



Instituto de
Postgrado

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE
RECURSOS NATURALES**

**“ESTRATEGIAS DE INNOVACIÓN EN EL MANEJO DEL SUELO Y EL AGUA
PARA UNA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA MAS SOSTENIBLE EN EL ÁREA
DE INFLUENCIA DE LOS CANALES DE RIEGO MONTE OLIVO - SAN RAFAEL”**

**Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Magister en Gestión
Sustentable de Recursos Naturales**

DIRECTORA:

Dra. Patricia Marlene Aguirre Mejía (PhD)

AUTOR:

Freddy Hernán Villota González

IBARRA – ECUADOR

2019

APROBACION DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Grado “ESTRATEGIAS DE INNOVACIÓN EN EL MANEJO DEL SUELO Y EL AGUA PARA UNA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA MAS SOSTENIBLE EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LOS CANALES DE RIEGO MONTE OLIVO - SAN RAFAEL”, presentado por el Ingeniero Freddy Hernán Villota González, para optar por el grado de Magíster Gestión Sustentable de Recursos Naturales, doy fe de que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación (pública o privada) y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a 1 día del mes de julio del 2019.

Lo certifico:

(Firma).....

Dra. Patricia Marlene Aguirre Mejía PhD.

CI.: 100166980-1

DIRECTORA

APROBACIÓN DEL JURADO

“ESTRATEGIAS DE INNOVACIÓN EN EL MANEJO DEL SUELO Y EL AGUA PARA
UNA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA MAS SOSTENIBLE EN EL ÁREA DE
INFLUENCIA DE LOS CANALES DE RIEGO MONTE OLIVO - SAN RAFAEL”

Por: Freddy Hernán Villota González

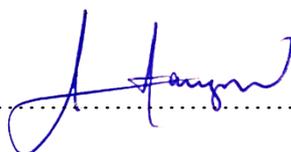
Trabajo de Grado de Maestría aprobado en nombre de la Universidad Técnica del Norte, por
el siguiente jurado, al 1 de julio de 2019.



Patricia Marlene Aguirre Mejía (PhD)
CI:1001669801



MSc. José Guzmán Paz
CI: 1002597076



Jesús Ramón Aranguren Carrera
CI:1757181183



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401870365		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Villota González Freddy Hernán		
DIRECCIÓN:	San Gabriel, calle Rumichaca y Rio Apaquí		
EMAIL:	freddyvillota@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	_____	TELÉFONO MÓVIL:	0999504720

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“ESTRATEGIAS DE INNOVACIÓN EN EL MANEJO DEL SUELO Y EL AGUA PARA UNA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA MAS SOSTENIBLE EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LOS CANALES DE RIEGO MONTE OLIVO - SAN RAFAEL”
AUTOR (ES):	Villota González Freddy Hernán.
FECHA:	01 de julio de 2019
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Magíster en Gestión Sustentable de Recursos Naturales
ASESOR /DIRECTOR:	Dra. Patricia Marlene Aguirre Mejía

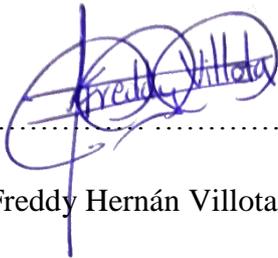
2. CONSTANCIAS

El (La) autor (a) (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a 1 día del mes de julio de 2019

EL AUTOR:

(Firma).....



Nombre: Freddy Hernán Villota González.

C.C.: 0401870365

REGISTRO DE POSGRADO

Guía: POSTGRADO - UTN

Fecha: Ibarra, 01 de julio de 2019

FREDDY HERNÁN VILLOTA GONZÁLEZ “ESTRATEGIAS DE INNOVACIÓN EN EL MANEJO DEL SUELO Y EL AGUA PARA UNA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA MAS SOSTENIBLE EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LOS CANALES DE RIEGO MONTE OLIVO - SAN RAFAEL” / Trabajo de grado de Magíster en Gestión Sustentable de Recursos Naturales, Universidad Técnica del Norte “UTN”, Ibarra.

DIRECTORA DE TESIS: Dra. Patricia Marlene Aguirre Mejía PhD.

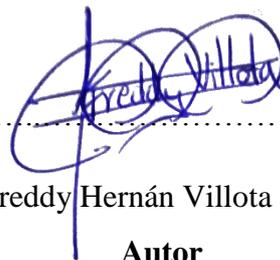
El principal objetivo de la presente investigación fue, diagnosticar los sistemas de producción agropecuarios en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo – San Rafael; analizar el manejo del suelo y el agua en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo - San Rafael y diseñar estrategias de innovación para el manejo del suelo y el agua en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo - San Rafael, que permita una producción agropecuaria sostenible.

Fecha: Ibarra, 01 de julio de 2019



Dra. Patricia Marlene Aguirre Mejía PhD.

Directora



Ing. Freddy Hernán Villota González

Autor

DEDICATORIA

A Dios, porque a diario me ha bendecido con un día más de vida y me da la sabiduría para tomar decisiones importantes. Gracias a su ayuda divina he podido gozar de muchas oportunidades y en esta ocasión logré culminar con éxito mi maestría.

A mis padres y mi hermano por ser un pilar fundamental en mi vida. Cuando estoy desesperado con diferentes problemas, solo es cuestión de escuchar sus sabios consejos para entrar en paz y dar solución a todas las dificultades que se me presentan. Todo lo bueno que he alcanzado es gracias a ustedes, por esta razón, este trabajo está dedicado exclusivamente a ustedes.

FREDDY

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Instituto de Posgrado de la Universidad Técnica del Norte, por la oportunidad de realizar mis estudios y alcanzar esta meta tan anhelada.

A la Dra. Patricia Aguirre (PhD), por sus importantes contribuciones para el desarrollo de esta investigación, y sobre todo, por el apoyo que he recibido de su parte, siempre voy a tener presente sus enseñanzas y consejos como el regalo más grande que puedo recibir de alguien.

A todos los docentes, en especial al Dr. Jesús Aranguren y el MSc. José Guzmán por su paciencia, dedicación y valioso aporte técnico en el trabajo de investigación.

A mi familia y cada una de las personas que me colaboraron durante todo este proceso.

¡A todos ustedes, gracias!

FREDDY

INDICE DE CONTENIDOS

<i>RESUMEN</i>	<i>xvii</i>
<i>SUMMARY</i>	<i>xviii</i>
<i>INTRODUCCION</i>	<i>xix</i>
<i>CAPITULO I</i>	<i>21</i>
<i>PROBLEMA DE INVESTIGACION</i>	<i>21</i>
1.1. Contextualización del problema.	21
1.2. Problema de investigación.	22
1.3. Formulación del problema.	24
1.4. Preguntas de investigación.	24
1.5. Objetivos de la investigación.	24
1.5.1. Objetivo General.	24
1.5.2. Objetivos Específicos.	24
1.6. Justificación.	24
<i>CAPÍTULO II</i>	<i>27</i>
<i>MARCO REFERENCIAL</i>	<i>27</i>
2.1. Antecedentes	27
2.2. Cambio climático y variabilidad climática.	29
2.2.1. Sectores más vulnerables identificados para afrontar el cambio climático.	30
2.2.2. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.	31
2.2.3. Estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático.	31
2.3. Sistema de producción agropecuaria.	33
2.3.1. Elementos de un sistema de producción agropecuaria.	34
2.3.2. Estructura del sistema.	35
2.3.3. Enfoque de los sistemas de producción agropecuaria (ESPA).	36
2.3.4. Funcionamiento del sistema.	37
2.3.5. Estrategias familiares.	38
2.4. Innovación en sistemas de producción	38
2.4.1. Importancia de la innovación de los sistemas de producción.	38
2.4.2. Tipos de innovación en los sistemas de producción agrícola.	39
2.4.3. Innovación y desarrollo agrícola.	39
2.4.4. Estrategias de innovación en el manejo del suelo y agua en los sistema de producción agrícola.	40
2.5. Sistemas de riego: sus características en los sistemas de producción agrícola.	42
2.5.1. Canal de riego: infraestructura y su gestión.	42

2.5.2.	Diagnóstico de la infraestructura de riego: su importancia en la evaluación en la distribución en el recurso de agua en los sistemas de producción agrícola.....	43
2.5.3.	Juntas de regantes.	44
2.6.	Producción agropecuaria sostenible: una alternativa para enfrentar los efectos del cambio climático.	45
2.6.1.	Agricultura sostenible: una alternativa para el mantenimiento de los sistemas agrícolas y reducir la pobreza.	46
2.6.2.	Producción pecuaria sostenible: estrategia social, económica y cultural.	47
2.7.	Demanda y disponibilidad de agua en los sistemas de producción agrícola.....	47
2.7.1.	Balance hídrico.	48
2.7.2.	Proceso de evapotranspiración.....	48
2.7.3.	Métodos para calcular la ETo.	49
<i>CAPITULO III</i>		50
<i>MARCO METODOLÓGICO</i>		50
3.1.	Descripción del área de estudio.....	50
3.2.	Tipo de investigación	51
3.3.	Procedimiento de la investigación.....	51
3.3.1.	Fase 1: Sistemas de producción agropecuarios en el área de influencia del canal de riego Monte Olivo - San Rafael.	52
3.3.1.1.	Jerarquización de los sistemas de producción agropecuaria en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.....	52
3.3.1.2.	Tipificación de los sistemas de producción.....	52
3.3.1.3.	Elementos de los sistemas de producción agropecuario	53
3.3.1.4.	Representación de los sistemas de producción agropecuario.....	54
3.3.2.	Fase 2: Manejo del suelo y el agua en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo - San Rafael.....	54
3.3.2.1.	Análisis histórico de la distribución de agua en la Junta de agua de riego Monte Olivo – San Rafael.....	54
3.3.2.2.	Infraestructura de los canales de riego alto y bajo.	54
3.3.2.3.	Derechos del agua y distribución.	55
3.3.2.5.	<i>Análisis de las prácticas agropecuarias en los sistemas de producción.</i>	55
3.3.2.6.	<i>Requerimientos de los sistemas de cultivo y su grado de satisfacción.</i>	56
3.3.3.	Estrategias de innovación para el manejo del suelo y el agua en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo - San Rafael, que permita una producción agropecuaria sostenible.....	56
3.4.	Métodos, técnicas e instrumentos.....	56
<i>CAPITULO IV</i>		58
<i>RESULTADOS</i>		58

4.1. Sistemas de producción agropecuarios en el área de influencia del canal de riego Monte Olivo - San Rafael.....	58
4.1.1. Jerarquización de los sistemas de producción agropecuaria.....	58
4.1.2. Tipificación de los sistemas de producción agropecuaria.....	59
4.1.2.1. <i>Tipología 1: Pequeños productores.</i>	61
4.1.2.2. <i>Tipología 2: Medianos productores.</i>	61
4.1.2.3. <i>Tipología 3: Grandes productores.</i>	61
4.1.3. Elementos de los sistemas de producción agropecuaria.	62
4.1.3.1. <i>Componentes biológicos.</i>	62
4.1.3.2. <i>Componentes abióticos.</i>	65
4.1.3.3. <i>Componentes socioeconómicos.</i>	71
4.1.3.4. <i>Interacción entre los componentes.</i>	73
4.1.3.5. <i>Entradas, salidas y límites.</i>	75
4.1.4. Representación de los sistemas de producción agropecuario en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.	76
4.2. Manejo del suelo y el agua en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo - San Rafael.	77
4.2.1. Análisis histórico de la distribución de agua en el sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.....	77
4.2.2. Infraestructura de los canales de riego Monte Olivo – San Rafael.....	80
4.2.2.1. <i>Canal bajo del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.</i>	81
4.2.2.2. <i>Canal alto del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.</i>	83
4.2.2.3. <i>Funcionalidad técnica y social del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael</i>	84
4.2.2.4. <i>Derechos del agua y distribución en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.</i>	87
4.2.3. Organización de la Junta General de Riego Monte Olivo – San Rafael.....	88
4.2.3.1. <i>Legitimidad y normativa de la Junta General de Riego Monte Olivo San Rafael</i>	88
4.2.3.2. <i>Organigrama funcional de la Junta General de Riego Monte Olivo–San Rafael</i>	89
4.2.4. Análisis de las prácticas de riego en los sistemas de producción agropecuaria del área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.	90
4.2.4.1. <i>La rotación de cultivos.</i>	90
4.2.4.2. <i>Uso de agroquímicos.</i>	91
4.2.4.3. <i>Fuerza de trabajo y herramientas de trabajo para la producción.</i>	91
4.2.4.4. <i>Tenencia de tierras.</i>	92
4.2.4.5. <i>Costos de producción y comercialización.</i>	93
4.2.4.6. <i>Riego parcelario.</i>	94
4.2.5. Determinación de los requerimientos hídricos de los sistemas de cultivo y su grado de satisfacción.	96
4.2.5.1. <i>Evapotranspiración potencial.</i>	96
4.2.5.2. <i>Demanda hídrica.</i>	97

4.2.5.3. <i>Infiltración</i>	100
4.3. Estrategias de innovación para el manejo del suelo y el agua en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo - San Rafael, que permita una producción agropecuaria sostenible.	101
4.3.1. Estrategias dirigidas a los pequeños y medianos agricultores.	101
4.3.2. Estrategias dirigidas a los grandes Agricultores.	106
4.3.3. Estrategias dirigidas al Gobierno provincial del Carchi.	111
4.3.4. Estrategias para la Junta General de Riego Monte Olivo – San Rafael.....	113
4.3.5. Ministerio del ambiente	114
4.3.6. Ministerio de Agricultura.....	115
<i>CONCLUSIONES</i>	117
<i>RECOMENDACIONES</i>	118
<i>REFERENCIAS</i>	119
<i>ANEXOS</i>	130

