimentos, en otras palabras, la seguridad alimentaria (FAO 2021); explicándose que los impactos sociales negativos en el campo respecto a los de las zonas urbanas se dan porque en el sector rural existe una carencia en el consumo (Breilh 2013b, 48).

Los estudios realizados por instituciones oficiales tienen como característica el no cuestionar la base estructural o no profundizar en las razones históricas que han causado la pérdida de soberanía; por lo que, el cambio a un análisis de la soberanía desde el punto de vista crítico, como el planteado en este trabajo, requiere tomar en cuenta las raíces epistemológicas de las realidades actuales (Ver sección 1.1), considerando las injusticias en la distribución de la propiedad de los medios de producción. Para lograr esto se hace necesario la identificación y análisis de la concentración de la propiedad, centrándose para el caso de estudio en la ruralidad, la cual llega a ser una derivación de la desigualdad mundial entre el norte y el sur (Breilh 2013b, 48).

2. Metodología

Siguiendo la metodología de la DS explicada en el apartado 1 del Capítulo primero, los procesos sistemáticos del capitalismo requieren controlar los territorios de los cuales se apropiarán los recursos naturales; por lo cual es necesario conocer la forma de dominación del territorio específico en la microcuenca del río Pisque y la dependencia del recurso hídrico a territorios extranjeros. Para esto se realizó un análisis de los nodos analíticos en la interacción de precios entre productores, intermediarios y

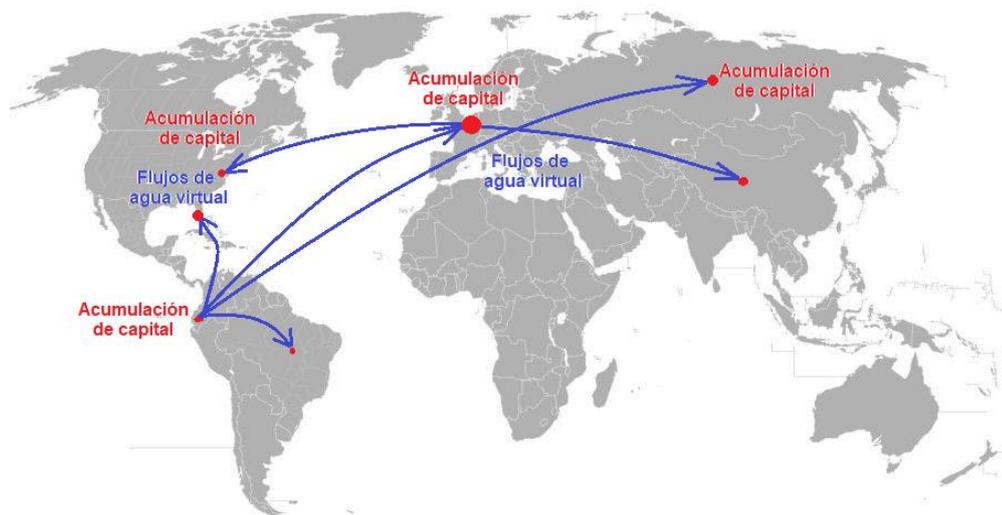
consumidores, y conocer el flujo de agua drenado ocultamente hacia cada uno de estos territorios (Gráfica 29).

Dentro de los procesos de comercialización de las flores existe un control indirecto del territorio por el control del mercado; el cual en la práctica se maneja por la imposición de precios a los productores y la acumulación del capital en el monopolio de la comercialización. Este control del territorio ejerce también un control sobre el agua, cuyos drenajes ocultos se puede cuantificar en los “flujos de agua virtual”, los cuales tienen las mismas direcciones y proporciones que la acumulación de capital, por lo que se realizarán análisis de en los siguientes nodos analíticos:

- Nodo 1: Determinaciones de precios productor-intermediarios-consumidor.
- Nodo 2: Vulnerabilidad del territorio a la variación de precios.
- Nodo 3: Cuantificaciones de drenajes ocultos o flujos de agua virtual extra regionales.

Gráfico 29.

Nodos analíticos de agua y capital en el metabolismo sociedad naturaleza



Fuente y elaboración: Autor

El manejo de la soberanía local tiene correspondencia con la salud de sus pobladores, siendo esta demostración uno de los principales objetivos de la determinación social de la salud, la cual usa una matriz de procesos críticos para concatenar las variables analíticas con las condiciones de vida (Gómez 2007, 1). Con esto se analizó cómo las variables en el metabolismo sociedad-naturaleza de un

producto a nivel macro se reflejan dialécticamente en los procesos de reproducción del capital en el microespacio de la cuenca (Tabla 37).

Tabla 33.

Desarrollo del componente crítico para entender la soberanía en el territorio

4 S de la vida	Reproducción del capital en el territorio	Metabolismo sociedad-naturaleza en la microcuenca del río Pisque	Nodos analíticos levantados en el territorio
Soberanía	Dependencia de los territorios y el agua a capitales externos.	Configuración social para lograr la dependencia de los recursos hídricos a la dominación y acumulación por parte del capital.	Información espacial de la cantidad de agua sometida a la dependencia de capitales externos.

Fuente: Breilh 2003.

Elaboración: Autor

El objetivo de este capítulo es el análisis de los procesos que garantizan o comprometen la soberanía del agua en conjunción con en el metabolismo sociedad-naturaleza en la microcuenca de estudio. Para esto se requerirá del análisis de la información disponible sobre la dependencia de los territorios a los capitales externos, las diferencias de precios existentes en las flores entre productores, intermediarios y consumidores y la vulnerabilidad del territorio a la volatilidad de los mercados externos. Por último, se realizará un mapa que muestre el drenaje mundial de agua desde la microcuenca de estudio, la cual mostrará la forma de apropiación de este recurso por parte de los capitales externos.

Las variables óptimas conocidas como subdimensión (Tabla 38), se conceptualizan para demostrar que las consecuencias en la sociedad y el ambiente tienen inicio en la gestión extrarregional de aumento del capital. Entendiendo adecuadamente las variables se puede comprender el proceso social en el cual el territorio está envuelto.

Tabla 34.

Matriz de sistematización de variables para la soberanía

Dominio	Categoría	Componente	Conceptualización de la variable	Dimensión	Subdimensión
Metabolismo sociedad-naturaleza	Control de los recursos hídricos por capitales externos.	Forma de control y magnitud de la cantidad de agua sometida a dependencia.	Diferenciación de precios de producción, comercialización y venta final. Cantidad real de agua exportada y dependiente del capital extranjero.	Precios en la cadena de valor Drenaje oculto anual real de agua exportada por la producción de flores.	Precio de venta a productor, intermediario, mayorista, minorista, usuario final. Volumen anual exportado a los principales mercados de rosas.

Fuente: Breilh 2003.

Elaboración: Autor.

3. Dependencia de territorios en Cayambe

En general, en América Latina la dependencia del territorio obedece al establecimiento de un metabolismo sociedad-naturaleza basado en la utilización de los recursos naturales internos para la generación de riqueza para países desarrollados, ya sea mediante sistemas de sometimientos directos o indirectos (Sánchez 2017, 72). Esta configuración pensada inicialmente en el ámbito general (Gráfico 1) se ha ido incorporando progresivamente en los territorios a nivel particular; como en el caso de estudio, ya que el territorio de Cayambe ha cambiado su configuración metabólica hasta encajar en un modelo de desarrollo primario exportador exógeno.

La documentación histórica del territorio conocido como “Kayambi”, de población principalmente “Caranqui” o “Cara” inicia en el Siglo XVI (Tocagón 2017,43), con una sociedad en la cual se daba más importancia al valor de uso del territorio, bajo un modelo enfocado en la generación de alimento para los pobladores de la misma zona, y en donde el agua empezó a tener una importancia en la producción al implementarse sistemas de riego (Becker y Trujillo 2009, 13).

Este metabolismo que inicialmente se mantuvo en un orden económico-social comunitario sostuvo un metabolismo social poco agresivo con la naturaleza, ya que los usos de los recursos no fueron intensivos, concentrándose el valor en el uso de los

propios objetos producidos y consumidos por la población habitaba en este territorio, con una configuración comunitaria de la producción (Luxemburgo 1925).

El cambio más importante en la soberanía se da con las conquistas inca y española, las cuales modifican el comunitarismo por configuraciones como la esclavitud, y el feudalismo y por último el capitalismo, con la cual existe apropiación de la mano de obra y por tanto una pérdida trasendental en la soberanía. Esto llega a un nivel más álgido con la conquista española, en la cual se impone el “sistema de hacienda” en el Siglo XVII, y con esto un proceso de despojo “originario” (Vallejo y otros 2018, 2) y proletarización al incorporar al Pueblo Kayambi como su fuerza de trabajo (Tocagón 2017, 44). Una parte pequeña parte de la producción estaba destinada a satisfacer las necesidades de la población local, mientras que la mayor parte de la producción estaba destinada a la satisfacción de las necesidades de los españoles y criollos de las zonas cercanas y a la exportación (Valencia 1987, 42-43), por lo que se puede encasillar a esta forma de producción como feudal y semi feudal (Mariátegui 1979, 93).

La tenencia de la tierra refleja las relaciones de poder existentes en un territorio (Becker y Trujillo 2009, 43), en la época colonial la región de Cayambe, al igual que todos en todos los territorios conquistados por la corona española, se estableció el sistema de “encomiendas”, con los cuales se exigió a los indígenas concesiones de trabajo y tributo por el uso de la tierra, cuya propiedad fue la corona. La administración de este territorio y el cobro de las encomiendas se asignó a una familia y sus descendientes, junto al territorio se incluía a casi cinco mil indígenas, una iglesia y un fraile dominico (Becker y Trujillo 2009, 46).

Este modelo de hacienda se llevó a cabo incluso después de la independencia, con la única diferencia en que la propietaria pasó a ser de los criollos de la élite y de las órdenes religiosas (Becker y Trujillo 2009, 47-51). Este modelo de producción y metabolismo social continuó hasta las reformas agrarias de mediados del Siglo XX (Jordán 2003, 290), en las cuales las grandes tierras empezaron a dividirse en parcelas de subsistencia y propiedad individual, implantándose los huasipungos. Las divisiones de las tierras agregan a la población en comunidades que llevan los mismos nombres que las haciendas, como lo muestra el Mapa 6 (Becker y Trujillo 2009, 49-65).

Mapa 6.
Comunidades resultantes de la división de las haciendas en el cantón Cayambe



Fuente y elaboración: (Becker y Trujillo 2009, 72)

En los años setenta del Siglo XX se incrementa la producción de leche en la región (Torres 2018, 72), cambiando de producto, pero permaneciendo el mismo metabolismo social de la región basado en el aprovechamiento de los nutrientes, el recurso energético solar sin estaciones marcadas, el uso del suelo, la mano de obra indígena y el agua.

Siguiendo con este patrón metabólico, pero con un mayor uso de mano de obra, aprovechamiento de suelos y aumento de la inversión en el agua, se introduce la producción florícola en los años ochenta del Siglo XX como se señaló en el apartado 1.5.3 del presente trabajo. Para desarrollar esta actividad, las haciendas ya en

decadencia vendieron grandes extensiones de tierra a empresarios extranjeros (Becker y Trujillo 2009, 177-178). Con la introducción de este nuevo producto, el metabolismo sociedad-naturaleza varió poco; los recursos naturales y la intensiva mano de obra en lugar de enfocarse en la satisfacción de las necesidades nacionales pasaron a satisfacer necesidades extraterritoriales (modelos exógenos); y la tenencia de la tierra pasa de élites familiares locales a capitales extranjeros (Pijanota 2016, 55). Junto con la tierra, la producción de flores inicia un traslado de “agua virtual” ya no solo desde la ruralidad hacia las ciudades, sino también desde el sur hacia el norte mundial.

En años recientes, debido a un rendimiento económico mayor en el cultivo de flores en comparación de la producción agrícola tradicional y ganadera (Cachipiendo 2018, 73), a la urbanización de las zonas rurales y al conocimiento y experiencia obtenida por parte de los pobladores aledaños en el trabajo asalariado de las grandes florícolas; se ha iniciado una réplica a menor escala en parcelas de propiedad de los trabajadores y ex trabajadores; y con esto la implantación del modelo y tecnología de producción florícola a gran escala (Breilh 2013d, 46). Sin embargo, el control del sector intermediario está aún a cargo de las grandes plantaciones; con esto el metabolismo sociedad-naturaleza del modelo primario exportador llega a segregarse y expandirse en el territorio (Breilh 2013b, 172).

Con esto ya no se requiere tener títulos de propiedad para controlar directamente los territorios, se lo realiza indirectamente mediante el control del comercio intermedio y los mercados de cuyas ventas dependen los territorios; siendo mucho más conveniente el control en producciones agrícolas de mercancías orientadas a satisfacer demandas en el extranjero, con precios manejados en bolsas de valores igualmente extranjeras. Según Breilh (2013b, 49), esta apropiación se ha logrado mediante la convergencia de los siguientes puntos:

- La recomposición productiva.
- El despojo.

La recomposición productiva y el despojo se han dado mediante la imposición de procesos de manejo y control de los procesos tecnológicos y biotecnológicos, los cuales se implementan mediante paquetes tecnológicos que ofrecen alcanzar “mayor productividad” con el fin de contender frente a los nuevos competidores, lo cual trae dependencia de insumos y conocimiento extranjero. Dentro de esto se incluyen avances

en la mecanización de la producción, el mejoramiento de los sistemas de riego, la aplicación de fórmulas para la fertilización y el control de plagas mediante agrotóxicos (Hidalgo 2017, 42). A este control mediante el manejo de paquetes se tiene que añadir el manejo reservado que cada empresa tiene con las semillas, genómica (Breilh 2013d, 49), y en algunos casos ciertos de ciertos derechos de propiedad.

Por último, se puede agregar que, como lo señala Becker y Trujillo (2009, 46), ya desde el Siglo XVI los europeos y sus descendientes notaron que la riqueza de América no estaba en la tierra, sino en el trabajo humano (valor-trabajo); por lo cual, el control ejercido sobre el trabajo inició bajo regímenes esclavistas, pasando por pago de tributos por el uso de las tierras (feudal y semi feudal), el trabajo asalariado (proletarización del régimen capitalista) y ahora mediante el trabajo en núcleos pequeños y la autoexploración (subsunción real del trabajo). Por lo que la injusticia espacial no solo está en la pérdida de la soberanía por posesión de la tierra, sino que está también en la pérdida de derechos, que es también una negación de la soberanía (Breilh 2011a, 179).

4. Mercados de flores

Las flores son productos que tienen poco tiempo de utilidad desde que son cortadas hasta que se marchitan; con tiempos que van desde un día para las begonias, de 5 a 10 días para las rosas, y un máximo de 15 días las de larga duración como las orquídeas o los crisantemos (Ashman y Schoen 1994, 790).

Debido a estos factores y a la gran fragilidad física, se hizo necesaria una logística especial en el mercado mundial para su almacenamiento temporal, adecuación, transporte, comercialización, nuevo transporte a su destino final y proceso de comercialización; y con esto también un sistema de comercialización especial en todo el proceso de ventas que se ha ido consolidando en el transcurso del tiempo.

La industria florícola mundial consta de tres participantes principales, los productores, comerciantes mayoristas y minoristas. Las conexiones entre los productores y los consumidores se dan por medio de estos tres participantes, pero con distintas rutas, las cuales dependen de los lugares donde se cultiven y se vendan. En los últimos años se están desplazando a los intermediarios, por lo que las flores son cosechadas, empaquetadas y enviadas por el productor directamente a los consumidores

por vía aérea (Raynolds 2012, 501). En otros casos las flores son clasificadas y empacadas en las mismas zonas de producción y vendidas a los mercados de flores mayoristas, quienes realizan los tratos, acondicionan y arreglan las flores para los consumidores (Raynolds 2012, 494).

Históricamente, desde el Siglo XVI hasta la actualidad los principales países consumidores de flores han sido los países desarrollados, los cuales exteriorizan gran variabilidad en el consumo de flores, dependiendo grandemente de sus condiciones económicas, por lo que se ha realizado una recopilación de datos de consumo en los últimos 40 años para entender la cuota de consumo mundial de flores (Tabla 39).

Tabla 35.
Porcentaje de importación hacia los principales países demandantes de flores

País/año	1981*	1987*	2001**	2010**	2020**
Estados Unidos	11	15	14	14	20
Alemania	21	38	20	16	15
Holanda	4	5	11	9	13
Reino Unido	5	8	15	15	11
Francia	7	10	9	7	5
Japón	0	0	4	5	5
Rusia	-	-	1	8	4
Suiza	0	0	3	2	2
Italia	2	3	4	3	2
Polonia	0	0	0	1	2
Dinamarca	1	2	2	1	2
Canadá	2	1	2	2	2
Austria	0	0	2	2	2
Bélgica	3	2	3	1	1
República Checa	-	-	1	1	1

Fuente: *Rueda (1991) **Trade Map (2021)

Elaboración: autor.

Se observa que desde el año 2000 los países de Europa Oriental empiezan a ser consumidores importantes de flores, incrementándose su cuota de consumo junto al de Estados Unidos. Este aumento creó nuevas rutas comerciales con nuevos productores, dejando las rutas comerciales de Europa Occidental bastante similares (Tabla 40).

Tabla 36.
Porcentaje de participación en el mercado mundial de los principales países productores de flores

País/año	1981*	1987*	2001**	2010**	2020**
Holanda	65	70	48	50	49
Colombia	10	8	15	14	17
Ecuador	0	0	6	8	10
Kenia	1	1	3	6	7
Etiopía	0	0	0	0	2
Israel	8	6	0	1	1
España	1	3	1	0	1
Tailandia	2	1	1	1	1
Alemania	0	0	1	1	1
Sudáfrica	1	0	0	0	1
China	0	0	0	1	1
Bélgica	0	0	1	2	1
Bielorrusia	0	0	0	0	1
Italia	7	5	2	1	0
Francia	1	1	1	0	0
Taiwán	1		0	0	0
Reino Unido	1	1	1	0	0
Nueva Zelanda	1	0	1	0	0
Estados Unidos	1	0	1	1	0
México	0	0	1	0	0
Zimbabue	0	0	20	0	0

Fuente: *Rueda (1991) **Trade Map (2021)

Elaboración: autor

El uso de energía en la producción en el norte de Europa hizo que se disminuyeran los cultivos con la crisis del petróleo del año 73 del Siglo XX, lo cual introdujo como participantes en la producción a los países del sur del continente europeo. Para los años 80 se desarrollaron en Israel cultivos florícolas con invernaderos plásticos y sistemas de riego por goteo, sin necesitarse energía del petróleo debido a la elevada irradiación solar, pero con problemas de competitividad por los costos de transporte a Europa y por la escasez de agua en el país (Steen 2010, 114-115).

Una vez desarrollada la tecnología, y por las razones climáticas y geográficas explicadas en la sección 1.5.3 del presente trabajo, en la actualidad los mayores exportadores de flores se encuentran en el sur del planeta, como Colombia, Ecuador, Etiopía, Kenia e India, ya que pueden producir flores en ciertas fiestas en las temporadas en las no están disponibles en Europa o en Estados Unidos.

En el caso de Ecuador, la exportación en el año 2020 se la realizó principalmente a Estados Unidos, la Unión Europea y Rusia (Tabla 41).

Tabla 37.

Porcentaje de exportación de flores ecuatorianas hacia principales países compradores (año 2020)

País o región	Porcentaje de exportación
Estados Unidos	37
Unión Europea	23
Rusia	14
Canadá	4
América Latina	3

Fuente: Expoflores (2021, 6).

Elaboración: autor.

El control del trabajo por parte del capital en la globalización impulsada en el Siglo XX no está centrado en el control directo de los territorios como se dio desde el Siglo XVI hasta el Siglo XIX, sino en el control indirecto, mediante el control de los mercados (De la Torre y otros 2006, 1 731), y es justamente esta acción la que ha cambiado más en los últimos años en el caso de las flores.

En décadas anteriores el principal productor de flores era Holanda, que en años recientes se ha constituido también en el principal mercado de compra y venta, ya que se encuentra cerca de seis de los ocho principales países consumidores, lo cual le ha llevado a afianzarse también como el principal distribuidor para otros continentes (Steen 2014, 300). Holanda ha disminuido su producción para enfocarse en el control comercial de la producción, que en su mayoría se desarrolla en el sur del planeta; además de dedicarse al desarrollo genético, el cual está basado en un mercado intelectual de patentes (Steen 2010, 113).

La industria holandesa comenzó a finales del Siglo XIX como una asociación cooperativa de jardineros que vendían sus productos en una subasta; para la década de los años 20 del Siglo XX comerciantes de este país recorrieron Europa promocionando las flores de este mercado común (Steen 2010, 113-114).

Actualmente este mercado ha cambiado, la venta se la realiza en tres mercados: Aalsmeer, Naaldwijk y Rijnsburg los cuales cuentan con un área de 155 Km² sumando los tres espacios, y es dominado por grades comerciantes que manejan el mercado global (Van Heck 2021, 1). Las ventas se realizan por medio de una subasta en la que puede ofertarse de manera presencial o virtual; se presentan grandes lotes por cada tipo de flores, lugar de origen de su cultivador y calidad; seguidamente se coloca el precio más alto del lote, el cual baja hasta detenerse cuando un ofertante fija el precio, siendo la primera oferta la ganadora (Van Heck 2021, 1).

Este mercado holandés domina el 60% del comercio mundial (Steen 2010, 34), creándose además dos mercados en Estados Unidos con las tendencias de consumo europeas; uno de estos mercados está ubicado en Nueva York, el cual recibe flores subastadas en Holanda solo unas pocas horas después de haberse realizado el proceso de transacción en Europa; y un segundo mercado ubicado en Miami, el cual se encarga del acopio y comercialización de lo producido en los países del sur, como Colombia y Ecuador (Steen 2010, 35).

En el caso de las rosas producidas en el Ecuador, en su mayoría se comercializan a través de mayoristas y otros intermediarios, lo cual disminuye los costos de logística que representaría la venta segregada a minoristas (Del Castillo 2015, 21). Una parte del mercado de rosas ecuatoriano no es manejado por el sistema de subasta holandés, sino que tiene su punto de acopio y distribución en la ciudad de Miami (Ferm 2008, 1).

4.1 Precios en la cadena de comercialización

El mercado mundial de las flores presenta una alta volatilidad, ya que son bienes suntuarios que satisface necesidades emocionales y no necesidades básicas o energéticas (Steen 2010, 113). Por esto, el costo varía significativamente para el consumidor, pero se mantiene relativamente estable para el productor; siendo la venta de una mayor cantidad en ciertas fechas como San Valentín, día de las madres, día de la mujer, fiesta de San Patricio, Pascua (Estados Unidos), Día de los Caídos en Guerra (Estados Unidos) y día de Fufu-no-hi (Japón) las que generan unan mayor renta (Maldonado y otros 2019, 30).

En la Tabla 42 se muestran los precios de producción de una rosa cortada en la zona de estudio del presente trabajo para una plantación florícola grande, así como los costos sumados por aduana, la ganancia del importador o intermediario, del mayorista y del minorista en Estados Unidos. La temporalidad de estos datos se presenta en temporadas de baja demanda; la cuales se dan en ausencia de días conmemorativos.

Tabla 38.
Costos de comercialización de rosas ecuatorianas en temporada baja en el mercado estadounidense

Sector de la cadena de comercialización	Costo en dólares
Precio de venta del productor	\$ 0,25
Costos de aduana y transporte	\$ 0,12
Importador o intermediario	\$ 0,03
Transporte a mayoristas	\$ 0,04
Mayorista	\$ 0,19
Transporte a minoristas	\$ 0,05
Minorista	\$ 0,32
Precio al consumidor final (en Estados Unidos)	\$ 1,00

Fuente: Cachipuendo (2021).
Elaboración: autor

En la Tabla 43 se muestran el incremento de costos en cada uno de los eslabones de la cadena de comercialización de rosas en temporada alta, notándose un incremento de casi el 300% en el precio final al cliente estadounidense, pero manteniéndose el precio para el productor.

Tabla 39.
Costos de comercialización de rosas ecuatorianas en temporada alta en el mercado estadounidense

Sector de la cadena de comercialización	Costo en dólares
Precio de venta del productor	\$ 0,25
Costos de aduana y transporte	\$ 0,12
Importador o intermediario	\$ 0,11
Transporte a mayoristas	\$ 0,04
Mayorista	\$ 0,79
Transporte a minoristas	\$ 0,05
Minorista	\$ 1.36
Precio al consumidor final (en Estados Unidos)	\$ 2,72

Fuente: Cachipueno (2021), Del Castillo (2015, 112).
Elaboración: autor

Considerando la cantidad de flores cultivadas por trabajador, y que este gana un sueldo básico, se puede proyectar que el costo pagado por flor a un trabajador de floricultura es de \$ 0,078; por lo que, de cada dólar recibido en la finca florícola, al trabajador le corresponden 7 centavos.

Al mercado de producción ecuatoriano se le exige cada vez más una reducción de costos (Del Castillo 2015, 23), llegando esta afectación en mayor grado a los pequeños productores, quienes llegan a vender una rosa hasta en 14 centavos de dólar a los principales intermediarios que son las grandes plantaciones florícolas y mejor establecidas (Cachipueno 2021); existiendo una ampliación de la concentración monopólica y oligopólica de los mercados, lo cual causa mayor diferenciación social y precarización de las condiciones laborales y ambientales de quienes ya no son empleados, sino que se han convertido en productores individuales que son subsumidos

realmente en las condiciones de trabajo en un mundo rural cada vez más destructivo e injusto (Barreda 1999, 11; Breilh 2013b, 8).

El ejemplo expuesto en la microcuenca del río Pisque deja en evidencia la dependencia de los territorios a los mercados externos, siendo el representante visible de este mercado un intermediario que impone al producto una cierta calidad y precio, haciendo que territorios como el de la microcuenca de estudio pasen de ser históricamente emancipatorios a ser funcionales al sistema económico (Breilh 2013b, 45).

4.2 Vulnerabilidad del mercado

Como se explicó anteriormente, las flores al ser clasificadas como bienes de lujo o suntuarios tienen alta elasticidad de demanda¹⁷, esta proporcionalidad aumenta cuando disminuye el ingreso de un grupo demandante; por ejemplo en una crisis económica la demanda de las flores disminuirá en mayor proporción que la caída de la renta.

De hecho, una de las primeras burbujas económicas y crisis financieras registradas en la época moderna se dio en Holanda entre noviembre de 1636 y mayo de 1637, con la crisis de los tulipanes o “tulipomanía”. Lo exótico de estas flores hizo que alcanzaran precios muy elevados, y que muchas personas empezaron a invertir especulando en que su precio se mantendría elevado. La burbuja estalló rápidamente al no encontrarse compradores, con lo cual el precio bajó repentinamente, quebrando así la economía neerlandesa (French 2006, 3-14).

Si bien, el mercado de las flores no ha presentado una volatilidad extrema en los precios como lo fue en este episodio en el Siglo XVII, el precio de estos bienes sigue siendo muy volátil, con una variabilidad predecible para ciertas fechas festivas, pero con unas ventas constantes sujetas a condiciones emocionales de las personas, ya que suelen ser obsequios de épocas felices o tristes.

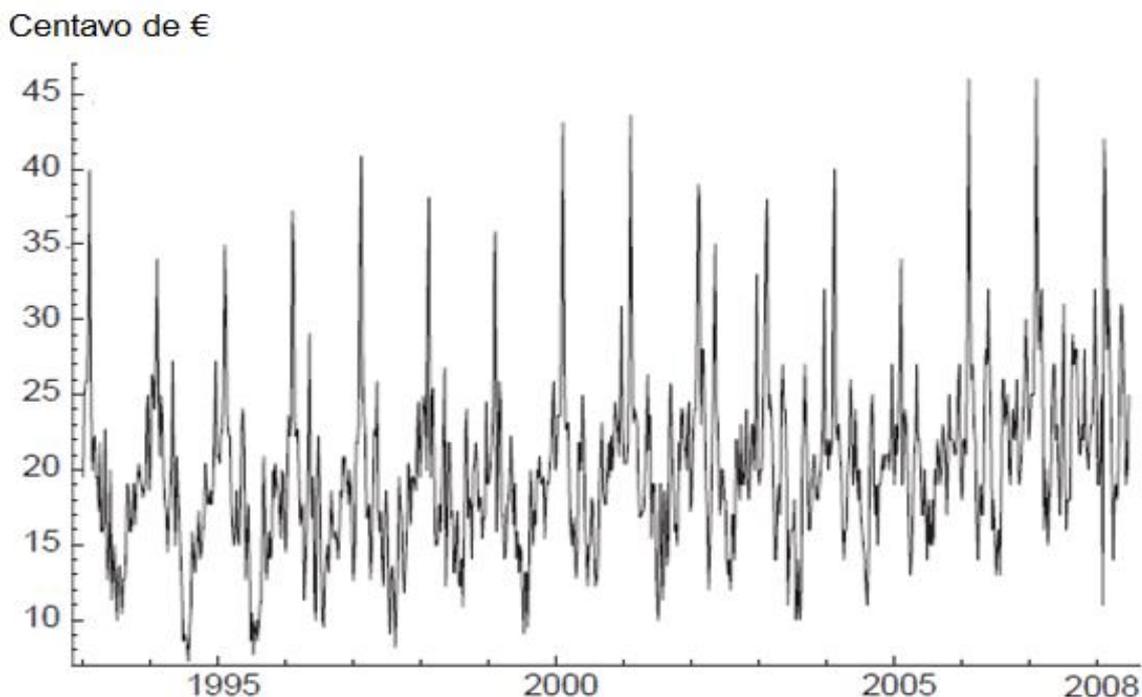
Las variaciones de precios semanales de las rosas entre los años 1993 y 2008, en cuyo periodo se puede notar tanto una tendencia a elevarse el precio a lo largo de los años, y un patrón regular en la variación de los precios de forma estacional para ciertas

¹⁷ La elasticidad de demanda se refiere a grandes variaciones en cantidades demandadas respecto a los cambios en los factores que intervienen en esa demanda.

fechas festivas (Gráfico 33). Se puede notar que el coeficiente de volatilidad¹⁸ se ubica entre valores positivos de 2 y 2,5 para las rosas, lo cual hace de las flores un commodity¹⁹ extremadamente volátil y riesgoso (Steen 2010, 113).

Gráfico 30.

Precio semanal de comercialización de las rosas en centavos de euro entre 1993 y el 2008



Fuente y elaboración: (Steen 2010)

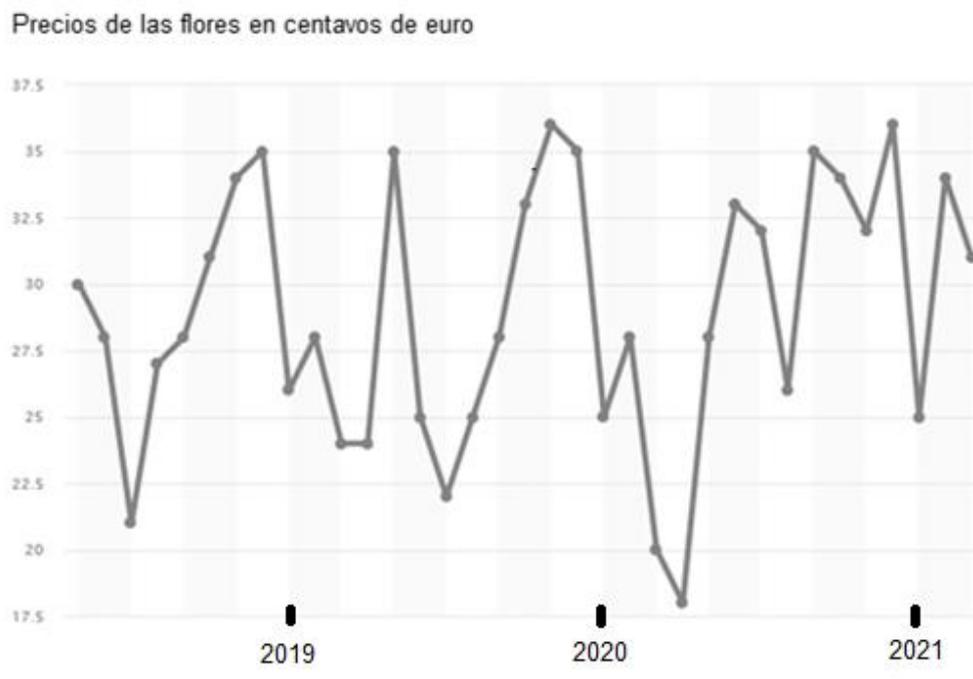
Este riesgo basado en el precio de un bien prescindible como las flores, hace que el trabajo y producción, los cuales son pilares importantes de la vida y la salud colectiva de un número considerable de habitantes de la microcuena, se vea comprometido frente a variables económicas y en la mayoría de los casos financiera de países lejanos de quienes depende la estabilidad de los mercados (Correa 2010, 86). Disminuyéndose así el derecho de la población a contar con una oportunidad de crear sus propios procesos de producción que fomenten su consumo de supervivencia.