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Objetivos de la línea estratégica “Adaptación al Cambio Climático”	32
Tabla 2. Objetivos de la Línea Estratégica “Mitigación del Cambio Climático”	33
Tabla 3. Evolución del SPA.....	36
Tabla 4. Lista de especies utilizadas en los sistemas de producción	64
Tabla 5. Problemas que afectan a los componentes abióticos.	65
Tabla 6. Tipos de relieve en el área de estudio.	67
Tabla 7. Poblaciones del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.....	71
Tabla 8. Interacciones entre componentes del sistema de producción agropecuaria.....	74
Tabla 9. Superficie regada por el sistema de riego Monte Olivo – San Rafael, según el padrón de usuarios.	80
Tabla 10. Superficie regada por el sistema de riego Monte Olivo – San Rafael, según el levantamiento catastral del Gobierno Provincial del Carchi.....	81
Tabla 11. Composición de la infraestructura del canal bajo del Sistema de riego Monte olivo – San Rafael.	81
Tabla 12. Distribución de la superficie bajo riego en las unidades de riego del canal bajo del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.....	82
Tabla 13. Composición de la infraestructura del canal alto del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.	83
Tabla 14. Rendimientos para los principales cultivos en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.	93
Tabla 15. Evapotranspiración potencial anual (1985 - 2009) en el área de estudio	97
Tabla 16. Déficit hídrico anual en mm (1985 - 2009) del área de estudio.	98
Tabla 17. Tipos de permeabilidad en la zona de estudio.	100
Tabla 18. Parámetros del compostaje.	105
Tabla 19. Materiales y costos de la implementación del sistema de cosecha de aguas lluvias para techo.	107

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Elementos que interactúan en un sistema de producción.	35
<i>Figura 2.</i> Tipos de interacciones entre componentes de un sistema.....	35
<i>Figura 3.</i> Sistema de innovación agrícola.	40
<i>Figura 4.</i> Enfoques y líneas de acción regionales para la producción sostenible.....	46
<i>Figura 5.</i> Mapa de ubicación del canal de riego San Rafael-Monte Olivo.	50
<i>Figura 6.</i> Jerarquización de los sistemas de producción.	52
<i>Figura 7.</i> Elementos de los sistemas de producción.....	53
<i>Figura 8.</i> Actividades que desarrollan los usuarios del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael	58
<i>Figura 9.</i> Jerarquización de los sistemas en el área de estudio.	59
<i>Figura 10.</i> Tipificación de los sistemas de producción agrícola en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.	60
<i>Figura 11.</i> Principales cultivos de los sistemas de producción agrícola en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.	63
<i>Figura 12.</i> Tipos de animales de los sistemas de producción pecuaria en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.	63
<i>Figura 13.</i> Mapa de precipitación media anual entre los años de 1985 – 2009 en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael	66
<i>Figura 14.</i> Temperatura media anual en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.....	67
<i>Figura 15.</i> Mapa de pendientes en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael	68
<i>Figura 16.</i> Mapa de red hídrica para el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.	69
<i>Figura 17.</i> Mapa de suelos en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.	70
<i>Figura 18.</i> Distribución general de los usuarios del sistema de riego Monte olivo - San Rafael según rangos de edad.	72
<i>Figura 19.</i> Disposición de aguas residuales junto al canal bajo del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.	73
<i>Figura 20.</i> Interacción de los componentes de los sistemas de producción agrícola en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.	75
<i>Figura 21.</i> Límites, entradas y salidas de los sistemas de producción en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael. Adaptado de Hart (1985).	77
<i>Figura 22.</i> Hitos históricos del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.	78
<i>Figura 23.</i> Cartografía del sistema de riego.	80
<i>Figura 24.</i> Disfuncionamientos técnicos del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.	84
<i>Figura 25.</i> Disfuncionamientos sociales del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.	85
<i>Figura 26.</i> Fotografías de disfuncionamientos en la infraestructura de los canales de riego..	86
<i>Figura 27.</i> Problemas en el sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.....	87
<i>Figura 28.</i> Organigrama funcional de la Junta General de Riego Monte Olivo – San Rafael.	89

<i>Figura 29.</i> Extracción de productos mediante cables aéreos en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.	92
<i>Figura 30.</i> Tenencia de tierras en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.	92
<i>Figura 31.</i> Instituciones financieras que otorgan créditos a los agricultores del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.	93
<i>Figura 32.</i> Cultivos de mayor importancia económica de los sistemas de producción en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.	94
<i>Figura 33.</i> Método de riego utilizado en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.	95
<i>Figura 34.</i> Erosión del suelo en predios regados por los canales de riego Monte Olivo - San Rafael.	96
<i>Figura 35.</i> Evapotranspiración potencial anual en mm (1985 - 2009) en el área de estudio. .	97
<i>Figura 36.</i> Mapa de déficit hídrico en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.	99
<i>Figura 37.</i> Proporción de terreno que riegan los agricultores del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael con el suministro de agua que disponen.	100
<i>Figura 38.</i> Mapa de infiltración en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.	101
<i>Figura 39.</i> Secciones transversales en el sistema de terrazas para el área de estudio.	102
<i>Figura 40.</i> Modelo del sistema de terrazas para cultivos en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.	103
<i>Figura 41.</i> Dimensiones de una pila de compostaje para un pequeño agricultor.	104
<i>Figura 42.</i> Esquema de techo para captación de agua lluvia.	107
<i>Figura 43.</i> Criterios técnicos para la selección de especies leñosas en tecnologías agroforestales.	110
<i>Figura 44.</i> Kit de sistema de riego gravitacional ECOGOTEO 250.	111
<i>Figura 45.</i> Captación del canal alto Monte Olivo - San Rafael.	148
<i>Figura 46.</i> Infraestructura del canal alto Monte Olivo – San Rafael.	148
<i>Figura 47.</i> Cultivos regados por el canal alto Monte Olivo - San Rafael.	149
<i>Figura 48.</i> Captación del canal bajo Monte Olivo - San Rafael.	149
<i>Figura 49.</i> Infraestructura del canal bajo Monte Olivo - San Rafael.	150
<i>Figura 50.</i> Riego por gravedad en un cultivo de cebolla regado por el canal bajo Monte Olivo - San Rafael.	150
<i>Figura 51.</i> Entrevista a exdirigente de la Junta de Riego Monte Olivo - San Rafael.	151
<i>Figura 52.</i> Entrevista a los operadores encargados del mantenimiento de los canales Monte Olivo - San Rafael.	151
<i>Figura 53.</i> Aplicación de encuestas a los agricultores del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.	152
<i>Figura 54.</i> Aplicación de encuestas a los agricultores de la asociación La Hacienda del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.	152

ABREVIATURAS

GEI	Gases de efecto invernadero
MAE	Ministerio del ambiente Ecuador
IPCC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
ESPAC	Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
OMPI	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
INSEAD	Escuela de Administración de Empresas al Servicio del Mundo
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
INTA	Asociación Internacional de Marcas
CAMAREN	Sistema de Capacitación Para el Manejo de los Recursos Naturales Renovables
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca

“ESTRATEGIAS DE INNOVACIÓN EN EL MANEJO DEL SUELO Y EL AGUA PARA UNA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA MAS SOSTENIBLE EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LOS CANALES DE RIEGO MONTE OLIVO - SAN RAFAEL”

Autor: Freddy H. Villota González

Tutor: Dra. Patricia M. Aguirre Mejía

Año: 2019

RESUMEN

El agua y el suelo son los recursos más importantes que conforman los sistemas de producción agropecuaria. Existen zonas con épocas de sequía prolongada donde la disponibilidad de agua es deficiente, por esta razón se implementa una innovación importante como es la irrigación. El área de influencia de los canales de riego Monte Olivo – San Rafael se caracteriza por ser una zona seca que presenta fuertes pendientes, estos factores y las prácticas inadecuadas durante las actividades agrícolas y el riego parcelario intensifican los disfuncionamientos técnicos y sociales que afectan al sistema de riego, provocando erosión del suelo y desperdicio del agua. La investigación tuvo como objetivo diseñar estrategias de innovación para el manejo adecuado del suelo y el agua en los sistemas de producción agropecuaria del área de estudio. Se dividió en tres fases: Fase 1: diagnóstico de los sistemas de producción agropecuaria; Fase 2: análisis del manejo del suelo y el agua en la zona; Fase 3: diseño de estrategias para manejo adecuado del suelo y el agua. La información se recopiló mediante los métodos de observación directa y aplicación de encuestas. Los resultados demostraron que la producción agrícola es la actividad económica más practicada en la zona, predominando los pequeños agricultores, caracterizados por tener acceso limitado a tierras y carecer de riego tecnificado. El área de estudio es un ecosistema seco con topografía irregular, donde es común el riego por gravedad, trayendo como consecuencia la pérdida del agua y erosión del suelo. Los problemas que afectan el funcionamiento del sistema de riego son: derrumbes, problemas de infraestructura, desbordes, deslizamientos y disfuncionamientos por distribución y robo de agua. Las estrategias más idóneas para el manejo del suelo y el agua en el área son la agroforestal que permitiría reducir los problemas de erosión y el mal uso de agua, y la tecnificación del sistema de riego de forma asociativa.

Palabras clave: estrategias de innovación, manejo de suelo y agua en sistemas agropecuario, sistema de riego.

**“INNOVATION STRATEGIES IN THE MANAGEMENT OF SOIL AND WATER
FOR A SUSTAINABLE AGRICULTURAL PRODUCTION IN THE INFLUENCE
AREA OF THE IRRIGATION CHANNELS MONTE OLIVO - SAN RAFAEL”**

Author: Freddy H. Villota González

Advisor: Patricia M. Aguirre Mejía PhD

Año: 2019

SUMMARY

Water and soil are the most important resources that conform agricultural production systems. There are areas with periods of prolonged drought where water availability is poor, for this reason an important innovation such as irrigation is implemented. The area of influence of the irrigation channels Monte Olivo - San Rafael is characterized by being a dry area that has steep slopes. These factors and inappropriate practices during agricultural activities and plot irrigation intensify the technical and social dysfunctions that affect the irrigation system, causing soil erosion and water wastage. The objective of this research was to design innovation strategies for the proper soil and water management in the agricultural production systems of the study area. It was divided into three phases: Phase 1: diagnostic of agricultural production systems; Phase 2: analysis of soil and water management in the area; Phase 3: design of strategies for proper soil and water management. The information was collected through the methods of direct observation and survey application. The results showed that agricultural production is the most practiced economic activity in the area, predominantly small farmers, characterized by having limited access to land and lack of technical irrigation. The study area is a dry ecosystem with irregular topography, where gravity irrigation is common, resulting in water loss and soil erosion. The problems that affect the operation of the irrigation system are landslides, infrastructure problems, overflows, landslides and malfunctions due to distribution and theft of water. The most suitable strategies for soil and water management in the area are agroforestry that would reduce erosion problems and water misuse, and the technification of the irrigation system in an associative way.

Keywords: innovation strategies, soil and water management in agricultural systems, irrigation system.

INTRODUCCION

Se estima que la producción bajo riego es el 70% de la total. La adopción de esta técnica altera aspectos como tipos de cultivo, superficie de siembra, manejo agronómico, infraestructura y labores culturales, estos influyen en el manejo del suelo y del agua en los sistemas de producción agropecuaria (Zapata y Gasselin, 2005).

El área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael está caracterizada por fuertes pendientes que provocan una serie de disfuncionamientos técnicos y sociales en el sistema de riego, además, el manejo inadecuado del agua y el suelo que realizan los agricultores en el riego parcelario. Esta problemática fue abordada en esta investigación con la finalidad de diseñar estrategias que permitan optimizar el uso de los recursos de suelo y agua para alcanzar una agricultura más sostenible.

El documento está estructurado en cinco capítulos. En el primer capítulo se definió la problemática con la finalidad de establecer las preguntas de investigación y elaborar los objetivos para el estudio. Además, se presenta la justificación para sustentar la investigación en leyes, normativas y planes estratégicos.

En el segundo capítulo se analizaron los antecedentes y el marco teórico, utilizando información obtenida por revisión bibliográfica sobre el manejo del agua y el suelo en sistemas de producción agropecuaria y sistemas de riego. Esta información permitió sustentar los resultados que se presentaron en el estudio.

El tercer capítulo presenta la metodología utilizada en la investigación, donde se utilizaron los siguientes documentos guías: Metodologías de análisis y diagnóstico de sistemas de riego campesino (Apollin y Eberhart, 1998); Guía metodológica para el análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural (Apollin y Eberhart, 1999); y, Agroecosistemas: conceptos básicos (Hart, 1985). Se desarrollaron tres fases que representan a cada objetivo específico y la información se recopiló utilizando métodos de observación directa y aplicación de encuestas.

El capítulo cuatro consiste en la presentación de resultados, distribuidos para cada fase metodológica. En la primera fase se presentan resultados que corresponden al diagnóstico de los sistemas de producción en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael. En la segunda fase, los resultados son concernientes al manejo del agua y el suelo en el área de estudio, mediante el análisis de las actividades agrícolas y el sistema de riego Monte

Olivo – San Rafael. En la fase 3, se analizaron los resultados de las fases anteriores para diseñar las estrategias innovadoras que permitan un manejo adecuado del agua y el suelo en el área de estudio.

En el capítulo cinco se desarrollaron las conclusiones y recomendaciones, donde se manifiesta que la principal estrategia se refiere a la tecnificación del sistema de riego, pero se recomienda trabajar de forma asociativa, con la finalidad de reducir los costos de implementación de los métodos de riego tecnificado como goteo y aspersión.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Contextualización del problema.

El cambio climático tiene repercusiones graves sobre el funcionamiento de los ecosistemas, fenómenos que no existían hace pocas décadas, ya forman parte de lo habitual en la actualidad. Esta realidad es evidente en los países subdesarrollados, donde existe una desmesurada tendencia al consumismo, la destrucción del medio ambiente, la agudización de las desigualdades, la pobreza, el desempleo y subempleo, entre otros males (Pavon *et al.*, 2015).

El cambio climático es una amenaza global que genera impactos severos sobre los sistemas de producción agropecuaria. Esto se debe a las fuertes variaciones en los factores climáticos como precipitación y temperatura, los cuales son indispensables para el crecimiento de cultivos y pastos (Altieri y Nicholls, 2009). En respuesta a dichos impactos y a la fuerte demanda de producción que existe en la actualidad, se ha intensificado el uso de ciertos insumos, pero sobre los que se ejerce mayor presión son el suelo y el agua.

La degradación del suelo y la contaminación del agua se producen principalmente por un manejo inadecuado en las prácticas agropecuarias. Además, la pobreza tiene fuerte relación con la pérdida de estos recursos ya que los agricultores pobres tienen acceso limitado a tierras y agua, por ello trabajan suelos de mala calidad que tienen alta vulnerabilidad a la degradación (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2011a).

La condición biofísica del Ecuador beneficia la producción agropecuaria en el Ecuador y según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) (2016) en la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) se determinó que el 19% del territorio nacional es de uso agropecuario. Sin embargo, se ha evidenciado un manejo inadecuado del agua y suelo durante el desarrollo de prácticas agropecuarias; por ejemplo, uso excesivo de fertilizantes, actividades deficientes de riego, falta de rotación de cultivos, no asocian sus cultivos con árboles, entre otros.

A medida que avanza el tiempo el manejo inadecuado de estos recursos se torna crítico y genera sistemas de producción agropecuaria deficientes. Por esta razón, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) (2014) ha trabajado en estrategias innovadoras, con el fin de alcanzar una mejor producción y utilizar los recursos de manera sostenible. Además, la

innovación es considerada como un impulsor del crecimiento económico y la competitividad en los países. Algunas innovaciones no se aplican de manera correcta y en lugar de ser un beneficio terminan agravando el problema o generando uno nuevo.

El riego es considerado una de las principales innovaciones del sector agrícola y en Ecuador el aprovechamiento de agua para irrigación representa el 82% del consumo total (Zapata y Gasselin, 2005). Sin embargo, tan sólo el 20 % de la superficie destinada para actividades agropecuarias cuenta con riego y de esta cantidad el 31,56 % podría ser regada. A pesar, del balance hídrico positivo en el país, existen cuencas con déficit de agua en diferentes zonas y en algunas épocas del año (INEC, 2016).

Es posible observar diferentes dificultades en la aplicación de riego; por ejemplo, las prácticas inadecuadas y la falta de tecnificación generan graves problemas de lixiviación y erosión del suelo. Incluso si existe tecnificación y no es aplicada correctamente se pueden generar pérdidas derivadas de las inversiones realizadas por los agricultores, lo cual provoca un problema socioeconómico (Battilani, 2012). Otros problemas existentes se relacionan con la asignación del agua para riego, la planificación de sus usos, ordenamiento del territorio y falta de información hidrometeorológica y de estadísticas, lo cual imposibilita la planificación y evaluación de la política hídrica (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2011).

1.2. Problema de investigación.

El estudio está centralizado en el análisis de los sistemas de producción agropecuaria basados en el riego donde la intensificación de los recursos agua y suelo es necesaria. Sin embargo, dicha intensificación tiene sus límites y es necesario la aplicación de estrategias innovadoras que permitan el uso sustentable de los recursos (Dixon, Gulliver y Gibbon, 2001). Para diseñar las estrategias también se debe considerar el diagnóstico del sistema de riego ya que en algunas ocasiones sus disfuncionamientos son los causantes del manejo inadecuado del agua y el suelo.

Un sistema de riego antes de ser un trabajo de ingeniería civil se puede considerar como una rehabilitación social; es decir, una organización de grupos humanos que definen de manera colectiva la distribución del agua y los deberes que se deben cumplir para la conservación y acceso a este líquido (Apollin y Eberhart, 1998).

En las parroquias San Rafael y Monte Olivo ubicadas en el cantón Bolívar, provincia del Carchi, el agua que se utiliza para las actividades agropecuarias proviene de los canales de riego alto y bajo administrados por la Junta General de Riego Monte Olivo – San Rafael. En la actualidad son 272 beneficiarios que aprovechan el agua de este sistema de riego y afrontan diferentes problemas que se relacionan con la debilidad en infraestructura, distribución del recurso y manejo inadecuado de suelo y agua. Por ejemplo, las pendientes pronunciadas en el área de estudio presentan constantes fallas geológicas que contribuyen al deterioro de la infraestructura de los canales de riego. Existen derrumbes que provocan el desprendimiento de grandes rocas, las cuales afectan principalmente a los tramos compuestos por tubería.

Por otra parte, se ha registrado un aumento considerable de usuarios en los canales Monte Olivo - San Rafael y la presión sobre el recurso hídrico es evidente. Hace algunos años las épocas de sequía prolongada disminuyeron el caudal del Río El Carmen y el abastecimiento de agua para los canales era deficiente; por esta razón, fue necesario realizar una nueva captación en el Río San Miguel. Además, el área de estudio posee un déficit hídrico considerable y sin el agua de riego sería imposible realizar actividades agropecuarias.

Algunos usuarios que tienen predios con pendientes considerables realizan riego por gravedad y no tienen en cuenta una particularidad peligrosa como es el aumento de la escorrentía. Esto genera problemas considerables como mal uso del agua debido a la deficiente infiltración, erosión del suelo y arrastre de sedimentos que llegan a los canales y provocan taponamientos. En estos casos es urgente tecnificar el riego ya que en algunos predios es posible observar la presencia de surcos y cárcavas que quedan marcados debido a las prácticas inadecuadas de riego. También se puede observar la presencia de cangahua porque el suelo apto para los cultivos y pastos ha sido arrastrado por la escorrentía.

Por el momento, los problemas que afectan a estas parroquias no son críticos y se puede desarrollar las diferentes actividades con normalidad. Sin embargo, a medida que el calentamiento global genera cambios considerables sobre los factores climáticos (temperatura y precipitación), en un futuro se evidenciara deficiencias en la mayoría de los sistemas de producción, las cuales estarán relacionadas principalmente con la erosión del suelo y la escasez de agua.

1.3. Formulación del problema.

Sistema de producción agropecuario deficiente debido a prácticas inadecuadas en el manejo del suelo y el agua en el área de influencia del canal de riego Monte Olivo - San Rafael.

1.4. Preguntas de investigación.

- ¿Cómo es el Sistema de producción agropecuario en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo - San Rafael?
- ¿Cuál es manejo del suelo y el agua en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo - San Rafael?
- ¿Cuáles serían las estrategias de innovación para el manejo del suelo y el agua en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo - San Rafael, que permita una producción agropecuaria sostenible?

1.5. Objetivos de la investigación.

1.5.1. Objetivo General.

Proponer estrategias de innovación para el manejo del suelo y el agua en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo - San Rafael, que permita una producción agropecuaria sostenible.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Diagnosticar los sistemas de producción agropecuarios en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo – San Rafael.
- Analizar el manejo del suelo y el agua en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo - San Rafael.
- Diseñar estrategias de innovación para el manejo del suelo y el agua en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo - San Rafael, que permita una producción agropecuaria sostenible.

1.6. Justificación.

Según la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), la Universidad Cornell y la Escuela de Administración de Empresas al Servicio del Mundo (INSEAD) (2017), el Índice Mundial de Innovación 2017 “La innovación alimenta al mundo”, está enfocado en los sistemas de producción agropecuaria, debido al aumento demográfico que se espera en los próximos

años; es decir, que el sector agropecuario deberá responder a una demanda mundial y a la competencia creciente por los limitados recursos naturales. En este sentido, en el índice de este año los países considerados como los más innovadores son: Suiza, Suecia, los Países Bajos, los Estados Unidos y el Reino Unido.

Las actividades agropecuarias necesitan centralizarse en una buena gestión del suelo y agua, la utilización de sistemas tecnológicos y la adaptación de los patrones de cultivo (Levidow *et al.*, 2014). En este contexto, el estudio se focaliza en el diseño de estrategias innovadoras para los sistemas de producción agropecuaria en el área de influencia de los canales Monte Olivo – San Rafael, con la finalidad de mejorar la producción, prevenir la erosión del suelo, optimizar el agua de riego y reducir los impactos sobre el ambiente en general.

La aplicación correcta del riego consiste en un manejo adecuado del agua desde su captación hasta la distribución en la parcela. Además, al momento de regar se deben considerar las condiciones topográficas del terreno y la disponibilidad del recurso; por ejemplo, en gran parte del área de estudio existen pendientes donde se debe realizar riego tecnificado con la finalidad de optimizar el manejo de agua y suelo. El suministro y los turnos de agua se otorgan de acuerdo con el requerimiento del cultivo.

El desarrollo de la investigación se sustenta en los objetivos del Desarrollo Sostenible: **Objetivo 6.** Agua limpia y saneamiento; **Objetivo 12.** Producción y consumo responsable; y, **Objetivo 13.** Acción por el clima (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2018).

A nivel nacional se sustenta en los artículos de La Constitución de la República del Ecuador (2008): **Art. 12.-** “El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida” (p.13); **Art. 13.-** “Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales” (p.13); y el

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua,

y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.
(p.147)

En el Plan Nacional de Desarrollo. Toda una vida, (2017): **Objetivo 3.** Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones; y, **Objetivo 6:** Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir Rural.

Finalmente, en el Plan Nacional de Riego y Drenaje 2012-2026, específicamente en: **Objetivo 1.** Ampliar la cobertura y mejorar la eficiencia social, económica y ambiental de todos los sistemas de riego y drenaje; y, **Objetivo 5.** Garantizar la calidad y cantidad de agua para el riego considerando a las presentes y futuras generaciones.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes

El cambio climático tiene sus repercusiones sobre los sistemas de producción; por esta razón, se han realizado algunos estudios que analizan el uso de agua de riego. Aragón (2018) analizó los sistemas de producción agrarios antes y después de la implementación del sistema de riego. Los resultados revelan que la implementación del canal de riego ha modificado la dinámica de los sistemas de producción generando algunos impactos socioeconómicos y ecológicos.

Entre los antecedentes de esta investigación se encuentra el Proyecto de Riego Monte Olivo ejecutado por Gobierno Provincial del Carchi, los trabajos de titulación realizados por Pilamunga (2019), Mera (2018), Vásquez (2018) y Yandún (2018) y actas de la junta que contienen información sobre concesiones y renovaciones de las captaciones de agua para los canales alto y bajo, que reposan en la Junta General de Riego Monte Olivo - San Rafael.

Pilamunga (2019) asegura que el nivel de gobernanza de la Junta General de Riego Monte Olivo - San Rafael es bajo. Esto se debe a la dependencia que tiene la junta sobre los organismos estatales en la toma de decisiones, administración y resolución de conflictos relacionados con la gestión del agua. Esto influye sobre los sistemas de producción agropecuarios que tienen a un 70 % de agricultores realizando riego por gravedad y cultivando principalmente 271.31 ha de aguacate, 150.46 ha de fréjol y 194.28 ha de tomate de árbol (Mera, 2018).

Para el desarrollo de las actividades agropecuarias los pobladores de Monte Olivo y San Rafael manifiestan que es necesario optimizar la forma de riego, reforestar las áreas verdes e implementar reservorios de agua con la finalidad de mejorar el consumo de este recurso. En cuanto a la infraestructura del canal, un 45% de los pobladores aseguran que se encuentra en buen estado, un 36,67% admiten que existe problemas y el 18.33 % restante no tiene conocimiento (Vásquez, 2018).

Dentro del área de influencia de los canales existe susceptibilidad muy alta a deslizamientos principalmente en el sector El Aguacate y Pueblo Nuevo. Por otra parte, en los sectores Monte Olivo y El Aguacate la susceptibilidad es moderada. Estos son los niveles prioritarios que requieren manejo ya que algunas prácticas se realizan de manera inadecuada y afectan a la

distribución del agua, la calidad de los cultivos e incluso generan degradación del suelo (Yandún, 2018).

En la junta de regantes no existe solamente problemas en el manejo del agua y el suelo. Por ejemplo, en el estudio realizado por Mera (2018) se reportaron 20 conflictos donde el 75% corresponde a conflictos socioeconómicos y tan sólo el 25% son de tipo ambiental. La gestión de los canales de riego según Mera (2018) están afectados principalmente por la inequidad en la distribución del agua (Mera, 2018).

La junta de regantes tiene legalizado todas sus concesiones. El 01 de abril de 1983 mediante el proceso N° 1-73-789 (N) se aprobó la concesión de las aguas para la acequia baja de la junta de aguas San Rafael cuyo caudal promedio es de 218.0 l/s, se excluyeron 3 l/s, para el uso de la población de San Rafael. La concesión se realizó para 10 años en la cota 2280 msnm. La superficie de terreno a ser aprovechada por el riego es de 575 hectáreas. Considerando esta superficie y el caudal la dotación fue de 0.37 l/s/ha. Al concluir el plazo de los 10 años, el 19 de enero de 2005 se renueva la autorización del derecho de aprovechamiento de las aguas en las mismas condiciones que se solicitaron en la autorización inicial. De igual manera, el 21 de julio de 2016 se realizó la vigente renovación en las mismas condiciones de las autorizaciones anteriores.

En diciembre del 2002 mediante el proceso N° C-01-195 (N) se aprobó la concesión de un caudal de 785 l/s del río San Miguel en la cota 2600 msnm. Las aguas se trasladaron mediante un canal de hormigón y túneles en una longitud estimada de 2.5 km hasta el río El Carmen en la cota 2280 msnm. En este lugar se sumaba la concesión aprobada por un caudal de 218 l/s resultando un caudal para el canal bajo de 1003 l/s que regará una superficie que corresponde a 848 ha y beneficia a 430 familias de las comunidades de Monte Olivo, Cerro Gordo, El Aguacate, El Manzanal, Pueblo Nuevo, San Rafael y Caldera.