¹⁸ Un “coeficiente de volatilidad” positivo representa a los bienes que incrementan su mercado con un mejoramiento de las condiciones económicas, y a su vez presentan un desplome frente a crisis.

¹⁹ Un “commodity” se refiere a un bien comercializable, generalmente materia prima con alta utilidad, pero bajo nivel de valor agregado; por lo que, en su producción se obtiene un bajo nivel de ganancia.

Ejemplo de esto se puede demostrar en la caída de los precios dada durante la pandemia de COVID 19 en el año 2020, tiempo en el que se notó una disminución atípica de los precios de las rosas (Gráfico 34).

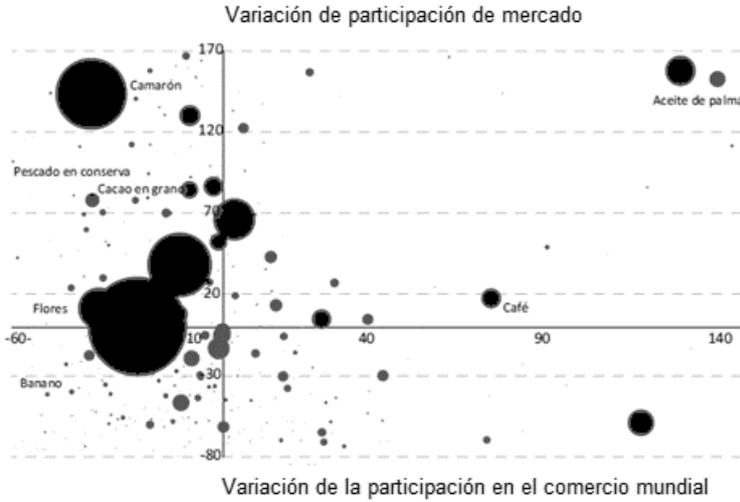
Gráfico 31.
Precio mensual de comercialización de las rosas en centavos de euro entre mayo de 2018 y marzo de 2021



Fuente y elaboración: (Van Gelder 2021)

Adicionalmente, un estudio realizado por Calderón (y otros 2016, 32) ha demostrado que la participación de las rosas ecuatorianas en el mercado mundial ha disminuido comparando el número de países a los cuales se exportaban en el año 2012 respecto al año 2002; por lo que la disminución de los países compradores de rosas ecuatorianas representa una dependencia aún mayor de los territorios a la volatilidad de los precios cada vez más concentrados en pocos actores. En cuanto a la eficiencia, se demostró un aumento pequeño de su medida en forma de “variación de participación de mercado” entre los años 2002 y 2012, lo cual no permite que el producto salga de su condición de commodity, y por lo tanto contribuye a mantener la economía ecuatoriana como primaria (Gráfico 35).

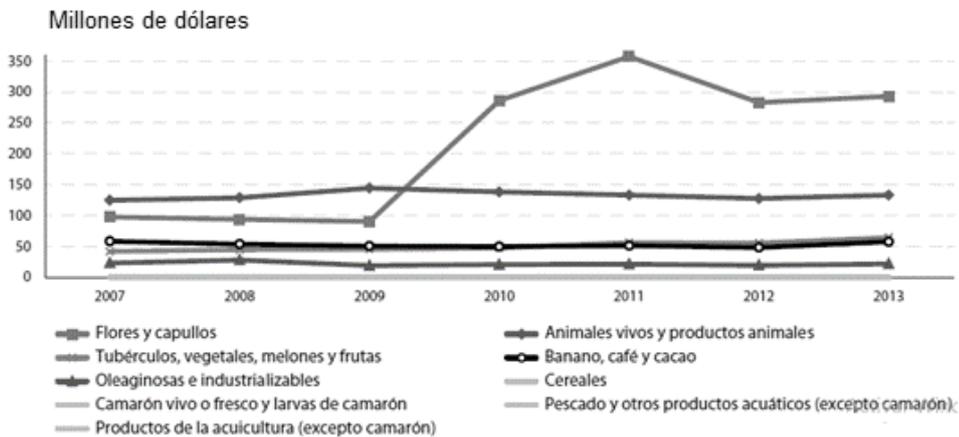
Gráfico 32.
Variación del posicionamiento medido en forma de “variación del comercio mundial”, y eficiencia medida en forma de “variación en la participación del mercado” de las exportaciones no petroleras del Ecuador entre los años 2002 y 2012



Fuente y elaboración: (Calderón *et. Al.* 2016, 32)

Además, la producción florícola es el tipo de industria no petrolera en el Ecuador que más ha incrementado la formación bruta de capital fijo (Calderón y otros 2016, 75), lo cual demuestra la inversión en la actividad productiva, y por tanto el optimismo en un incremento de su mercado. Esta tendencia de incremento llevada a cabo desde el año 2009 (Gráfico 36).

Gráfico 33.
Formación bruta de capital fijo de las exportaciones no petroleras del Ecuador entre los años 2007 y 2013



Fuente y elaboración: (Calderón *et. Al.* 2016, 75)

La dependencia de los territorios en América Latina en siglos anteriores se manejaba por el control directo, lo cual implicó una explotación de la población local mediante la instalación del sistema de hacienda, el cual demostró claramente la existencia de una subsunción real del proceso de trabajo, ya sea manejada desde la corona española en La Colonia como por los criollos desde la independencia.

El cambio en la configuración del proceso de trabajo subsumido de manera formal a ser subsumido a una forma real se da en el Siglo XXI, específicamente con la globalización y la expansión del control territorial mediante el control del comercio. Es así que existe un alza constante en los precios de las flores a los consumidores, obteniendo el comercio intermediario la mayor renta, ya que se impone una baja en los precios a los productores, provocando que se busquen nuevas formas de precarización laboral y la disminución del control de la contaminación ambiental, como es el caso del agua.

5. Apropiación del agua

El agua es el recurso más extraído a nivel mundial con 4 mil millones de toneladas de agua apropiadas (Feng y Hubacek 2015, 3), con un aumento en la presión por su uso de manera directa e indirecta debido al crecimiento demográfico y al aumento del consumo de materiales a nivel mundial; además de un aumento en la presión en el uso de este recurso debido a la escasez por factores como el cambio climático.

La exigencia de tener precios cada vez menores de producción para ser más “competitivos” en los mercados externos, y así fomentar la disminución del riesgo financiero, en la práctica aumenta el riesgo a la salud de la población, ya que se requiere la disminución de los costos sociales y ambientales. Es justamente esta disminución de la responsabilidad ambiental la que subsecuentemente se presenta como contaminación del agua; siendo esta una categoría más por la cual se puede afirmar que junto a la apropiación de los territorios existe también un despojo hídrico, el cual históricamente ha tenido cambios en su propiedad según el interés del capital.

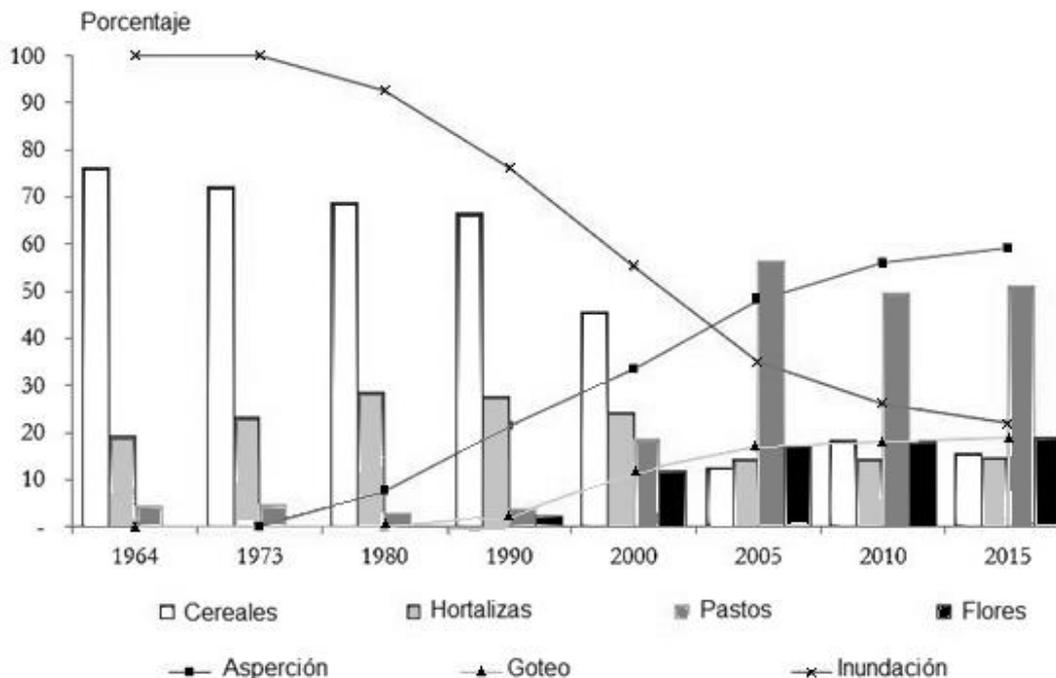
Esto se puede notar en el Gráfico 37, que indica una disminución pronunciada en el uso del agua de riego en la producción de cereales y hortalizas desde los años 90, las cuales servían para abastecer las necesidades alimenticias locales y de ciudades

cercanas, pero usaban métodos poco eficientes de irrigación como es el método de inundación debió al bajo presupuesto de inversión con el cual contaban (Cachipiendo 2018, 66). El cambio del uso de suelo desde agricultura de subsistencia a producción de pastos para usos pecuarios aumentó el capital a invertir en territorio, con lo cual se impulsaron los sistemas de aspersión, que tienen costos de inversión mayores, pero su eficiencia aumenta en un 40% con respecto a los sistemas de inundación (Van Wambeke 2008, 32).

Por último, con la introducción de cultivos de flores en los años 90 se obtuvo el capital de inversión necesario para mejorar la tecnología de irrigación, pasando a los sistemas por goteo que tienen una eficiencia 10% superior en promedio con los sistemas de aspersión (Van Wambeke 2008, 32); con lo cual se ha aumentado el área de cultivo sin necesidad de un incremento del caudal de agua.

Gráfico 34.

Porcentaje de uso de agua de riego entre cereales, hortalizas, pastos y flores, y tipo de tecnología de riego entre los años 1964 y 2015 en la microcuenca del río Pisque



Fuente y elaboración: Cachipiendo (2018, 66)

La eficiencia alcanzada con la irrigación por goteo en la industria florícola ha logrado que solo un 35% del caudal total de agua para riego esté concedido por la

autoridad correspondiente para personas naturales y jurídicas, frente al 65% del caudal otorgado para organizaciones comunitarias (Cachipundo 2018, 33), tomando en cuenta también que, muchos de los espacios reconocidos como de propiedad comunitaria reproducen y hasta son los principales impulsores de políticas agrarias neoliberales y que por tanto reproducen a los territorios hidrosociales (Bryan 2012, 215).

Las empresas florícolas pocas veces usan el agua verde (lluvia), y no tienen en la región un uso mayoritario de agua azul (procedente de canales de riego o agua subterránea). El uso y apropiación de agua de esta industria se concentra en el tipo de agua gris, la cual se debe medir de forma indirecta, ya que es la que se vierte una vez que ha sido contaminada el agua verde o el agua azul, y que al tener contaminantes prioritarios requieren de una gran cantidad de caudal para diluir sus concentraciones hasta niveles inocuos.

5.1 Flujos de agua virtual de la industria florícola

Frente a los problemas de escasez de agua que tienen los países desarrollados, se ha planteado la opción de importar productos agrícolas intensivos en el uso de aguas desde países ricos en este recurso (Allan 1998, 1); demostrándose la existencia de un comercio mundial de agua virtual, en el cual los países desarrollados han duplicado la importación desde el resto del mundo de agua virtual en los últimos 20 años, reduciendo de esta manera su consumo doméstico de agua (Dalin y otros 2012, 5990).

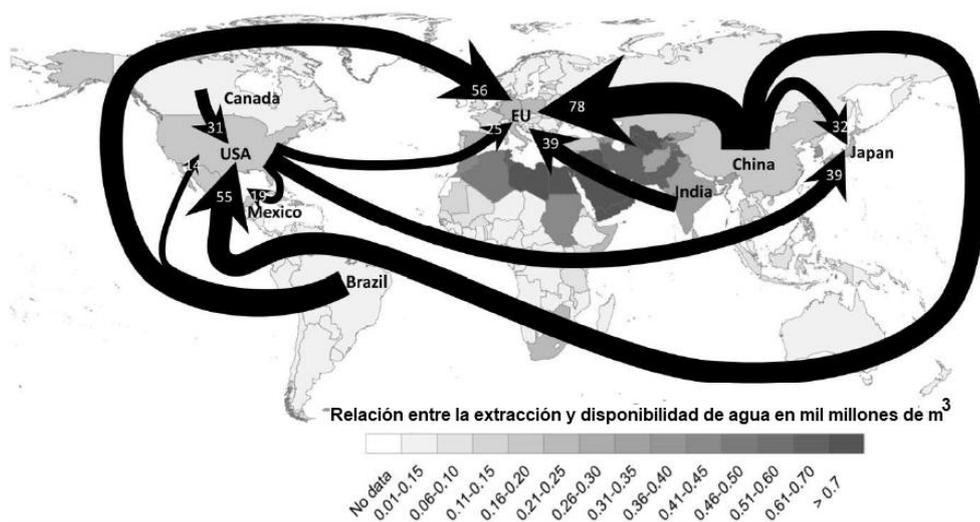
Es ampliamente difundido que el uso de agua directamente en aspectos domésticos es de apenas el 10%, y que el 90% del caudal está centrado en el riego agrícola y en la industria (Falkenmark y Rockström 2006, 129). Es por esto necesaria la incorporación de indicadores que relacionen el uso real de recursos intensivos en agua con los consumos domésticos o locales, ya que en las zonas de producción como son los países del sur se esconden las condiciones en las que se contamina este “recurso”, lo cual conlleva problemas de salud y desabastecimiento para su población. Este análisis se lo puede hacer mediante el uso de indicadores como los flujos de agua virtual, de los cuales no existe información suficiente para cada tipo de producto, pero si existen estudios del comercio neto (Ridoutt y Pfister 2010, 130).

Un estudio que mapea el comercio de agua virtual neto fue realizado por Feng y Hubacek (2015, 15) y se lo indica en el Mapa 7. Aquí se puede notar que la Unión

Europea es la región que recibe más agua neta indirecta, mientras que el Asia es el mayor exportador de agua neta virtual. Al igual que el Asia, América Latina es un exportador neto de agua virtual, siendo la mayor cantidad de agua exportada hacia la Unión Europea, y una cuarta parte de esa cantidad exportada de forma neta a Estados Unidos.

Mapa 7.

Exportación neta de agua virtual entre las distintas regiones del mundo en mil millones de metros cúbicos para el año 2008

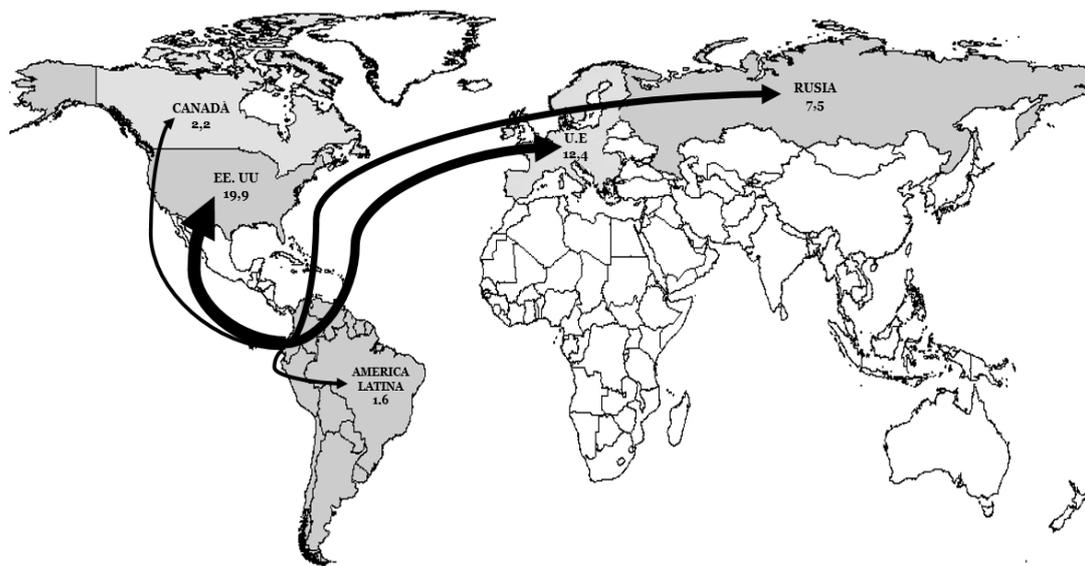


Fuente y elaboración: Feng y Hubacek (2015, 15)

Con el fin de obtener un mapa actualizado de los flujos de agua virtual en la producción florícola desde la microcuenca del río Pisque para el año 2020, se procedió a elaborar el Mapa 8, en el cual se ha usado el valor del agua virtual de 351,095 m³ de agua usados para la producción de una tonelada de rosas, calculado en la sección 4.2 y multiplicado por los pesos de las exportaciones a cada región en el año 2020 (Expoflores 2021, 6).

Mapa 8.

Exportación de agua virtual de la producción de rosas en el río Pisque para las distintas regiones del mundo en millones de metros cúbicos para el año 2020



Fuente y elaboración: autor

La mayor cantidad de exportación de agua virtual se la realiza a los Estados Unidos en una cantidad de 19,9 millones de metros cúbicos, seguido de la Unión Europea con 12,4 millones de metros cúbicos y Rusia con 7,5 millones de metros cúbicos; para Canadá y el caso del resto de América Latina en 2,2 y 1,6 millones de metros cúbicos respectivamente.

6. Discusión

El presente capítulo muestra como históricamente han venido desarrollándose procesos para el control de territorios hidrosociales, cuyos registros iniciales datan incluso antes de la conquista, pasando por procesos de colonialismo, el surgimiento de los estados independientes, el triunfo de los mercados globales y en las recientes privatizaciones. En la práctica esta dialéctica social ha presentado variaciones en los cambios en los usos del suelo, el cambio cultural y tecnológico de las prácticas de labranza, la propiedad de la tierra y la función que cumple en el mantenimiento de las condiciones y status sociales, en las revoluciones verdes, el supuesto fin del campesinado, la agricultura asalariada, la agricultura familiar, y en la actual producción familiar para exportación (Lee y Lund 2011, 669).

Si bien en la actualidad se aparenta calma por la dominación de la tierra, la realidad actual es que esta competencia por su control no ha terminado; si bien ya no se manifiesta en intervenciones directas en los territorios con campañas militares como

siglos anteriores, en su lugar se manifiesta de una manera más solapada, en el desarrollo constante de procesos cotidianos como el comercio (Sassen 2015, 7).

Estos procesos de dominación se dan de forma complementaria a los procesos de globalización, ya que con este fenómeno reciente se han acelerado los flujos de bienes, servicios, información y principalmente capital dependiente del mercado global en todas las regiones (Storper 1997, 171); y junto a estos movimientos, se han acelerado los movimientos de flujos ocultos de “recursos” no valorados económicamente en los productos (Krugman y Venables 1995, 860).

Actualmente, en ciertas circunstancias de confianza financiera dentro de los muy variantes ciclos económicos (Falagas *et. Al.* 2009, 1), se produce un exceso de capital que busca mercancías en las cuales invertir, existiendo con esto una pugna por la inversión en un uso del suelo específico y generador junto a la fuerza de trabajo de mercancías, que en un determinado tiempo tienen una adecuada demanda (Guzmán 2011, 11). De esta manera, el comercio global monopolizado controla la oferta global de mercancías y por tanto a los territorios que los producen (Storper 1997, 179; Dosi *et. Al.* 1990, 114; Patel y Pavitt 1991, 19), lo cual para el caso de las flores lo complementan además asegurando los derechos de propiedad intelectual (Storper 1997, 293).

El incremento de la floricultura familiar en los últimos años ha provocado también la expansión de las variantes de flores producidas, que en su tiempo fueron desarrolladas por empresas transnacionales y que ahora exigen el pago por los derechos de obtentor. De esta manera, el control del territorio se incrementa, ya que la democratización del micro metabolismo florícola conlleva también el pago de propiedad intelectual de los pueblos originarios a empresas transnacionales (Bravo 2022, 1)

Con la globalización los negocios de commodities se volviendo flujos de “recursos” que se mueven y están sujetos a jerarquías de intermediarios corporativos, sin que en sí mismas estén arraigadas a un territorio, ya que el mercado neoliberal inclina el poder a las organizaciones y los flujos globalizados (Ohmae 1990, 84), que son quienes toman el control de las decisiones en el manejo de los recursos (Storper 1997, 299); llegando los estados a tener un menor poder hídrico que los comerciantes (Gilpin 1975, 106; Reich 1990, 277).

Las crisis sistémicas del capitalismo son el resultado de excedentes de productos del mercado, que pierden rentabilidad debido al carácter especulativo del capital, algo de lo cual el mercado de flores no está exento, más todavía al considerarse como un commodity. Por tanto, existe la posibilidad de pérdidas en la producción y la inversión debido a la “hipermovilidad” del capital comercial que busca mejores ofertas al tenerse ubicaciones sustituibles (Storper 1997, 191).

Esto lo confirma la actual ciencia administrativa, que sugiere a los capitales de inversión en commodities un constante movimiento y sustitución de territorios por otros con costos más bajos de capital humano y físico, debido a que no se necesitan tecnologías especializadas (Caves 1982; Dicken 1992; Vernon y Spar 1989).

Esta forma de dominación proletariza a los territorios con varias similitudes a la proletarización de los sujetos en los medios de producción. El capitalismo promueve la “liberación” de los individuos del sometimiento de la comunidad y así justifica el abandono y la desprotección que los sujetos proletarios reciben al momento en que se prescinde de su generación de plusvalor (Kornhauser y Horowitz 1959), algo que no se daba en sistemas económico-sociales previos (Boron 2003, 151). Esta misma vulnerabilidad e indefensión reciben los territorios y todos quienes laboran en él, al momento en que se relegan las mercancías resultantes de su producción.

Otro fenómeno muy actual se da en el aumento del uso del suelo florícola en el territorio, el cual no está relacionado a la apropiación de más tierras por parte de pocos terratenientes, sino que contrariamente la dominación del territorio por parte de comerciantes logra una proletarización democrática del suelo, mediante la ampliación segregada del cultivo florícola en pequeñas parcelas cuyos propietarios son los habitantes de las mismas comunidades, en muchos casos antiguos trabajadores de las grandes plantaciones. Así las pequeñas parcelas dejan de producir para el autoconsumo de sus propietarios debido a la rentabilidad temporal que se da con la producción de rosas, retorno de inversión que se muestra en la Tabla 44 comparando lo generado por una hectárea de rosas, pasto y agricultura diversificada familiar.

Tabla 40.

Productividad económica de la tierra por sistema de producción agrícola en la microcuenca del río Pisque para el año 2016

Sistema de producción	Retorno económico (\$/ha año)
Rosas	107 639,36
Pasto	1 363,16
Agricultura familiar diversificada	2 371,20

Fuente y elaboración: (Cachipiendo 2018, 71)

Este fenómeno de “proletarización indirecta”, que a nivel colectivo produce un modo de vida de “asalariados a domicilio” (Breilh 2011b, 172; Breilh 2013b, 10), reproduce un micrometabolismo basado en uso de agrotóxicos, amplía las fronteras del metabolismo sociedad-naturaleza hegemónico, ya que el capital extranjero ejerce un mayor control de áreas de tierra, esta vez de manera segregada; lo cual se logra bajo influencia directa de los estados neoliberales que promueven políticas para fomentar medios legales e imponer de manera violenta un patrón de desarrollo de mercados de ubicación imperfectos que fortalecen instituciones privadas, todo esto bajo las exigencias y condicionamientos de los organismos multilaterales (Storper 1997; EURODAD 2006),

En cuanto al uso y contaminación de los recursos naturales en los territorios de producción de los commodities, es curioso que no sean analizados ni nombrados en las explicaciones e interpretaciones de la “globalización”, los cuales dan importancia a los flujos de mercancías y capitales. Mediante la invisibilización de estos flujos, se usan grandes cantidades de “recursos” como el agua, de manera externalizada con el propósito de optimizar el acceso a mercados de precios; por lo que, la apropiación de un territorio y despojo hídrico no suelen ser casuales, responden a requerimientos de “recursos” y mano de obra proletarizada, donde la economía de flujos de mercancías y capital está completamente territorializada y la “economía de contaminación” está completamente desterritorializada.

Para Breilh (2013b, 54) la manera de evitar la vulnerabilidad del que sufren los territorios por la pérdida de soberanía, es revirtiendo el proceso de instauración del metabolismo sociedad-naturaleza hegemónico, lo cual requiere primero identificar las tendencias ideológicas y culturales con las cuales se promocionan los procesos de “urbanismo rural” y “desarrollo rural”; para en su lugar fomentar un metabolismo sociedad-naturaleza gobernado por los productores, el cual debe sacar de peligro el

producto del trabajo local y el entorno natural, lo cual estimula la salud colectiva del territorio (Breilh 2011b, 171-173).

Capítulo cuarto.

Solidaridad y salud: la inequidad en el metabolismo sociedad-naturaleza como determinante de la salud colectiva

1. Introducción

En este capítulo se analizará el metabolismo desde la perspectiva de la solidaridad y salud. La solidaridad se referirá al principio estructurador en el que predomine la vida y el bien común en la economía, existiendo una cuota de acceso a todos, con consumo y producción consciente y concertada según la necesidad para evitar el desperdicio, y donde estos factores respondan a la identidad y cultura de los pueblos (Breilh 2013b, 54). En cuanto la salud, será la “preeminencia de procesos protectores” ya sean individuales, familiares o colectivos en formas “psíquicas o fisiológicas para sustentar una buena calidad de vida”, y “disfrute del placer y la espiritualidad” en todas las edades (Breilh 2013 b, 54).

Los nodos analíticos en el caso de la solidaridad serán la distribución del territorio en la microcuenca según sus tipos de propietarios y el tipo de cultivo, y el costo real de la contaminación del agua en la producción florícola, la cual representará la externalidad y el pasivo ambiental trasladado a la salud de la población.

2. Solidaridad

En la primera parte se describirán las afectaciones de las inequidades norte-sur y urbano-rural en el metabolismo hídrico de la microcuenca, esto decantará en la evaluación económica de la afectación de contaminación del agua por la industria florícola. Para esto se obtendrá el precio real causado por la contaminación del agua en la microcuenca mediante técnicas de la economía ecológica, el cual considerará el costo de tratamiento, el costo por ineficiencia y por escasez futura.

2.1 Metodología

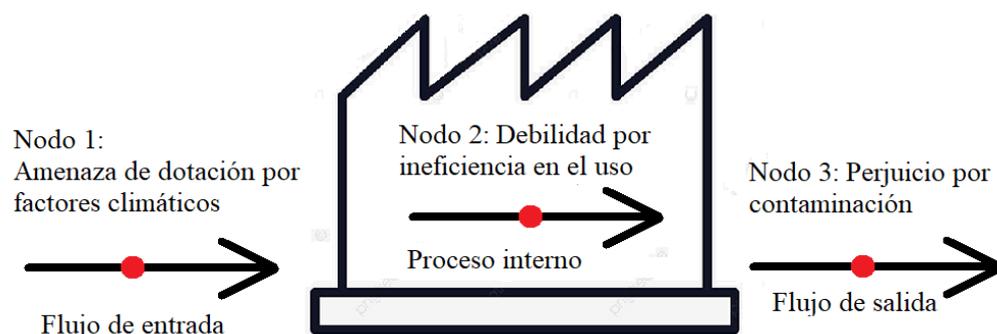
Siguiendo la metodología de la DS del apartado 1 del Capítulo primero, es necesario conocer los procesos de equidad o inequidad que causan la afectación a la población por contaminación del agua, para lo cual se levantarán los nodos analíticos con los cuales se dan las interacciones en el metabolismo sociedad-naturaleza. Estos nodos analíticos enfocados en la obtención del costo real de la producción florícola demostrarán las externalidades usando los siguientes factores:

- Nodo 1: escasez presente y futura del agua por estrés en su uso y factores climáticos.
- Nodo 2: ineficiencias en el uso del agua en los procesos de producción.
- Nodo 3: proceso tecnológico para devolver el recurso hídrico usado en condiciones apropiadas para su descontaminación en los procesos ecosistémicos.

Estos tres nodos analíticos están relacionados directamente a la industria florícola, el primero analiza la amenaza que sufre la industria florícola al existir escasez en cantidad, principalmente debido a factores climáticos, los cuales se complementan con el cada vez mayor estrés por la competencia con otras actividades productivas. El segundo nodo está relacionada a la ineficiencia interna de las industrias por usar una mayor cantidad de agua requerida, y un tercer nodo analítico trata la contaminación que la industria genera y los procesos tecnológicos necesarios para el tratamiento de su agua residual. Estos nodos analíticos se los encuentra en la Gráfico 38.

Gráfico 35.

Nodo analítico del costo real del agua en el metabolismo sociedad naturaleza



Fuente y elaboración: Autor

La matriz de procesos críticos, la cual permite concatenar las variables analíticas con los procesos sociales que los causan (Tabla 45). Para este caso los nodos analíticos se enfocan en calcular los costos reales del consumo de agua por parte de la industria florícola, los cuales son externos al precio que pagan las florícolas por su uso (Suwanna *et. Al.* 2013, 103); y que por tanto terminan transferidas a los trabajadores de la plantación y a los siguientes usuarios aguas abajo.

Tabla 41.

Desarrollo del componente crítico para entender la solidaridad en el territorio

4 S de la vida	Reproducción del capital en el territorio	Metabolismo sociedad-naturaleza en la microcuenca del río Pisque	Nodos analíticos levantados en el territorio
Solidaridad	Distribución social y despojo del territorio, el agua y el trabajo por la asignación social del tipo de producción.	Niveles de equidad o inequidad en el acceso al agua en cantidad y niveles de contaminación.	Costos reales del agua en la producción florícola, por su uso y contaminación.

Fuente: Breilh 2003.

Elaboración: Autor

Esta aproximación permite visualizar la estructura en la que el metabolismo sociedad-naturaleza distribuye el “recurso” hídrico según cantidad y calidad a un grupo social segregado por el capital (solidaridad). Para que este análisis se inscriba dentro del análisis de la determinación social de la salud se requiere conocer los procesos que permiten la reproducción del capital, los cuales son posibles de identificar mediante la guía de una matriz de procesos críticos para el componente de solidaridad (Tabla 46).

Tabla 42.

Matriz de sistematización de variables para la solidaridad

Dominio	Categoría	Componente	Conceptualización de la variable	Dimensión	Subdimensión
Metabolismo sociedad-naturaleza	Exposición, uso y excreción del agua desde y hacia	Costo real de la contaminación del agua por los flujos	Costo real de la apropiación, uso y contaminación del recurso hídrico en el proceso natural y sus subprocesos	Costo real de apropiación	Valoración económica del estrés del agua de riego para florícolas.

	actividades humanas y agrícolas.	ocultos de las actividades humanas y productivas.	hidro-sociales. Costo real del agua usada y contaminada en los procesos hídricos sociales y su afectación dialéctica a la salud de la población.	Costo real de uso Costo real de descontaminación	Valoración económica de la ineficiencia en el uso del recurso hídrico en la industria florícola. Valoración económica del sistema de descontaminación terciario del agua residual con contaminantes prioritarios.
--	----------------------------------	---	--	---	--

Fuente: García (2020, 4)

Elaboración: Autor

Las valoraciones económicas realizadas como nodos analíticos deben ser capaces de dar una idea general del costo de uso del agua en el riego en la industria florícola transferido a la población, ya que en el ciclo hidrológico la materia y energía presente en la contaminación y resultantes de la excreción no desaparecen (Li *et. Al.* 2015, 30), siguen en el ciclo hidrológico, el cual nuevamente es apropiado por poblaciones aguas abajo.

Para esto primero es necesario un análisis territorial en el cual se entienda cual es la asignación que tiene el territorio y la sociedad ecuatoriana dentro del metabolismo sociedad-naturaleza mundial, el cual se muestra a continuación.

3. Inequidad

Como se explicó en el apartado 1.2.1, la ideología dominante para explicar la desigualdad en el desarrollo social es la teoría del “centro-periferia”, la cual establece la necesidad de un centro industrial que opere como el polo de crecimiento de la sociedad, siendo este centro el encargado del crecimiento de la periferia (Hüsken y Nas 1973, 36). Posterior a esto, muchos autores contradicen esta idea e identifican al centro como un actor importante en el impedimento del desarrollo de las periferias (Hüsken y Nas 1973, 36; Espinoza 2019, 118; Frank 1976, 195), ya que monopolizan el capital (Harvey 1990, 220-225; Harver 2002, 99-100; Bambirra 1999, 7), el conocimiento y el desarrollo

científico (Harvey 2002, 21; Monteiro 2009, 1; Rodríguez 1977, 520; Bruckmann 2012, 23) y manejo los precios de la producción primaria (Martinez-Alier 2005, 20-21; Sánchez 2021, 5; Bruckmann 2012, 31). El control hegemónico del metabolismo sociedad-naturaleza desde el norte mundial es el que obliga a los países de la periferia a buscar entre alternativas de producción de bienes demandados por los centros.

3.1 Inequidad controlada desde el metabolismo sociedad-naturaleza

Todos los pueblos construyen un metabolismo a lo largo de su historia, que a su vez es condicionado por el trabajo de los recursos naturales disponibles en el medio más próximo; por lo que el metabolismo sociedad–naturaleza se configura como una huella de identidad distinta para cada sociedad. Esta riqueza o deficiencia de recursos naturales o energéticos en los países periféricos determinan el grado de inserción que tendrán en la economía mundial; para los países periféricos ricos en recursos esto les ha costado inclusive la fabricación de conflictos bélicos o blandos por países centrales, debido al agotamiento de los recursos en sus territorios (Sánchez 2021, 9).

La DS del metabolismo sociedad-naturaleza por parte del capital para operar mundialmente requiere como se indicó en la sección 3.3 del control del comercio, ya que esta actividad facilita la división social del trabajo desagregado entre actores; por lo el capital puede imponer acuerdos que articulen a quienes les corresponderá la: a) apropiación de los recursos desde la naturaleza; b) la transformación a productos elaborados; c) la distribución comercial del excedente producido, d) la asignación desigual del consumo, y e) quién recibe los residuos excretados a su ambiente (Toledo 2008, 3). Por lo cual en un objeto es imposible saber quién, cómo o donde se lo apropió, circuló, produjo, distribuyó, consumió y excretó (Marx 2002, 213).

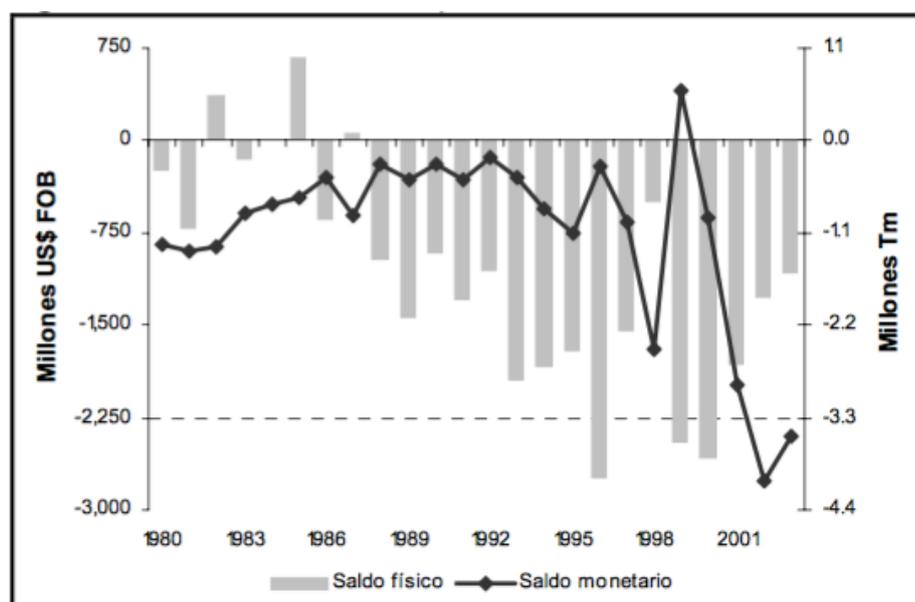
América Latina está asignado mayormente al proceso de apropiación de recursos naturales, que es una de las piezas en la máquina del sistema económico mundial en que los costos sociales y naturales no se visibilizan ni valoran por los bajos precios de sus mercancías; los cuales están establecidos por acuerdos de dependencia, ya sean formales o institucionalizados como los tratados de libre comercio o préstamos de bancos de desarrollo extra regionales, o sin necesitarse de ningún convenio explícito.

Esta DS del metabolismo latinoamericano exige que los recursos naturales exportados a los países centrales aumenten cada vez más en cantidad y disminuyan en

precio. Por ejemplo, en Ecuador el balance de materiales-comercial es negativo, ya que se exportan muchas más toneladas de materiales que las importadas; sin embargo, el costo monetario de sus importaciones supera el de las exportaciones (Vallejo 2006, 85). Estas cifras podrían ser peores de agregarse los gastos incurridos por mitigación o curación de enfermedades, o los costos por remediación de pasivos ambientales; como por ejemplo los daños del caso conocido como “Chevron/Texaco” (Serrano 2013,27).

En el Gráfico 39 se puede observar la acentuación de la tendencia de balances negativos durante el acogimiento de las políticas conocidas como el “Consenso de Washington” en el balance comercial no petrolero para los años 1980 a 2004.

Gráfico 36.
Saldo comercial-material no petrolero entre los años 1980 y 2004



Fuente y elaboración: Vallejo (2006, 85)

Según varios autores, para mantener la inequidad global en el metabolismo sociedad naturaleza se requiere que los países periféricos no produzcan conocimiento científico-tecnológico, pero si demanden el desarrollado en los países centrales. De esta manera se mantiene la dependencia de bienes secundarios que debe ser compensada con la extracción de materias primas (Harvey 2002, 21; Monteiro 2009, 1; Rodriguez 1977, 520; Bruckmann 2012, 23).

Este “monopolio cognitivo” incrementa las brechas de desigualdades tecnológicas y mercantiles entre el norte y el sur del planeta; haciendo que la posesión

oligopólica del conocimiento tecnológico no permita la igualación de las tasas de productividad, lo cual permite una mayor cuota de plusvalía para el norte del planeta. Este esquema es complementario a lo desarrollado por Emmanuel (1972) y Amin (1974) explican cómo las naciones desfavorecidas deben ceder gratuitamente parte de su producción para disfrutar de beneficios en mercancías importadas que no pueden producirse endógenamente; algo que Marini (1973, 124) llamó “súper explotación”.

La propuesta de los gobiernos progresistas de la región para contrarrestar esta tendencia fue el fomento del desarrollo endógeno, visto como el proceso de industrialización (CELAC 2013, 13-15), lo cual no lo logra un país de forma individual, ya que la evidencia indica que la industrialización endógena se puede realizar cuando los estados tienen grandes extensiones territoriales; algo que se realizaría si existiesen políticas reales de integración entre los países latinoamericanos (García 1959, 109).

De la misma manera en que existen diferencias entre los países centrales y los países periféricos, en los países periféricos coexisten marcadas brechas entre las zonas urbanas y rurales. Estas inequidades son aprovechadas por los “empresarios rurales” para beneficiarse de las ventajas de trabajar en este medio, como la mano de obra precarizada; por tanto, más barata y con baja capacidad de reclamo, o el menor control estatal de actividades que generan contaminación. Estos empresarios manejan sus negocios desde zonas urbanas, lugares con claras ventajas para el conocimiento de los mercados, control logístico y tributario.

Así se genera un metabolismo sociedad-naturaleza especial para las zonas rurales de los países periféricos, los cuales se hacen intensivos en apropiación de materiales y servicios de la naturaleza ya no solo para las zonas urbanas, sino también para los países centrales en el contexto de la globalización. Esto exige que su producción de commodities sea altamente rentable, lo cual debe ser analizado no solo en el movimiento de flujos materiales y económicos, a los cuales se deben añadir los ecológicos ocultos, que son condicionantes importantes de la salud colectiva.

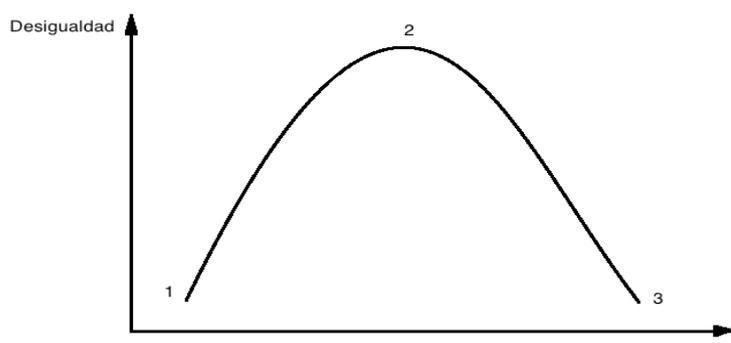
Para el caso de estudio, esto conllevaría conocer el costo externalizado de la producción florícola y trasladado a la salud de la población circundante, lo cual se puede obtener mediante el uso de herramientas como las propuestas por la economía ecológica.

4. La economía ecológica como herramienta para el análisis del metabolismo social

Para comprender el funcionamiento del metabolismo sociedad naturaleza es necesario comprender los flujos de materiales, ecológicos y también económicos. Para estos últimos se ha creado una nueva rama de la economía, específica para el manejo ambiental, la cual tiene parte de la teoría neoclásica y es conocida como economía ambiental. Para Field y otros (2003, 3) la economía ambiental es “la aplicación de los principios económicos al estudio de la gestión de los recursos naturales”. En esta definición se nota la creencia en que los principios económicos del capitalismo van más allá del tiempo y de las leyes físicas; y que la gestión de los recursos naturales se logra con las leyes de la economía neoclásica. Por tanto, los problemas de la distribución de la riqueza y los problemas ambientales los resolverá el mercado.

Según Aung *et. Al.* (2013, 830) la solución de los problemas ambiental y la contaminación por parte del mercado requiere una etapa inicial de crecimiento económico a cualquier costa, la cual puede empezar con la exportación de recursos naturales; creyéndose que la riqueza generada en esta etapa posteriormente será usada para la recuperación del medio natural. Este planteamiento originalmente desarrollado por Kuznets (1955, 14) para explicar cómo el mercado distribuirá equitativamente la riqueza, se lo explica en el Gráfico 40, donde el punto 1 indica un estado de pobreza y equidad social, que luego de desarrollarse una actividad productiva de extracción de recursos naturales aumentará la inequidad (punto 2), para luego reducirse por la distribución equitativa del mercado (punto 3).

Gráfico 37.
Curva de Kuznets, regulación de la inequidad por medio de regulaciones del mercado



Fuente: Kuznets (1955, 14)

Elaboración: autor.

Este paradigma es compartido por organizaciones que rigen la economía mundial en la actualidad como son el Banco Mundial o el Fondo Monetario Internacional (Banco Mundial 2010, 1); a pesar de existir evidencias notorias del aumento de la inequidad y una nula estabilización de la curva del Gráfico 40 (Tarp 2019, 17; WIDER 2000, 1).

Las deficiencias de estas técnicas han hecho necesaria la búsqueda de nuevas epistemes que conecten la naturaleza con las formas de producción sociales y los límites de la naturaleza. Estas nuevas perspectivas se pueden estar gestando en nuevas ciencias como por ejemplo la economía ecológica, la cual parte de una noción distinta de la naturaleza, en la cual las leyes de la naturaleza son las que rigen la apropiación de los “recursos naturales” necesarios en la producción social y no viceversa (Martínez-Alier 1999, 17).

Para Martínez-Alier (2005, 7) “la economía neoclásica” debería estar limitada por la naturaleza, y por tanto las leyes sociales que rigen la generación de valor están limitadas por las leyes físicas naturales, como considera la economía ecológica. Esta concepción del sistema económico toma en cuenta la base material, y por tanto las leyes físicas y biológicas en la organización humana (Engels 1961, 48). En el Gráfico 41 se muestra un esquema explicativo de las economías neoclásicas, notándose que esta reduce a la economía a un intercambio de bienes y servicios entre seres humanos, sin tomar en cuenta a la naturaleza.

Gráfico 38.

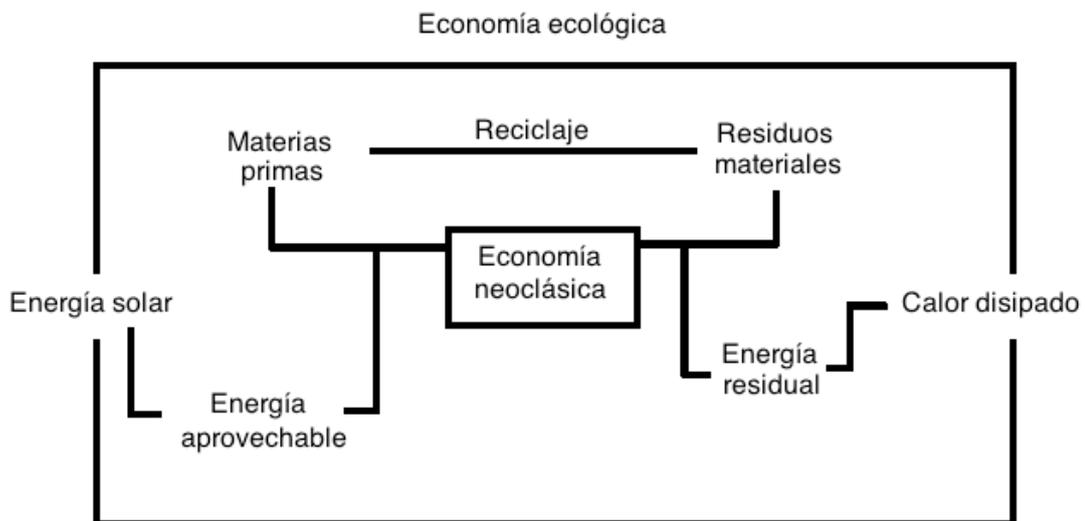
Representación de la ecología en el sistema económico neoclásico



Fuente y elaboración: Martínez-Alier (2005, 7)

Contrario a esto, en el Gráfico 42 se muestra el sistema de la economía ecológica; en el cual el intercambio en la sociedad es solo una parte de los procesos que se dan en la naturaleza, lo cual concuerda con el paradigma realizado para el presente trabajo en cuanto al recurso hídrico, el cual se ejemplificó en el modelo ciclo social del Gráfico 8.

Gráfico 39.
Sistema en el que se basa la economía ecológica



Fuente y elaboración: Martínez-Alier (2005, 8)

La base material del método de la DS y la economía ecológica presentan varias similitudes y diferencias; dentro de sus similitudes está justamente la incorporación de las leyes de la naturaleza; mientras que su mayor diferencia está en el que la economía ecológica no cuestiona al régimen económico y social dominante (Torres 2015, 1). La inclusión de leyes físicas y biológicas en las ciencias sociales no significa que exista un solo tipo de análisis para todos los tipos de problemas, ya que no existe una forma de reducir la complejidad propia de la materialidad biológica o social a la materialidad física (Toledo 2008, 2). Mucho menos se puede creer que con leyes sociales como las económicas se puedan reducir a un solo tipo de análisis basado en la materialidad física o biológica, como lo hace la economía ambiental, reduciendo todos los análisis a valores económicos o monetarios (Sánchez 2016, 109). Por el contrario, se trata de tomar en cuenta las leyes físicas y las leyes biológicas en cada nivel de análisis para

mantener la complejidad, y de esta manera respetar las limitaciones de cada una de las categorías, lo cual se realizará para el caso de estudio a continuación.

5. Costo real de la escasez y contaminación del agua

En el apartado 2.3 se explicó la diferenciación entre el valor de uso y el valor de cambio el cual cobra importancia en esta sección con el estudio de caso, pero considerando que el valor de uso es la materialidad en la que se asienta el valor de cambio (Boundi 2018, 100); esto en un inicio fue considerado por Marx en su obra *El Capital* de la siguiente manera: “el valor de cambio aparece como la relación cuantitativa, la proporción en que se cambian valores de uso de una clase por valores de uso de otra, relación que varía constantemente con los lugares y los tiempos” (Marx 2002, 4).

Para Marx la creación del valor en una mercancía es expresada por las cualidades que adquieren todos los objetos a causa del trabajo humano, el cual es medido en el tiempo socialmente necesario invertido en su producción. Con esta lógica inicial el uso del agua, el aire y otros servicios ecosistémicos no presuponen trabajo y por lo tanto no tienen valor porque para ser producido no se requirió de trabajo humano; y al no tener valor de cambio tampoco se tendría precio (Yalibat 1998, 30).

La eliminación de la frontera ambiental en la economía debido a los escasos de recursos naturales necesarios para la producción entre ellos el agua (Yalibat 1998, 30), hace necesaria la incorporación de trabajo socialmente necesario para que estos “recursos” vuelvan a ser útiles para otros usos en el ciclo del agua, lo que resultaría en la devolución de su valor de uso. De no realizarse este trabajo, el agua residual entra al ciclo natural con concentraciones de contaminantes superiores a los que pueden ser descontaminados por los servicios ecosistémicos, lo cual tendría consecuencias negativas para quienes los usan aguas abajo, como por ejemplo problemas de salud por microorganismos patógenos, o compuestos con alta toxicidad como el caso de los agrotóxicos. De no realizarse el trabajo de descontaminación, el pasivo ambiental se transformará en un factor de detrimento de la salud de poblaciones aguas abajo.

El trabajo humano socialmente necesario que devuelve el valor de uso al agua presenta intrínsecamente un valor de cambio, representado en un valor monetario que debe ser pagado en la cadena de valor de los productos de exportación de las flores y no

por la población circundante. Por lo que se analizará el costo monetario por presentar una facilidad en representar el valor desde una representación que permite comparar varios objetos no mensurables entre sí (Marx 2002, 53; Ricardo 2003, 112).

5.1 Costo por escasez futura de agua

El primer cálculo económico representa la disminución de la cantidad de agua por estrés hídrico²⁰, el cual incorpora la disminución del agua de riego para otras actividades menos rentables crematísticamente debido al crecimiento poblacional, el crecimiento de la industria, y la disminución de los caudales por efectos del cambio climático.

La evidencia científica muestra que el calentamiento global conduce a una mayor evapotranspiración y secado de la superficie del suelo, aumentando la frecuencia e intensidad de las sequías. Estos procesos aumentan el estrés hídrico, disminuyendo la disponibilidad del agua, cuya escasez se agrava con el aumento de la demanda del “recurso” debido al incremento de las actividades humanas (Mohamad *et. Al.* 2015, 1). Esta pérdida de caudales representa una pérdida del patrimonio natural del agua, cuyo beneficio se da en el sostenimiento de la vida en general y del ser humano en particular.

Cuando se analiza la utilidad del recurso para el ser humano se debe tomar en cuenta el costo económico, cuyo interés humano va a primar sobre otros valores como por ejemplo, sobre los servicios ecosistémicos. Es por lo que, crematísticamente existe más utilidad en el uso del agua para el riego de flores que en la generación de productos de consumo endosomático²¹ de los seres humanos.

Tomando esta premisa en la que el consumo productivo tendrá preferencia sobre el consumo humano directo, se considerará que los altos costos de la escasez del agua serán asumidos por las poblaciones más vulnerables, quienes usan el agua de riego para la producción de cultivos de subsistencia, la cual tiene una rentabilidad de \$ 0,5 por m³,

²⁰ El estrés hídrico se da cuando la demanda de agua en una zona es mayor a la oferta natural de buena calidad.

²¹ Es necesario separar los dos tipos de uso, el endosomático y el exosomático. El uso endosomático hace referencia al consumo necesario para el sostenimiento de la vida, mientras que el exosomático se refiere al uso prescindible, basado sobre todo en el agua usada en la producción de bienes y servicios no dedicados a la alimentación (Siegfried *et. al.* 2012, 881-889).

comparado a la rentabilidad florícola del agua con \$8,52; un valor 17 veces superior (Cachipuendo 2018, 73).

Con el fin de conocer la cantidad de agua consumida para el riego en el año 2018 en la microcuenca del río Pisque, repartida en sus tres más importantes destinos: pasto para producción de leche, agricultura familiar de subsistencia y producción de flores se ha elaborado la Tabla 47, donde se muestra el área dedicada a cada uno de este tipo de cultivos, y su correspondiente consumo de agua.

Tabla 43.
Consumo total de agua por cada sistema de riego en la microcuenca del río Pisque en el año 2018

Tipo de cultivo	Área (ha)	Consumo medio de agua (m ³ /ha)	Consumo total de agua (millones de m ³)	Porcentaje de consumo
Pastos	14 103,96	7 814,27	110,21	60%
Agricultura familiar de subsistencia	6 977,20	4 760,00	33,21	18%
Flores	3 201,73	12 639,29	40,47	22%
Totales	18 002,89		183,89	

Fuente: Cachipuendo (2018, 67-71)

Elaboración: autor

Como puede notarse en la tabla anterior el consumo de agua es más intensivo en la industria florícola; por lo que, si todas las áreas cultivadas en el año 2018 se transformarían en cultivos florícolas, la demanda de agua en la cuenca pasaría de 183,89 millones de m³ a 227,54 millones de m³.

5.1.1 Costo por crecimiento poblacional

Considerando que en el futuro se acentuará la escasez de agua por el estrés hídrico que causa el aumento de la demanda de agua por el crecimiento poblacional, se han realizado proyecciones de este problema para el año 2050. Para obtener estos datos se han tomado los censos demográficos realizados en los años 2001 y 2010 en la zona de Cayambe y Pedro Moncayo, datos que se muestran en la Tabla 48.

Tabla 44.
Tasas de crecimiento y proyección de poblaciones para el año 2020 y 2050 de los cantones de Tabacundo y Cayambe

Detalle/cantón	Cayambe	Pedro Moncayo
Tasa de crecimiento geométrica (%)	2,32	2,92
Proyección poblacional para el año 2020	107 911	44 235
Proyección poblacional para el año 2050	214 725	104 897
Población total para el año 2050	319 622	

Fuente: INEC (2001^a,1; 2001b, 2010, 1)

Elaboración: autor

Con una dotación constante de 120 L/habitante/día en la zona (EP-EMASA PM s.f., 9), se requirió de un caudal de 18,26 miles de metros cúbicos al día para el año 2020 y de 38,36 miles de metros cúbicos para el año 2050, lo cual representa un incremento del caudal en 110%.

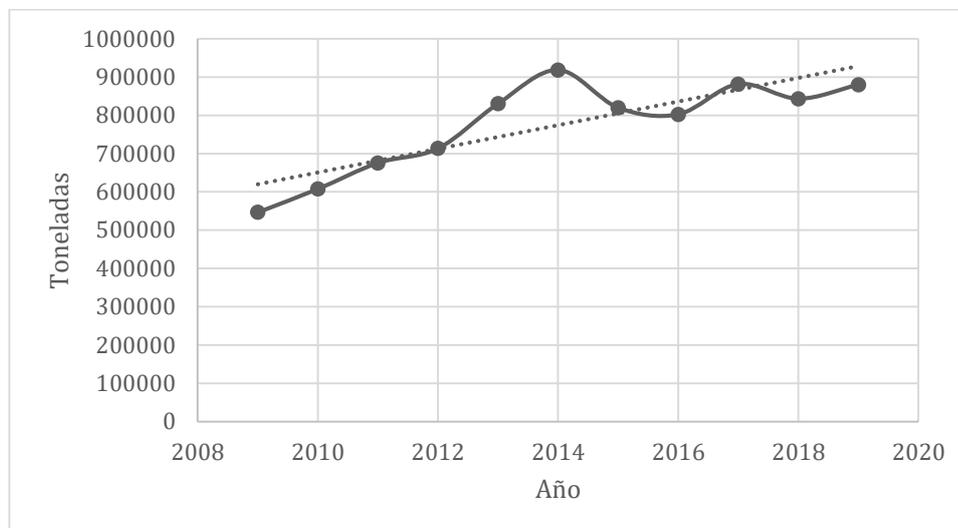
Si se considera que todo este caudal será reducido de la agricultura de subsistencia, se tendría una disminución de 20,1 miles de metros cúbicos al día, lo cual disminuiría la producción de alimentos en un costo de no producirlos anual de \$ 3 668 250; sin considerar el costo a la salud que representa el uso de alimentos producidos por la cadena agroindustrial en lugar de las cosechadas de autosubsistencia (Cachipundo 2018, 71; Fereidoon 2009, 1). Si se toma como supuesto que la producción de flores no aumentó, pero tampoco se disminuyó su caudal de riego por el estrés hídrico, se calcula que el costo por estrés hídrico es de \$ 379,88 por cada tonelada de flores.

5.1.2 Costo por incremento de la industria

La industria florícola en la microcuenca del río Pisque ha tenido un crecimiento sostenido en años anteriores (Gráfico 43), con lo cual han aumentado también sus requerimientos hídricos; de mantenerse esta tendencia, y si por sus altos valores crematísticos el uso de agua para el riego de este bien reemplaza a los de la agricultura de subsistencia, se tendría un costo de no producción agrícola añadido al del

crecimiento poblacional. Para conocer esta escasez futura se ha proyectado el crecimiento del sector en toneladas desde el año 2009 hasta el año 2009.

Gráfico 40.
Producción del sector florícola en toneladas desde el año 2009 hasta el año 2019



Fuente: Cedillo (2021, 1)

Elaboración: Autor

Del gráfico anterior se puede proyectar la producción futura mediante la linealización de la tasa de crecimiento, el cual responde la Ecuación 17.

Producción de flores en el Ecuador en toneladas al año

$$\text{Producción en toneladas} = 74\,588,375 * \text{año} - 149\,675\,968,80 \quad (17)$$

De seguir con esta tendencia de crecimiento se obtiene una producción de flores en el Ecuador de 3 230 200 toneladas para el año 2050, y manteniendo el supuesto de que la producción en la zona de Cayambe equivaldrá al 65% de la producción nacional como lo fue en el año 2018 (Expoflores 2019, 11), se obtendría un valor de 2 099 630 toneladas de flores producidas en la microcuenca del río Pisque para el año 2050.

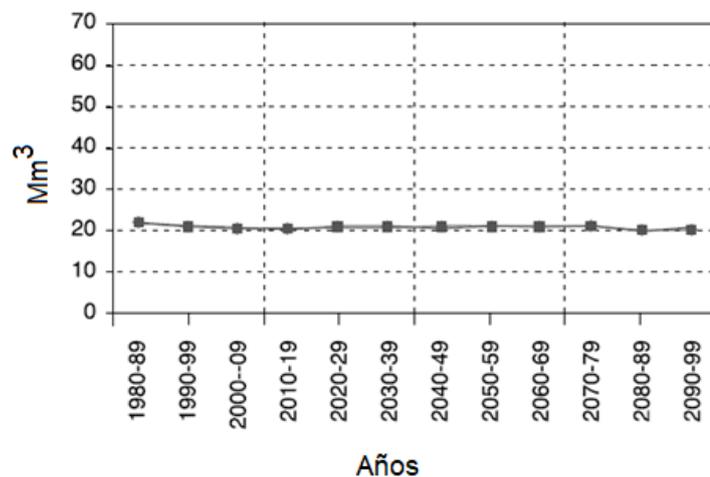
Para el año 2018 el consumo de agua en la microcuenca del río Pisque usada para la producción total de flores fue de 40,46 millones de metros cúbicos (Cachipiendo 2018, 71); obteniéndose una producción de flores para la exportación de 548 191,80 t para este año (Cedillo 2021, 79), por lo cual el consumo de agua por tonelada fue de 73,8063 m³/t.

Considerándose como supuesto que el consumo de agua en producción de flores por tonelada en el año 2050 sea similar al año 2018, y obteniéndose un crecimiento en la producción de flores de 1 515 438,20 t en el año 2050 respecto al año 2018, si el estrés hídrico producido reemplaza directamente al agua usada en la agricultura de subsistencia, se obtendría un incremento en el volumen de agua de 114,4961 millones de metros cúbicos más en el año 2050 que en el año 2018, lo cual equivaldría a un costo para la zona por no producir su alimento de 57,25 millones de dólares, lo que equivaldría a un costo de \$ 27,27/t futura de flores.

5.2 Costo por cambio climático

El estrés hídrico no es únicamente causado por el aumento de la demanda de agua por distintos usuarios, se da también por la disminución de la oferta natural para todos los beneficiarios debido a los problemas complejos asociados al cambio climático. Para poder analizar este caso, se ha usado información bibliográfica con proyecciones de la disponibilidad futura del agua en el Ecuador, encontrándose que esta afectación no es relevante para la región norte del país, como lo indica el Gráfico 44 (Bárcena 2012, 49). Por tanto, no se considera este costo en el presente análisis.

Gráfico 41.
Proyección de la disponibilidad hídrica en la región Sierra Norte del Ecuador considerando los efectos del cambio climático



Fuente y elaboración: Bárcena (2012, 49)

5.3 Costo por ineficiencia en el uso

El segundo análisis basado en la economía ecológica es el cálculo del costo por el desperdicio del agua debido a ineficiencias actuales en el uso como por ejemplo el exceso de irrigación o el desperdicio en la postcosecha.

Para este cálculo se restará el agua necesaria para el cultivo de flores del agua real total usada con este propósito en la microcuenca del río Pisque; considerando la diferencia como desperdicio. Para esto se usan datos como el requerimiento hídrico para el cultivo de rosas, caudal total de agua usado en la industria florícola en la zona de estudio, el área total de producción, y otros datos expuestos en la Tabla 49.

Tabla 45.

Datos para calcular el costo por desperdicio de agua en la industria florícola en la microcuenca del río Pisque para el año 2018

Dato	Valor
Área dedicada al cultivo de rosas en la microcuenca	3 201,73 ha *
Producción florícola (año 2018)	548 191,80 t **
Caudal de agua total usada en el año 2018	41,3 millones m ³ /día *
Requerimiento hídrico ponderado de las rosas	36,6 m ³ /ha/día ***
Caudal de agua necesaria para cultivo en el año 2018	42,77 m ³ /día

Fuentes: * Cachipiendo (2018, 71); ** Cedillo (2021, 79); *** (González y otros 2010, 181)

Elaboración: autor

Con estos datos, y considerando que el costo del metro cúbico de agua de riego es de \$0,0049/m³ (Chafla 2017, 132), se podría calcular el costo por ineficiencia; sin embargo, se puede notar que el sistema de riego por goteo usado en la zona es muy eficiente, ya que los valores requeridos calculados son muy cercanos a los valores usados; por lo cual tampoco se considerará este costo en el análisis.

5.4 Costo por falta de tratamiento

Como se indicó en la Sección 4.2 el mayor problema en la contaminación del agua por florícolas es el componente conocido como agua gris; el cual tiene una relación directa con el agua residual sin tratar. El objetivo de esta sección es conocer el costo real de las flores si se toma en cuenta el tratamiento de sus aguas residuales, para lo cual se tomó una muestra de agua del efluente florícola sin pasar por un proceso de dilución²², cuyo lugar de almacenamiento se lo muestra en el Gráfico 45 y su composición de calidad se muestra en la Tabla 50.

El agua residual de este tipo de industria presenta un pH ácido, una conductividad (presencia de sales) media y una turbidez similar a un agua residual doméstica, por lo cual tiene la apariencia similar a cualquier agua residual procedente de domicilios. Sin embargo, se presenta un nivel de DQO excesivamente alto, lo cual representa al carbono orgánico, del cual la fracción biodegradable medida en forma de DBO₅ es nula (Metcalf y Eddy 2015; 56, 1360, 85).