El 27 de marzo de 1990 mediante el proceso N° I-89-2812 (N) se aprobó la concesión del caudal de la quebrada El Riñón de 350 l/s, en la cota 2940 msnm, agua que se conduce por una acequia de 3 km de longitud, y que a su paso se incrementara con las aguas de la quebrada Miraflores en un caudal de 20 l/s, hasta su descarga en la quebrada Aguas amarillas que tiene un caudal de 30 l/s. En total se aporta un caudal de 400 l/s al canal de riego bajo de Monte Olivo – San Rafael. La renovación vigente de la concesión se realizó el 27 de diciembre de 2016. Se autorizó el derecho de aprovechamiento de las aguas que nace del río San Miguel, y las quebradas El Riñón, Miraflores y Aguas Amarillas, con un caudal de 400 l/s destinados

para riego. En la parte baja se ha utilizado el agua del río El Carmen para el Proyecto de riego Monte Olivo que fue construido por el Distrito INERHI.

Por otra parte, el aprovechamiento de las aguas de la acequia alta se aprobó mediante el proceso N° I-88-2651 con fecha 11 de mayo de 1989. La concesión fue de caudal 70 l/s en la cota 2450 msnm. La captación rústica y el recorrido de la acequia es de 18 km aproximadamente. El cauce a cielo abierto con algunos tramos revestidos o entubados en las partes más críticas. El área de los beneficiados es de 162 ha pertenecientes a 39 usuarios, con una dotación de 0.43 l/s/ha. Se han realizado dos renovaciones en las mismas condiciones que la resolución inicial. La primera fue el 16 de diciembre de 2004 y la vigente se realizó el 05 de mayo de 2016.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Cambio y variabilidad climáticos.

El cambio climático ocupa uno de los primeros lugares entre los principales problemas que afectan a la humanidad, se caracteriza por tener impactos que pueden ser positivos o negativos. Sin embargo, un cambio brusco significa resultados adversos que afectan directamente a los sistemas naturales y humanos de todo el planeta. En este sentido, El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) en 2013 define al cambio climático como una modificación en el estado del clima que puede identificarse mediante cambios en la media y/o la variabilidad de sus propiedades (pruebas estadísticas), y que persiste durante un período prolongado generalmente por décadas. Por otra parte, según el IPCC (2013):

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. (p. 188)

El origen del cambio climático se relaciona con procesos internos naturales como modulaciones de los ciclos solares y las erupciones volcánicas; también por forzamientos externos concernientes a cambios generados por el ser humano que persisten en el uso de la tierra o la composición de la atmósfera (IPCC, 2014).

El autor anteriormente citado en el año 2013 señala que la variabilidad climática está definida por el como “las variaciones en el estado medio y otras estadísticas (como las desviaciones

estándar, la ocurrencia de extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales más allá de los eventos meteorológicos individuales” (p. 202).

En ocasiones el cambio climático y la variabilidad climática se consideran sinónimos ya que interactúan constantemente y se originan del efecto invernadero antropogénico. Sin embargo, son términos totalmente diferentes: la variabilidad climática se caracteriza por su acción en períodos de tiempo cortos, mientras que el cambio climático persiste en periodos más prolongados, incluso los fenómenos de la variabilidad climática se tornan más extremos debido al cambio climático (Alzate *et al.*, 2015).

2.2.1.1. Sectores más vulnerables identificados para afrontar el cambio climático.

Según el Ministerio del Ambiente Ecuador (MAE) (2012) los países más afectados por el cambio climático son los que están en vías de desarrollo. Estos países tienen gran dependencia al entorno natural y ejercen presión sobre los recursos con el fin de responder a los efectos de la variación del clima y las fuertes demandas de producción. La vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas, sociales, económicos y ecológicos en el Ecuador, se enfrenta incorporando progresivamente criterios de mitigación y adaptación a sus programas y proyectos de inversión.

Los sectores más vulnerables identificados para afrontar los retos del cambio climático y cuyas afectaciones podrían causar las mayores pérdidas económicas, sociales y ecológicas en el país son (IPCC. 2006 citado por MAE, 2012):

1) Energía y los subsectores: actividades de quema de combustibles, fuga de emisiones de combustibles y transporte y almacenamiento de dióxido de carbono. 2) Procesos industriales y uso de productos, conformado por los subsectores: industria minera, industria metalúrgica, productos no-energéticos de uso combustible y solvente, industria electrónica, uso de productos sustitutos de sustancias destructores del ozono, manufactura y uso de otros productos. 3) Agricultura, ganadería y otros usos de la tierra, conformado por los subsectores: ganadería, suelos, fuentes acumuladas y fuentes de emisiones no relacionadas al CO₂, en el suelo. 4) Residuos y los subsectores: manejo de desechos sólido, tratamiento biológico de desechos sólidos, incineración y quema a campo abierto de residuos, tratamiento y descarga de aguas residuales. 5) pesca y acuicultura; 6) salud; 7) recursos hídricos; 8) ecosistemas naturales; 9) grupos humanos vulnerables; 10) turismo; 11) infraestructura; y, 12) asentamientos humanos. (p. 22)

En el presente estudio se formuló estrategias que contribuyen con la adaptación de los sectores más vulnerables al cambio climático. Estos sectores son: la agricultura, los ecosistemas y la hidrología; de los cuales depende las actividades económicas de los pobladores de Monte Olivo y San Rafael.

2.2.1.2. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

La adaptación es la capacidad que tiene un sistema para ajustarse a la variabilidad del clima y los fenómenos extremos que produce el cambio climático; su finalidad es moderar los daños potenciales para aprovechar las oportunidades y enfrentar las consecuencias (IPCC, 2014). Existen diferentes respuestas adaptativas disponibles para las sociedades humanas, estas pueden ser: 1) De carácter tecnológico como la tecnificación en riego; 2) A través del comportamiento de la sociedad como el reciclaje; 3) De gestión como las prácticas agrícolas modificadas; y, 4) De política como las regulaciones de planificación (IPCC, 2007).

Por otra parte, la vulnerabilidad se define como el grado de susceptibilidad que manifiesta un sistema frente a los efectos adversos del cambio climático, se incluyen la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. Además, la vulnerabilidad se determina por la magnitud, tasa de cambio y variación climática a los que está expuesto un sistema en función de su sensibilidad y la capacidad de adaptación (IPCC, 2007).

2.2.1.3. Estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático.

En Ecuador se ha elaborado la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) con el fin de dar respuesta a los desafíos planteados por este hacia los sectores más vulnerables. La ENCC está compuesta por dos Líneas Estratégicas (MAE, 2012):

- Adaptación al Cambio Climático cuya finalidad es reducir la vulnerabilidad social, económica y ambiental frente a los impactos del cambio climático.
- Mitigación del cambio climático que tiene como finalidad reducir las emisiones de GEI y aumentar los sumideros de carbono en sectores estratégicos.

Las líneas estratégicas poseen objetivos generales, objetivos específicos, resultados esperados, y lineamientos para la Acción entre el 2017 y el 2025. En la Tabla 1 se presentan los objetivos para la Adaptación al cambio climático.

Tabla 1.*Objetivos de la línea estratégica “Adaptación al Cambio Climático”*

Objetivo general	Crear y fortalecer la capacidad de los sistemas social, económico y ambiental para afrontar los impactos del cambio climático.
Objetivos específicos	Implementar medidas que garanticen la soberanía alimentaria frente a los impactos del cambio climático.
	Iniciar acciones para que los niveles de rendimiento de los sectores productivos y estratégicos, así como la infraestructura del país no se vean afectados por los efectos del cambio climático.
	Implementar medidas de prevención para proteger la salud humana frente a los impactos del cambio climático.
	Manejar el patrimonio hídrico con un enfoque integral e integrado por Unidad Hidrográfica, para asegurar la disponibilidad, uso sostenible y calidad del recurso hídrico para los diversos usos humanos y naturales, frente a los impactos del cambio climático.
	Conservar y manejar sustentablemente el patrimonio natural y sus ecosistemas terrestres y marinos, para contribuir con su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático.
	Tomar medidas para garantizar el acceso de los grupos de atención prioritaria y de atención prioritaria a recursos que contribuyan a fortalecer su capacidad de respuesta ante los impactos del cambio climático.
	Incluir la gestión integral de riesgos frente a los eventos extremos atribuidos al cambio climático en los ámbitos y actividades a nivel público y privado.
Implementar medidas para incrementar la capacidad de respuesta de los asentamientos humanos para enfrentar los impactos del cambio climático.	

Fuente: (MAE, 2012).

Entre los principales resultados esperados para el objetivo específico 1 de esta línea estratégica se encuentra la elaboración del Plan Nacional de Riego y Drenaje 2012 - 2026, el cuál asume los grandes retos del subsector dentro del desarrollo nacional (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca [MAGAP], 2013):

- Insertar al riego dentro de las políticas de desarrollo rural.
- Priorizar la pequeña y mediana producción.
- Cuidar las fuentes y ecosistemas abastecedores de agua.
- Apoyar a los procesos de prevención y sanción de la contaminación de los cursos de agua.
- Ampliar el área regada
- Rehabilitar la infraestructura construida.
- Tecnificar el riego.

- Garantizar el acceso equitativo al agua para riego.
- Establecer mecanismos de coordinación entre todos los responsables de la gestión del riego.
- Desarrollar procesos de capacitación a las entidades responsables y a los regantes.

En la Tabla 2 se describen los objetivos para la Línea Estratégica “Mitigación del Cambio Climático”.

Tabla 2.

Objetivos de la Línea Estratégica “Mitigación del Cambio Climático”

Objetivo general	Crear condiciones favorables para la adopción de medidas que reduzcan emisiones de GEI y aumentar los sumideros de carbono en los sectores estratégicos.
Objetivos específicos	Identificar e incorporar prácticas apropiadas para mitigar el cambio climático en el sector agropecuario, que puedan además fortalecer y mejorar su eficiencia productiva y competitividad.
	Implementar medidas que aporten a la integridad y conectividad de los ecosistemas relevantes para la captura y el almacenamiento de carbono y manejar sustentablemente los ecosistemas intervenidos con capacidad de almacenamiento de carbono.
	Fortalecer la implementación de medidas para fomentar la eficiencia y soberanía energética, así como el cambio gradual de la matriz energética, incrementando la proporción de generación de energías de fuente renovable, contribuyendo así con la mitigación del cambio climático.
	Fomentar la aplicación de prácticas que permitan reducir emisiones de GEI en los procesos relacionados con la provisión de servicios y la generación de bienes, desde su fabricación, distribución, consumo, hasta su disposición final.
	Promover la transformación de la matriz productiva, incorporando medidas que contribuyen a reducir las emisiones de GEI y la huella de carbono, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y el uso responsable de los recursos naturales no renovables.

Fuente: MAE (2012).

2.2.2. Sistema de producción agropecuaria.

El sistema se define por Silva, Duarte y Ríos (1996) como un conjunto de elementos o componentes que interaccionan de forma dinámica y están organizados en función de un propósito. Un sistema puede ser de producción cuando su objetivo es obtener un producto; en este contexto, Dufumier (1985 citado en FAO, 2005) los define como:

Una combinación en el espacio y en el tiempo de ciertas cantidades de fuerza de trabajo (familiar, asalariada, etc.) y de distintos medios de producción (tierras, agua y sistemas de riego, mano de obra, recursos genéticos vegetales y animales, crédito y capital, edificios, máquinas, instrumentos, etc.) con miras a obtener diferentes producciones agrícolas. (p. 8)

Un sistema de producción agropecuario está enfocado en la explotación de cultivos y animales con la finalidad de alcanzar objetivos socioeconómicos específicos para las familias que se dedican a estas actividades (FAO, 2005); es decir, una interacción compleja entre procesos sociales, ambientales y biológicos (Hecht, 1999).

Este grupo de sistemas agropecuarios se componen por subsistemas de cultivo, crianza, transformación y de actividades no agrícolas. El conjunto de actividades que se desarrollan en torno al ámbito productivo responde a una lógica relacionada con la combinación e interacción de tres principales componentes: mano de obra familiar, capital e instrumentos de producción disponibles, tierra y el agua de riego (Apollin y Eberhart, 1999).

Además, dichos sistemas evolucionan con el tiempo, nunca permanecen estáticos. Permiten alcanzar el objetivo económico, social y político de los productores y su evaluación debe considerar un análisis de los aspectos históricos, la evolución social, la situación económica, tecnológica y cultural de las transformaciones humanas y ambientales (Zúniga, 2011).

2.2.2.1. Elementos de un sistema de producción agropecuaria.

Hart (1985) manifiesta que todo sistema debe considerar los siguientes elementos:

- *Componentes.* – son los elementos básicos (la materia prima) del sistema.
- *Interacciones entre componentes.* – modos de relación entre los componentes del sistema proporciona las características de estructura a la unidad.
- *Entradas.* – flujos que ingresan al sistema y provienen del medio exterior.
- *Salidas* – flujos del sistema de producción que van hacia el exterior.
- *Limites.* - es el medio que delimita externamente al sistema.

En la Figura 1 se presentan los elementos que interactúan en un sistema de producción.