Esto significa que el efluente florícola tiene una alta toxicidad, sin poder usarse métodos convencionales para su tratamiento, clasificándose como agua residual del tipo “prioritario” (Zegeye 2013, 27). Al no poder usarse métodos convencionales se descartan los tratamientos biológicos, requiriéndose al inicio del proceso un tratamiento terciario avanzado como es un proceso de oxidación avanzada (POA); con esto no se disminuirá la concentración del carbono orgánico, pero aumentará el índice de biodegradabilidad; en otras palabras, modificará las moléculas orgánicas para cambiar su composición de no biodegradables a biodegradables. Esto se expresará un aumento de la DBO₅ en el efluente tratado, alcanzando un índice de biodegradabilidad²³ mayor o igual a 0,4; valor necesario para su tratamiento en un sistema biológico a implementarse a posteriori (Metcalf y Eddy 2015, 1196).

Gráfico 42.

Muestra de agua residual de la industria florícola

²² Al mezclarse el agua residual con agua natural de un cuerpo de agua las concentraciones de los contaminantes bajan, debido a que los químicos entran en disolución.

²³ El índice de biodegradabilidad se refiere a la división de la DBO₅ para la DQO, el cual al acercarse al cero no es biodegradable, ocurriendo lo contrario al acercarse a la unidad.



Fuente y elaboración: autor

Tabla 46.

Parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua residual cruda de florícola

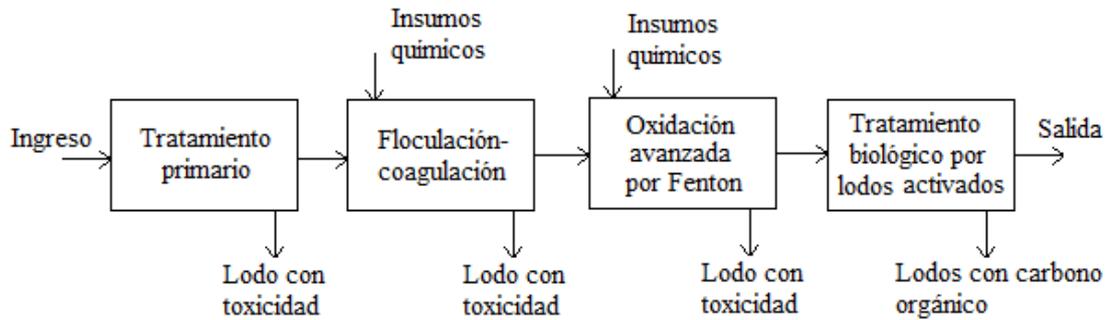
Parámetro	Unidad	Valor
pH		4,71
Conductividad	(mS/cm)	6,16
Turbidez	NTU	80,7
DQO	mg/L	84.210
DBO ₅	mg/L	0,00

Fuente y elaboración: Basantes y García (2020, 39)

Con estos datos se realizó un proceso experimental para la descontaminación legalmente permitida de descarga, para lo cual se realizaron los tratamientos presentados en el Gráfico 46, con enfoque en el cumplimiento de la normativa ecuatoriana de descarga a cuerpo de agua dulce (Ministerio de Ambiente 2015, 21), la cual no representa una descontaminación total del agua.

Gráfico 43.

Proceso de tratamiento del agua residual necesario para el cumplimiento de la normativa ambiental ecuatoriana



Fuente: Basantes y García (2020, 11)

Elaboración: autor

Inicialmente se requiere un sistema de tratamiento primario, el cual separa los contaminantes por acción física, como por ejemplo la gravedad. Los procesos que se deberán implementar son: desbaste, sedimentación primaria, separación de grasas no emulsionadas, las cuales son flotantes; este proceso ayudará al funcionamiento de los siguientes. El proceso de floculación-coagulación servirá para separar una cantidad considerable de sólidos suspendidos, que son los que contienen al carbono orgánico y por tanto la energía química contaminante del agua; para esto se requiere la incorporación de una base que incremente el pH y permita llegar al punto isoeléctrico del floculante a usar, así como la cantidad de floculante-coagulante necesario para producir la precipitación (Metcalf y Eddy 2015, 481).

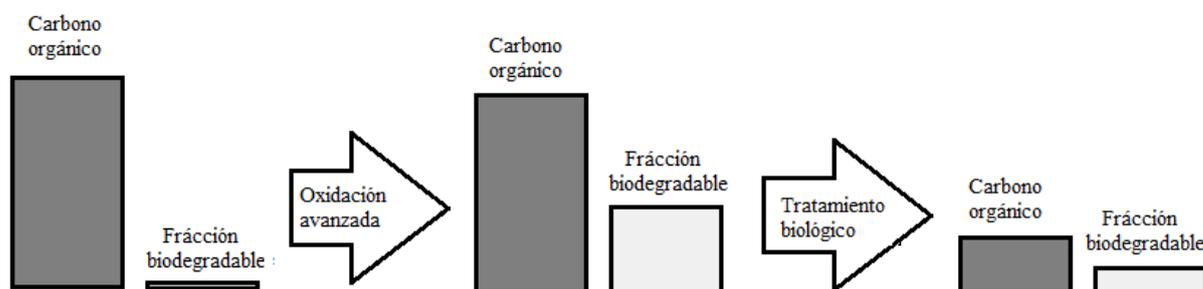
Un tercer tratamiento es el aumento de la biodegradabilidad mediante un proceso terciario avanzado de oxidación avanzada²⁴, siendo el proceso Fenton el usado en el caso práctico del trabajo actual. Este proceso requiere la adición de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y sulfato ferroso ($FeSO_4$), y un ácido fuerte para reducir el pH a valores menores a 3 (Chiva y otros 2017, 23). Una vez realizada la oxidación la carga orgánica o carbón orgánico medido como DQO se reduce en una pequeña cantidad, pero aumenta la fracción biodegradable medida como DBO_5 en valores porcentuales elevados, lo cual posibilita el posterior tratamiento del agua en proceso biológico convencional, con lo cual el tratamiento es más económico; el tratamiento biológico

²⁴ El proceso de oxidación avanzada (POA) implica la generación in situ de radicales hidroxilos, representados como ($^{\circ}OH$): Estos tienen potenciales de oxidación elevados ($E=2,8V$), con lo cual se puede oxidar moléculas orgánicas muy estables, logrando la mineralización completa de los contaminantes o el aumento de su biodegradabilidad (Metcalf y Eddy 2015, 1196).

escogido en la etapa experimental fue el de lodos activados convencionales, con lo cual se alcanzó valores inferiores a la normativa ecuatoriana.

Gráfico 44.

Características de carbono orgánico e índice de biodegradabilidad a la entrada y salida de un proceso de oxidación avanzada



Fuente: Sánchez (2018, 3)

Elaboración: autor

En todo el proceso de descontaminación se calcularon las cantidades necesarias de químicos y las cantidades de lodos residuales a ser correctamente gestionados tomando como base un litro de agua residual tratada. Estos datos se presentan con sus respectivos costos en la Tabla 51, y el detalle en el Anexo 13.

Tabla 47.

Cantidades y costos de insumos necesarios para el tratamiento de un litro de agua residual de la industria florícola

Proceso	Costo
Floculación-coagulación	0,0035546
Oxidación avanzada	0,00690745
Tratamiento biológico	0,0001683
Disposición de lodos peligrosos	0,09855
Disposición de lodos no peligrosos	0,00243824
Costo total	0,1161859

Fuente y elaboración: autor

Con estos valores se tienen un costo de \$ 0,116 2 USD por cada litro de agua residual tratada, con la cantidad producida de agua gris de 2,64 m³/t de flores cálculo en

la sección 4.2 y la producción total de flores según la Tabla 49 de 3,04 t por cada hectárea, y un total de hectáreas cultivadas con rosas en la microcuenca de 3 201,73 para el año 2018 (Cachipiendo 2018, 60), en la microcuenca se tendría un costo total por deficiencia de tratamiento de \$ 2 985 490 USD, o un costo de \$ 309,17/t. En estos cálculos no se ha considerado la infraestructura para la implantación del tratamiento de agua residual, lo cual incluiría los tanques en los que se realizarían las reacciones y los equipos; ya que esto dependerá del caudal producido en cada industria. Además, un cálculo completo de externalidades debería contar con el análisis de los costos incurridos por problemas de la salud a la población y a los ecosistemas, lo cual no se realizó por su subjetividad.

Una vez realizados estos cálculos, se puede concluir que el costo externalizado de la producción de una tonelada de flores en la microcuenca del río Pisque fue de \$309/t para el año 2018. Por lo que, al sumar este costo al valor de mercado del año 2018 de \$5 529,49/t (Sánchez y otros 2020, 3), se obtendría un valor final de venta de \$ 5 838,48/t. Sin embargo, debido al estrés hídrico este costo se incrementaría a \$ 5 936,64/t para el año 2050.

5.5 Discusión

El metabolismo sociedad-naturaleza de actividades productivas contaminantes como la florícola ha sido cada vez más desplazado de los países centrales hacia los países periféricos (Niisato 2018, 12), haciendo que en las regiones rurales de los países del sur cambien su metabolismo de producción agrícola tradicional por otra que genera más rentabilidad crematística, priorizando la generación de dinero a la generación de alimento. Este cambio conlleva también la incorporación de insumos como los agrotóxicos, y son incentivados por los gobiernos por la introducción de dólares a la economía de los países (Ioris 2015, 89-90).

Este problema de solidaridad global basado en el pago deficiente de materias primas, sumado a búsqueda de los productores locales de beneficios económicos en el menor tiempo posible (Ali y otros 2012, 199), genera ganancias aparentes de los productos exportables, ya que la acumulación de la contaminación crea gastos ocultos por problemas en la salud colectiva (Wanwan y otros 2020), en niveles superiores a los

obtenidos en el ejercicio económico. Produciéndose una privatización de los beneficios crematísticos, y una socialización de los males por contaminación.

El método de la DS usado en el presente documento tiene uno de sus fundamentos en la base material del método dialéctico propuesto por Marx no trata únicamente del entendimiento de la realidad (Breilh 2013^a, 16), sino la toma de acción para modificarla (Marx 2011). Por lo que, las acciones de los productores de materias primas modifican también a los consumidores, y con esto el metabolismo sociedad-naturaleza (Gráfico 1).

Si estas acciones se las promueve a nivel local solo se tendrá un nivel de incidencia local; por lo que, para tener una incidencia a nivel general se requerirá el escalamiento de las estrategias para producir un condicionamiento general en el sistema económico global. Así como para el caso de América Latina existió un condicionamiento material extra regional previo al condicionamiento económico, desde América Latina puede existir un condicionamiento económico para lograr un cambio material.

Si bien muchos autores afirman la imposibilidad del control económico desde la ruralidad mundial, otros cuestionan esta aserción a la luz de la evidencia empírica (Ellsworth 1956; Flanders 1964; y Haberler 1959).

Este condicionamiento transitorio desde la región puede ser la incorporación de los costos reales para la producción y reproducción de las materias primas, los cuales se basan en la conservación material de los recursos como el agua, cuya escasez pone en riesgo a todo el sistema económico globalizado. Al mismo tiempo, el aumento en el precio de los recursos disminuirán su demanda, y exigirá el desarrollo de nuevas tecnologías menos intensivas en el uso de materiales y energía.

Esto ha sucedido con el petróleo en años recientes, donde el incremento del precio desaceleró su demanda hasta casi estabilizar el consumo en Europa y Estados Unidos (British Petroleum 2017, 1). Una tendencia mundial a una aparente desmaterialización de la economía obligaría a América Latina a la inversión en nuevos componentes que diversifiquen su economía; y que a su vez ayuden a la conservación de la naturaleza, la mitigación del cambio climático, y a la disminución de la inequidad mediante el aumento de los puestos de trabajo.

Para el caso de las rosas por cada \$1 pagados por el consumidor final, el productor en un país periférico recibe 5 centavos: y por cada dólar recibido por el productor, el trabajador florícola recibe 7 centavos. Al ser bienes considerados como commodities existe mucha competencia de precios, los cuales se los disminuye mediante el incremento de la explotación de la población, tanto para quienes trabajan directamente en esta actividad, como en la salud colectiva de toda la población involucrada en el metabolismo rural.

La competencia en precios imposibilita la aplicación de tecnologías que corrijan la contaminación del agua, cuyos costos externalizados u ocultos incrementarían a los costos de producción en apenas del 5,29% en el precio de venta del producto. Este valor representa una cantidad 16 veces menor a la de los insumos importados como bulbos, esquejes y agrotóxicos, los cuales representan el 85% de los costos de los cultivos (Breilh 2007, 94).

6. Salud

Una vez asumidos los ejes de sustentabilidad, soberanía y solidaridad, se realiza un análisis de la cuarta “S” correspondiente a la salud y bioseguridad en la microcuenca (Breilh 2013a, 24), la cual explicará como la escasez y contaminación del agua medidos en flujos físicos, económicos y políticos ocultos en el metabolismo sociedad-naturaleza generan afectaciones a la salud colectiva.

La bioseguridad se centrará en dos grupos poblacionales, en los trabajadores de plantaciones florícolas y los habitantes de las regiones rurales de la microcuenca con influencia directa del sector florícola; no se realizará un análisis de la bioseguridad en los consumidores.

Para esto, en las etapas anteriores de la investigación se identificaron las categorías que impiden el desarrollo de un metabolismo saludable, lo cual se realizó detectando los elementos destructivos que merman la capacidad de la sociedad de afrontar procesos peligrosos y malsanos. Identificando de esta manera tecnologías nocivas como el uso de agrotóxicos que no solo afectan a los trabajadores, también perjudican la calidad sanitaria del agua devuelta a la naturaleza. Una segunda categoría es la apropiación del trabajo de la población local, de la tierra y del agua, desplazando la agricultura alimentaria y reemplazándola por cultivos exosomáticos (Breilh 2012, 3-11).

6.1 Metodología

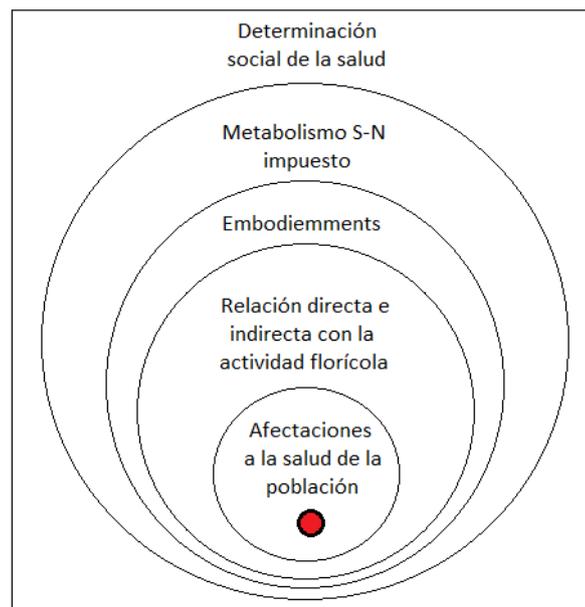
Siguiendo la metodología de la DS explicada la sección 1 del Capítulo primero, para comprender las afectaciones a la salud colectiva causadas por el metabolismo sociedad-naturaleza hegemónico en la región, es necesario conocer el nodo analítico de salud y bioseguridad que se demuestra en la población de la zona de estudio.

Este nodo analítico está enfocado en la demostración de la formación de embodiments (encarnaciones) en la salud de la población debido a procesos metabólicos entre la sociedad-naturaleza resultantes de la producción florícola para la exportación, la cual se realizará mediante el siguiente análisis:

- Nodo 1: análisis de las afectaciones en la salud en la población relacionada directa e indirectamente con la actividad florícola.

Este nodo analítico está relacionado con el metabolismo sociedad-naturaleza y la DS de la salud como lo muestra el Gráfico 48.

Gráfico 45.
Nodo analítico de las afectaciones en la salud y sus relaciones con el metabolismo sociedad-naturaleza y la determinación social de la salud



Fuente: Breilh (2013a, 30)
Elaboración: Autor

Para entender los procesos sociales es necesario concatenar al metabolismo sociedad-naturaleza con las variables analíticas, lo cual se ha realizado en la matriz de procesos críticos (Tabla 52).

Tabla 48.

Matriz de procesos críticos para concatenar los nodos analíticos con los procesos de la salud

4 S de la vida	Reproducción del capital en el territorio	Metabolismo sociedad-naturaleza en la microcuenca del río Pisque	Nodos analíticos levantados en el territorio
Salud	Asignación social de una producción y paquete tecnológico malsano a un territorio rural periférico.	“Embodiments” (encarnaciones) de los procesos productivos en el agua y en la salud de la población.	Resultados en la salud de los procesos laborales y de consumo.

Fuente: Breilh 2003.

Elaboración: Autor

Esta metodología permite develar cómo la estructuración de un metabolismo sociedad-naturaleza pensado e impuesto desde el capital extra regional afecta la salud colectiva de una población en una cuenca ubicada en un país periférico, como es la zona de estudio. Estos procesos de reproducción del capital son identificados mediante una matriz de sistematización de variables para el componente de salud y bioseguridad (Tabla 53).

Tabla 49.

Matriz de sistematización de variables para la salud y bioseguridad

Dominio	Categoría	Componente	Conceptualización de la variable	Dimensión	Subdimensión
Determinación social sobre la salud colectiva en la zona de estudio.	Metabolismo sociedad-naturaleza somete la salud colectiva en la región.	Sometimiento externo de las condiciones de salud de los trabajadores y población.	“Embodiments” (encarnaciones) por exposición y vulnerabilidad social.	Influencia directa e indirecta de la actividad florícola en la salud.	Afectaciones en la salud individual.

Fuente: García (2020, 4)
Elaboración: Autor

Para esto se realizó una revisión bibliográfica de las afectaciones a la salud y la bioseguridad en las zonas con influencia directa e indirecta de la producción florícola, la cual debe ser capaz de explicar la formación de embodiments sujetos a un tipo de metabolismo y cómo a su vez la salud es determinada por procesos sociales.

6.2 Afectaciones a la salud y la bioseguridad

Según Breilh (2013b, 51), solo una pequeña parte de la salud se enfoca en el estudio de las enfermedades; por lo que es necesario añadir a esta categoría un contexto más amplio como es la bioseguridad, la cual incluye la protección de la soberanía alimentaria y su calidad nutricional, el control de la expansión de los monocultivos de gran escala, la protección del deterioro de la naturaleza incluyendo la calidad sanitaria; y la prohibición de la mercantilización de la vida y el conocimiento. Por lo que se analizarán estos componentes en el metabolismo sociedad-naturaleza por dos causas principales, la escasez y la contaminación del agua.

6.2.1 Afectaciones por escasez

Si bien en la zona de estudio el dominio territorial por intereses económicos se ha dado incluso antes de la conquista española (sección 3.2), en la actualidad el neoliberalismo ha facilitado el control de los territorios, junto a sus poblaciones y ecosistemas, lo cual se ha logrado tanto con el desmantelamiento estatal que lleva la flexibilizar y desregulación de derechos sociales y laborales, como por la reducción de controles de contaminación ambiental (Breilh 2007, 93).

A esto se suma la promoción gubernamental de ciertos territorios para que reemplacen sus usos de suelo dedicados a la producción de alimentos de subsistencia por usos agrícolas exosomáticos como la industria florícola (Gonzalvo 2018). De esta manera se reducen los territorios dedicados a mantener la soberanía alimentaria, y los subsumen en una dependencia completa o real del consumo de alimentos de menor calidad nutritiva (Prieto y otros 2008, 1), lo cual conlleva a un detrimento de su salud colectiva.

6.2.2 Por contaminación

Este cambio de uso de la tierra trae como consecuencia también la pérdida en salud de los ecosistemas como el agua (Tyler y otros 2018, 12); cuya escasez no se da solamente en la competencia entre actividades productivas, sino que este estrés hídrico desplaza a cultivos principalmente campesinos y de subsistencia debido a su menor generación de plusvalor. Al no tener prioridad en el acceso al agua de riego, muchas veces los cultivos campesinos consiguen agua de segunda mano para la irrigación, lo cual resulta conveniente cuando el agua no presenta ningún tipo de toxicidad (Sánchez 2021, 87). En su lugar, el agua residual procede de efluentes de las industrias florícolas contienen residuos orgánicos tóxicos persistentes (sección 2.5.4), los cuales producen enfermedades agudas y crónicas en sus trabajadores (Breilh 2007, 93).

Este problema puede llegar incluso a evidenciarse en el abastecimiento del agua potable para ciertas comunidades, ya que la normativa de control de la contaminación de agua para el abastecimiento presenta límites máximos permisibles de moléculas de agrotóxicos que se encuentran descontinuadas²⁵ (Ministerio del Ambiente de Ecuador 2015, 14), como se evidenció en la sección 2.5.4, para el año 2018 se usaron formulaciones con menos de diez años de ser patentadas (Securities and Exchange Commission 2017). Ejemplo de esto es la Parroquia de Otón que se abastece de agua potable a través del canal de riego Guanguilquí-Porotog y que presentó concentraciones identificables del agrotóxico Imidacloprid (Tabla 19).

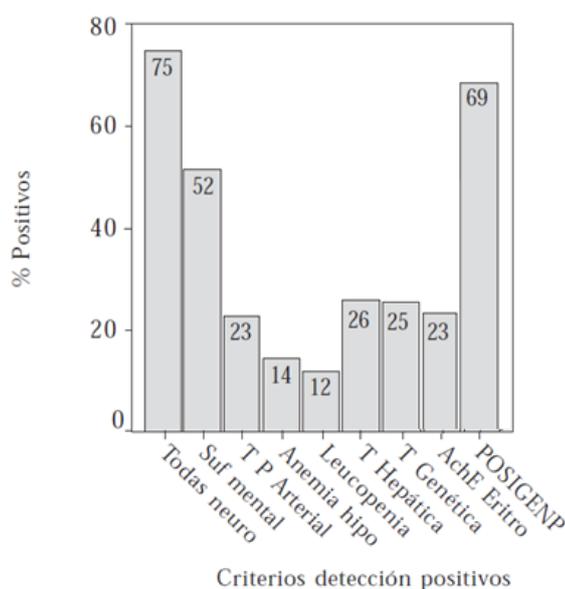
Una segunda afectación a la salud colectiva es el contacto directo con los agrotóxicos por parte de los trabajadores de esta industria, ya que en un estudio realizado por Breilh (Breilh 2007, 79) devela que en el 31% de las familias estudiadas por lo menos un miembro de la familia trabaja en el sector florícola y ha tenido exposición aguda o crónica con agrotóxicos. Handal (2005) observó que en las comunidades en las cuales existe más trabajo en empresas florícolas, entre un 60% y 75% de las mujeres embarazadas usaron plaguicidas; además, el 40% de los hijos tienen contacto con la ropa de trabajo de la madre.

²⁵ En la sección el artículo 5.1.2.4 de la ley secundaria ambiental ecuatoriana conocida como el “Acuerdo Ministerial 097a”, y vigente a la fecha actual de la presentación de este documento, sostiene en la Tabla 2 los límites permisibles para agua de consumo humano de moléculas de agrotóxicos organoclorados y organofosforados, los cuales ya no son usados por las industrias florícolas, como se lo evidenció en la Tabla 16.

Los estudios de detección de enfermedades realizadas por Breilh (2007, 102) en dos fincas en el año 2003 muestran altos porcentajes de individuos analizados con varios tipos de afectaciones a la salud, siendo afectados del total de enfermedades neurológicas el 75%, con sufrimiento mental el 52%, problemas de presión arterial el 23%, anemia tóxica 14% y bajos leucocitos 12%; inflamación hepática 26%, inestabilidad genética 25%; reducción de enzima de sistema neurotransmisor–acetilcolinesterasa 23%, y 69% tuvo signos clínicos entre moderados y severos de toxicidad (Gráfico 49).

Gráfico 46.

Problemas de salud detectados a trabajadores de dos fincas en el año 2003



Fuente y elaboración: Breilh 2007

6.3 Embodiments

Según Izurieta (2018, 126) el trabajo en las industrias florícola determina el embodiement de sus trabajadores con enfermedades como el cáncer, siendo las mujeres las principales afectadas con afectaciones al útero, ovarios; además de abortos o muerte de recién nacidos. Existen afectaciones neurológicas en los niños que viven en comunidades con fuerte influencia florícola, las cuales se producen por aspectos en los modos de vida como malnutrición, carencias maternas y paternas y exposición a agrotóxicos (Handal 2005); por lo que, la generación de encarnaciones (embidiements) se produce en los grupos sociales más vulnerables.

6.4 Salud colectiva y metabolismo sociedad-naturaleza del agua

Como se explicó en la sección 3.1 el metabolismo social impuesto en los países de exportación primaria, y acentuada en los bienes agrícolas suntuarios como las flores, requiere la extracción del agua de los territorios locales, compitiendo con los otros sistemas de producción, cambiando territorios hidro-sociales en desmedro de la soberanía alimentaria e incrementando los problemas de salud (Schwarz y otros 2019, 1).

La producción de rosas en la microcuenca del río el Pisque hasta 10 años atrás se concebía como una economía de grandes capitales externos apoyada por el Estado; en la cual existe acaparamiento y genera una distribución inequitativa con los pequeños productores de las comunidades (Mena-Vásquez y otros 2016, 1). Sin embargo, en los últimos años en los territorios comunitarios los pequeños agricultores inician la producción de rosas en superficies menores a una hectárea, transformando sus sistemas de producción de alimentos y los sistemas de distribución del agua (Mena-Vásquez y otros 2016, 1).

Esto expande la imposición del metabolismo sociedad-naturaleza y los problemas de salud no solo en los grandes centros de producción como son las fincas, distribuyéndolas y segregándolas ampliamente en el territorio, lo cual afecta a la salud no solo por la contaminación del agua, también por la reproducción de hábitos malsanos relacionados con los agrotóxicos, que en ámbitos de producción doméstica no cuentan con procesos estrictos de control del uso y almacenamiento que se dan en las grandes fincas. Ejemplo de esto es el estudio realizado por Naranjo (2017, 20) que indica que el 21% de los encuestados que realizan producción agrícola en general dentro de un entorno doméstico, almacenan los “plaguicidas” al aire libre, en sus casas o debajo de la cama.

Por esto, se puede concluir que este método de producción impone la implementación de un metabolismo sociedad-naturaleza basado en la revolución verde de monocultivos, uso indiscriminado de agroquímicos, explotación laboral y acaparamiento del agua, no solo a nivel de la producción florícola en la microcuenca del Pisque en Ecuador, sino también en Latinoamérica, con la producción de soya, cítricos, palma, etc. (Martínez-Alier y Walter 2016, 66).

6.5 Discusión

Los cultivos de flores para su producción usan agrotóxicos dentro del metabolismo sociedad-naturaleza hegemónico impuesto de forma extrarregional. Estos químicos no son retirados de los efluentes de agua por el incremento al costo de producción y la competitividad de la flor en los mercados internacionales; sin embargo, disminuir los costos de remediación no significa que existan costos asociados a la contaminación del agua, sino que estos se transfieren a los pobladores de manera directa o indirecta en forma de problemas de salud (Breilh 2005, 72).

Lograr la bioseguridad no requiere tender a una redistribución de la tierra replicando y hasta expandiendo un metabolismo sociedad-naturaleza malsano; se necesita superar la inequidad en la propiedad de la tierra partiendo de una política de soberanía en salud y sustentabilidad (Breilh 1997, 176). Esto demanda la implementación de un metabolismo que no solo genere grandes cantidades de biomasa para exportación, sino que vigorice relaciones saludables norte-sur y ciudad-campo (Breilh 2013b, 53). Para lo cual se deberá fortalecer el comercio justo, cubriendo el costo total de la producción florícola para que las “externalidades” no sean pagados por las poblaciones rurales vulnerables de los países periféricos.

Los costos externalizados de la salud colectiva en las zonas de producción desmienten la supuesta rentabilidad, eficiencia y generación de empleo de la cual presume la revolución verde (Breilh 2007, 171). Esta forma de producción hegemónica e impuesta mediante un metabolismo sociedad naturaleza, únicamente oculta la socialización de los costos ambientales y las consecuentes afectaciones a la salud colectiva, y por otro lado privatiza los beneficios económicos mediante la acumulación del capital en pocas manos.

De este capítulo se puede notar cómo las afectaciones a la salud a nivel “individual”, con los problemas directamente asociados al uso y contacto con agrotóxicos, como son las enfermedades crónicas, al sistema nervioso, órganos como los riñones o hígado, no aparecen únicamente por descuido o negligencia en la operación de estos productos químicos. En las zonas rurales de los países del sur, quienes son más vulnerables y no cuentan con una capacidad real de reclamo, las afectaciones a la salud a escala “individual” son determinadas por imposiciones “particulares” como el trabajo indigno, el consumo mal sano o el debilitamiento

organizacional; y estas condiciones a su vez son determinadas a nivel social por la dependencia comercial, tecnológica, de deuda, o de ingreso de divisas de los países del sur hacia los países del norte (Breilh 2007, 174).

Es por esto necesario el cambio del metabolismo-naturaleza impuesto, cambiando los métodos de cultivo, los cuales pueden realizarse sin la imposición del uso de agrotóxicos. Para esto se requiere mayor desarrollo en métodos orgánicos y agroecológicos, lo cual conllevaría a la disminución en el uso de agua y en la mejora de la salud de la población circundante.

Conclusiones

El método de la DS permite explicar cómo las distintas configuraciones del trabajo de la naturaleza forman un metabolismo sociedad-naturaleza entre los cuales se establecen flujos de materiales. En el presente trabajo se muestra claramente como la configuración actual capitalista no es compatible con el metabolismo natural, ya que los agrotóxicos con sus características de contaminantes emergentes, recalcitrantes y prioritarios, no ingresan en los ciclos de degradación de la naturaleza por ser de alta toxicidad y baja biodegradabilidad.

La producción de agrotóxicos responde a la epistemología actual para el agua en zonas rurales del sur del planeta, ya que en sus cuencas se vierten compuestos producto de la síntesis de nuevos materiales, con propiedades tóxicas, de baja biodegradación que no pueden formar parte de los ciclos naturales; estos se acumulan en el suelo o son transportados en las fuentes de agua, disminuyendo la cantidad y calidad de agua disponible en las zonas en las cuales se efectúan las actividades productivas. Debido a sus probadas características acumulativas y tóxicas, producen afectaciones a la salud una vez que sus flujos regresan metabólica y dialécticamente al ser humano, ya sea por el movimiento que realizan dentro del ciclo hidrológico o por el contacto que los humanos realizan con suelos contaminados. Y debido a la rapidez de su síntesis y comercialización, no es posible conocer a priori los efectos que estos compuestos puedan tener en la salud humana.

La síntesis, comercialización y todos los permisos que facultan el uso de los pesticidas responden a la necesidad de crecimiento de capital, lo cual se debe realizar a un menor costo y en el menor tiempo posible. Para disminuir el costo, se evidencia el desplazamiento de los cultivos florícolas desde los países desarrollados hasta territorios con menores capacidades de regulación ambiental y hacia sociedades con bajas capacidades de reclamo, como son las zonas rurales de los países periféricos; lugares en los cuales se pueden endosar a sus poblaciones empobrecidas los costos de estos males ambientales.

Esta visión compleja y crítica del proceso completo que decanta en un detrimento a la salud humana de ciertos grupos poblacionales es posible debido al uso

del método de la DS, el cual permite identificar una superestructura que configura al humano como a un “objeto” necesario para el crecimiento de un “sujeto” capital. Investigaciones desarrolladas con métodos convencionales, que prescindan del uso de este método de la DS concluyen que los problemas de salud de las poblaciones se generan por el mal uso de agrotóxicos por parte de los productores, o por falta de métodos de saneamiento e higiene entre quienes consumen el agua.

Como se explicó en el apartado 3.3 del Marco teórico, el capitalismo para su crecimiento necesita de un “objeto”, que en la relación metabólica del caso de estudio se explicaría en la Tabla 54.

Tabla 54.

Aplicación de la economía política actual en el territorio de estudio

Relación socioeconómica	Sujeto	Objeto	Sujeto aumentado
Precapitalista	Ser humano	Bienes materiales y energía	Ser humano satisfecho
Capitalismo	Capital	Ser humano	Capital aumentado
Capitalismo en el caso de estudio	Imposición en el uso de un capital tecnológico (agrotóxicos)	Seres humanos de zonas rurales del “sur” del planeta	Incremento de capital en producción de flores y venta de instrumentos para mantenimiento de la vida en la población afectada.