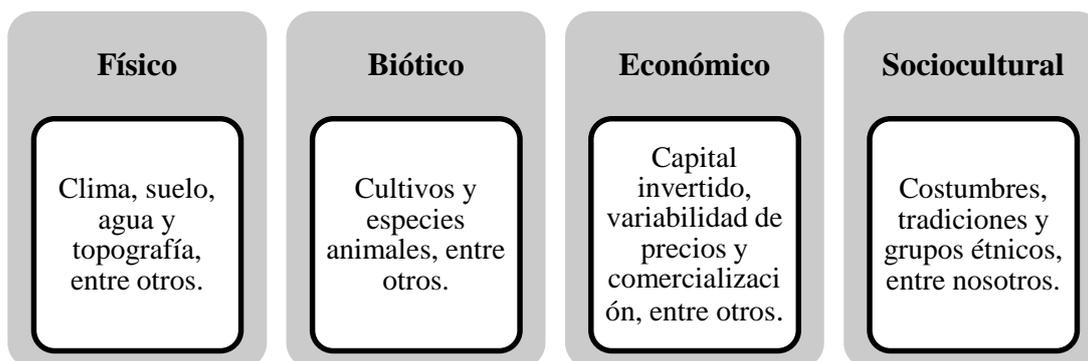


Figura 1. Elementos que interactúan en un sistema de producción.

Fuente: Silva *et al.* (1996)

2.2.2.2. Estructura del sistema.

La estructura de un sistema es la forma como se organizan los componentes que lo integran; la finalidad es que el resultado tenga cohesión y permanencia para que lo identifiquen y diferencien de otro (Silva *et al.*, 1996). Además, dependerá de las siguientes características (Hart, 1985):

- Número de componentes. – cantidad de elementos que interactúan para construir el sistema.
- Tipo de componente. – corresponde a las características de un componente individual que lo diferencia de los demás.
- Interacción entre componentes. - Arreglo u organización entre los componentes de un sistema.

La parte más fundamental en la estructura del sistema según Hart (1985) es la interacción entre componentes; sin embargo, el número y tipo de componentes pone ciertos a los tipos de interacción que pueden ocurrir dentro de un sistema. Estas relaciones pueden ser de diferentes tipos: 1) Cadena directa, en la cual una salida de un componente es la entrada del otro; 2) Cadena cíclica, en la cual hay retroalimentación; y 3) Competitivo, en la cual los componentes compiten por la misma entrada (Figura 2).

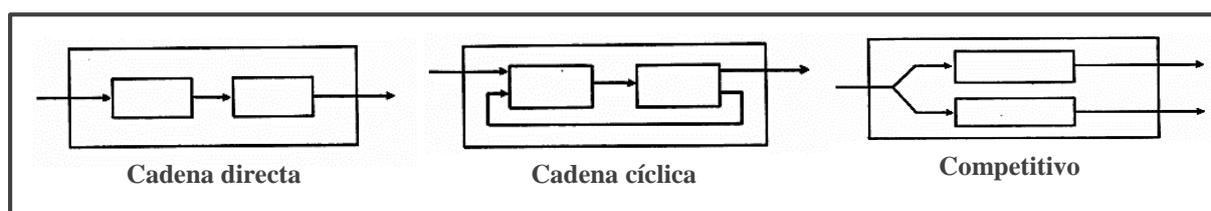


Figura 2. Tipos de interacciones entre componentes de un sistema.

Fuente: Hart (1985).

2.2.2.3. Enfoque de los sistemas de producción agropecuaria (ESPA).

En la actualidad se considera al hogar agropecuario un eje principal en el establecimiento del conjunto de decisiones para la asignación de recursos. En este contexto, según Dixon *et al.* (2001) “el ESPA como marco de análisis ha contribuido en un cambio de paradigmas en la visión del desarrollo rural” (p. 11). A continuación, en la Tabla 3 se muestra la evolución del ESPA.

Tabla 3.

Evolución del SPA

<i>Características</i>	<i>Década 1970</i>	<i>Década 1980</i>	<i>Década 1990</i>	<i>Década 2000</i>
Nivel del Sistema				
Finca				
Hogar Agropecuario				
Grupos/Comunidad				
Distrito/Zonas/Area o Sector				
Forma de Subsistencia				
Cultivos				
Cultivos-Ganadería				
Forma de Subsistencia Múltiple del Hogar Agropecuario				
Enfoque Funcional				
Investigación				
Investigación y Extensión				
Investigación. Extensión y Servicios de Apoyo				
Multisectorial incluyendo Infraestructura				
Enfoque de los Actores				
Sector Público				
Sector Público y Sociedad Civil				
Sociedad Civil, Sector Público y Privado				
Otros Enfoques				
Género				
Seguridad Alimentaria familiar				
Productividad y Manejo de Recursos				

Fuente: Dixon *et al.*, (2001)

Nota: Las áreas más oscuras indican que en ese período el enfoque se ha centrado en ese elemento

2.2.2.4. *Funcionamiento del sistema.*

Apollin y Eberhart (1999) determinaron el funcionamiento del sistema de producción en diferentes etapas sucesivas:

- La caracterización de la estructura del sistema. - se identifica la disponibilidad de factores como mano de obra familiar y la fuerza de trabajo, la tierra y sus características, y el capital.
- La caracterización de los subsistemas de cultivo y de crianzas. - se refiere a las decisiones técnicas del agricultor; por ejemplo, elección de producciones vegetales y animales, implementación de asociaciones y rotaciones en los cultivos, y prácticas de producción.
- Análisis del funcionamiento del sistema de producción. - comprende el análisis de varios aspectos: a) las formas de uso de las fuerzas productivas por parte de la familia campesina (uso de la tierra, organización de la mano de obra y utilización del capital disponible), y las interrelaciones entre estos elementos. b) la repartición de las fuerzas productivas (tierra, mano de obra y capital), entre los diferentes subsistemas de cultivo, de crianza y de transformación, y c) los flujos de materias al interior del sistema (abonos orgánicos) o de productos con el exterior del sistema (compra de insumos, venta de productos agrícolas).

El funcionamiento del sistema de producción depende de los tres elementos constitutivos principales. Por esta razón, proponer una innovación técnica al sistema necesita de una evaluación preliminar para analizar las consecuencias que tendrá esta modificación sobre los otros elementos; el cambio en un elemento repercute sobre el funcionamiento y organización de todo el sistema (Villaret, 1994).

La función de un sistema se define en términos de procesos, por ejemplo, recibir entradas y producir salidas. Este proceso se puede caracterizar mediante la utilización de diferentes criterios, entre los más importantes se pueden describir los siguientes (Hart, 1985):

- Productividad. – medida de la salida de un sistema.
- Eficiencia. – medida que toma en cuenta las cantidades de entradas y salidas de un sistema.
- Variabilidad. – toma en cuenta la probabilidad en la cantidad de salidas.

2.2.2.5. Estrategias familiares.

Las estrategias productivas de la familia campesina se determinan por la combinación de los tres componentes constitutivos que se detallan a continuación (Apollin y Eberhart, 1999):

- Medios de producción (tierra, agua de riego y capital), y mano de obra familiar. – la principal importancia de estos elementos se enfoca en la combinación y las interrelaciones entre ellos, mas no en las características individuales.
- Entorno socioeconómico y agroecológico. – influencia sobre la dinámica de funcionamiento de los sistemas de producción en las características de los mercados, acceso y políticas agrícolas relacionadas con precios y crédito (entorno económico). Ayuda mutua entre productores relacionadas principalmente al intercambio de medios de producción (entorno social). Las condiciones ambientales determinan directamente el potencial o los limitantes del sistema de producción.
- Lógica agrotécnica. – prácticamente está relacionada con los fundamentos que establece el productor para las decisiones técnicas tales como elección de producciones, sus utilizaciones y las técnicas a emplearse

2.2.3. Innovación en sistemas de producción

La innovación constituye una herramienta indispensable en los sistemas de producción agropecuarios. El IICA (2014) define la innovación como:

La aplicación de nuevos conocimientos en los procesos productivos y organizacionales. Tiene lugar cuando ocurre una apropiación social de los conocimientos, ideas, prácticas y tecnologías; es decir, cuando se traduce en un cambio que sea útil y beneficioso en el quehacer productivo u organizacional. Para que se considere como una innovación, la novedad que se implementa debe ser algo nuevo para ese contexto y no necesariamente para el mundo. (p. 3)

A continuación, se presenta algunos aspectos que caracterizan la innovación de los sistemas de producción.

2.2.3.1. Importancia de la innovación de los sistemas de producción.

La contribución de la innovación en los sistemas de producción está dada por los aportes de los últimos 20 años de agricultura sustentable, que permite la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático que se producen en los sistemas agrícolas (IICA, 2017).

Estas afirmaciones están sustentadas en la definición de la FAO (2015):

Innovación agrícola es el proceso mediante el cual las personas o las organizaciones introducen en la sociedad o en la economía el uso de productos, procesos y formas de organización existentes o nuevos con el fin de aumentar la eficacia, la competitividad, la resiliencia ante las crisis, o la sostenibilidad ambiental, contribuyendo así a lograr la seguridad alimentaria y nutricional, el desarrollo económico y la gestión sostenible de los recursos naturales. (p. 5)

Esta última definición sobre innovación agrícola será asumida en esta investigación.

2.2.3.2. Tipos de innovación en los sistemas de producción agrícola.

El significado complejo de la innovación permite clasificarla desde diferentes formas. Según el IICA (2014):

1) Innovación institucional: aborda cambios en los siguientes aspectos: políticas, normas, regulaciones, procesos, acuerdos, modelos, formas de organizarse, prácticas institucionales o relaciones con otras organizaciones. Los cambios se los realiza para crear un ambiente más dinámico y propicio con el fin de mejorar el desempeño de un sistema y hacerlo más interactivo y competitivo; 2) Innovación tecnológica: consiste en la aplicación de nuevas ideas, conocimientos científicos o prácticas tecnológicas que están dirigidas al desarrollo, la producción y la comercialización de productos, la reorganización o mejora de procesos productivos. Generalmente este tipo de innovaciones se asocian con cambios en los productos o en los procesos productivos, pero también pueden generarse innovaciones tecnológicas en el mercadeo o en la forma de organización. 3) Innovación social: se focaliza en el desarrollo o mejora sustancial de estrategias, conceptos, ideas, organizaciones, productos o servicios, que permiten un cambio positivo en la manera de satisfacer y responder a las necesidades sociales. Estas innovaciones se construyen por un conjunto de actores, que buscan el bienestar de los individuos y las comunidades mediante la generación de empleo, consumo, participación u otro cambio que mejore la calidad de vida de las personas. (p 4)

2.2.3.2. Innovación y desarrollo agrícola.

IICA (2017) menciona que para el desarrollo agrícola es necesario una buena capacidad de adaptación y respuesta a los eventos que generan duda en los precios de los mercados y

problemas relacionados con el cambio climático. Además, se incluyen aspectos como el avance tecnológico y la transformación institucional, así como el papel del Estado, el sector privado y la sociedad civil. En este sentido la innovación tiene un papel fundamental y permite alcanzar una agricultura más sustentable.

World Bank (2012) citado por (IICA, 2017) señala que la innovación agrícola: “surge con frecuencia de la acción colectiva, de la coordinación y del intercambio de conocimiento entre diversos actores” (Figura 3).

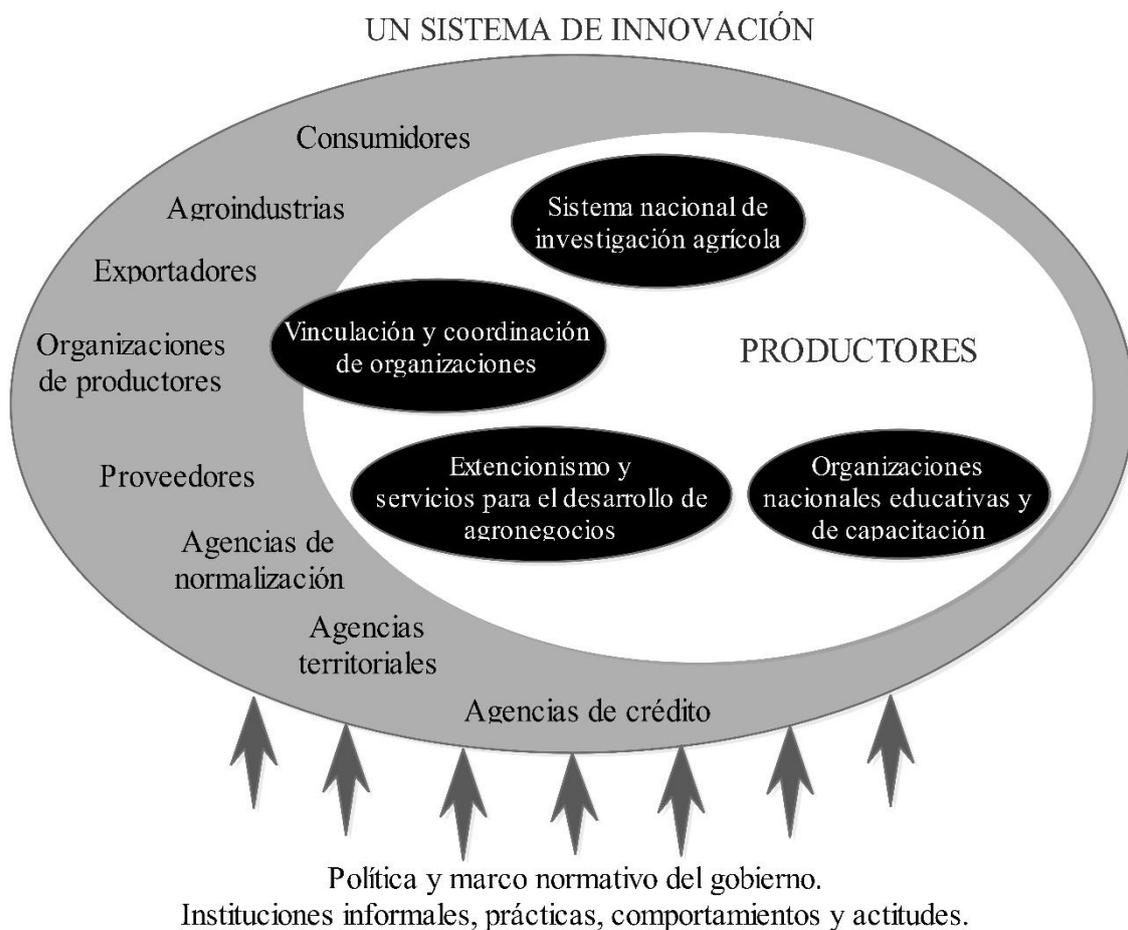


Figura 3. Sistema de innovación agrícola.
Fuente: World Bank (2012) citado por IICA (2017).