Fuente: Autor
Elaboración: Autor

1. Sustentabilidad

Para conocer las afectaciones del metabolismo sociedad-naturaleza a la sustentabilidad del agua en los territorios en los cuales se imponen políticas supranacionales, se ha procedido a realizar un análisis completo de la contaminación causada a este “recurso” por parte de la actividad florícola, de lo cual se pudo encontrar lo siguiente:

- Los agroquímicos utilizados en las plantaciones son de síntesis relativamente nueva, por lo cual la industria cambia constantemente de formulaciones químicas para el control de plagas; en la mayoría de los compuestos los estudios de persistencia y toxicidad no llegan a concretarse en límites permisibles de la reglamentación nacional. Ejemplo de esto es que la legislación secundaria ecuatoriana únicamente exige el cumplimiento de límites permisibles en agrotóxicos organoclorados y organofosforados, muchos de los cuales ya no se comercializan, y por tanto presentaron valores de cero en las mediciones en los cauces de agua realizados en el presente trabajo; mientras que muchos agrotóxicos encontrados con concentraciones significativas no están regulados en las normativas.
- Los agrotóxicos etiquetados por su fabricante como del Tipo IV (baja peligrosidad) deberían presentar una degradación rápida y continua en el tiempo, sobre todo en las condiciones ambientales tropicales como la zona de estudio; sin embargo, existen químicos que en la presente investigación tuvieron muy baja disminución de su concentración en el tiempo, los cuales son: Captan, Chlorothalonil y Clofentezine; y que al revisar la clasificación recomendada por la OMS se pudo comprobar que para el Captan se recomienda una clasificación del Tipo III, el Chlorothalonil una clasificación del Tipo II, y que el Clofentezine no posee recomendación. Por tanto, al no existir una clasificación única y solo recomendaciones, los fabricantes las etiqueten según la conveniencia comercial.
- El insecticida de baja degradabilidad Imigacloprid es el agrotóxico más encontrado en los cuerpos de agua de la microcuenca; y los más transportados por el cauce final del río pisque son el acaricida Clofentezine con 605 Kg transportados por año y los fungicidas Difenconazol y Kasugamycin que superan los 400 Kg transportados al año.
- La concentración más alta de DDT (Tipo I) se encontró en el pozo de agua subterránea marcado como el punto número 18; debido a su baja biodegradabilidad todavía permanece como un pasivo ambiental en el suelo por el agua de infiltración de los cultivos.

- En el agua potable de la parroquia Otón se encontró una concentración de 9,5 g/L del insecticida Imidacloprid (Tipo II), ya que el sistema de captación se realiza desde el canal de riego Guanguilquí-Porotoc.
- En total, la microcuenca del río Pisque utilizó 355,73 millones de metros cúbicos de agua en el año 2018 para la producción florícola, las cuales fueron virtualmente transportados en la exportación junto con el producto; lo cual representa 351,1 m³ de agua por tonelada de flores exportadas, o 26,1 L de agua por cada rosa.

Esta información de contaminación demuestra que el metabolismo extrarregional impuesto en la cuenca genera una insostenibilidad en los territorios y sus fuentes hídricas, disminuyendo la cantidad y calidad de los recursos hídricos, y la salud colectiva.

Sin embargo, la superestructura del pensamiento capitalista no cuestiona o critica seriamente el uso de agrotóxicos en la agricultura por la alta rentabilidad crematística que generan; pero la acumulación en la naturaleza de estos contaminantes persistentes podrían generar una crisis ambiental distinta a la “Gran peste” londinense; ya que este episodio de contaminación del Siglo XIX fue dada por compuestos orgánicos biodegradables, y la crisis futura se puede dar por compuestos orgánicos no biodegradables a los cuales se pueden añadir los micro plásticos, de los cuales se conoce aún poco de sus procesos de descontaminación. Este cambio en ciclo hídrico causados desde el ciclo hidro social generará un nuevo cambio epistemológico cuando el ciclo natural determine dialéctica y completamente al ciclo social (Gráfico 6).

2. Soberanía

Para conocer las afectaciones del metabolismo sociedad-naturaleza a la soberanía de los territorios y sus componentes necesarios para la vida como el agua, en los cuales el capital impone sus políticas, se ha realizado un análisis de la dependencia social a la cual es expuesta la sociedad latinoamericana, y cómo esto determina la salud de las poblaciones, debido al detrimento de la calidad y cantidad del agua.

- La extensión del metabolismo ha implicado un cambio del valor de uso del suelo y por lo tanto una disminución en la soberanía, ya que anteriormente estaba destinado a la producción de alimentos, enfocándose actualmente más en la

producción de valores de cambio como las flores, las cuales satisfacen necesidades de sociedades extraregionales, aprovechándose de las propiedades nutricionales de los suelos, de las condiciones climáticas de la zona, del abundante “recurso” hídrico, y de la mano de obra y la salud de las poblaciones empobrecidas.

- La cantidad ocultamente exportada de agua en flores en el año 2020 desde la microcuenca del río Pisque fue de 19,9 millones de m³ a Estados Unidos; 12,4 millones de m³ a la Unión Europea; 7,5 millones de m³ a Rusia; 2,2 millones de m³ a Canadá y 1,6 millones de m³ al resto de América Latina.
- El reciente incremento de cultivos florícolas de pequeña extensión expande el metabolismo y produce una pérdida democratizada de la soberanía, ya que su crecimiento se da de forma segregada en la microcuenca. Introduce el cambio de uso del suelo de una agricultura doméstica de alimentos al cultivo parcelario de flores; con lo cual se replica el uso de pesticidas y por tanto la contaminación del agua en la cuenca.
- El control del territorio ya no requiere una dominación directa por campañas militares como las que se realizaban en los siglos anteriores. Esto ahora se produce por la dominación mediante el capital de los procesos reales y formales de la producción; que en la venta de flores se realiza mediante el condicionamiento tecnológico en el uso de pesticidas y de derechos de propiedad; además de la dominación de los procesos reales y formales en el consumo de los trabajadores de las flores, los cuales dependen menos de sus tierras para la producción de alimentos, y por tanto se vuelven más dependientes de cosechas alimenticias externas, impuestas y malsanas.
- El control del negocio de la exportación de flores no se encuentra localizada en los países productores, ya que de cada dólar vendido de flores en Estados Unidos apenas cinco centavos llegan a su productor en la microcuenca del río Pisque; controlándose el territorio desde capitales extranjeros con la dominación del comercio intermediario. Por otra parte, la relación de dependencia que causa este metabolismo se visualiza en que el desplazamiento de este tipo de commodities no va hacia el sur del planeta, sino que se dirige específicamente a zonas rurales del sur del planeta; ya que se pudo comprobar que, por cada dólar

pagado al productor, únicamente siete centavos van al trabajador, lo cual verifica el régimen de “superexplotación”.

- La volatilidad de los mercados de flores y su vulnerabilidad frente a cambios en la renta de los países consumidores hace que este negocio sea especialmente frágil a la baja de su demanda. La dependencia a la venta de flores creada en la microcuenca del río Pisque produce una debilidad económica, social y a la salud colectiva fuerte a fenómenos como las crisis económicas; lo cual también puede existir de trasladarse los capitales a zonas con mejores condiciones de producción y explotación, tendencia que se está dando con la introducción al mercado de países africanos.

De la misma manera, esta información demuestra que el metabolismo extrarregional impuesto en el capitalismo no solo es el flujo de materiales y divisas, sino que también es la expansión de políticas impuestas como verdades, que causan los patrones actuales de producción y consumo, generan una pérdida de soberanía en los territorios y desvalorizan en el pensamiento colectivo las fuentes hídricas frente a la importancia del capital. A esto se suma otra forma de control mediante el sometimiento de los mercados por el manejo hegemónico de divisas; lo cual causa una gran vulnerabilidad a la población de la región en aspectos como la soberanía alimentaria y por tanto su salud colectiva, ya que por los patrones de consumo de las poblaciones se vuelven dependientes de alimentos cultivados fuera de sus territorios.

3. Solidaridad

Para conocer las afectaciones del metabolismo sociedad-naturaleza por la falta de solidaridad centrado a la contaminación y escasez del agua, se ha realizado un análisis del costo trasladado al ambiente y la salud colectiva de las poblaciones rurales encargadas de la producción de commodities, de lo cual se pudo encontrar lo siguiente:

- Históricamente se ha trasladado el cultivo de flores y sus paquetes tecnológicos centrados en el uso de agrotóxicos desde países centrales hasta países periféricos, ya que estos presentan menores regulaciones sociales y ambientales, además de existir una menor capacidad de reclamo de parte de sus poblaciones rurales.

- El costo en pérdida en generación de alimentos debido al estrés hídrico causado por la escasez de agua será de \$309/t de flores para el año 2050. El costo de remediación del agua por la producción de una tonelada de flores fue de \$309,88 para el año 2018. De haberse dado la remediación de la contaminación del agua, el costo sería 16 veces menor al calor gastado en insumos importados; esto demuestra la falta de solidaridad con el ambiente y por tanto la salud colectiva de población que usa directa o indirectamente el agua de la microcuenca del río Pisque.
- Los costos por deficiencias en remediación son trasladados a las poblaciones por repercusiones en la salud colectiva; estos costos podrían generar un balance crematístico negativo en la industria florícola, siendo más costosa la remediación de los males ambientales y sociales que la venta de los bienes exportados.

Se demuestra que el metabolismo extrarregional del agua impuesto en la microcuenca no es solidario con sus poblaciones rurales, ya que son estos quienes pagan con sus problemas de salud el abaratamiento de los bienes exportados que no cuentan con los procesos necesarios de remediación del agua, y producen escasez al “recurso” debido a su aparente rentabilidad crematística.

Con todo esto se puede concluir que, en el desarrollo del actual metabolismo capitalista, el agua no solo ha perdido su valor de uso, sino también ha perdido su valor de cambio, ya que no se contabilizan los costos requeridos para su reutilización; por lo que este “recurso” es considerado únicamente como un medio de transporte de los contaminantes hacia los grandes sumideros oceánicos.

4. Salud (bioseguridad)

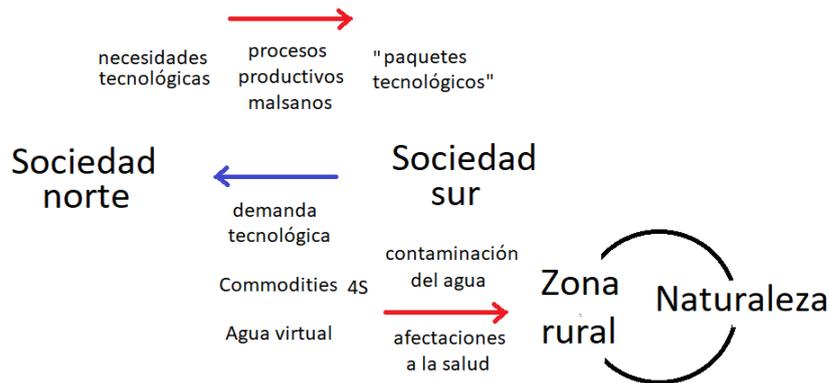
Por último, se puede concluir que el metabolismo sociedad-naturaleza existente en la actualidad es condicionado por el capital y genera condiciones poco solidarias con las poblaciones rurales de los países periféricos, ya que a estos grupos se socializan los problemas de contaminación como la causada al agua por agrotóxicos, determinando socialmente su salud con enfermedades como cáncer o afectaciones neurológicas. Ha sido imprescindible abordar esta temática desde la economía política, ya que devela los

sometimientos a la soberanía con los cuales se reproducen los procesos malsanos; y que son generalizados en la dominación y expansión del capital de forma segregada y solapada en el mundo.

Por último, se puede resumir el metabolismo rural de un país ubicado en el “sur” del planeta con el Gráfico 50, en donde las producciones industriales altamente contaminantes de los países del “norte” son desplazados hacia países del “sur”. Este desplazamiento incluye varias imposiciones para la compra de las materias primas, como el pago de derechos de propiedad intelectual, o la venta de sus tecnologías altamente contaminantes. Los países del “sur”, al depender de instrumentos tecnológicos del norte que no los puede producir por si mismos, se ve obligado a vender mercancías demandadas desde el norte mundial, como es el caso de las flores; las cuales convencionalmente usan agrotóxicos que producen enfermedades directamente en los trabajadores y en los habitantes circundantes debido a la contaminación del agua.

Gráfico 50.

Resumen del metabolismo rural de un país del “sur” del planeta



Fuente: Autor
Elaboración: Autor

Bibliografía

- Adediran, S.A, Wang Pan-Fen, Abbas Shilabin, Baron Charles, McLeish Michael y Pratt R F. 2017. “Specificity and mechanism of mandelamide hydrolase catalysis, *Archives of Biochemistry and Biophysics*”, 618: 23-31.
- Adama, Toé. 2010. *Estudio piloto sobre la intoxicación por plaguicidas agrícolas en Burkina Faso*. Secretaría del Convenio de Rotterdam.
- Adriaanse, Albert, Bringezu Steffan, Hammond Allen, Moriguchi Yuichi, Rodenburg Eric, Rogich Donald y Schütz Helmut. 1997. *Resource Flows: The Material Basis of Industrial Economies*. Washington DC: World Resources Institute.
- Aguilar, Carlos, Ferrer, Borrul Francisco, Marcé Rodoreda y Barceló Damiá. 1998. “Comparison of automated on-line solid-phase extraction followed by liquid chromatography–mass spectrometry with atmospheric pressure chemical ionization and particle beam mass spectrometry for the determination of a priority group of pesticides in environmental waters”. *Journal of Chromatography A*. No. 794.
- Aguilar-Barojas, Saraí. 2005. “Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud”. En *Salud en Tabasco*, No. 1-2, 11: 333-338.
- Aisha, Al Ahí, Hneine Wael, Mokh Samia, Devier Marie-Hélène, Budzinski Hélèn y Farouk Jaber. 2017. “Monitoring of 45 Pesticides in Lebanese Surface Water using Polar Organic Chemical Integrative Sampler (POCIS)”. *Ocean Sci.* <http://dx.doi.org/10.1007/s12601-017-0041-4>.
- AL-Sharafat, Ali, Altarawneh Mohammad y Altahat Ebraheem. 2012. “Effectiveness of Agricultural Extension Activities”. *Am. J. Agri. & Biol. Sci.*, 7 (2): 194-201.
- Allan, John. 1993. “Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible”. En ODA, *Priorities for water resources allocation and management*, 13-23. Londres.
- Allan, Tony. 1998. “Watersheds and problemsheds: Explaining the absence of armed conflict over water in the Middle East” En *Middle East Review of International Affairs* 2(1).

- , 1999. "Water stress and global mitigation: Water, food and trade". Arid Lands Newsletter, No.45.
- , 2003. "Virtual water eliminates water wars? A case study from the Middle East". En: <this230ater230i>.
- Allen, Richard, Pereira Luis, Dirk Raes y Smith Martin. 2006. "Evapotranspiración de cultivo". Roma: FAO.
- Almeida, María Cecicilia y Barreira Antonia. 2000. "Estudio de pós-graduação em enfermagem na América Latina: Sua inserção na comunidade científica". Tesis de postgrado, Rosangela de Sena (Ed.), Educación de Enfermería en América Latina; Universidad Nacional; Sede Bogotá Colombia.
- Almeida, Filho. 1989. "Epidemiologia Sem Números: Uma Introdução Crítica a Ciência Epidemiológica". Río de Janeiro: Editora Campus.
- Álvarez, David, James N. Huckins, Jimmie D. Petty, Tammy Jones-Lepp, Frank Stuer-Lauridsen, Dominic T. Getting, Jon P. Goddard y Anthony Gravel. 2007. "Tool for monitoring hydrophilic contaminants in water: polar organic chemical integrative sampler (POCIS), Comprehensive Analytical Chemistry", R. Greenwood, G. Mills and B. Vrana (Editors), Vol. 48: 171-197. ISSN: 0166-526X. [https://doi.org/10.1016/S0166-526X\(06\)48008-9](https://doi.org/10.1016/S0166-526X(06)48008-9)
- Álvarez, David, Perkins Stephanie, Nilsen Elena y Morace Jennifer. 2014. "Spatial and temporal trends in occurrence of emerging and legacy contaminants in the Lower Columbia River 2008–2010". En Science of the Total Environment. No. 484: 322-330.
- Amin, Samir. 1974. *Accumulation on a World Scale*. Londres: Harvester Press.
- Aragón, Orlando. 2011. "Una epistemología del Sur. La reinención del conocimiento y la emancipación social". Alteridades, 21 (41), Mexico.
- Ashman, Tia-Lynn y Daniel J. Schoen. 1994. "How long should flowers live?". Nature 371: 788-791. <<https://doi.org/10.1038/371788a0>>.
- Assoumani, Azziz, Sophie Lissalde, Christelle Margoum, Nicolas Mazzella y Marina Coquery. 2013. "In situ application of stir bar sorptive extraction as a passive sampling". Science of the Total Environment. 464: 829-835.
- Aung, Behnaz Saboori y Ehsan Rasoulinezhad. 2017. "Economic growth and environmental pollution in Myanmar: an analysis of environmental Kuznets

- curve”. *Environ Sci Pollut Res.* No. 24: 20487–20501. Thiri Shwessin Aung, Behnaz Saboori & Ehsan Rasoulinezhad
- BaLay, Jean Claude, Rabinovich Adriana, De La Porte Cheryl, Ruiz Lucía, Un da Mario, Vivero Mario, Serrano Tania y Nieves Gabriela. 2004. “Interfase Urbano-rural en Ecuador: Hacia un desarrollo rural integrado”. Informe de investigación LaSUR Nro. 5.
- Badii, Mohammad, Castillo Juan y Guillen Amalia. 2008. “Tamaño óptimo de la muestra”. *Innovaciones de Negocios* 5 (9). <https://doi.org/10.29105/rinn5.9-5>.
- Baird, Rodger y Bridgewater Laura. 2017. “Standard methods for the examination of water and wastewater” In *American Public Health Association 23rd edition*, Washington D.C.
- Bambirra, Vania. 1999. *El capitalismo dependiente latinoamericano*. Madrid: Siglo XXI.
- Banco Mundial. 2010. *Banco Mundial Recursos naturales pueden impulsar prosperidad a largo plazo de América Latina, según informe del Banco Mundial*. <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2010/09/16/natural-resources-can-fuel-latin-americas-long-term-prosperity-argues-world-bank-report>.
- Barceló, Damia y Hennion Marie-Claire. 1997. *Trace Determination of Pesticides and Their Degradation Products in Water*. Techniques and Instrumentation in Analytical Chemistry. Elsevier, Amsterdam.
- Bárcena, Alicia, Parado Antonio, Samaniego Jose Luis. 2012. *La economía del cambio climático en el Ecuador*. NEPAL Naciones Unidas.
- Barón, Jeisson y Sánchez Johanna. 2016. *Evaluación de la huella hídrica de C.I Flores La Conejera LTDA*.
- Barreda Marín, Andrés. 1995. “Actualidad de los Manuscritos económico-filosóficos de 1844”. En torno a la obra de Adolfo Sánchez Vázquez (Filosofía, Ética, Estética y Política). Gabriel Vargas Lozano, editor. México: Facultad de Filosofía y Letras. UNAM.
- . 1999. “Atlas Geoeconómico y Geopolítico del Estado de Chiapas. Capítulo II: La subordinación formal y real del consumo del agua”. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM.

- Becker, Marc y Trujillo Silvia. 2009. "Historia agraria y social de Cayambe". Tesis de posgrado, FLACSO; Sede Ecuador.
- Bernstein, William J. 2009. *Splendid Exchange: How Trade Shaped the World*. Grove Press - Atlantic Monthly Press; First Edition.
- Black, Bruce C., Hollingworth Robert, Ahammadsahib Kabeer I., Kukel Christine D. y Donovan Stephen F. 1994. *Insecticidal Action and Mitochondrial Uncoupling Activity of AC-303,630 and Related Halogenated Pyrroles. Pesticide Biochemistry and Physiology*. 50 (2).
- Boron, Atilio. 2003. "Estado, capitalismo y democracia en América Latina". Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, FLACSO.
- Boundi, Chraki F. 2018. "Valor y dinero en Marx", *Revista de Economía Institucional*, 97-127.
- Bourdieu, Pierre, Loïc Wacquant. 1992. *Una invitación a la sociología reflexiva SXXI*.
- Bower, Ogata y Tucker. 1969. "Rootzone Salt Profiles and Alfalfa Growth as Influenced by Irrigation Water Salinity and Leaching Fraction. *Agronomy Journal*". 61 (5): 783-785.
- Bravo, Elizabeth. (2022). "La imposición de derechos de propiedad intelectual al Pueblo Cayambi". <https://www.accionecologica.org/la-imposicion-de-derechos-de-propiedad-intelectual-al-pueblo-cayambi/>
- Bravo, María y Flores Shirley. 2006. "Antecedentes de la producción florícola". Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte.
- Breilh, Jaime. 2003 "Investigación cualitativa: ¿Nuevo fetichismo o endurecimiento de la ciencia? (Otra ciencia es posible)". 9no CONGRESO INTERNACIONAL, "1er CONGRESO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN CUALITATIVA EN SALUD PROGRAMA DE INVESTIGACION CUALITATIVA EN SALUD", México: Universidad de Guadalajara.
- . 2005. "La floricultura y el dilema de la salud. Por una flor justa y ecológica". Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.
- . 2007. "Nuevo Modelo de Acumulación y Agroindustria: Las Implicaciones ecológicas y epidemiológicas de la floricultura en Ecuador". *Ciência e Saúde Coletiva*, janeiro-março. 1 (12): 91-104.
- . 2009. "Replanteando las potencialidades de la interculturalidad en salud". Quito.

- . 2010a. “Determinantes ambientales y sociales de la salud”. En Galvao, Luiz Augusto C., ed., Finkelman, Jacobo, ed. Y Henao, Samuel, editorial Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud, OPS. 17-31.
- . 2010b. “Ciencia emancipadora, pensamiento crítico e intrculturalidad”. Universidad Andina Simón Bolívar.
- . 2010c. Las tres ‘S’ de la determinación de la vida 10 tesis hacia una visión crítica de la determinación social de la vida y la salud.: Passos Nogueira, Roberto, ed. Determinacao social da saúde e reforma sanitária. Río de Janeiro: Centro Brasileiro de Estudos de Saúde, CEBES.
- . 2011. “Aceleración agroindustrial Peligros de la nueva ruralidad del capital”. En Brassel, Frank, ed., Breilh, Jaime, ed., Zapata, Alex, ed. *¿Agroindustria y Soberanía Alimentaria?: hacia una ley de agroindustria y empleo agrícola, 171-190*. Quito: SIPAE.
- . 2013. “Hacia una redefinición de la soberanía agraria. ¿Es posible la soberanía alimentaria sin cambio civilizatorio y bioseguridad?” En Comercialización y Soberanía Alimentaria. Ed. Francisco Hidalgo, Pierril Lacroix y Paola Román. Quito: SIPAE.
- . 2014. Epidemiología crítica latinoamericana: raíces, desarrollos recientes y ruptura metodológica en Morales, Carolina, Juan Eslava. Tras las huellas de la determinación. Memorias del seminario Interuniversitario de Determinación Social de la Salud. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- . 2019. “Critical epidemiology in Latin America: roos philosophical and methodological ruptures”. En Vaiverdu, J., y Puyol Gonzalez *debats uin public health; cham, spinger*, 21-45.
- . 2020. SARS-CoV2: Rompiendo el cerco de la ciencia del poder. En “postnormales” P. Amadeo-Editor- Argentina: ASPO.
- . 2021. “Critical Epidemiology and the People’s Health, Oxford”. UK: Oxford University Press.
- Breilh, Jaime, Campaña Marco, Felicita Orlando Manuel, Hidalgo Francisco, Larrea María de Lourdes, Sánchez Doris, Straka Nadine, Yassi Annaleel. 2009. “Consolidación del estudio sobre la relación entre impactos ambientales de la

floricultura, patrones de exposición y consecuencias en comunidades de la cuenca del Granobles, (Sierra Norte, Ecuador)". En Informe técnico final, Universidad Andina Simón Bolívar, Ecuador.

-----, 2011. *Epidemiología crítica. Ciencia emancipadora e intercultural*. Buenos Aires: Editorial Lugar.

-----, 2013. "La determinación social de la salud como herramienta de transformación hacia una nueva salud pública (salud colectiva)". *Rev. Fac. Nac. Salud Pública* 2013; 31(Supl 1): 13-27.

British Petroleum. 2017. *Statistical Review of World Energy*. BP: Londres.

Brown R.A. 1970. "Water quality index-do we dare?". In *Water Sewage Works*, 11: 339 - 343.

Bruckmann, Mónica. 2012. "Recursos Naturales y la Geopolítica de la Integración Sudamericana". Instituto de Altos Estudios Nacionales, Quito.

Bücher, Karl. 1939. "El surgimiento de la idea nacional".

Bryan, Joe. 2012. "Rethinking Territory: Social Justice and Neoliberalism in Latin America's Territorial Turn". *Geography Compass*. 215-226. <10.1111/j.1749-8198.2012.00480.x>

Cachipuendo, Charles, Moya Carolina y Sandoval Catalina. 2011. "Plan Participativo de Gestión del Agua en la Micro-Cuenca del Río El Pisque". Universidad Politécnica Salesiana, Quito Ecuador.

Cachipuendo, Charles. 2018. "Modelo dinâmico para a gestão e manejo sustentável de sistemas de irrigação comunitários, no marco do Bom Viver: estudo do caso na bacia do Rio Pisque". Universidade de São Paulo.

-----, 2021. *Entrevista sobre precios de flores*.

Cain, Louis. 1997. "Historical perspective on infrastructure and US economic development". *Regional Science and Urban Economics*, 2 (27): 117-138. <Doi:10.1016/s0166-0462(96)02148-5>.

Cairns, Thomas y Sherma Joseph. 1992. "Emerging Strategies for Pesticide Analysis". En CRC Press.

Calderón, Álvaro, Dini Marco y Stumpo Giovanni. 2008. *Los desafíos del Ecuador para el cambio estructural con inclusión social*. CEPAL.

- Casida, John, Kenzo Ueda y David Soderlund. 1975. "Archives of Environmental Contamination and Toxicology", Vol. 3: 491-500.
- Carcanholo, Reinaldo. 2012. "Mercancía y valor-trabajo: Guía de lectura de Marx (II)". <https://kmarx.wordpress.com/2012/07/24/mercancia-y-valor-trabajo-guia-de-lectura-de-marx-ii/>.
- Cava, Xavi. 2018. "La subsunción y el modo de consumo capitalista", OXÍMORA: REVISTA INTERNACIONAL DE ÉTICA Y POLÍTICA, Nro. 14.
- Caves, Richard. 1982. "Multinational Enterprise and Economic Analysis". Cambridge: Cambridge University Press.
- Cedillo, Coraima, González Carla y Salcedo Virgilio. 2021. "El sector florícola del Ecuador y su aporte a la Balanza Comercial Agropecuaria: período 2009 – 2020". Revista Científica y Tecnológica UPSE. No. 1: 8.
- CELAC. 2013. *Desarrollo productivo e Industrialización en América Latina y el Caribe*. Caracas: Secretaría Permanente del SELA.
- Chafla, Pablo. 2017. "Proyecto Iniciativa Finanzas de la Biodiversidad (BIOFIN). Experto/a en valoración económica de servicios ecosistémicos y tarifas de agua sostenibles". Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaría del Agua.
- Childe, Gordon. 1950. "The Urban Revolution". The Town Planning Review, Liverpool University Press, 21 (1): 3–17. <http://www.jstor.org/stable/40102108>.
- Chiva, Sergio, Berlanga José, Martínez Raúl y Climent Javier. 2017. "Procesos De Oxidación Avanzada En El Ciclo Integral Del Agua". Colección: Cátedra FACSA de Innovación en el Ciclo Integral del Agua.
- Chomsky, Noam. 1998. "Año 501. La conquista continúa". Bostón: Prodhifi. Libro. 8.
- Cleveland, David. 2013. "Balancing on a planet: the future of food and agriculture". University of California Press.
- Clough, John, Kevin Beautement, Paul J. de Fraine y Christopher R. A. Godfrey. 1992. "Fungicidal beta-methoxyacrylates: from natural products to novel synthetic agricultural fungicides". FAO.
- Coase, Ronald. 1960. "El problema del costo social. Journal of Law and Economics". 3: 1-44.

- Congreso Nacional. 2004. *Ley De Gestion Ambiental*, Codificación 19, en Registro Oficial, Suplemento, No. 418.
- Cordova, Ricardo. 2013. “Diagnóstico económico local del cantón Pedro Moncayo Período (2000-2010)”.
 <<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6269/T-PUCE-6450.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.
- Corrales, Joselyn. 2016. “Análisis del sector florícola ecuatoriano periodo 2005-2015 caso Cayambe”. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Correa, Eugenia. 2010. “México, crisis económica y financiera”. *Ola: Revista Financiera*. No. 6: 3.
- Cruz Valenciano, Jesús. 2014. “El surgimiento de la cultura burguesa. Personas, hogares y ciudades en la España del siglo XIX, Club Siglo XXI”. Madrid.
- Dalin, Carole, Konar Megan, Hanasaki Naota, Rinaldo Andrea. y Rodriguez Iturbe Ignacio. 2001. “Evolution of the global virtual water trade network”. *PNAS*, Vol. 109, No. 21.
- Dalin, Carole, Megan Konar, Naota Hanasaki, Andrea Rinaldo e Ignacio Rodriguez-Iturbe. 2012. “Evolution of the global virtual water trade network”, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 16 (12): 5989-5994, <doi:10.1073/pnas>.
- Dean, Peter y Watson David. 1979. “Protein purification using triazine dyes”. *Journal of Chromatography A*. 165 (3).
- De la Torre, Augusto, Juan Carlos Gozzi, Sergio L. Schmukler. 2007. “Stock market development under globalization: Whither the gains from reforms?”, *Journal of Banking & Finance*, 6: 31.
- Del Castillo, Luis. 2015. “Proyecto factibilidad para la creación de una empresa comercializadora de rosas ecuatorianas hacia el mercado norteamericano y europeo ubicado en el Distrito Metropolitano de Quito”. Trabajo de titulación de grado previa la obtención del título de ingeniería comercial, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Descartes, René. 2010. *Discurso del método; traducción de Manuel García Morente*, Colección Austral-Espasa Calpe, Madrid.
- Dieterich, Heinz, Dussel Enrique, Raimundo Franco, Peters Arno, Stahmer Carsten y Zemelman Hugo. 2006. “Fin del capitalismo global. El nuevo proyecto

- histórico”. Editorial: Fondo Editorial por los Caminos de América, Barquisimeto, Venezuela.
- Dicken, Peter. 1992. “Global Shift: The Internationalization of Economic Activity”. Chapman Publishing, London.
- Domínguez, Adolfo. 2001. “La polis y la expansión colonial griega, siglos VIII-VI”. Madrid: Editorial Síntesis.
- Donnangelo, Cecilia. 1983. “A pesquisa em saúde coletiva no Brasil: a década de 70”. In: Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva. Ensino da saúde pública, medicina preventiva e social no Brasil. Río de Janeiro: ABRASCO. V. No. 2: 17-35.
- Donnangelo, Cecilia y Pereira Luiz. 2014. “Saúde e sociedade, Health and society”. Sao Paulo: Duas Cidades.
- Dosi, Giovanni, Keith Pavitt y Luc Soete. 1990. “The Economics of Technical Change and International Trade, Laboratory of Economics and Management (LEM)”, Sant’Anna School of Advanced Studies, Pisa, Italy.
- Ecuauquímica. 2014. *Productos para control de enfermedades*. Catálogo de ventas.
- Echeverría, Bolívar. 1986. *El discurso crítico de Marx*, ed. Ediciones ERA, México.
- . 1998. *El “valor de uso”: ontología y semiótica*. Valor de uso y utopía, México. Siglo XXI, 153-197.
- . 2011. “Discurso crítico y modernidad”. Ediciones Desde Abajo.
- Ekelund, Robert y Hébert Robert. 1975. “Historia de la teoría económica y de su método”. Tercera edición. McGraw Hill.
- Ellsworth, Paul. 1956. “The Terms of Trade between Primary Producing and Industrial Countries”, Inter-American Economic Affairs, Summer.
- Emmanuel, Arghiri. 1972. “Unequal Exchange. A Study of Imperialism of Trade”. Londres: NLB.
- Engels, Federico. 1961. “Dialéctica de la naturaleza”. Grikalbo. México.
- Empresa Pública Municipal de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento Básico del Cantón Pedro Moncayo (EP-EMASA PM). 2010. “Memoria del sistema de agua potable de Guallaro Grande del tanque de reserva de 50 m³, cantón Pedro Moncayo”. Provincia de Pichincha.