2.2.3.3. Estrategias de innovación en el manejo del suelo y agua en los sistema de producción agrícola.

El cambio climático agudiza la escasez del recurso hídrico, la inseguridad alimentaria y la pobreza rural y urbana. Por esta razón, la clave para responder a este fenómeno es incorporar tecnologías que optimicen el uso del agua y suelo. Esta adopción tecnológica debe ser aceptada por los agricultores, para ello se requiere que sea de bajo costo, adecuada para la localidad,

fácil de difundir, efectuada bajo el enfoque de agricultura sostenible y de manejo racional de suelos y agua (Martínez, 2013).

El manejo del suelo y el agua está determinado por las labores culturales y el manejo del campo. Por esta razón, las estrategias de la agricultura de secano se basan en la producción de alimentos utilizando el agua de manera eficiente y minimizando su desperdicio en la parcela. La disminución de las pérdidas de agua involucra reducir la evaporación mediante la rápida cobertura del suelo, para lo cual se utiliza cortinas rompevientos, se realiza labranza mínima, y se controla malezas. Por otra parte, el uso eficiente del agua corresponde a la utilización de especies que consumen menos agua, fertilización adecuada a la disponibilidad de agua, control de plagas y enfermedades, momento óptimo de siembra, variedades seleccionadas para cumplir su ciclo dentro del período climático de crecimiento y otras herramientas que se asemejan al manejo agrícola (FAO, 2003).

Las técnicas de innovación tecnológica se pueden introducir y manejar de forma exitosa cuando existe capacitación sobre su uso o los agricultores poseen el conocimiento necesario, por ejemplo, la FAO (2003) plantea los siguientes elementos exitosos para que la adopción tecnológica funcione:

- Las ideas deben provenir de los agricultores.
- El riego a presión es más aceptable que el riego por gravedad; entonces, el futuro desarrollo de la irrigación debería ser por presión.
- Focalizar la distribución eficiente del agua para evitar que continúen las altas pérdidas de agua, el robo de agua y el riego no programado.
- Capacitar a los agricultores sobre el pago de las tarifas por los servicios de agua hasta que los agricultores adquieran el concepto de que el agua no puede ser obtenida gratuitamente.
- Proporcionar asistencia técnica adecuada a los agricultores ya que pese a toda la capacitación realizada todavía hay grandes deficiencias en el conocimiento de los agricultores acerca de las prácticas agrícolas, los requerimientos de agua y los turnos de riego.
- Proponer soluciones específicas de acuerdo con las necesidades de cada elemento analizado.

Sin embargo, el uso de tecnologías inadecuadas puede producir la degradación del capital natural; es decir, se empobrece y contamina el suelo y las fuentes de agua debido al uso cada vez mayor de agroquímicos (Corrales y Torres, 2002).

2.2.4. Sistemas de riego: sus características en los sistemas de producción agrícola.

En ocasiones se confunde dos términos cuando se refiere al riego en una parcela; métodos de riego y sistema de riego. Sin embargo, método de riego se define como el conjunto de actividades o reglas que caracterizan el modo de aplicar el agua en las parcelas regadas; mientras que el sistema de riego es el conjunto de equipamientos y técnicas que proporcionan la aplicación del agua de riego siguiendo un método dado (Pereira *et al.*, 2010).

Existen diferentes métodos de riego y el estudio de Pereira y Trout (1999) los clasifica de la siguiente manera:

- *Riego de superficie o riego por gravedad.* Comprende el riego realizado por inundación, riego en canteros tradicionales y surcos cortos o en canteros con nivelado de precisión, riego por infiltración en surcos o en fajas y el riego por esorrentía libre.
- *Riego por aspersión,* se caracteriza porque son sistemas estáticos y su disposición es en cuadrícula, fijos o móviles. Se componen con sistemas móviles de cañón o ala sobre carro tirada por enrollador o por cable, y sistemas de lateral móvil, pivotante o de desplazamiento lineal.
- *Riego localizado o microrriego.* Considerados los más eficientes comprenden el riego por goteo, por difusores o borboteadores (“bubblers”), por tubos perforados o porosos. la microaspersión y el riego subsuperficial por tubos perforados y tubos porosos.
- *Riego subterráneo,* realizado por control de la profundidad de la capa freática, pero en la Península Ibérica no es común este tipo de riego.

2.2.4.1. Canal de riego: infraestructura y su gestión.

Los elementos considerados en un sistema de riego son la infraestructura y los acuerdos de operación, gestión y mantenimiento que son administrados por las juntas de regantes. Estos elementos permiten un acceso equitativo al agua, y están enfocados en planificación, búsqueda de financiamiento y actividades de dimensionamiento, diseño y construcción de la infraestructura, la cual corresponde a los canales y/o tuberías que se componen por obras complementarias (partidores, cámaras rompe carga, puentes) y accesorios (válvulas de

regulación, válvulas de purga, etc.) con la finalidad de optimizar el funcionamiento y operación del sistema (García, 2013).

Un canal de riego se encarga de conducir el agua por gravedad o bombeo, desde el lugar de captación hasta el lugar donde se necesita, el agua circula rodada en contacto con el aire o forzada en conducción con presión atmosférica (Blázquez, 2008).

Según García (2013) se clasifican de la siguiente manera:

- *Según su forma*, pueden ser de sección triangular, semicircular, trapezoidal y rectangular, siendo las dos últimas las más comunes.
- *Según el tipo de pared*, pueden ser de tierra sin revestir (excavados en el suelo) y revestidos (las paredes están revestidas con piedra calzada y junta de cemento o con hormigón).
- *Según su ubicación en el sistema de riego*, pueden ser canal principal o primario (parte desde la toma y conduce el agua a lo largo de todo el sistema) y canal secundario (derivan el agua desde el canal principal mediante particiones a canales terciarios o a las parcelas).

2.2.4.2. Diagnóstico de la infraestructura de riego: su importancia en la evaluación de la distribución del recurso agua en los sistemas de producción agrícola.

Apollin y Eberhart (1998) manifiestan que es importante evaluar la eficiencia técnica en la movilización, transporte y distribución del recurso agua, además, detectar los problemas eventuales en su construcción o mantenimiento (pérdidas y filtraciones en los canales, tramos de canales inadecuados o en mal estado). Este análisis permite generar estrategias de apoyo a las juntas de regantes y usuarios, para lo cual se deben considerar las características e interrelaciones de los siguientes elementos:

- El sistema normativo y los derechos del agua
- La geografía de la red de riego
- Los sistemas de producción y las estrategias familiares de producción
- La organización de regantes

Por otra parte, un diagnóstico enfocado de sistemas de riego debe comprender el análisis del conjunto de los componentes que los conforman, sus interacciones, y las consecuencias que un

cambio en cualquiera de las partes tiene para el conjunto. Para el análisis se divide un sistema de riego en tres subsistemas (Anten y Willet, 2000):

- *El subsistema socio-organizativo.* – Se refiere al conjunto de los usuarios, su organización y la gestión mediante reglas, normas y acuerdos de la infraestructura de riego. Los usuarios se organizan formal o informalmente para asegurar la operación y el mantenimiento del sistema; además asignan tareas específicas para algunas funciones claves como dirección, convocatoria, vigilancia, etc.
- *El subsistema infraestructural.* – Conformado por el conjunto de las obras de captación, conducción, repartición y distribución, almacenaje, protección en un sistema de riego.
- *El subsistema agrícola.* – Comprende el sistema de producción bajo riego. Por ejemplo, los cultivos y su manejo incluyendo la aplicación del agua (técnicas de riego con su eficiencia, láminas de riego, intervalos de riego); además, el manejo del suelo en las chacras con riego incluyendo labranza, nivelación, fertilización, control de la erosión; postcosecha; comercialización y economía de la producción.

2.2.4.3. Juntas de regantes.

Las Juntas de Riego y/o Drenaje de Primer Grado son definidas como:

Organizaciones comunitarias sin fines de lucro, que tienen por finalidad la prestación del servicio de riego y/o drenaje, bajo criterios de equidad, solidaridad, interculturalidad, eficiencia económica, sostenibilidad del recurso hídrico, calidad en la prestación del servicio y en la distribución del agua. Se conformará con un mínimo de cinco miembros, en base a la normativa vigente; la Secretaría de Agua promoverá e incentivará la asociatividad de beneficiarios” (Acuerdo N° 1400, 2016 p. 27).

Un análisis de funcionamiento de la Junta de Regantes permite elaborar un proyecto para consolidar sus capacidades, y dependiendo del caso se pueden optar por algunas alternativas como (Apollin y Eberhart, 1998):

- Fortalecer las capacidades operativas de la organización, lo cual consiste en obtener un papel protagónico durante el análisis de la planificación, seguimiento, organización de los trabajos de infraestructura, organización y recepción de visitas externas y gestión de fondos del proyecto.

- Favorecer una negociación entre grupos de usuarios, juntas, etc., el objetivo es definir reglas de operación, de mantenimiento, de tarifas más adecuadas y equitativas, si éstas no son eficientes.
- Favorecer una negociación entre todos para redefinir reglas y normas de distribución del agua (derechos y obligaciones) de forma colectiva.
- Capacitar a la organización, así como a los usuarios sobre métodos de negociación y resolución de conflictos.
- Ayudar a la organización a adecuar los reglamentos internos y estatutos con base en las nuevas reglas colectivamente definidas.
- Organizar la capacitación mediante charlas, visitas, giras de observación, encuentros con otras juntas y usuarios sobre los temas más prioritarios para la organización.
- Ayudar a la organización a establecer mecanismos de gestión económica y financiera más adecuados a las necesidades de la operación y mantenimiento de su sistema de riego.

2.2.5. Producción agropecuaria sostenible: una alternativa para enfrentar los efectos del cambio climático.

En la actualidad es necesario transformar los sistemas de producción agropecuaria para aumentar la resiliencia frente a los riesgos generados por el cambio climático y el incremento de la demanda de alimentos. La finalidad es crear sistemas agropecuarios más diversificados, eficientes, amigables con el ambiente y que provean servicios ecosistémicos (FAO, 2016 a).

Corrales y Torres (2002) proponen algunas estrategias apoyadas en principios ecológicos que se deben tener en cuenta para una producción agropecuaria y forestal más sostenibles:

- Generación de abundante biomasa y energía.
- Uso de una amplia gama de especies vegetales.
- Existencia de cultivos asociados.
- Manejo de setos, cercos vivos y corredores de hábitat
- Uso eficiente del estiércol.
- Combinación de diversos hábitats.
- Reducción en el uso de pesticidas y otros compuestos.
- Manejo apropiado de praderas, de modo que se logre una eficiente producción de biomasa y se evite el sobrepastoreo.

2.2.5.1. Agricultura sostenible: una alternativa para el mantenimiento de los sistemas agrícolas y reducir la pobreza.

Ruiz (1994) considera a la agricultura sostenible como:

Aquella que conserva los recursos que hacen posible la actividad agraria y preserva así la integridad del medio en que se inserte; proporciona la producción suficiente para alimentar a la población; mejora la eficiencia en el uso de insumos; diversifica sus métodos, prácticas y variedades (vegetales y animales); realiza una gestión comercial más inteligente, basada en la calidad de sus productos; y, por último, intensifica la gestión en general, sustituyendo la aportación de factores de producción exteriores al agroecosistema por un mayor conocimiento y mejor aprovechamiento de los factores internos, es decir, su ecología. (p. 2)

Es necesario fortalecer la sostenibilidad productiva para reducir la pobreza y lograr la seguridad alimentaria frente a un constante crecimiento demográfico. Para ello la FAO (2016b) orienta las actividades bajo cuatro enfoques, que contribuyen a las tres líneas de acción regionales (Figura 4):

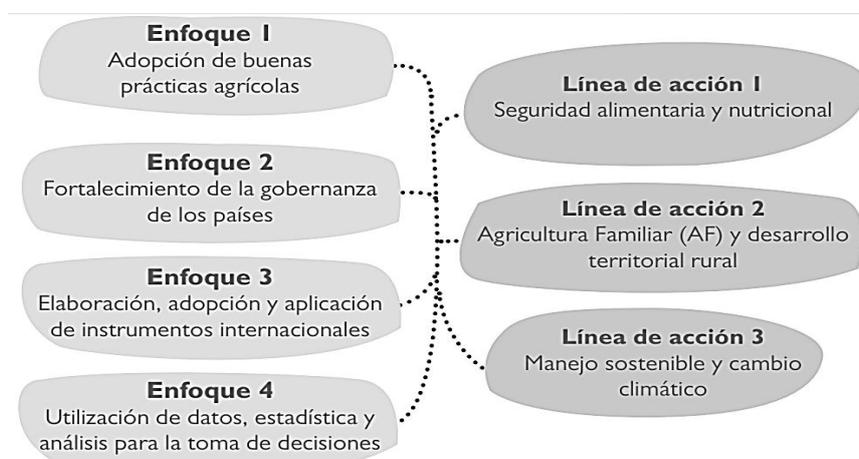


Figura 4. Enfoques y líneas de acción regionales para la producción sostenible.

Fuente: FAO (2016b).