- Espinoza Piguave, Edwin Ulises. 2019. "La ampliación de la periferia en el cambio de centro hegemónico". *Comentario Internacional*, Nro. 19.
- EURODAD. 2006. *La condicionalidad del Banco Mundial y el FMI: una injusticia para el desarrollo*. Bélgica: EURODAD.
- Expoflores. 2018. Lista de socios <<https://expoflores.com/lista-de-socios-expoflores/>>.
- , 2019. *Reporte Estadístico Anual 2018*.
- , 2021. *Reporte Estadístico Anual 2020*.
- Falagas, Matthew, Vouloumanou Evridiki, Mavros Michail y Karageorgopoulos Drosos. 2009. "Economic crises and mortality: a review of the literature". *Clinical Practice*. 8 (63).
- Falkenmark, Malin y Rockström Johan. 2006. "The New Blue and Green Water Paradigm: Breaking New Ground for Water Resources Planning and Management". In *J. Water Resour. Plann. Manage.* 132 (3): 129-132.
- Farinango, Jorge. 2019. "Las tecnologías de la información y comunicación para el mejoramiento del sector florícola en el cantón Cayambe" Universidad Técnica del Norte.
- Feinmann, José y Mark R. Cohen. "Filosofía aquí y ahora". Buenos Aires: Canal Encuentro, 2012.
- Feng, Kuishuang y Hubacek Klaus. 2015. "A multi-region input-output analysis of global virtual water flows".
- Fereidoon, Shahidi. 2009. "Nutraceuticals and functional foods: Whole versus processed foods, *Trends in Food Science & Technology*", 9 (20).
- Ferm, Nora. 2008. "Is the bloom off the rose? The reality of the flower-export industry." *Kennedy School Review*, 8: 19. Gale Academic OneFile. <link.gale.com/apps/doc/A192590964/AONE?u=ups_cons&sid=googleScholar&xid=8d287471>.
- Ferrer, Imma y Thurman Michael. 2007. "Multi-residue method for the analysis of 101 pesticides and their degradates in food and water samples by liquid chromatography/time-of-flight mass spectrometry". *Journal of Chromatography*, 1175 (1): 24-3.
- Field, Barry y Martha Field. 2003. "Economía ambiental". McGraw-Hill: Madrid.

- Flanders, Allan. 1964. "The productivity agreements: a case study of management and collective bargaining". London: Faber and Faber.
- Foucault, Michel. 1996. "Las palabras y las cosas: una arqueología de las ciencias humanas".
- , 1968. "Las palabras y las cosas. Una arqueología de las ciencias humanas. Siglo XXI". Editores, S.A. de C.V.
- , 1996. "Tecnologías del yo. Barcelona: Paidós".
- Frank, André Gunder. 1976. "Capitalismo y Subdesarrollo en América Latina". México: Siglo XXI.
- French, Doug. 2006. "The Dutch Monetary Environment During Tulipmania," Quarterly Journal of Austrian Economics 9, Nro. 1: 3-14.
- Friedman, Milton. 1962. "Capitalismo y libertad".
- Frodeman, Robert, Thompson Julie y Mitcham Carl. 2010. "The Oxford handbook of interdisciplinarity". Oxford, New York: Oxford University Press.
- Fukuto, T. Roy. 1979. "Effect of structure on the interaction of organophosphorus and carbamate esters with acetylcholinesterase". En: Narahashi, T. (Ed.) Neurotoxicology of Insecticides and pheromones. Plenum Press, 277-295.
- GADIP Cayambe.2020. *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2020-2030.(2019)*
 <https://municipiocayambe.gob.ec/images/ley_transparencia/LOTAIP/2020/Octubre/literales/literal_s-Anexos/02.Plan_de_Desarrollo_y_%20Ordenamiento_Territorial_cant%C3%B3n_Cayambe_2020-2030.pdf>.
- Gad Municipal Pedro Moncayo. 2018. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial PDOT*. Quito.
 <http://www.pedromoncayo.gob.ec/documentos/ord2018/028_2018%20ANEXO%201%20PDOT%20PEDRO%20MONCAYO.pdf>.
- García, Heidi. 2020. "Matriz de procesos críticos de la determinación social de la salud en la afectación al sistema inmune por exposición a agrotóxicos en La Paz, Bolivia". Universidad del Rosario, Revista Ciencias de la Salud, Vol. 18.
- García, Plácido. 1959. "Problemas de integración industrial Latinoamericana". Revista de Economía y Estadística, Córdoba: Tercera Época, 1- 4 (3): 99-117.

- García, Susana. 2010. “Los biocidas: incidencia normativa y social: situación en la Comunidad de Madrid”. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Garnero, Gabriel. 2018. “La Historia Ambiental y las Investigaciones Sobre el Ciclo Hidrosocial: Aportes para el Abordaje de la Historia de los Ríos”. *La Historia Ambiental y las Investigaciones Sobre el Ciclo Hidrosocial: Aportes para el Abordaje de la Historia de los Ríos*. 2 (8).
- Gilpin, Robert. 1975. “Power and the multinational corporation: the political economy of foreign direct investment”. New York: Basic Books.
- Gomez Tabares, Gloria Estela, María Victoria López, Sandra Catalina Ochoa Marínd y Olga Cecilia Wilches Flóreze. 2007. “Matriz de procesos críticos: Propuesta para estudiar condiciones de vida y salud”. *Medellín*, 1(25): 21-28. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-53072007000100002&lng=en&nrm=iso. Consulta: 1 de enero de 2021.
- Gobierno de Pichincha. 2016. *AGENDA DE DESARROLLO ÁREA DE INFLUENCIA DEL CANAL DE RIEGO “CAYAMBE – PEDRO MONCAYO”*. http://sitp.pichincha.gob.ec/repositorio/240ater240_paginas/archivos/Agenda%20de%20Desarrollo%20C3%81rea%20de%20Influencia%20del%20Canal%20de%20Riego%20Cayambe-Pedro%20Moncayo.pdf.
- González, María, Saldarriaga Gabriel y Jaramillo Omar. 2010. “Estimación de la demanda de agua de la demanda hídrica sectorial”. *Conceptualización y dimensionamiento*. IDEAM.
- González, Toledo. 2014. “The Social Metabolism: A Socio-Ecological Theory of Historical Change”. Springer. ISBN 978-3-319-06357-7.
- Gonzalvo, Katya. 2018. PROECUADOR. “Tendencias de consumo: comportamiento de las importaciones de flores por parte de Rusia y demás países de la comisión 68 económica euroasiática.” Moscú, Rusia. <https://www.proecuador.gob.ec/tendencias-de-consumo-comportamiento-de-las-importaciones-de-flores-por-parte-de-rusia-y-demas-paises-de-la-comision-economica-euroasiatica/>.
- Górecki, Tadeusz y Namiésnik Jacek. 2002. “Passive sampling”, *Trac-trends in Analytical Chemistry*, 21 (4): 276-291.

- Gruić, Igor. 2018. "Sociocybernetics of Science Versus Science of Sociocybernetics: Language of Industry Revolution 4.0 as a Niche for and Against Future of Sociology". In *Book of Abstracts of the XIX ISA World Congress of Sociology / - Toronto: International Sociological Association, Congress XIX ISA World Congress of Sociology*, 385-386.
- Grunder, Hermann. D. 1967. "Treatment trials of ringworm of Cattle with thiadiazines". *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 23 (74).
- Guba, Egon. 1990. "The paradigm dialog". Thousand Oaks, CA, US: Sage Publications, Inc.
- Gudynas, Eduardo. 2000. "Los límites de la sustentabilidad débil, y el tránsito desde el capital natural al patrimonio ecológico". *Educación, Participación y Ambiente*, Caracas: MARN, 4: 7-11.
- Guzmán, María. 2011. "Keynes y la síntesis neoclásica/keynesiana frente a la crisis y los movimientos de capital internacional". *Análisis Económico*, 61 (26): 53-67.
- GWP. 2009. *Integrated Water Resources Management in Action*. WWAP, DHI Water Policy, PNUMA-DHI Centro para el Agua y el Medio Ambiente.
- Haberler, Gottfried. 1959. "Internatiional Trade and Econzomic Development". Cairo: National Bank of Egypt.
- Handal, Alexis. 2005. "Plaguicidas y la Salud de Mujeres y sus Hijos: Región Floricultora del Ecuador". Ann Arbor: Estudio del Programa Doctoral en Epidemiología, Universidad de Michigan asociado con el Centro de Estudios y Asesoría en Salud (Programa EcoSalud CEAS/CIID).
- Harp Theodore, Godwin John, Scalliet Georgia, Walter Stalker, Bartlett David y Ranner. 2011. "Isopyrazam, a new generation cereal fungicide. Aspects of Applied Biology", 106: 113-120.
- Harvey, David. 1990. "Los límites del capital y la teoría marxista". Traducido por Mariluz Caso. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- , 2002. "Spaces of Capital. Towards a Critical Geography". Routledge. New York.
- , 2007. "Espacios del capital. Hacia una crítica". Madrid: Akal.
- Hegel. 1817. "Encyclopadie der philosophischen Wissenschaften", 255-259.
- Heidegger, Martín. 1926. "El ser y el tiempo".

<http://www.afoiceeomartelo.com.br/posfsa/Autores/Heidegger,%20Martin/Heidegger%20-%20Ser%20y%20tiempo.pdf>).

- Hermanowicz, Adam, Nawarska, D Borys y Maślankiewicz. 1982. “The neutrophil function and infectious diseases in workers occupationally exposed to organochloride insecticides”. *Arch Occup Environ Health*, Nro. 50: 329–340. <https://doi.org/10.1007/BF00377829>.
- Hering, Janet y Karin Ingold. 2012. “Water Resources Management: What Should Be Integrated? Science”, 336 (6086): 1234-1235. [Doi:10.1126/science.1218230](https://doi.org/10.1126/science.1218230).
- Hernández, Felix, Sancho Juan Vicente, Pozo Oscar, Lara A y Pitarch Elena. 2001. “Rapid direct determination of pesticides and metabolites in environmental water samples at sub- $\mu\text{g/l}$ level by on-line solid-phase extraction-liquid chromatography–electrospray tandem mass spectrometry”. *Journal of Chromatography A*. 1-2 (939): 1-11.
- Hidalgo, José. 2017. “La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: El sector florícola ecuatoriano”. Universidad Andina Simón Bolívar.
- Hobbes, Thomas. 2018. *Leviatán*. Deusto. Barcelona.
- Hoekstra, Arjen y Hung Pham Quang. 2003. “Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade”. Value of Water Research Report Series Nro. 11.
- Horkheimer. 1937. “Teoría tradicional y teoría crítica”.
- Huckins James, Jimmie D. Petty, Carl E. Orazio, Jon A. Lebo, Randal C. Clark, Virginia L. Gibson, William R. Gala y Kathy R. Echols. 1999. “Determination of Uptake Kinetics (Sampling Rates) by Lipid-Containing Semipermeable Membrane Devices (SPMDs) for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Water”. *Environ. Sci. Technol.* 33: 3918.
- Ioris, Antonio. 2015. “The politico-ecological economy of neoliberal agribusiness: displacement, and mystification”. 2(48): 84-91.
- Instituto Espacial Ecuatoriano IEE. (2013). *Memoria Técnica Cantón Cayambe*.
- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2017. “Anuario Meteorológico” No 53-2013. Quito-Ecuador. <https://1fichier.com/?2xm7sae3cs>

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2001. *Cantón Cayambe*. Fascículo de Censo de 2001.
- 2001. *Cantón Pedro Moncayo*. Fascículo de Censo de 2001.
- 2010. *Resultados del Censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador*. Fascículo provincial Pichincha.
- Jia, Shaofeng, Lin Shijun y Lv Aifeng. 2010. “Will China’s water shortage shake the world’s food security?”. *Water International*, 35 (1): 6-17.
 <DOI: 10.1080/02508060903513874>.
- Jordán, Fausto. 2003. “Reforma agraria en el Ecuador. En *Proceso Agrario en Bolivia y América Latina*”. La Paz: CIDES-UMSA, Posgrado en Ciencias del Desarrollo Plural Editores.
- Kang, Wang, Wei Chen, Jiayu Tian, Fangqu Niu, Yu Xing, Yamei Wu, Ruixuan Zhang, Jinsha Zheng y Li Xu. 2022. “Accumulation of microplastics in greenhouse soil after long-term plastic film mulching in Beijing, China”. *Science of The Total Environment*, Vol. 828.
- Kant, Immanuel. 2005. “Crítica de la razón pura”. Taurus pensamientos. Traducción Pedro Ribas.
- Kiso, Yoshiaki., Li Hongton, Shigetoh K, Kitao Takane, Jinno Kiyokatsu. (1996). “Pesticide analysis by high-performance liquid chromatography using the direct injection method”. *Journal of Chromatography A*. 1-2 (733): 259-265.
- Kouzayha, Abir, Al Ashi, Aisha Akoum, Rami Al Iskandarani, Mohamad Budzinski y Helene Jaber Farouk. 2013. “Occurrence of Pesticide Residues in Lebanon’s Water Resources”. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*. <DOI: 91. 10.1007/s00128-013-1071-y>.
- Krugman, Paul y Anthony J. Venables. 1995. “Globalization and the Inequality of Nations”, *The Quarterly Journal of Economics*, 4 (110): 857-880.
 <<https://doi.org/10.2307/2946642>>.
- Kornhauser, William y Horowitz Louis Irving. 1959. “The Politics of Mass Society”, 1st ed., Routledge. <<https://doi.org/10.4324/9781315133980>>.
- Krzywinski Martin, Jacqueline Schein, Inanç Birol, Joseph Connors, Randy Gascoyne, Doug Horsman, Steven J Jones, Marco A Marra. 2009. “Circos: An information aesthetic for comparative genomics”. *Genome*. 19: 1639-1645.

- Kubzansky, Laura, Seeman Teresa, Glymour Maria. 2014. "Biological pathways linking social conditions and health. Plausible mechanisms and emerging puzzles". En L F Berkman I Kawachi & M Glymour. Social epidemiology (second edition), Oxford University Press, 512-561.
- Kuhn, Thomas. 1962. "La estructura de las revoluciones científicas". University of Chicago Press.
- Laurell, Asa. 1982. "La Salud-Enfermedad como proceso social". CUADERNOS MÉDICO SOCIALES.
- . 1978. Proceso de trabajo y salud. Cuadernos Políticos, número 17, México, D.F., editorial Era, 59-79.
- Lee Wolfe, Richard, Zepp Doris F., Paris, George L. Baughman, and Reginald C. Hollis (1977). "Methoxychlor and DDT Degradation in Water: Rates and Products". Environmental Research Laboratory, U.S. Environmental Protection Agency, Athens, Ga. 3060:1.
- Lee Peluso, Nancy y Christian Lund. 2011. "New frontiers of land control: Introduction", The Journal of Peasant Studies, 38 (4): 667-681.
 <DOI: 10.1080/03066150.2011.607692>
- Leibniz G. "Teodicea: ensayos sobre la bondad de Dios, la libertad del hombre y el origen del mal". Biblioteca Nueva. Madrid, 2014
- Lemessa B. Merga, Alemayehu A. Mengistie, Miresa T. Alemu, Paul J. Van den Brink. 2021. "Biological and chemical monitoring of the ecological risks of pesticides in Lake Ziway, Ethiopia". Chemosphere 266: 129214.
- Lewontin, Richard, Rose Steven y Kamin Leon. 1984. "No está en los genes. Crítica del racismo biológico". Grijalbo Mondadori. Barcelona.
- Lhomme Ludovic, Brosillon Stephan y Wolbert Dominique. 2007. "Photocatalytic degradation of a triazole pesticide, cyproconazole, in water". In Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, 1 (188): 34-42.
- Li, Wen-Wei, Yu Han-Quig y Rittmann Bruce. 2015. "Chemistry: Reuse water pollutants". Nature 528: 29. <<https://doi.org/10.1038/528029a>>.
- Locke, John. 1996. "Dos Ensayos sobre el Gobierno Civil". Madrid, Planeta-Agostini, Primer Ensayo, No. 4.

- López-Roldán, Pedro, López de Alda Miren y Damià Barceló. 2004. "Simultaneous determination of selected endocrine disrupters (pesticides, phenols and phthalates) in water by in-field solid-phase extraction (SPE) using the prototype PROFEXS followed by on-line SPE (PROSPEKT) and analysis by liquid chromatography-atmospheric pressure chemical 245n-mass spectrometry". *Anal Bioanal Chem* 378: 599-609. <<https://doi.org/10.1007/s00216-003-2187-4>>.
- Luellen, Drew y Shea Damian. 2002. "Calibration and Field Verification of Semipermeable Membrane Devices for Measuring Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Water Environ". *Sci. Technol.* 36: 1791-1797. <https://doi.org/10.1021/es0113504>.
- Luxemburgo, Rosa. 1974. "Introducción a la economía política, Siglo Veintiuno de España".
- Madrid Cristina. 2013. "Analizando el metabolismo hídrico de los socio-ecosistemas: fundamentos teóricos y metodológicos". VII Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua. Universidad de Lusiada.
- , 2014. "The Water Metabolism of Socio-Ecosystems Epistemology, Methods and Applications". Universitat Autònoma de Barcelona (UAB).
- Maldonado, Jaimes, Gabriel Sierra Castro, Fernando Augusto Reyes Bermúdez, Leonardo Rodríguez Lesmes e Ismael Guillermo Franco Bulla. 2019. "La industria de las flores". [Curso de Profundización, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio Institucional UNAD. <<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/26613>>.
- Mandato Constituyente del 16 de julio de 2008.
- Marcuse, Herbert. 2001. "Algunas implicaciones sociales de la tecnología moderna". En *Guerra, tecnología y fascismo Medellín: Universidad de Antioquia, Fundación Editora de UNESP*, 53-86.
- Mariátegui, José Carlos. 1979. "Siete Ensayos de Interpretación de la Realidad Peruana". Venezuela: Fundación Biblioteca Ayacucho. ISBN 8466000321, 1979.
- Marini, Ruy. 1973. "Dialéctica de la dependencia". Bogotá: Siglo del hombre editores.
- Márquez, Humberto. 2010. "La gran crisis del capitalismo neoliberal". *Andamios* 13(7), México.

- Martínez-Alier, Joan. 2009. “El Ecologismo de los pobres”. Barcelona, España. Editorial Icaria, pp. 395.
- . 1999. Introducción a la economía ecológica. Editorial RUBES: Barcelona.
- Martínez, Joan. 2005. “El ecologismo de los pobres. Conflictos ambientales y lenguajes de valoración”, 1 ed., Barcelona: Icaria, Antrazyt-Flacso.
- Martinez-Alier, Joan y Walter Mariana. 2016. “Social Metabolism and Conflicts over Extractivism”. En *Environmental Governance in Latin America*.
- Marx, Karl.** 1970. “Miseria de la filosofía”. Biblioteca del pensamiento socialista. Siglo veintiuno editores.
- . 1974. Teorías sobre la plusvalía. Editorial Cartago. Buenos Aires.
- . 1980. “Cuadernos de París. XIII al XV”, folios 753 al 944; 1207, 1-1538, 25; III, 7-480. Ediciones Era. México D.F. Segunda edición.
- . 2002. “El Capital tomo I. Siglo XXI”, México Editores.
- . 2010. Tesis sobre Feuerbach y otros escritos filosóficos, Tesis I y V. Colección Roja. Caracas.
- Mas-Colell, Andreu, Michael Whinston y Jerry Green. 1996. “Microeconomic Theory”. Estados Unidos: Oxford University Press.
- Mazoyer y Roudart. 2006. “A history of world agriculture: from the Neolithic age to the current crisis”, Earthscan.
- Metcalf y Eddy. 1995. “Ingeniería de Aguas residuales”. McGraw Hill. Madrid, España.
- . 2015. “Wastewater Engineering. Treatment and Reuse”. McGraw Hill. New York, Estados Unidos.
- McDonald, Kristen, Bosshard Peter y Brewer Nicole. 2009. “Exporting dams: China’s hydropower industry goes global”. *Journal of Environmental Management*, 90: 294-302. <doi:10.1016/j.jenvman.2008.07.023>.
- Meadows, Donella, Gary Meadows, Jorgen Randers y William Behrens. 1972. “The Limits to Growth”. Universe Books: New York.
- Mena-Vásconez, Patricio, Boelens, Rutgerd y Jeroen Vos. 2016. “Food or flowers?. Contested transformations of community food security and water use priorities under new legal and market regimes in Ecuador’s highlands”. *Journal of Rural Studies*.

- Menéndez, Eduardo. 1981. "Poder, estratificación y salud: Análisis de las condiciones sociales y económicas de la enfermedad en Yucatán. México: Ediciones de la Casa Chata".
- , 1998. "Estilos de vida, riesgos y construcción social. Conceptos similares y significados diferentes". *Estudios Sociológicos*. 46: 37-67.
- Menéndez, Eduardo y Di Pardo Renée. 2008. "La representación social negativa de los procesos de salud/enfermedad/atención en la prensa escrita". En *Salud Colectiva*, 4 (1): 9-30.
- Miège, Cecile, Mazzella Nicolas, Séverine Schiavone, Aymeric Dabrin, Catherine Berho, Jean Philippe Ghestem, Catherine Gonzalez, Jean Louis Gonzalez, Béatrice Lalère, Sophie Lardy-Fontan, Bénédicte Lepot, Dominique Munaron, Céline Tixier, Anne Togola y Coquery M. 2012. "An in situ intercomparison exercise on passive samplers for monitoring metals, polycyclic aromatic hydrocarbons and pesticides in surface waters". *Analytical Chemistry*, Vol. 36.
- Miles y Evans 1979. "Demystifying social statistics", London, Pluto Press.
- Mill, John Stuart. 2001. "Principios de economía política". Fondo de Cultura Económica de España. México DF.
- Ministerio del Ambiente. 2015. *Normativa, Acuerdo Ministerial 097 A*.
- Mohamad I., Hejazi, Nathalie Voisin, Lu Liu, Lisa M. Bramer, Daniel C. Fortin, John E. Hathaway, Maoyi Huang, Page Kyle, L. Ruby Leung, Hong-Yi Li, Ying Liu, Pralit L. Patel, Trenton C. Pulsipher, Jennie S. Rice, Teklu K. Tesfa, Chris R. Vernon y Yuyu Zhou. 2015. "21st century United States emissions mitigation could increase water stress more than the climate change it is mitigating". *PNAS*. 112 (34): 10635-10640.
- Monteiro, Fabricio. 2009. "A diferenciação centro-periferia como estratégia teórica básica para observar a produção científica". *Artigos: Rev. Sociol. Polit.*, Nro. 17: 34.
- Mora, Darner. 2009. "Agua". Editorial. Universidad Estatal a Distancia.
- Morris R. J. Matthew. 1979. "The Middle Class and the Property Cycle during the Industrial Revolution". In: Smout T.C. (eds) *The Search for Wealth and Stability*. Palgrave, London.

- Morrone, Manuel. 2017. "Muestreo pasivo de contaminantes disueltos: Optimización de la técnica y calibración en laboratorio y campo en sitios contrastantes de la cuenca del Plata". Universidad Nacional de la Plata.
- Murdock, Chris, Mike Kelly, Ling-Yuan Chang, William Davison y Hao Zhang. 2001. "DGT as an in Situ Tool for Measuring Radiocesium in Natural Waters". *Environ. Sci. Technol.* 35: 4530-4535. <https://doi.org/10.1021/es0100874>.
- Naranjo, Alexander. 2017. "La otra guerra: situación de los plaguicidas en el Ecuador". *Acción Ecológica*.
- Narváez, John. 2012. "Passive sampling in the study of dynamic and environmental impact of pesticides in 248 later".
- Niisato, Yasutaka. 2018. "Dynamics of Production and Trade of Flower Bulbs in the Netherlands, China and Japan". Faculty of Economics, University of Toyama.
- O'Donovan, Gerard y Neuhard Jan. 1970. "Pyrimidine metabolism in microorganisms". *Bacteriological Reviews*, 34 (3): 278-343.
- Ohmae, Kenichi. 1990. "El poder de triada: panorama de la competencia mundial en la próxima década". McGraw-Hill.
- OMS. 2019. "Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y Directrices para la clasificación".
- Omura, Satoshi, Shiomi, Kazuro y Kiyoshi Kita. "Advances in drug discovery and biochemical studies". 79 (4): 581-591.
- Orellana, Christian. 2015. "Escenarios hidrográficos en la cuenca del río Guayllabamba: Modelación de caudales mínimos". Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. Escuela Politécnica Nacional.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, *Definiciones para los fines del codex alimentarius. Definiciones de los términos del análisis de riesgos relativos a la inocuidad de los alimentos*. 29 de septiembre de 2018. <http://www.fao.org/docrep/W5975S/w5975s08.htm>.
- , 2019. *Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH)*. <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/iwrm.shtml>.
- Ortiz-Barrios, Felizzola-Jiménez. 2016. "Diagnóstico de problemáticas asistenciales en clínicas y hospitales de Barranquilla". *Rev. Salud pública*, 18 (4): 592-604.

- Osby, John, Martin Michael y Ganem Bruce. 1984. "An exceptionally mild deprotection of phthalimides". *Tetrahedron Lett.* 25: 2093-2096.
- Oye, Kenneth A. 1992. "Economic Discrimination and Political Exchange: World Political Economy In The 1930s And 1980s". *Books by Alumni*, pp. 1257. <<https://works.swarthmore.edu/alum-books/1257>>.
- Parada-Puig, Gabriela. 2012. "El agua virtual: conceptos e implicaciones". *ORINOQUIA – Universidad de los Llanos Villavicencio. Colombia*, 1 (16).
- Patel, Pari y Pavitt Keith. 1991. "Large Firms in the Production of the World's Technology: An Important Case of Non-Globalisation". *J Int Bus Stud*, 22: 1-21. <<https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.8490289>>.
- Peter, O. Lin, Korotzer Karen y Joe A. 2002. "Persistent Organic Pollutants (POPs) and Human Health". *World Federation of Public Health Association Publications*, pp. 1-35. Washington, DC, USA.
- Pinanjota, Jorge. 2016. "El crecimiento acelerado de las plantaciones florícolas en el sector de Guachalá y su incidencia en las comunidades aledañas de la parte baja de la parroquia Cangahua, cantón Cayambe, provincia de Pichincha, durante los últimos cinco años". Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador, Sede Ecuador.
- Pirisi, Filippo M., Paolo Cabras, V. Luigi Garau, Marinella Melis y Enrico Secchi. 1996. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 8 (44): 2417-2422. <DOI: 10.1021/jf9501711>.
- Pharino, Chanathip. 2007. "Sustainable Water Quality Management Policy", Vol. 10, Cambridge: Springer.
- Posso, Fausto. 2002. "Energía y ambiente: pasado, presente y futuro. Parte dos: Sistema energético basado en energías alternativas". *Geoenseñanza*, 1-2 (7): 54-73
- Quijano, Daniel. 2011. "Del Neolítico a las sociedades urbanas del Próximo Oriente: Mesopotamia y Egipto" (Temario de oposiciones de Geografía e Historia), *Clío* 37. ISSN: 1139-6237. <<http://clio.rediris.es>>.
- Quishpe, Byron. 2017 "Actividades florícolas en el Cantón Cayambe y su repercusión en el derecho al buen vivir en un ambiente sano, para sus habitantes en el periodo 2016". Universidad Central del Ecuador, 2017.

- Raynolds, Laura. 2012. "Fair Trade Flowers: Global Certification", *Environmental Sustainability, and Labor Standards*. *Rural Sociology*. 4 (77).
- Reich, Walter. 1990. "Understanding terrorist behavior: The limits and opportunities of psychological inquiry". En W. Reich (Ed.), *Origins of terrorism: Psychologies, ideologies, theologies, states of mind*. Cambridge University Press; Woodrow Wilson International Center for Scholars, pp. 261-279.
- Ricardo, David. 2003. *Principios de economía política y tributación*. Pirámide. Madrid.
- Ridoutt, Bradley G. y Pfister Stephan. 2010. "A revised approach to water footprinting to make transparent the impacts of consumption and production on global freshwater scarcity". *Global Environ Change*, pp. 113-120.
- Rimblas, María y Gelabert Sánchez. 1998. "Plaguicidas, prevención de riesgos". Murcia: Consejería de Sanidad y Consumo.
- Ringrose, David. 1983. "The European Periphery and Industrialization, 1780–1914. By Iván T. Berand and György Ránki". Trans, by Éva Pálmai. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 180.
- Rodrigues, Alexandre Mourão, Ferreira Vera, Cardoso Vitor Vale, Ferreira Elisabete y Benoliel Maria João. 2007. "Determination of several pesticides in water by solid-phase extraction, liquid chromatography and electrospray tandem mass spectrometry". *Journal of Chromatography A*, 1-2 (1150): 267-278.
- Rodriguez, Octavio. 1977. "Sobre la concepción del sistema centro-periferia". CEPAL: ECONOMIA; RELACIONES NORTE-SUR.
- Rojas María y Calvache Marcelo. 2006. "Evaluación Del Requerimiento De Agua En El Cultivo De Rosas (Rosa Sp) Variedad Freedom Bajo Invernadero Utilizando El Lisímetro Mc.X". Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo, Guayaquil, Universidad de Guayaquil.
- Rose, David Christine y Chilvers Jason. 2018. "Agriculture 4.0: Broadening Responsible Innovation in an Era of Smart Farming". *Front. Sustain. Food Syst*, 2:87.
<doi: 10.3389/fsufs.2018.00087>.
- Sáez, Álvaro. 2012. "Dependencia y autonomía de lo social en la teoría social: Repensando la causalidad". *Atenea*, 505: 219-237.

- Salmoral, Gloria, Aldaya Maite, Chico Zamanillo, Garrido Alberto y Ramón Llamas. 2010. "The wáter footprint of oilive oil in Spain. Papeles del agua virtual, número 7". Madrid, España. Fundación Marcelino Botín. CEIGRAM.
- Samaja, Juan. 1993. "Epistemología y metodología: elementos para una teoría de la investigación científica", 2da edición. Buenos Aires: Eudeba.
- Sánchez, Ana María, Vargas Tatiana, Mayorga Fernando y Freire Carolina. 2020. "Sector Florícola Ecuador". Observatorio Económico y Social de Tungurahua. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Sánchez, Renato. 2016. "Análisis de riesgos y salvaguardas ambientales para la actividad financiera del Banco del Sur: estudio de caso del recurso hídrico". <<http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/9767/2/TFLACSO-2016RGSP.pdf>>.
- , 2017. *Perspectivas de la economía ecológica en el nuevo siglo*. Universidad de Guadalajara Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas. Zapopan, Jalisco.
- , 2018. Tratamiento de aguas residuales de cargas industriales con oxidación avanzada en sistemas convencionales. *LA GRANJA: Revista de Ciencias de la Vida*. 27 (1): 103-111.
- , 2021a. "Los desafíos en el tratamiento comunitario de aguas residuales". En: *Agua para la gente. Experiencias de gestión comunitaria del agua en el Ecuador*. Charles Cachipundo Ulcuango, Coord., Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- , 2021b. "Análisis de la primarización de la economía en América Latina desde la base material del método dialéctico". *Conciencia Digital*, 4 (3.2): 79-94. <<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.2.1852>>.
- Santos, Boaventura de Sousa. 1995. *Um discurso sobre as ciencias*, Afrontamento, Porto.
- , 2009. "Epistemologías del Sur. México: CLACSO y Siglo XXI".
- Sassen, Saskia. 1996. "Losing Control?: Sovereignty in an Age of Globalization". New York: Columbia University Press.
- Shaofeng, Jia y Shinju Aifeng. 2010. "Will China's water shortage shake the world's food security?". *Water International*, Vol. 35.