Las estrategias de producción en los sistemas de agricultura sostenible se basan en la acción sobre el suelo, manipulando su fertilidad y su ecología y la acción sobre la sanidad vegetal, como el control de plagas, enfermedades y arvenses. En este sentido, hay que recalcar que la agricultura sostenible no rechaza las prácticas agrícolas clásicas, más bien las utiliza de forma combinada con otras técnicas innovadoras (Villalva, 1993).

2.2.5.2. Producción pecuaria sostenible: estrategia social, económica y cultural.

El desarrollo de nuevos sistemas y técnicas de producción pecuaria sostenibles es una necesidad en la actualidad, ya que los cambios en el clima interfieren en el bienestar animal porque provocan el sometimiento de los animales a elevadas temperaturas o privación de alimentos (Mateus y Paranhos, 2018).

Ecuador trabaja en El Programa Ganadería Sostenible, el cual se enmarca en la actividad pecuaria de pequeños y medianos productores, con modelos de producción amigables con el ambiente, promueve el desarrollo participativo e inclusivo con la finalidad de alcanzar los objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir y la Soberanía Alimentaria. Este programa es ejecutado por la Subsecretaría de Producción Pecuaria y el objetivo busca garantizar la producción, manufactura, industrialización y comercialización, de productos y subproductos pecuarios, que sean económicamente rentables, amigables con el medio, socialmente justas, sostenibles en el tiempo, que permitan incrementar los niveles de vida; para ello se contemplan los siguientes componentes (MAG, s.f.):

- Salud animal, reproducción y genética.
- Suelos, pastos, conservación.
- Acopio y aprovechamiento.

Es evidente que la producción pecuaria a largo plazo es insostenible cuando no se toman las medidas ambientales necesarias para reducir impactos negativos. En este sentido la FAO (2016b) propone focalizar el trabajo sobre la eficiencia productiva de los sistemas pecuarios mediante el manejo sostenible de los recursos naturales y mejorar la contribución a la seguridad alimentaria para reducir la pobreza en América Latina y el Caribe.

2.2.6. Demanda y disponibilidad de agua en los sistemas de producción agrícola

La demanda de agua es la cantidad necesaria de este recurso para suministrar en origen y satisfacer un uso determinado. Además, otra definición importante es el consumo de agua que se refiere a la pérdida o reducción física del volumen de agua disponible que ese uso lleva consigo. En este sentido las demandas y usos del agua se las clasifica en (CEPAL, 2011):

- *Consuntivos*, cuando hay un consumo de agua en cantidad o calidad, incluyendo los abastecimientos domésticos, industriales y regadíos.

- *No consuntivos*, cuando no hay un consumo en cantidad o calidad importante, en este grupo se incluyen los abastecimientos para la energía, la navegación, etc.

La escasez de agua generada por los cambios en la temperatura del planeta está creando repercusiones importantes en el sector agrícola. Por ejemplo, la disponibilidad de agua en Ecuador puede variar de 4'320.000 hm³ en la estación lluviosa, hasta 146.000 hm³ en la estación seca; la precipitación media anual asciende a 2.274 mm, pero la distribución espacial y temporal es muy diversa. En este sentido, en Ecuador hay una reducción progresiva de la disponibilidad de agua, pero hasta ahora existe una importante riqueza hídrica (MAGAP, 2011 citado por SENAGUA, 2017).

2.2.6.1. Balance hídrico.

La función del balance hídrico es disponer de una herramienta técnica mediante la determinación de la disponibilidad y/o déficit de agua por cuenca hidrográfica, con el fin de gestionar y administrar el agua de manera eficiente (SENAGUA, 2017). El balance hídrico está determinado por las entradas y salidas de agua. Las entradas son precipitaciones (lluvia, nieve, granizo y condensaciones), aporte de aguas subterráneas desde cuencas hidrográficas colindantes y aporte pluvial a través de la descarga de afluentes; mientras que las salidas corresponden a la evaporación desde superficies líquidas, como lagos, estanques, pantanos, etc., además, infiltraciones profundas que van a alimentar a acuíferos y salida hacia un receptor o eventualmente hacia el mar (Cuesta y Spanjersberg, 2015)

2.2.6.2. Proceso de evapotranspiración.

La evapotranspiración (ET) es la combinación de dos procesos separados donde el agua se pierde a través de la superficie del suelo, una parte por evaporación y otra mediante transpiración del cultivo; se conocen tres tipos de evapotranspiración (Allen *et al.*, 1998):

- *Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o)*, parámetro relacionado con el clima que expresa el poder evaporante de la atmósfera.
- *Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ET_c)*, se refiere a la evapotranspiración en condiciones óptimas presentes en parcelas con un excelente manejo y adecuado aporte de agua y que logra la máxima producción de acuerdo a las condiciones climáticas.
- *Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones no estándar (ET_{c aj})*, requiere generalmente una corrección, cuando no existe un manejo óptimo y se presentan

limitantes ambientales que afectan el crecimiento del cultivo y que restringen la evapotranspiración, es decir, bajo condiciones no estándar de cultivo.

2.2.6.3. Métodos para calcular la ETo.

Existen algunas metodologías empíricas que han sido empleadas con mayor frecuencia para el cálculo de evapotranspiración, en esta investigación se aplicará el método de Thornthwaite y Wilm:

Thornthwaite *et al.* (1944) citado por Marín (2010) asegura que el método utiliza la temperatura en lugar de la radiación neta, la cual tiene relación directa con la evapotranspiración, esto lo convierte en un método no preciso en zonas áridas:

$$ETPi = Ki16 \left(\frac{10Ti}{J} \right)^a \quad [mm/mes]$$

Donde T_i es la temperatura media mensual del aire para el mes i ($^{\circ}C$). K_i es un factor de corrección mensual que depende de la latitud. El índice de calor anual J se calcula a partir de las temperaturas medias de los doce meses, así: $\sum_{i=1}^{12} J_i$; donde J_i es un valor mensual definido así: $J_i = \left(\frac{T_i}{5} \right)^{1.514}$. El exponente a es función del índice de calor anual y está definido por la siguiente expresión: $a = 0.49239 + 0.01792 \cdot J - 7.71 \times 10^{-5} \cdot J^2 + 6.75 \times 10^{-7} J^3$ (Thornthwaite *et al.*, 1944 citado por Marín, 2010).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción del área de estudio

La Junta de Agua de Riego Monte Olivo - San Rafael beneficia a los usuarios que se ubican en las comunidades de Manzanal, Monte Olivo, Aguacate, Pueblo Nuevo, San Rafael, Dorado, Irubí y Caldera, pertenecientes a las parroquias Monte Olivo y San Rafael del cantón Bolívar, provincia del Carchi. El sistema de riego utiliza el agua de los ríos El Carmen y San Miguel pertenecientes a la microcuenca del río Escudillas, Subcuenca del río Chota, Cuenca del río Mira (Figura 5).

MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO MONTE OLIVO - SAN RAFAEL

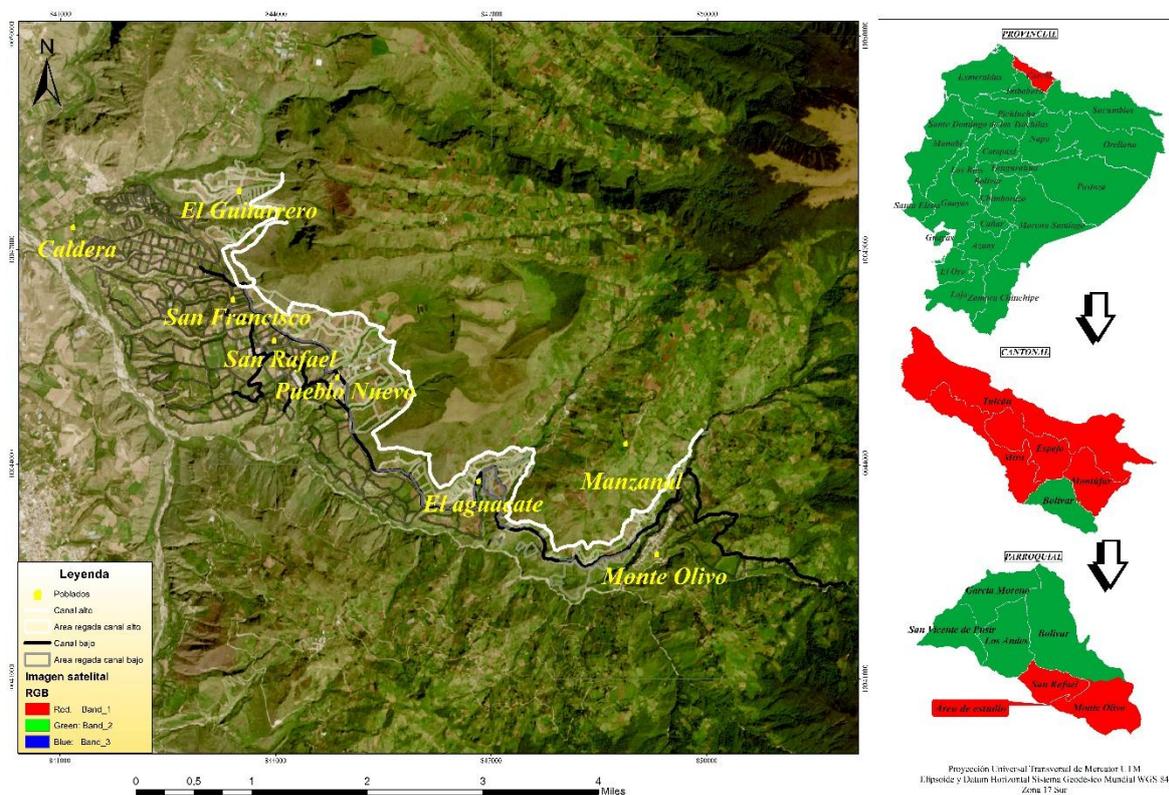


Figura 5. Mapa de ubicación del canal de riego San Rafael-Monte Olivo.

Fuente: Cartografía del Gobierno Provincial del Carchi (2015)

El área de influencia de los canales de riego se caracteriza por ser una zona que se dedica a la producción agrícola. En la actualidad, los agricultores han destinado sus predios a la producción de cebolla (*Allium cepa*) y aguacate (*Persea americana*) debido a su rentabilidad. Los productos se comercializan en los mercados de Ibarra y Bolívar. Además, el área de estudio presenta fuertes pendientes que generan disfuncionamientos en el sistema de riego.

3.2. Tipo de investigación

Para definir el enfoque y los tipos de investigación que se utilizaron en el estudio, se revisó el documento “Metodología de la investigación” publicado por Fernández y Baptista (2014). El enfoque de la investigación es mixto; es decir, cuantitativo mediante la recopilación de datos medibles interpretados con estadísticas, y cualitativo con la recolección de información primaria con respuestas abiertas que se prestan para análisis. Los tipos de investigación que se emplearon en el presente estudio son:

- ***No experimental longitudinal.*** Se recolectaron datos históricos para crear una línea de tiempo sobre el funcionamiento de la infraestructura del canal. Además, se recolectó información de la situación actual de los sistemas de producción agropecuarios.
- ***Descriptiva.*** Consistió en llegar a conocer las situaciones de los sistemas de producción agropecuaria y el sistema de riego a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y usuarios. La recolección de la información se efectuó mediante la aplicación de encuestas a 201 usuarios del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael, y cuatro entrevistas dirigidas a ex directivos de la junta de regantes y aguateros.
- ***Investigación documental.*** Se recopiló información por medio de la lectura y análisis de materiales bibliográficos. Además, se analizaron fotografías obtenidas en el campo e información registrada en las fichas de observación durante el recorrido que se realizó por los canales de riego alto y bajo.
- ***Investigación de campo.*** Se recolectó y exploró de forma ordenada los datos referentes a los sistemas de producción. La investigación se ejecutó en el campo porque es necesario obtener la información directamente de fuentes primarias, para este caso los agricultores que son usuarios del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

3.3. Procedimiento de la investigación

La investigación se divide en las siguientes fases:

3.3.1. Fase 1: Sistemas de producción agropecuarios en el área de influencia del canal de riego Monte Olivo - San Rafael.

El diagnóstico de los sistemas de producción agropecuaria se realizó con base a los documentos: Guía metodológica para el análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural (Apollin y Eberhart, 1999); y, Agroecosistemas: conceptos básicos (Hart, 1985).

3.3.1.1. Jerarquización de los sistemas de producción agropecuaria en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

La jerarquización se realizó tomando en cuenta al área de influencia de los canales de riego como una región compuesta por sistemas y subsistemas relacionados con la producción agropecuaria. En la Figura 6 se representa la jerarquización realizada en el área de estudio.