- Schandl, Heinz y Schulz Niels. 2000. "Using material flow accounting to operationalize the concept of society's metabolism: a preliminary MFA for the United Kingdom for the period of 1937-1997". ISER Working Paper Series, No. 2000-03, University of Essex, Institute for Social and Economic Research (ISER), Colchester.
- Schumacher, Ernst Friedrich. 1972. "Lo pequeño es hermoso".
- Schmidt-Bleek, Friedrich. 1994. "Wieviel Umwelt braucht der Mensch?" Basel: Birkhäuser Verlag.
- Schwarz, Jana, Mathijs, Erik y Maertens Miet. 2019. "Dynamic view on agricultural trade patterns and virtual water flows in Peru". *Science of the Total Environment*, 683: 719–728.
- Securities Exchange Commission. 2017. "ANNUAL REPORT PURSUANT TO SECTION 13 OR 15(d) OF 1934". Washington.
- Siegfried, Tobias, Bernauer Thomas., Guiennet Renaud, Scott Sellars, Andrew W. Robertson, Justin Mankin, Peter Bauer-Gottwein y Andrey Yakovlev. 2012. "Will climate change exacerbate water stress in Central Asia?". *Climatic Change*, 112: 881–899. <<https://doi.org/10.1007/s10584-011-0253-z>>
- Smith, Adam. 1994. *La riqueza de las naciones*. Edición de Carlos Rodríguez Braun. Alianza Editorial Madrid.
- Solomon, Steven. 2010. "Water: The Epic Struggle for Wealth, Power, and Civilization by Steven Solomon". Harper Perennial.
- Steen, Marie. 2010. "A world of flowers: Dutch flower auctions and the market for cut flowers". *Journal of Applied Horticulture*, 12 (2): 113-121.
- . 2014. "Measuring Price–Quantity Relationships in the Dutch Flower Market". *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 46 (2): 299-308. <[doi:10.1017/S1074070800000808](https://doi.org/10.1017/S1074070800000808)>.
- Storper, Michael. 1997. "The regional world: territorial development in a global economy". New York: Guilford Press.
- Suwanna Praneetvatakul, Pepijn Schreinemachers, Piyatat Pananurak y Prasnee Tipraqsa. 2013. "Pesticides, external costs and policy options for Thai agriculture", *Environmental Science y Policy*, Vol. 27.

- Swyngedouw, Erik. 2005. "Dispossessing H₂O: the contested terrain of water privatization". *Capitalism Nature Socialism*, 1(6): 81-98.
<doi:10.1080/1045575052000335384>.
- Tanaka, Nobuo, Yamaguachi Hideyo, y Umezawa Hamao. 1966. "Mechanism of Kasugamycin Action on Polypeptide Synthesis". *J-STAG, The Journal of Biochemistry*.
- Tankiewicz, Maciej, Fenik Jolanta y Biziuk Marek. 2010. "Determination of organophosphorus and organonitrogen pesticides in water samples". *Trends Anal. Chem*, 29: 1050-1063.
- Tansley, Arthur. 1934. "Observations on Tropical African Grasslands" *Journal of Ecology* 22: Londres.
- Tao, Cang, Dejiang Dai, Guiling Yang, Yijun Yu, Lu Lv, Leiming Cai, Qiang Wang y Yanhua Wang. 2017. "Combined toxicity of imidacloprid and three insecticides to the earthworm, *Eisenia fetida* (Annelida, Oligochaeta)". *Environmental Science and Pollution Research*, 24: 8722–8730.
- Tarp. 2019. *World Income Inequality Database. United Nations University*. Helsinki.
- Thomas, James Wood y Dave Goulson. 2017. "The environmental risks of neonicotinoid pesticides: a review of the evidence post 2013". *Environ Sci Pollut Res Int*, 24(21): 17285-17325.
- Thomas, Crisp, Eric Clegg, Ralph Cooper, William Wood, David Anderson, Karl Baetcke, Jennifer Hoffmann, Melba Morrow, Donald Rodier, John Schaeffer, Leslie Touart, Maurice Zeeman. y Yogendra Patel. 1998. *Environmental endocrine disruption: an effects assessment and analysis*. En *Environmental Health Perspectives*, 106(11):56.
- Tocagón, Mayra. 2017. "Comunicación Y Organización Ancestral: Las Anteriores Formas De Comunicación Y Organización Del Pueblo Indígena (Pueblo Kayambi)". Universidad Central Del Ecuador.
- Toledo, Víctor M. 2008. "Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza", *Revibec: Revista iberoamericana de economía ecológica*, Vol. 7: 1-26.
<<https://www.raco.cat/index.php/Revibec/article/view/87196>>.
- . 2013. *El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica*, pp. 136.

- Torres, Guillermo. 2015. "El retorno de Karl Marx y la crítica de la economía ecológica la economía política ecológica" *Pensamiento al margen* Nro. 2.
- , 2016. "Reflexiones alrededor de la epistemología ambiental". *Revista de Estudios Sociales*, 58: 39-51.
- Torres Patricia, Cruz Camilo y Patiño Paola. 2009. "ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA EN FUENTES SUPERFICIALES UTILIZADAS EN LA PRODUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. UNA REVISIÓN CRÍTICA". *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, Medellín-Colombia, 15 (8): 79-94. ISSN 1692-3324 – 0.
- Torres, Ximena. 2018. "Estudio de la producción de la industria láctea del cantón Cayambe en el período 2009-2015", Tesis de Maestría en Administración de Empresa, FLACSO, Sede Ecuador.
- Tyler, Torbjörn, Tyler Lina, Herbertsson Pål, Axel Olsson, Lars Fröberg, Kjell-Arne Olsson, Åke Svensson, Ola Olsson. 2018. "Climate warming and land-use changes drive broad-scale floristic changes in Southern Sweden. *Global Change Biology*", 24 (6): 2607-2621.
- Uribe, Álvaro. 2012. "Una mirada a la agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica". WWF Reporte Colombia.
- Urteaga, Luis. 1985. "La economía ecológica de Martínez Alier". *Documents d'anàlisi geogràfica*, ISSN 0212-1573, ISSN-e 2014-4512, 7: 193-205.
- Valarevo, Oswaldo y Muñoz Xavier. 2011. "Insecticidas de uso agrícola en el Ecuador. INIAP".
- Valencia Llano, Alonso. 1987. "Encomiendas y estancias en el valle del Cauca". *Revista de Estudios Históricos Regionales*, (Cali, Colombia: Universidad del Valle, Departamento de Historia), 11-12 (3).
- Vallejo, Ivette, Zamora Giannina y Sacher William. 2019. "Despojo(s), segregación social del espacio y territorios de resistencia en América Latina Presentación del dossier". *Conos. Revista de Ciencias Sociales*, 64: 11-32.
- Van Gelder, Koen. 2021. "Research expert covering Furniture, DIY and Garden & Patio".
- Van Heck, Eric. 1744. "Dutch Flower Auctions. In: *Technology Meets Flowers*. Springer, Cham". <https://doi.org/10.1007/978-3-030-69303-9_4>.

- Van Leeuwen, Thomas, Tirry Luc y Nauen Ralf. 2006. "Complete maternal inheritance of Bifenazato resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and its implications in mode of action considerations. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*" 11 (36): 869-877.
- Van Wambeke, Jan. 2008. "El desarrollo del microrriego en América Central". FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- Veraza, Jorge. 2008. "Subsunción real del consumo bajo el capital". Editorial Itaca. México, D. F.
- Vernon, Raymond y Debora Spar. 1989. "Beyond Globalism: Remaking American Foreign Economic Policy". New York: Free Press.
- Villalobos Iván y Villalobos Mónica. 2018. Análisis del impacto ambiental de los floricultivos en Cundinamarca: una perspectiva económica. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Vrana Branislav, Ian J. Allan, Richard Greenwood, Graham A. Mills, Ewa Dominiak, Katarina Svensson, Jesper Knutsson y Gregory Morrison. 2005. "Passive sampling techniques for monitoring pollutants in water". *Trends in Analytical Chemistry*, 10(24).
- Voltaire. 1764. "Diccionario filosófico". Sempere, Valencia, tomo 3.
- Vonk, Jorien y Kaars Sijpesteijn. 1971. "Methyl benzimidazol 2, ylcarbamate, the fungitoxic principle of thiophanate methyl", 4(2).
- Wanwan, Dong, Ying Zhang y Xie Quan. 2020. "Health risk assessment of heavy metals and pesticides: A case study in the main drinking water source in Dalian, China". *Chemosphere*, Vol. 242.
- Webster, Cedric. 1962. "The Sewers of Mohenjo-Daro." *Journal (Water Pollution Control Federation), Water Environment Federation*, No. 2 (34): 116-23. <http://www.jstor.org/stable/25034575>.
- Wichelns, Dennis. 2001. "The role of 'virtual water' in efforts to achieve food security and other national goals, with an example from Egypt". *Agricultural Water Management*, 49: 131-151.
- Willebald, Henry y Sandonato Silvana. 2014. "Indicadores de Capital Natural". Canadá: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC).

- World Integrated Trade Solution. 2020. "Ecuador Datos comerciales básicos: Valor más reciente". Resumen del comercio en el Ecuador. <https://wits.worldbank.org/countrysnapshot/es/ecu/textview>.
- Xie Y, Lane W V, Loring R H. 1993. "Nereistoxin: a naturally occurring toxin with redox effects on neuronal nicotinic acetylcholine receptors in chick retina". *J Pharmacol Exp Ther.* 264 (2): 689.
- Xiong Jun y Bin Hu. 2008. "Comparison of hollow fiber liquid phase microextraction and dispersive liquid-liquid microextraction for the determination of organosulfur pesticides in environmental and beverage samples by gas chromatography with flame photometric detection". 1-2 (1193): 7-18.
- Yalibat, Pepe y Gándara Ixcot. 1998. "Economía Ambiental y Desarrollo Sostenible: Valoración Económica del Lago de Amatitlán". Guatemala: FLACSO.
- Ying Li, Cunman Yang, Daoping Zha, Li Wang, Guanghua Lu, Qin Sun y Donghai Wu. 2018. "In situ calibration of polar organic chemical integrative samplers to monitor organophosphate flame retardants in river water using polyethersulfone membranes with performance reference compounds". *Science of the Total Environment.* (610-611): 1356-1363
- Yoshinori Yabuki, Takashi Nagai, Keiya Inao, Junko Ono, Nobuyuki Aiko, Nobutoshi Ohtsuka, Hitoshi Tanaka y Shinji Tanimori. 2016. "Temperature dependence on the pesticide sampling rate of polar organic chemical integrative samplers (POCIS)", *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 80 (10): 2069-2075, [DOI: 10.1080/09168451.1191329](https://doi.org/10.1080/09168451.1191329).
- Zegeye, Tedla. 2013. "Corporate Social Responsibility Programmes In Ethiopian Floriculture Industry". St. Mary's University College School of Graduate Studies.
- Zhao, Xu, Yang Hong, Yang Zhifeng, Chen Bin y Qin Yan. 2010. "Applying the Input-Output Method to Account for Water Footprint and Virtual Water Trade in the Haihe River Basin in China". *Environ. Sci. Technol.*, 44: 9150-9156.

Anexos

Anexo 1. Ficha de cadena de custodia de muestras

Ficha de Cadena de custodia de muestras de tesis						
Metabolismo social en el uso del agua para la						
producción florícola. Caso de estudio: cuenca del río Pisque en el Ecuador						
Muestreador:				 UNIVERSIDAD ANDINA SIMON BOLIVAR Ecuador		
Fecha:						
Número	Cuerpo de agua		Tipo de fuente	Coordenadas de la toma de muestra		Temp. (centig)
				X	Y	
OD (mg/L)	Turb. (NTU/FTU)	Hora de toma de muestra	Conduct. (uS/cm)	Área transversal	Velocidad	Código de muestreador pasivo
Hora de entrega al laboratorio UPS Cayambe:						
Hora de llegada a laboratorio UPS Ambiental Sur:						
Muestra llega refrigerada:						
Muestra llega refrigerada:						

Elaboración: autor

Anexo 2. Coordenadas de los puntos de muestreo

Punto	Identificación	X (m)	Y (m)
1	Río La Chimba	800900	10011069
2	Río Blanco	821468	10003362
3	Río Chitachaca	821251	9996743
4	Río Monjas	821251	9999987
5	Río Cariacu	809090	10009527
6	Río Blanco	818074	10008094
7	Canal Tabacundo	813978	10095852
8	Canal Turucucho	828582	10016136
9	Olmedo (Muyurco)	810947	10010633
10	Ayora (San Isidro Cajas)	814326	10013222
11	Canal Pumamaqui	824897	10017856
12	Ayora (Tanque de reserva 1)	819851	10007780
13	Ayora (Captación 1)	822012	10009417
14	Ayora (Tanque de reserva 2)	819728	10006905
15	Ayora llave de agua potable	818447	10008399
16	Ayora (Piscinas de oxidación)	817532	10007683
17	Otón	803857	9998105
18	Pozo de florícola	814281	10007585
19	Río San José	818553	10008094
20	Río Tupigachi (San Juan Loma)	812264	10009492
21	Río Tupigachi	815793	10006300
22	Río La Esperanza (Chimbacalle)	805276	10004134
23	Canal Pumamaqui, Centro poblado	826913	10017530

	(Estación 2 PESILLO)		
24	Canal Pumamaqui, Santa Rosa (Estación 3)	828599	10016133
25	Río Granobles (cerca de piscinas)	814300	10000872
26	Río Guachalá	815291	10000897
27	Río Pisque (piscinas)	814074	10000736
28	Río Pisque (puente)	796746	9997332

Elaboración: autor

Anexo 3. Encuesta para de agrotóxicos usados por productores de flores.

Cuestionario dirigido a los productores de flores			
Metabolismo social en el uso del agua para la producción florícola. Caso de estudio: microcuenca del río Pisque en el Ecuador			
Fecha:		Número de encuesta:	Encuestador:
1. Datos del encuestados			
1.1 Ocupación:			
2. Datos del cultivo			
2.1 ¿Hay alguna fuente de agua (pozo, arroyo, río, sondeo) próxima a sus campos de cultivo? Si: _____; No: _____			
2.2 En caso afirmativo, llene la siguiente tabla:			
Número	Tipo	A qué distancia de la fuente se aplican los agrotóxicos	¿Para qué se usa la fuente de agua?
1			
2			
3			
4			
5			
2.3 ¿En cuántas hectáreas de terreno cultiva flores?			
2.4 ¿Qué tipo de flores cultiva?			
Número	Área	Tipo de flor	
1			
2			
3			

4		
5		
Número	Duración del ciclo de cultivo	Producción por ciclo (TON)
1		
2		
3		
4		
5		
3. Datos sobre plaguicidas		
3.1 ¿dónde almacena los plaguicidas?		
3.2 ¿Qué hace con los envases vacíos?		
Ficha a llenar por cada plaguicida solo por observación del encuestador:		
3.3 Nombre comercial del producto:		
3.4 Formulación:		
3.5 Nombre y concentración de los principios activos		
Número	Compuesto:	Concentración:

1		
2		
3		
4		
5		
3.6 País de origen:		
3.7 En donde lo compra:		
3.8 Fecha de caducidad:		

Ficha a llenar por cada plaguicida con el productor florícola:

3.9 ¿Para qué usa el plaguicida?
3.10 ¿En qué tipo de flores?
3.11 ¿Cuánto compra y con qué frecuencia?
3.12 ¿Cuánto de este plaguicida le sobra?
3.13 ¿Qué hace con los sobrantes?
3.14 ¿Cuánto tiempo lleva utilizando este producto?
3.15 ¿Cuánto producto aplica por hectárea?

3.16 Si lo diluye, ¿cuánto producto coloca y en qué volumen? (2 respuestas)

3.17 ¿Cuántos tratamientos aplica en un ciclo de cultivo?

3.18 ¿Ha recibido algún tipo de capacitación del uso del plaguicida?

Anexo 4. Detalle de los estándares usados en los análisis de agrotóxicos en el agua.

Estándar	Fórmula empírica	Estado	Disolvente	Dilución madre	Concentración ppm
4,4'-DDT	$(C_6H_4)_2CHCl_3$	Polvo	Diclorometano	10 mg/1 mL	10000
Abamectin	$C_{47}H_{70}O_{14}$ (B1b)	Polvo	Acetonitrilo	1 mg/ 1 mL	1000
Azoxystrobin	$C_{22}H_{17}N_3O_5$	Polvo	Acetonitrilo	2 mg/ 10 mL	200
Bifenazate	$C_{17}H_{20}N_2O_3$	Polvo	Acetonitrilo	1,2 mg/ 2 mL	600
Captan	$C_9H_8Cl_3NO_2S$	Polvo	Metanol	1 mg/ 2 mL	500
Carbaryl	$C_{10}H_7OCONHCH_3$	Polvo	Metanol	2 mg/ 1 mL	2000
Carbofuran	$C_{12}H_{15}NO_3$	Polvo	Metanol	2,1 mg/ 1 mL	2100
Carboxine	$C_{12}H_{13}NO_2S$	Polvo	Acetonitrilo: agua (5:5)	5 mg/ 10 mL	500
Chlorfenapyr	$C_{15}H_{11}BrClF_3N_2O$	Polvo	Acetonitrilo	1 mg/ 2 mL	500
Chlorothalonil	$C_8Cl_4N_2$	Polvo	Acetonitrilo	1,3 mg/ 5 mL	260
Clofentezine	$C_{14}H_8Cl_2N_4$	Polvo	Acetonitrilo	0,86 mg/ 2 mL	430
Cyproconazole	$C_{15}H_{18}ClN_3O$	Polvo	Metanol	1 mg/ 2mL	500
Cyromazine	$C_6D_4H_6N_6$	Polvo	Acetonitrilo: agua (1:1)	1,2 mg/ 1 mL	1200
Dazomet	$C_5H_{10}N_2S_2$	Polvo	Acetonitrilo: agua (1:1)	1,6 mg/ 2 mL	800
Deltamethrin	$C_{22}H_{19}Br_2NO_3$	Polvo	Metanol	1 mg / 1 mL	1000
Diafenthiuron	$C_{23}H_{32}N_2OS$	Polvo	Metanol	1 mg/ 2 mL	5500
Diazinon	$C_{12}H_{21}N_2O_3PS$	Líquido	Acetonitrilo	20 uL	200
Difenoconazole	$C_{19}H_{17}Cl_2N_3O_3$	Polvo	Acetonitrilo: agua (1:1)	1,5 mg/ 2 mL	800
Diflufen-	$C_{14}H_9ClF_2N_2O_2$	Polvo	Metanol	1 mg/ 2 mL	500

zuron					
Furalaxyl	$C_{17}H_{19}NO_4$	Polvo	Acetonitrilo: agua (1:1)	1,3 mg/ 2 mL	650
Hexythiazox	$C_{17}H_{21}ClN_2O_2S$	Polvo	Acetonitrilo	1,2 mg/ 2 mL	600
Imidacloprid	$C_9H_{10}ClN_5O_2$	Polvo	Metanol	1 mg/ 2 mL	500
Isopyrazam	$C_{20}H_{23}F_2N_3O$	Polvo	Acetonitrilo	0,9 mg/ 2 mL	450
Kasugamycin Hydrochloride	$C_{14}H_{25}N_3O_9.HCl$	Polvo	Acetonitrilo	0,5 mg/ 1 mL	500
Mancozeb	$C_{14}H_{28}ClN_3O_{10}$	Polvo	Acetonitrilo:a gua (1:1)	1 mg / 2 mL	500
Mandipropamid	$C_{23}H_{22}ClNO_4$	Polvo	Acetonitrilo:a gua (1:1)	1 mg/ 2 mL	500
Metalaxyl-M	$C_{15}H_{21}NO_4$	Liquido	Metanol	100 uL	100000
Oxycarboxine	$C_{12}H_{13}NO_4S$	Polvo	Acetonitrilo	0,5 mg/ 1 mL	500
Penconazol	$C_{13}H_{15}Cl_2N_3$	Polvo	Diclorometano	10 mg/ 1 mL	10100
Tetradifon	$C_{12}H_6Cl_4O_2S$	Polvo	Diclorometano	10 mg/ 1 mL	10100
Thiabendazole	$C_{10}H_7N_3S$	Polvo	Metanol	20 mg/ 2 mL	10100
Thiamethoxam	$C_8H_{10}ClN_5O_3S$	Polvo	Acetonitrilo: agua (1:1)	2 mg/ 2 mL	100
Thiocyclam Hydrogenoxalate	$C_5H_{11}NS_3.C_2H_2O_4$	Polvo	Acetonitrilo: agua (1:1)	30 mg/ 10 mL	3000
Thiram	$(CH_3)_2NCSS_2CSN(CH_3)_2$	Polvo	Acetonitrilo: agua (1:1)	1 mg/ 2 mL	500

Anexo 5. Protocolo completo para la calibración de los muestreadores SPMD Y POCIS en el canal hidrodinámico

El canal hidrodinámico ayudará a simular en laboratorio el flujo de un río, y de esta manera hacer una correlación entre la cantidad de pesticida del flujo y las concentraciones captadas por los muestreadores pasivos. Para calcular la concentración exacta de pesticida a usar se procedió a medir el volumen de almacenamiento del canal hidrodinámico con una probeta, el cual dio un volumen total de 182 litros. Con esto se procedió a calibrar el caudal de flujo del agua en el canal hidrodinámico, lo cual se realizó midiendo el calado del agua, el ancho del canal (0,077m), la velocidad del flujo mediante un micromolinete en el centro del canal, valores mostrados en la siguiente tabla:

Prueba	Calado (mm)	Velocidad (m/s)
1	52	2,24
2	54	2,09
3	56	1,74
4	57	2,29
5	56	2,06
Promedio	55	2,08

Fuente y elaboración: autor

Para el ajustar el caudal a 1L/s se usó la ecuación de la continuidad hidráulica mostrada en la ecuación de la continuidad hidráulica, y se procedió a regular mediante una llave incorporada en el equipo, obteniéndose el flujo de agua constante mostrado en la siguiente figura:

Flujo de agua constante en el canal hidrodinámico



Fuente y elaboración: autor

Ecuación de la continuidad hidráulica usada para la calibración del caudal.

$$Q = h * A * V$$

Donde

Q: Caudal

h: Calado del flujo

A: ancho del canal

V: Velocidad del flujo en el centro del canal

Una vez ajustado el caudal, se procedió a comprobar el caudal obteniéndose los datos de la siguiente Tabla, obteniéndose un caudal constante de 1,0032 L/s.

Valores medidos para la calibración del caudal.

Calado (m)	Ancho (m)	Área transversal (m²)	Velocidad para obtener un caudal de 1L/s	Caudal final (L/s)
0,055	0,077	4,235x10 ⁻³	0,11	1,0032

Anexo 6. Consentimiento previo libre e informado

Cayambe/Tabacundo, ___ de ____ de 2019.

Yo, _____

—

con _____ número _____ de _____ cédula

_____ morador/a de la Parroquia _____ Ciudadela las Cumbres, cantón _____, Provincia de Pichincha, acepto voluntariamente participar en la investigación “Metabolismo social en el uso del agua para la producción florícola. Caso de estudio: microcuenca del río Pisque en el Ecuador”. Declaro conocer la estructura de la investigación, su importancia y objetivos por lo que autorizo la publicación de los resultados de esta investigación en la tesis doctoral con el tema mencionado.

Esta investigación respetará la identidad de los participantes y propiedades guardando su anonimato y cumplirán con los principios de bioética: autonomía, justicia, beneficencia y no maleficencia.

Firma y cédula del participante.

Anexo 7. Reporte de resultados de los análisis de laboratorio de aguas realizados en el Laboratorio de Agua y Suelo de la Universidad Politécnica Salesiana

INFORME DE RESULTADOS

<i>Identificación de Usuario</i>		<i>P2 RIO</i>	
<i>Código de laboratorio</i>	<i>Unidad</i>	<i>LACHIMBA</i>	<i>MÉTODO DE VALORACIÓN</i>
<i>Parámetros</i>		<i>10:40</i>	
		<i>LSA18-376</i>	
<i>TEMPERATURA</i>	<i>°C</i>	11,10	<i>ELECTRÓNICO HANNA</i>
<i>TURBIDEZ</i>	<i>UNF</i>	3,02	<i>SM 2130: B</i>
<i>POTENCIAL HIDRÓGENO</i>	<i>U pH</i>	7,97	<i>SM. 4500-H+ A y 4500-H+ 8</i>
<i>CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA</i>	<i>mS/cm</i>	0,04	<i>ELECTRÓNICO MYRON</i>
<i>NITRATOS</i>	<i>mg/L</i>	1,75	<i>SM. 4500-NO3 C</i>
<i>AMONIO</i>	<i>mg/L</i>	< 1,00	<i>SM. 4500-NH3 C</i>
<i>NITRÓGENO TOTAL</i>	<i>mg/L</i>	2,86	<i>SM. 4500-N org</i>
<i>FOSFATOS</i>	<i>mg/L</i>	< 0,50	<i>SM. 4500-P E</i>
<i>DUREZA TOTAL</i>	<i>mg/L</i>	13,38	<i>SM. 2111 B</i>
<i>SÓLIDOS TOTALES</i>	<i>mg/L</i>	0,04	<i>SM. 2540 A y 2540 D</i>
<i>OXÍGENO DISUELTO</i>	<i>mg/L</i>	8,98	<i>SM. 5220 B</i>
<i>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO</i>	<i>mg/L</i>	< 4,75	<i>SM. 5210 B</i>
<i>DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO</i>	<i>mg/L</i>	< 10,00	<i>SM. 5220 D</i>
<i>COLIFORMES TOTALES</i>	<i>nmp/100mL</i>	10	<i>SM 9221:C</i>
<i>COLIFORMES FECALES</i>	<i>nmp/100mL</i>	< 1	

1. Ubicación: Río La Chimba

INFORME DE RESULTADOS

<i>Identificación de Usuario</i>	<i>Unidad</i>	<i>MA 01 RÍO LACHIMBA</i>	<i>MÉTODO DE VALORACIÓN</i>
<i>Código de laboratorio</i>		<i>LSA18-466</i>	
<i>Parámetros</i>			
<i>TEMPERATURA</i>	<i>°C</i>	11,40	<i>ELECTRÓNICO HANNA</i>
<i>TURBIDEZ</i>	<i>UNF</i>	2,32	<i>SM 2130: B</i>
<i>POTENCIAL HIDRÓGENO</i>	<i>U pH</i>	7,33	<i>SM. 4500-H+ A y 4500-H+ 8</i>
<i>CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA</i>	<i>mS/cm</i>	0,04	<i>ELECTRÓNICO MYRON</i>
<i>NITRATOS</i>	<i>mg/L</i>	0,95	<i>SM. 4500-NO3 C</i>
<i>AMONIO</i>	<i>mg/L</i>	< 1,00	<i>SM. 4500-NH3 C</i>
<i>NITRÓGENO TOTAL</i>	<i>mg/L</i>	< 0,05	<i>SM. 4500-N org</i>
<i>FOSFATOS</i>	<i>mg/L</i>	< 0,05	<i>SM. 4500-P E</i>
<i>DUREZA TOTAL</i>	<i>mg/L</i>	6,49	<i>SM. 2111 B</i>
<i>SÓLIDOS TOTALES</i>	<i>mg/L</i>	0,02	<i>SM. 2540 A y 2540 D</i>
<i>OXÍGENO DISUELTO</i>	<i>mg/L</i>	9,46	<i>SM. 5220 B</i>
<i>DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO</i>	<i>mg/L</i>	< 4,75	<i>SM. 5210 B</i>
<i>DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO</i>	<i>mg/L</i>	< 10,00	<i>SM. 5220 D</i>
<i>COLIFORMES TOTALES</i>	<i>nmp/100mL</i>	20	<i>SM 9221:C</i>
<i>COLIFORMES FECALES</i>	<i>nmp/100mL</i>	< 1	

Anexo 8. Tablas para la obtención de los Índice de Calidad del Agua (ICA) de todos los puntos de muestreo.

1. Ubicación: Río La Chimba

Tipo de fuente: Río

Ubicación en la cuenca: Alta

RIO LA CHIMBA						NUMERO DE ANALISIS	2		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR	CALIDAD	
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	1	97	27,8875	83,9600	BUENA
POTENCIAL HIDROGENO	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,65	92	23,6900		
DEMANDA BIOQUIMICA DE	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
OXIGENO	mg/L	0,1							
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATURA	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,03	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE						0,55			
PESO PROPORCIONAL						0,1375			

2. Ubicación: Río Blanco (punto alto)

Tipo de fuente: Río

Ubicación en la cuenca: Alta

RIO BLANCO ALTO						NUMERO DE ANALISIS	1		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR	CALIDAD	
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	30	66	18,9750	73,7600	BUENA
POTENCIAL HIDROGENO	U Ph	0,12	0,12	0,2575	6,91	87	22,4025		
DEMANDA BIOQUIMICA DE	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
OXIGENO	mg/L	0,1							
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATURA	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,13	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE						0,55			
PESO PROPORCIONAL						0,1375			

3. Ubicación: Río Chitachaca**Tipo de fuente: Río****Ubicación en la cuenca: Alta**

RIO CHITACHACA						NUMERO DE ANALISIS	3		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR	CALIDAD	
COLIFORMES FECALES	nmp/100m L	0,15	0,15	0,2875	37	83	23,8625	81,4800	BUENA
POTENCIAL HIDROGENO DEMANDA	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,8467	98	25,2350		
BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATURA	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,0867	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE				0,55					
PESO PROPORCIONAL				0,1375					

4. Ubicación: Río Monjas**Tipo de fuente: Río****Ubicación en la cuenca: Alta**

RIO MONJAS						NUMERO DE ANALISIS	3		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR	CALIDAD	
COLIFORMES FECALES	nmp/100m L	0,15	0,15	0,2875	70	54	15,5250	73,1425	BUENA
POTENCIAL HIDROGENO DEMANDA	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,85	98	25,2350		
BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATURA	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,14	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE				0,55					
PESO PROPORCIONAL				0,1375					

5. Ubicación: Río Cariacu

Tipo de fuente: Río

Ubicación en la cuenca: Alta

RIO CARIACU						NUMERO DE ANALISIS	2		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR	CALIDAD	
COLIFORMES FECALES	nmp/100m L	0,15	0,15	0,2875	690	28	8,0500	62,5775	REGULAR
POTENCIAL HIDROGENO	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,78	86	22,1450		
DEMANDA BIOQUIMICA DE	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
OXIGENO									
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATURA	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,16	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE						0,55			
PESO PROPORCIONAL						0,1375			

6. Ubicación: Río Blanco (punto medio)

Tipo de fuente: Río

Ubicación en la cuenca: Media

RIO BLANCO (PUNTO MEDIO)						NUMERO DE ANALISIS	4		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR	CALIDAD	
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	21757	9	2,5875	58,9175	REGULAR
POTENCIAL HIDROGENO	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,45	93	23,9475		
DEMANDA BIOQUIMICA	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
DE OXIGENO									
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATURA	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,2075	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE						0,55			
PESO PROPORCIONAL						0,1375			

7. Ubicación: Río Tabacundo

RIO TABACUNDO						NUMERO DE ANALISIS	3	
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD	
							VALOR	CALIDAD
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	696,6667	28	8,0500	63,0925 REGULAR
POTENCIAL HIDROGENO DEMANDA	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,68	88	22,6600	
BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000	
NITRATOS	mg/L	0,1						
FOSFATOS	mg/L	0,1						
TEMPERATURA	°C	0,1						
TURBIDEZ	FAU	0,08						
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,11	79	17,1825	
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17						
SUMATORIA		1	0,45	1				
PESO FALTANTE				0,55				
PESO PROPORCIONAL				0,1375				

8. Ubicación: Canal Turucucho (Estación hidrográfica)

Tipo de fuente: Canal de riego

Ubicación en la cuenca:

CANAL TURUCUCHO						NUMERO DE ANALISIS	2	
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD	
							VALOR	CALIDAD
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	3470	18	5,1750	60,2175 REGULAR
POTENCIAL HIDROGENO DEMANDA	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,74	88	22,6600	
BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000	
NITRATOS	mg/L	0,1						
FOSFATOS	mg/L	0,1						
TEMPERATUR A	°C	0,1						
TURBIDEZ	FAU	0,08						
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,19	79	17,1825	
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17						
SUMATORIA		1	0,45	1				
PESO FALTANTE				0,55				
PESO PROPORCIONAL				0,1375				

9. Ubicación: Olmedo Muyurco**Tipo de fuente:** Canal de riego**Ubicación en la cuenca:** Media

RIO MUYURCO						NUMERO DE ANALISIS	1		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR	CALIDAD	
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	680	26	7,4750	62,5175 REGULAR	
POTENCIAL HIDROGENO DEMANDA	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,78	88	22,6600		
BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATURA	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,11	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE						0,55			
PESO PROPORCIONAL						0,1375			

10. Ubicación: Ayora, San Isidro Cajas**Tipo de fuente:** Canal de riego**Ubicación en la cuenca:** Media

AYORA						NUMERO DE ANALISIS	1		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR	CALIDAD	
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	550	30	8,6250	64,4400 REGULAR	
POTENCIAL HIDROGENO DEMANDA	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,2	91	23,4325		
BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATURA	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,16	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE						0,55			
PESO PROPORCIONAL						0,1375			

11. Ubicación: Canal de riego Pumamaqui**Tipo de fuente:** Canal de riego**Ubicación en la cuenca:** Media

CANAL DE RIEGO PUMAMAKI						NUMERO DE ANALISIS	2		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR	CALIDAD	
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	30,5	66	18,9750	75,0475	BUENA
POTENCIAL HIDROGENO	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,25	92	23,6900		
DEMANDA BIOQUIMICA	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
DE OXIGENO									
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATURA	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,12	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE						0,55			
PESO PROPORCIONAL						0,1375			

12. Ubicación: Ayora (Tanque de reserva de agua potable 1)**Tipo de fuente:** Agua potable**Ubicación en la cuenca:** Media

TANQUE DE AGUA 1						NUMERO DE ANALISIS	1		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR	CALIDAD	
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	6300	16	4,6000	56,0375	REGULAR
POTENCIAL HIDROGENO	U Ph	0,12	0,12	0,2575	6,61	74	19,0550		
DEMANDA BIOQUIMICA DE	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
OXIGENO									
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATURA	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,2	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE						0,55			
PESO PROPORCIONAL						0,1375			

13. Ubicación: Captación de agua potable Ayora 1

Tipo de fuente: Agua potable

Ubicación en la cuenca: Media

CAPTACION DE AGUA POTABLE AYORA 1						NUMERO DE ANALISIS	2			
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD			
							VALOR	CALIDAD		
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	6300	16	4,6000	58,0975	REGULAR	
POTENCIAL HIDROGENO DEMANDA	U Ph	0,12	0,12	0,2575	6,79	82	21,1150			
BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000			
NITRATOS	mg/L	0,1								
FOSFATOS	mg/L	0,1								
TEMPERATURA	°C	0,1								
TURBIDEZ	FAU	0,08								
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,21	79	17,1825			
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17								
SUMATORIA		1	0,45	1						
PESO FALTANTE							0,55			
PESO PROPORCIONAL							0,1375			

14. Ubicación: Ayora, tanque de agua potable 2

Tipo de fuente: Agua potable

Ubicación en la cuenca: Media

TANQUE DE AGUA 2						NUMERO DE ANALISIS	1			
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD			
							VALOR	CALIDAD		
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	1	97	27,8875	80,3550	BUENA	
POTENCIAL HIDROGENO DEMANDA	U Ph	0,12	0,12	0,2575	6,76	78	20,0850			
BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000			
NITRATOS	mg/L	0,1								
FOSFATOS	mg/L	0,1								
TEMPERATURA	°C	0,1								
TURBIDEZ	FAU	0,08								
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,21	79	17,1825			
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17								
SUMATORIA		1	0,45	1						
PESO FALTANTE							0,55			
PESO PROPORCIONAL							0,1375			

15. Ubicación: Ayora, llaves de agua potable del primer sistema**Tipo de fuente:** Agua potable**Ubicación en la cuenca:** Media

LLAVES DE AGUA POTABLE AYORA						NUMERO DE ANALISIS	2		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR		CALIDAD
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	1	97	27,8875	85,5050	BUENA
POTENCIAL HIDROGENO	U Ph	0,12	0,12	0,2575	6,96	98	25,2350		
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATUR A	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,19	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE					0,55				
PESO PROPORCIONAL					0,1375				

16. Ubicación: Ayora, piscinas de oxidación**Tipo de fuente:** Agua residual**Ubicación en la cuenca:** Media

PISCINAS DE OXIDACIÓN AYORA						NUMERO DE ANALISIS	1		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR		CALIDAD
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	111800	9	2,5875	58,1450	REGULAR
POTENCIAL HIDROGENO	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,68	90	23,1750		
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATURA	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,18	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE					0,55				
PESO PROPORCIONAL					0,1375				

17. Ubicación: Otón**Tipo de fuente:** Agua potable**Ubicación en la cuenca: Media**

OTON						NUMERO DE ANALISIS	3		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR	CALIDAD	
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	3240	19	5,4625	61,5350	REGULAR
POTENCIAL HIDROGENO	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7.56	92	23,6900		
DEMANDA BIOQUIMICA DE	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
OXIGENO	mg/L	0,1							
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATURA	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,13	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE				0,55					
PESO PROPORCIONAL				0,1375					

18. Ubicación: Pozo de florícola**Tipo de fuente:** Captación agua de pozo para riego**Ubicación en la cuenca: Media**

POZO FLORICOLA						NUMERO DE ANALISIS	3		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR	CALIDAD	
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	1	97	27,8875	83,7025	BUENA
POTENCIAL HIDROGENO	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,07	91	23,4325		
DEMANDA BIOQUIMICA DE	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
OXIGENO	mg/L	0,1							
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATURA	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,2167	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE				0,55					
PESO PROPORCIONAL				0,1375					

19. Ubicación: Río San José**Tipo de fuente: Río****Ubicación en la cuenca: Baja**

RIO SAN JOSE						NUMERO DE ANALISIS	3		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR	CALIDAD	
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	8850	12	3,4500	59,5225	REGULAR
POTENCIAL HIDROGENO	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,33	92	23,6900		
DEMANDA BIOQUIMICA DE	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
OXIGENO	mg/L	0,1							
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATURA	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,12	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE				0,55					
PESO PROPORCIONAL				0,1375					

20. Ubicación: Tupigachi en San Juan Loma**Tipo de fuente: Río****Ubicación en la cuenca: Baja**

SAN JUAN LOMA						NUMERO DE ANALISIS	1		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR	CALIDAD	
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	90	48	13,8000	68,8425	REGULAR
POTENCIAL HIDROGENO	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,79	88	22,6600		
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATUR A	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,17	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE				0,55					
PESO PROPORCIONAL				0,1375					

21. Ubicación: Río Tupigachi**Tipo de fuente:** Río**Ubicación en la cuenca:** Baja

RIO TUPIGACHI						NUMERO DE ANALISIS	3	
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD	
							VALOR	CALIDAD
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	8255	11	3,1625	REGULAR
POTENCIAL HIDROGENO	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,67	90	23,1750	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000	
NITRATOS	mg/L	0,1						
FOSFATOS	mg/L	0,1						
TEMPERATURA	°C	0,1						
TURBIDEZ	FAU	0,08						
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,23	79	17,1825	
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17						
SUMATORIA		1	0,45	1				
PESO FALTANTE				0,55				
PESO PROPORCIONAL				0,1375				

22. Ubicación: La Esperanza Chimbacalle**Tipo de fuente:** Cerca de captación de agua potable**Ubicación en la cuenca:** Baja

RIO LA ESPERANZA						NUMERO DE ANALISIS	2	
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD	
							VALOR	CALIDAD
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	1065	22	6,3250	REGULAR
POTENCIAL HIDROGENO	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,85	98	25,2350	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000	
NITRATOS	mg/L	0,1						
FOSFATOS	mg/L	0,1						
TEMPERATURA	°C	0,1						
TURBIDEZ	FAU	0,08						
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,19	79	17,1825	
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17						
SUMATORIA		1	0,45	1				
PESO FALTANTE				0,55				
PESO PROPORCIONAL				0,1375				

23. Ubicación: Canal Pumamaqui, centro poblado Estación 2 (TRACSA)

Tipo de fuente: Captación de agua potable

Ubicación en la cuenca: Media

CENTRO POBLADO						NUMERO DE ANALISIS	2	
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD	
							VALOR	CALIDAD
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	370	39	11,2125	REGULAR
POTENCIAL HIDROGENO DEMANDA	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,32	92	23,6900	
BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000	
NITRATOS	mg/L	0,1						
FOSFATOS	mg/L	0,1						
TEMPERATUR A	°C	0,1						
TURBIDEZ	FAU	0,08						
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,11	79	17,1825	
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17						
SUMATORIA		1	0,45	1				
PESO FALTANTE				0,55				
PESO PROPORCIONAL				0,1375				

24. Ubicación: Canal Pumamaqui, Santa Rosa Estación 3

Tipo de fuente: Captación de agua potable

Ubicación en la cuenca: Baja

SANTA ROSA						NUMERO DE ANALISIS	1	
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD	
							VALOR	CALIDAD
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	220	42	12,0750	REGULAR
POTENCIAL HIDROGENO DEMANDA	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,24	91	23,4325	
BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000	
NITRATOS	mg/L	0,1						
FOSFATOS	mg/L	0,1						
TEMPERATURA	°C	0,1						
TURBIDEZ	FAU	0,08						
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,08	79	17,1825	
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17						
SUMATORIA		1	0,45	1				
PESO FALTANTE				0,55				
PESO PROPORCIONAL				0,1375				

25. Ubicación: Río Granobles (en piscinas)**Tipo de fuente:** Río**Ubicación en la cuenca:** Baja

RIO GRANOBLES						NUMERO DE ANALISIS	1		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBI	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR	CALIDAD	
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	69000	6	1,7250	57,2825	REGULAR
POTENCIAL HIDROGENO	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,1	90	23,1750		
DEMANDA BIOQUIMICA DE	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
OXIGENO	mg/L	0,1							
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATURA	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,21	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE						0,55			
PESO PROPORCIONAL						0,1375			

26. Ubicación: Río Guahalá**Tipo de fuente:** Río**Ubicación en la cuenca:** Baja

RIO GUAHALA						NUMERO DE ANALISIS	2		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBI	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR	CALIDAD	
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	46315,49	9	2,5875	58,9175	REGULAR
POTENCIAL HIDROGENO	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,46	93	23,9475		
DEMANDA BIOQUIMICA DE	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
OXIGENO	mg/L	0,1							
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATURA	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,155	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE						0,55			
PESO PROPORCIONAL						0,1375			

27. Ubicación: Río Pisque (piscinas)**Tipo de fuente:** Río**Ubicación en la cuenca:** Baja

RIO PISQUE (PISCINAS)						NUMERO DE ANALISIS	3		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR	CALIDAD	
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	22700	20	5,7500	61,0500	REGULAR
POTENCIAL HIDROGENO	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,69	89	22,9175		
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATURA	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,14	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE						0,55			
PESO PROPORCIONAL						0,1375			

28. Ubicación: Río Pisque (puente)**Tipo de fuente:** Río**Ubicación en la cuenca:** Baja

RIO PISQUE (PUENTE)						NUMERO DE ANALISIS	2		
PARAMETROS	UNIDAD	Wi	Wi (PARAMETROS EN LA MUESTRA)	Wi (CORREGIDOS)	CONCENTRACION	SUBi	INDICE DE CALIDAD		
							VALOR	CALIDAD	
COLIFORMES FECALES	nmp/100mL	0,15	0,15	0,2875	910	24	6,9000	61,6850	REGULAR
POTENCIAL HIDROGENO	U Ph	0,12	0,12	0,2575	7,86	87	22,4025		
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L	0,1	0,1	0,2375	4,75	64	15,2000		
NITRATOS	mg/L	0,1							
FOSFATOS	mg/L	0,1							
TEMPERATURA	°C	0,1							
TURBIDEZ	FAU	0,08							
SOLIDOS TOTALES	mg/L	0,08	0,08	0,2175	0,375	79	17,1825		
OXIGENO DISUELTO	% saturacion	0,17							
SUMATORIA		1	0,45	1					
PESO FALTANTE						0,55			
PESO PROPORCIONAL						0,1375			

Anexo 9. Encuestas levantadas en campo

Cuestionario dirigido a los productores de flores

Metabolismo social en el uso del agua para la producción florícola. Caso de estudio: cuenca del río Píscos en el Ecuador

Fecha: 17-10-2020 Número de encuesta: Encuestador: *Franco Pérez* ✓

1. Datos del encuestados

1.1 Ocupación:

2. Datos del cultivo

2.1 ¿Hay alguna fuente de agua (pozo, arroyo, río, sondeo) próxima a sus campos de cultivo? Si No:

2.2 En caso afirmativo, llene la siguiente tabla:

Número	Tipo	A qué distancia de la fuente se aplican los pesticidas	¿Para qué se usa la fuente de agua?
1	Campo - Agua de río	11 metros	Para riego del cultivo de rosas y para la preparación de soluciones
2			

2.3 ¿En cuántas hectáreas de terreno cultiva flores?
2.000 m²

2.4 ¿Qué tipo de flores cultiva?

Número	Área	Tipo de flor
1	1800 m ²	Rosas
2		

Número	Duración del ciclo de cultivo	Producción por ciclo (TON)
1	75 días	27.000
2		

3. Datos sobre plaguicidas

3.1 ¿Dónde almacena los plaguicidas?
Bodega

3.2 ¿Qué hace con los envases vacíos?
*- Reciclo el triple lavado
- Separa los tipos de los envases
- Guardo en una funda plástica y envío al campo sembrador.*

Ficha a llenar por cada plaguicida solo por observación del encuestador:

3.3 Nombre comercial del producto: *Act 4
- 25g/litro de agua - 220ml/litro*

3.4 Formulación: *Gránulos dispersibles en agua (GDA)*

3.5 Nombre y concentración de los principios activos

Número	Compuesto:	Concentración:
1	Thiamethoxam	250g/Kg
2		

3.5 País de origen: *China*

3.7 En dónde lo compra: *- Campo Píscos
- Campo Píscos*

3.8 Fecha de caducidad: *18-06-2021*

Ficha a llenar por cada plaguicida con el productor florícola:

3.9 ¿Para qué usa el plaguicida? *Trips*

3.10 ¿En qué tipo de flores? *Rosas*

3.11 ¿Cuánto compra y con qué frecuencia? *- 1 litro
- cada 2 meses*

3.12 ¿Cuánto de este plaguicida le sobra? *no*

3.13 ¿Qué hace con los sobrantes? *no los utilizo*

3.14 ¿Cuánto tiempo lleva utilizando este producto? *1 año*

3.15 ¿Cuánto producto aplica por hectárea? *no*

3.16 Si lo diluye, ¿cuánto producto coloca y en qué volumen? (2 respuestas)
100g de hel op en 320 litros de agua

3.17 ¿Cuántos tratamientos aplica en un ciclo de cultivo? *2 veces*

3.18 ¿Ha recibido algún tipo de capacitación del uso del plaguicida? *no*

Ficha a llenar por cada plaguicida solo por observación del encuestador:

3.3 Nombre comercial del producto: *Mimod*
- 1.5cc/litro de agua - 650/lt

3.4 Formulación: *- Granulado Emulsionable (GEC)*

3.5 Nombre y concentración de los principios activos

Número	Compuesto:	Concentración:
1	<i>Bupirimate</i>	<i>250g/litro de agua</i>
2		

3.6 País de origen: *- Perú*

3.7 En dónde lo compró: *- La Huesca
- Grupo Fertil*

3.8 Fecha de caducidad:

Ficha a llenar por cada plaguicida con el productor florícola:

3.9 ¿Para qué usa el plaguicida? *Control de oídio*

3.10 ¿En qué tipo de flores? *Rosas*

3.11 ¿Cuánto compra y con qué frecuencia? *- 2 veces en un año
- 1 litro*

Ficha a llenar por cada plaguicida solo por observación del encuestador:

3.3 Nombre comercial del producto: *Luro Tempra 10/1g*
0.5cc/litro de agua - 300

3.4 Formulación:
- Flupiridax 125g/l
- Pirimorfenil 375g/l

3.5 Nombre y concentración de los principios activos

Número	Compuesto:	Concentración:
1	<i>Flupiridax</i>	<i>125g/l</i>
2	<i>Pirimorfenil</i>	<i>375g/l</i>

3.6 País de origen: *Ecuador*

3.7 En dónde lo compró: *Grupo Fertil*

3.8 Fecha de caducidad: *03-01-2021*

Ficha a llenar por cada plaguicida con el productor florícola:

3.9 ¿Para qué usa el plaguicida? *Para el control de botrytis*

3.10 ¿En qué tipo de flores? *Rosas*

3.11 ¿Cuánto compra y con qué frecuencia? *1 litro
- cada 3 meses*

3.12 ¿Cuánto de este plaguicida le sobra? *nada*

3.13 ¿Qué hace con los sobrantes? *se aplica todo no sobra nada*

3.14 ¿Cuánto tiempo lleva utilizando este producto? *3 años*

3.15 ¿Cuánto producto aplica por hectárea?

3.16 Si lo diluye, ¿cuánto producto coloca y en qué volumen? (2 respuestas)
1 litro y 1000cc en 650 litros de agua

3.17 ¿Cuántos tratamientos aplica en un ciclo de cultivo? *2 aplicaciones*

3.18 ¿Ha recibido algún tipo de capacitación del uso del plaguicida? *no*

Anexo 10. Análisis de agrotóxicos organoclorados realizado en los puntos de muestreo de la zona de la parroquia Ayora



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 48184
ORDEN DE TRABAJO No. 60095

RESULTADOS				
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
ORGANOCLODRADOS				
ENDRIN ALDEHIDO	ug/L	<1,0	MAL-82 / EPA 8270 D MODIFICADO	-
ENDOSULFAN SULFATO	ug/L	<1,0		-
4,4 DDT	ug/L	<1,0		-
ENDRIN CETONA	ug/L	<1,0		-
METOXYCHLOR	ug/L	<1,0		-
ORGANOFOSFORADOS				
* o,o,p- TRIETILFOSFOROTHIONATO	ug/L	<0,02	MAL-79 / EPA 8270 D MODIFICADO	-
* THIONAZIN	ug/L	<0,02		-
* DEMETON O	ug/L	<0,02		-
* SULFOTEP	ug/L	<0,02		-
THORATE	ug/L	<1,5		-
* DEMETON S	ug/L	<0,02		-
* DIMETHOATE	ug/L	<0,02		-
DIAZINON	ug/L	<1,2		-
DISULFOTON	ug/L	<1,5		-
METIL PARATHION	ug/L	<3,5		-
MALATHION	ug/L	<1,0		-
PARATHION	ug/L	<3,5		-
ETHION	ug/L	<1,0		-
GAMPHUR	ug/L	<2,0		-
* AZINPHOS METIL	ug/L	<0,02		-



B.F. ALICIA CEPA
JEFE DE AREA DE AMBIENTAL



4 212

RAM-4.1.04



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 48182
ORDEN DE TRABAJO No. 60095

SOLICITADO POR:	SANCHEZ RENATO		
DIRECCION DEL CLIENTE:	VILALENGUA Y CALLE A		
MUESTRA DE:	PISCINA OXIDACION		
DESCRIPCIÓN:	MA 25		
FECHA DE RECEPCIÓN:	15/11/2018	HORA DE RECEPCIÓN:	13H23
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 15/11/2018 AL 23/11/2018		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	28/11/2018		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	TURBIA	ESTADO:	LIQUIDO
		CONTENIDO:	1 L
OBSERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.		

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
ORGANOCLORADOS				
ALFA-BCH	ug/L	<1,0	MAL-80 / EPA 8270 D MODIFICADO	-
BETA-BCH	ug/L	<1,0		-
* GAMMA-BCH	ug/L	<1,0		-
DELTA-BCH	ug/L	<1,0		-
HEPTACHLOR	ug/L	<1,0		-
ALDRIN	ug/L	<1,0		-
HEPTACHLOR EPOXIDO iso b	ug/L	<1,0		-
* GAMMA CHLORDANO	ug/L	<1,0		-
ENDOSULFAN I	ug/L	<1,0		-
* ALFA CHLORDANO	ug/L	<1,0		-
4,4' DDE	ug/L	<1,0		-
DIELDRIN	ug/L	<1,0		-
* ENDRIN	ug/L	<1,0		-
* ENDOSULFAN II	ug/L	<1,0		-
4,4' DDD	ug/L	<1,0		-



Servicio de Acreditación Ecuadoriana

Acreditación N° OAE LE TC 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los parámetros con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del GAF



B.F. ALICIA CEPA
JEFE DE AREA DE AMBIENTAL

RAM-4.1.04





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 48182
ORDEN DE TRABAJO No. 60095

RESULTADOS				
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
ORGANOCLORADADOS				
ENDRIN ALDEHIDO	ug/l	<1,0		-
ENDOSULFAN SULFATO	ug/l	<1,0		-
4,4 DDT	ug/l	<1,0		-
ENDRIN CETONA	ug/l	<1,0		-
METOXYCHLOR	ug/l	<1,0		-
ORGANOFOSFORADOS				
* o,o,o-TRIEILFOSFOROTHIONATO	ug/l	<0,02		-
* THIONAZIN	ug/l	<0,02		-
* DEMETON D	ug/l	<0,02		-
* SULFOTEP	ug/l	<0,02		-
FHORATE	ug/l	<1,5		-
* DEMETON S	ug/l	<0,02		-
* DIMETHOATE	ug/l	<0,02		-
DIAZINON	ug/l	<1,0	MAL-79 / EPA 8270 D MODIFICADO	-
DISULFOTON	ug/l	<1,5		-
METIL PARATHION	ug/l	<3,5		-
MALATHION	ug/l	<1,0		-
PARATHION	ug/l	<3,5		-
ETHION	ug/l	<1,0		-
FAMPHUR	ug/l	<2,0		-
* AZINFOS METIL	ug/l	<0,02		-



B.F. ALICIA CEPA
JEFE DE AREA DE AMBIENTAL

RAM-4.1.04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Cotto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33
Teléfono: 3216-740 - Web: www.faqquimica.edu.ec - Email: laboratorioosp@hotmail.com



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 48181
ORDEN DE TRABAJO No. 60095

RESULTADOS				
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
ORGANOCLORADOS				
ENDRIN ALDEHIDO	ug/L	<1,0		-
ENDOSULFAN SULFATO	ug/L	<1,0		-
4,4 DDT	ug/L	<1,0		-
ENDRIN CETONA	ug/L	<1,0		-
METDXYCHLOR	ug/L	<1,0		-
ORGANOFOSFORADOS				
* o,o,o- TRIETILFOSFOROTHIONATO	ug/L	<0,02	MAL 79 / EPA 8270 D MODIFICADO	-
* THIONAZIN	ug/L	<0,02		-
* DEMETON O	ug/L	<0,02		-
* SULFOTEP	ug/L	<0,02		-
PHORATE	ug/L	<1,5		-
* DEMETON S	ug/L	<0,02		-
* DIMETHOATE	ug/L	<0,02		-
DIAZINON	ug/L	<1,0		-
DISULFOTON	ug/L	<1,5		-
METIL PARATHION	ug/L	<3,5		-
MALATHION	ug/L	<1,0		-
PARATHION	ug/L	<3,5		-
ETHION	ug/L	<1,0		-
FAMPHUR	ug/L	<2,0		-
* AZINPHOS METIL	ug/L	<0,02		-



B.F. ALICIA CEPA
JEFE DE AREA DE AMBIENTAL

RAM-4.1.04



Anexo 11. Constantes de eliminación del analito (K_e) y de proporcionalidad “ R_s ” de laboratorio para dispositivos SPMD y POCIS en laboratorio.

Agrotóxico	K_e-Lab (d^{-1})	R_s para SPMD (L)	R_S para POCIS (L)
Abamectina	0,033712492	0,594826773	1,025826552
Bifenazato	0,137564571	0,384504945	0,028523186
Captan	0,033167091	0,417665916	0
Carboxina	0,053900638	0,076199051	0,003266636
Clofentezine	0,041339899	0,532690385	0,001637724
Clorotalonil	0,016712282	0,113952248	1,707811127
Clorfenapir	0,037655872	0,182818702	0,309204386
Ciproconazol	0,038552856	0,10359656	0,005136295
Dazomet	0,019221051	0,418570373	0,191312096
DDT 4,4'	0,006433638	0,326005204	6,069406676
Diafentiuron	0,094377144	0,104914007	0,020657404
Difenoconazol	0,039033353	0,153188028	0,001992609
Furalaxyl	0,042856915	0,152551663	0,008313974
Hexythiazox	0,09374897	0,012941429	0,518048874
Imidacloprid	0,007725574	0,192504258	0,264797246
Isopyrazam	0,011180552	0,264598454	0,057054544
Kasugamicina	0,008179698	0,094007009	0,003079774
Mancozeb	0,035622841	0,214478249	0,001776462
Mandipropamida	0,014135585	0,216340768	0,063129564
Metalaxil-M	0,032534533	0,130768282	5,777660769

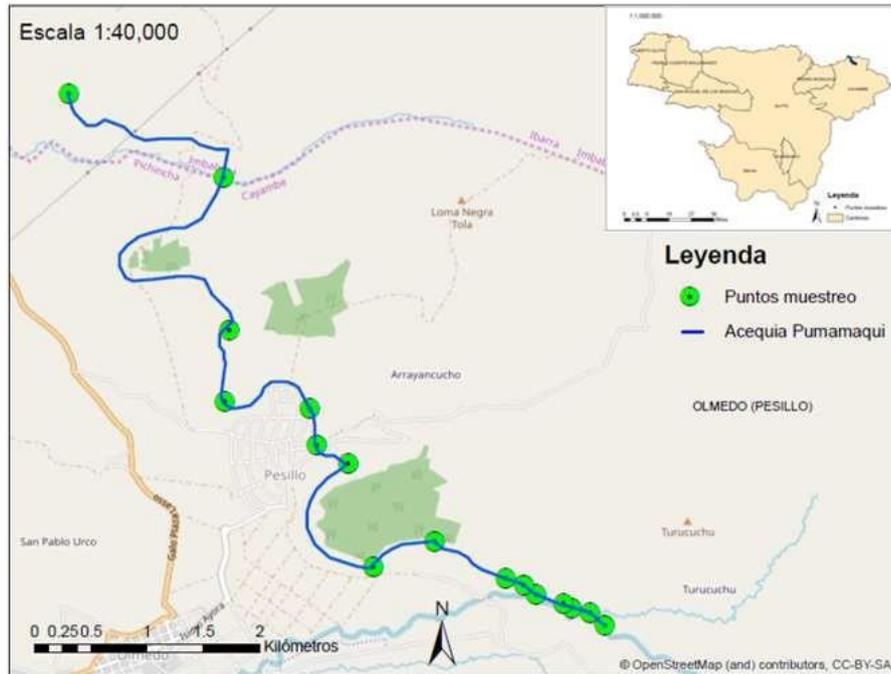
Agrotóxico	Ke-Lab (d⁻¹)	Rs para SPMD (L)	RS para POCIS (L)
Oxicarboxina	0,02427265	0,070279716	0,006865889
Tiabendazol	0,099138625	0,039207906	0,036471447
Tiametoxam	0,090579181	0,13157871	0,049137011
Thiocyclam	0,03413549	0,324959639	0,406611469
Thiram	0,041554894	0,111371059	0,019199937

Anexo 12. Simulación de la autodepuración del canal Pumamaqui

Para poder conocer el valor de la constante de eliminación del analito en campo (K_e), el cual representa la manera en que se reduce la concentración del analito en una cierta longitud de cuerpo de agua recorrida, se tomaron los mismos puntos del modelamiento de un estudio realizado en la microcuenca por la UPS en fechas posteriores a la presente investigación, este trabajo fue realizado por Caiza y Meléndez (2020) con el objetivo de conocer la constante de autodepuración del río bajo el parámetro de la DBO_5 , la cual representa la fracción biodegradable de la carga orgánica del agua; y qué podría tener una correlación con la biodegradabilidad de los agrotóxicos de toxicidad Tipo IV.

Para esto se tomaron como puntos iniciales y finales del modelamiento a los ubicados entre los puntos de muestreo 22 (Estación 2) y 23 (Estación 3) del presente trabajo, que son estaciones hidrometeorológicas experimentales construidas y manejadas por la UPS. Para esto se recorrieron 12 Km de longitud de la acequia Pumamaqui, tomando cinco muestras de DBO_5 y otros parámetros en el mes de noviembre de 2019. Un mapa de los puntos del muestreo se lo encuentra en la siguiente figura, y un cuadro de las distancias recorridas entre puntos, de las distancias acumuladas desde el punto inicial y de las concentraciones de DBO_5 promedio se lo presenta en la siguiente tabla.

Puntos de muestreo para el modelamiento de autodepuración de la acequia
Pumamaqui.



Elaborado por: Caiza J, Meléndez J. 2020

Distancias entre puntos, acumuladas y DBO₅ promedios de los puntos de muestreo en el canal del canal Pumamaqui para la modelación de su autodepuración.

Punto	Distancia entre puntos de muestreo (Km)	Distancia acumulada (Km)	Promedio de DBO ₅ (mg/L)
1-2	0,17	0,17	0,85
2-3	0,17	0,34	0,57
3-4	0,10	0,44	0,87
4-5	0,27	0,71	1,24
5-6	0,14	0,85	0,84
6-7	0,19	1,04	0,96
7-8	0,75	1,79	0,8
8-9	0,69	2,48	0,76
9-10	1,58	3,06	0,7

10-11	0,34	4,4	0,65
11-12	0,49	4,89	0,61
12-13	1,21	6,1	0,58
13-14	1,77	7,87	0,57
14-15	1,70	9,57	0,47
15-16	2,43	12	0,4

Estos valores se aproximan a un modelo de autodepuración de flujo pistón de primer orden como lo muestra la siguiente gráfica, ya que el ajuste de los datos medidos con los datos simulados presenta un valor de correlación estadística de 0,9288, obteniéndose la siguiente ecuación de autodepuración:

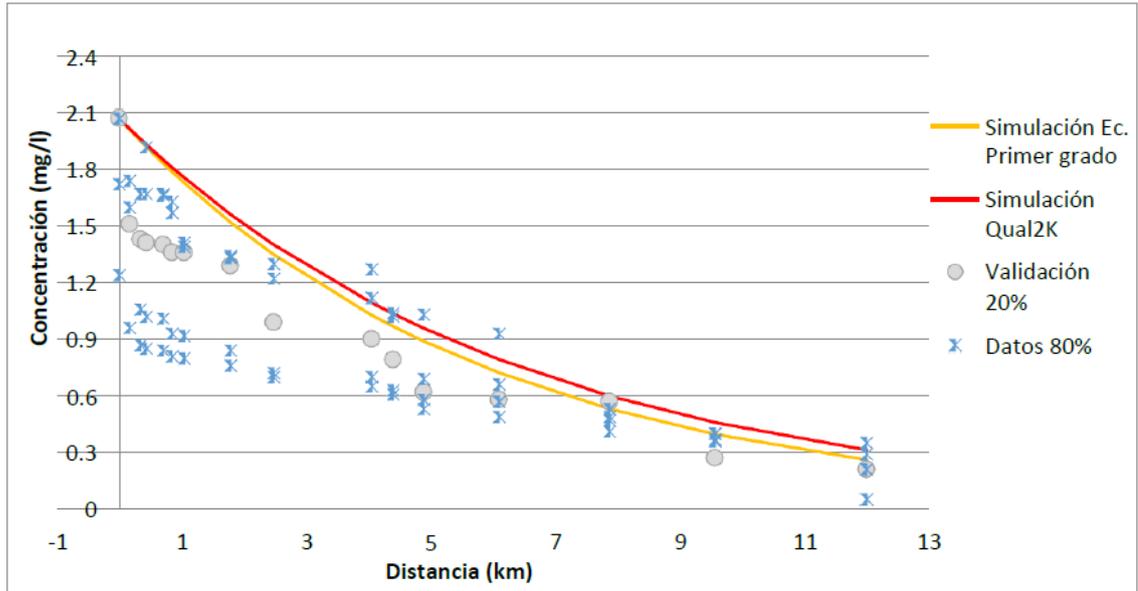
$$DBO = DBO_o^{-(0,17267147 * 0,34)} * (L/0,34)$$

DBO Demanda bioquímica de oxígeno a una cierta longitud de origen.

DBO_o Demanda bioquímica de oxígeno en el inicio del tramo recorrido.

L Longitud recorrida desde el punto de referencia inicial.

Concentración de la DBO₅ a lo largo de un tramo analizado del Canal Pumamaqui y comparación con una ecuación de degradación de primer orden en reactor de flujo pistón.



Anexo 13. Costos unitarios de los procesos de tratamiento de un litro de efluente florícolas

Insumo	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
hidróxido de sodio	0,83	gramos	0,00112	0,0009296
policloruro de aluminio	0,25	gramos	0,0105	0,002625
peróxido de hidrógeno	1,09	gramos	0,00413	0,0045017
sulfato ferroso	0,185	gramos	0,00153	0,00028305
ácido sulfúrico	1,41	gramos	0,00087	0,0012267
hidróxido de sodio	0,8	gramos	0,00112	0,000896
energía	0,0022	Kwh	0,0765	0,0001683
lodo primario	0,035	Kg	0,45	0,01575
lodo de floculación	0,128	Kg	0,45	0,0576
lodo de POA	0,056	Kg	0,45	0,0252
lodos secundarios	0,112	Kg	0,02177	0,00243824
Costo total				0,11161859