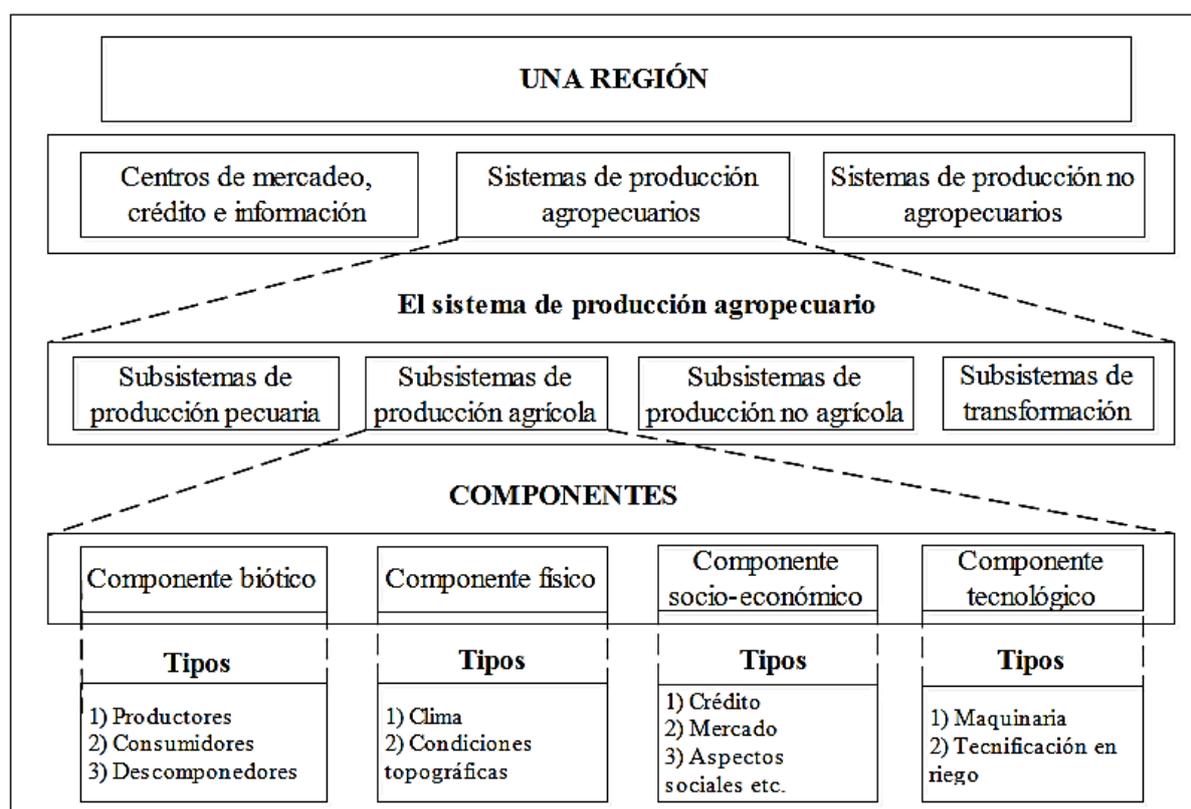


Figura 6. Jerarquización de los sistemas de producción.
Fuente: Adaptado de Hart (1985).

3.3.1.2. Tipificación de los sistemas de producción.

La finalidad de este criterio fue formar grupos homogéneos de los agricultores del área de estudio para determinar cómo es el manejo del suelo y el agua en los sistemas de producción agropecuaria. La metodología utilizada se basó en el estudio Tipificación de los sistemas

productivos en el proyecto de riego Campana-Malacatos del cantón Loja, provincia de Loja (Chamba, Morocho y Vásquez, 2018):

Se recopiló información a través de la aplicación de 201 encuestas, entrevistas y la observación directa. Las variables principales que se consideraron fueron la superficie de terreno regada y el acceso al agua de riego que poseen los agricultores. Esta información fue obtenida del padrón de usuarios que reposa en la secretaría de la Junta General de Riego Monte Olivo – San Rafael. Además, se analizaron criterios como: mano de obra, producción total, costos y beneficios, los cuales se obtuvieron en la información recopilada por la aplicación de las encuestas.

En la tipificación se identificaron tres grupos:

- Pequeños productores (de subsistencia)
- Medianos productores (intensivos)
- Grandes productores (extensivos)

3.3.1.3. Elementos de los sistemas de producción agropecuario

Se determinaron de manera general los elementos que integran los sistemas de producción agropecuaria mediante la observación directa (Figura 7).

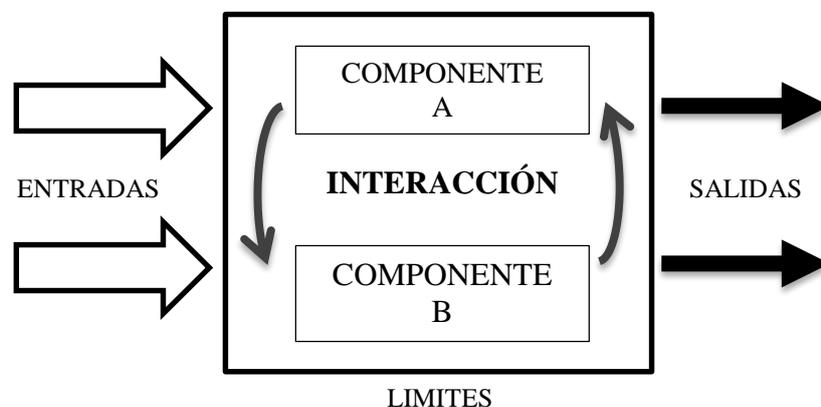


Figura 7. Elementos de los sistemas de producción. Conceptos Básicos sobre la Metodología de Sistemas de Producción.

Fuente: Silva *et al.* (1996).

En este sentido Hart (1985) manifiesta que es necesario analizar los siguientes elementos:

- Componentes. – se describieron los componentes bióticos, abióticos, tecnológicos y socioeconómicos.
- Interacciones entre componentes. – se identificó mediante revisión bibliográfica e información obtenida por observación directa.

- Límites, entradas y salidas – se determinó el límite del sistema, los flujos que ingresan al sistema y provienen del medio exterior, y los flujos que van hacia el exterior. Para ello se analizó la información registrada en las fichas de observación y las encuestas aplicadas a los agricultores.

3.3.1.4. Representación de los sistemas de producción agropecuario.

El sistema de producción agropecuaria es muy complejo y se ha realizado una simplificación en la cual están especificados todos los elementos y sus interacciones. Se elaboró un modelo que está representado acorde a los diagramas de Hart (1985).

3.3.2. Fase 2: Manejo del suelo y el agua en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo - San Rafael.

Se analizaron las actividades agropecuarias que se realizan en el área de estudio con la finalidad de determinar el manejo del suelo y el agua durante la producción y las prácticas parcelarias de riego. Se utilizó los documentos: Metodologías de análisis y diagnóstico de sistemas de riego campesino (Apollin y Eberhart, 1998) y la Guía metodológica para el análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural (Apollin y Eberhart, 1999).

En este sentido se analizó lo siguiente:

3.3.2.1. Análisis histórico de la distribución de agua en la Junta de agua de riego Monte Olivo – San Rafael.

Se analizó la información documental relacionada con el desarrollo de procesos históricos concernientes a la operación, administración y mantenimiento de los canales de riego. Para ello se efectuó una entrevista a exdirigentes que administraron la Junta de agua de riego Monte Olivo – San Rafael, así como operadores de riego que han trabajado por un largo período en el mantenimiento de los canales y los que trabajan actualmente en la microempresa creada por el Gobierno Provincial del Carchi y la junta de riego.

3.3.2.2. Infraestructura de los canales de riego alto y bajo.

Se identificó con base a un trabajo de cartografía realizado por el Gobierno Provincial del Carchi (2015), donde se realizó un levantamiento planimétrico catastral de la infraestructura de los canales y la delimitación de los predios que utilizan el agua. Las evaluaciones contempladas fueron:

- Cartografía de la red (levantamiento planimétrico).
- Determinación de unidades de riego.
- Análisis de los disfuncionamientos de la infraestructura (a nivel de bocatoma, canal principal y distribución al interior de la zona).

3.3.2.3. *Derechos del agua y distribución.*

Se analizó el derecho al agua y las reglas de reparto mediante criterios relacionados con la distribución del recurso:

- Distribución del agua.
- Movilidad del agua.
- Las características del flujo (monoflujo, multiflujo)
- La organización espacial de la distribución.
- Turnos de agua (horarios, frecuencia y tiempo de distribución).
- Manejo y mantenimiento de la red de riego.
- Análisis del padrón de usuarios de la Junta General de Riego Monte Olivo - San Rafael, actualizado al 2019.

3.3.2.4. *Organización de la Junta General de riego Monte Olivo – San Rafael.*

Consistió en el análisis del funcionamiento como unidad colectiva de gestión y administración del agua. Los criterios para esta caracterización fueron:

- La legitimidad y normativa.
- Organigrama funcional.

3.3.2.5. *Análisis de las prácticas agropecuarias en los sistemas de producción.*

Se estudió las prácticas que realizan los usuarios a la hora de manejar sus cultivos y regar sus predios. El levantamiento de información se realizó mediante observación directa y encuestas. Se consideraron los siguientes criterios:

- Selección de cultivos.
- La rotación de cultivos.
- Uso de agroquímicos.
- Fuerza y herramientas de trabajo para la producción.
- Tenencia de tierras.

- Costos de producción y comercialización.
- Riego parcelario.

3.3.2.6. Requerimientos de los sistemas de cultivo y su grado de satisfacción.

La demanda hídrica se determinó mediante el uso de información cartográfica otorgada por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) y el MAGAP en el proyecto “Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional Escala 1:25000”, el levantamiento de información es de 1985 hasta 2009. En el mapa general de Ecuador se realizó el corte correspondiente al área de estudio y se analizó la superficie que abarca cada una de las variables. Se evaluaron los siguientes criterios:

- Evapotranspiración potencial. Utilizado el método de Thornthwaite.
- Demanda hídrica.
- Infiltración.

3.3.3. Estrategias de innovación para el manejo del suelo y el agua en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo - San Rafael, que permita una producción agropecuaria sostenible.

Las estrategias se elaboraron a partir de la guía Tecnologías de Adaptación al Cambio Climático: Sector Agropecuario publicada por Clements *et al.* (2013). Los resultados de los diagnósticos realizados al sistema de riego y los sistemas de producción agropecuaria reportaron algunos problemas relacionados al manejo del suelo y el agua durante las prácticas agrícolas y el riego parcelario. En este sentido, se plantearán estrategias que permita apoyar a la Junta de Regantes para la innovación de los sistemas de producción agropecuaria como medidas de adaptación al cambio climático.

Las estrategias se realizaron para cada actor clave, estos son: Los pequeños y medianos agricultores, grandes agricultores, Junta General de Riego Monte Olivo – San Rafael, Ministerio del Ambiente, Ministerio de Agricultura y Ganadería y Gobierno Provincial del Carchi. La estructura de la estrategia consta de una descripción y de las acciones que se deben realizar para la implementación de la misma.

3.4. Métodos, técnicas e instrumentos.

Para la recolección de los datos, se utilizaron varios medios que se describen a continuación (Apollin y Eberhart, 1998):

Entrevistas abiertas a informantes clave: se entrevistó a ex dirigentes de la Junta General de Riego Monte Olivo – San Rafael, los agricultores que utilizan el agua del sistema de riego y los aguateros. La información obtenida en las entrevistas se procesó para comparar las declaraciones y así, identificar y priorizar puntos clave durante el manejo del agua y el suelo.

Otros medios de análisis: análisis del Estatuto, Reglamento Interno, Padrón de Usuarios de la Junta, análisis de los Archivos de la Junta (libros de actas), participación en reuniones y la inspección del sistema de riego.

Encuesta: se aplicó encuestas in situ a 201 usuarios del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael. El instrumento se conformó por 46 preguntas de selección múltiple. La información recopilada permite analizar el funcionamiento de los sistemas de producción agropecuaria y el sistema de riego, determinándose el manejo del agua y el suelo.

Fichas de observación: se utilizó este instrumento para registrar la información recolectada en el campo por medio de observación directa durante el recorrido por los canales de riego Monte Olivo – San Rafael. Esto permitió un análisis detallado de manera cómo se desarrollan las actividades agrícolas y el riego parcelario.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Sistemas de producción agropecuarios en el área de influencia del canal de riego Monte Olivo - San Rafael.

Los sistemas de producción agropecuaria del área de estudio están representados por una gran variedad de cultivos, ya que la subsistencia de la mayoría de los usuarios del sistema de riego depende de las actividades agrícolas.

4.1.1. Jerarquización de los sistemas de producción agropecuaria.

El 80 % de los usuarios se dedican únicamente a la producción agrícola, el 1 % se ocupa en la crianza de animales y el 19 % trabajan los dos tipos de actividades (Figura 8). Estos resultados concuerdan con el estudio realizado por Chamba, Morocho y Vásquez (2018) en el área de influencia del sistema de riego Campana-Malacatos (Loja), en el cual se afirma que el 89 % de la población se dedica a la producción agrícola. Además, Aragón (2018) realizó una investigación en el área regada por el canal de riego Peribuela (Imbabura) y determinó que la agricultura es la actividad de mayor importancia económica.

En este contexto, se asume que la mayoría de los sistemas de riego son creados para el manejo de agua con fines agrícolas. Por esta razón, la jerarquización se realizó haciendo énfasis en los sistemas de producción agrícola.

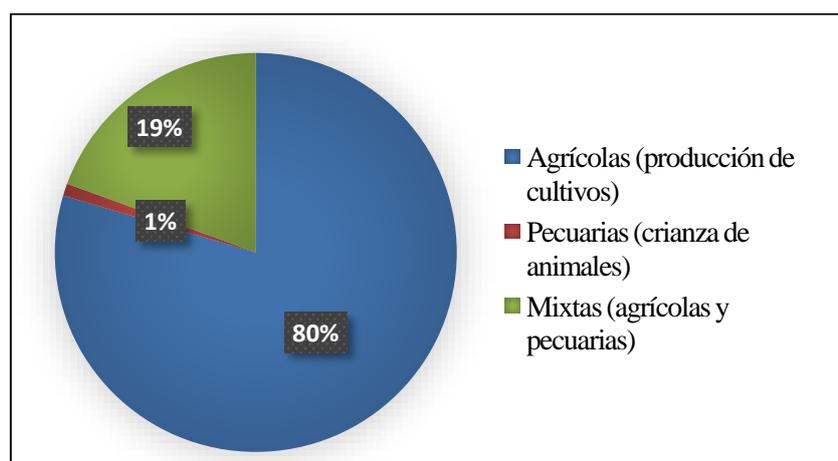


Figura 8. Actividades que desarrollan los usuarios del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael

Se identificaron los siguientes niveles de observación jerárquicos expuestos por Hart (1985) en el principio de “tres niveles mínimos” (Figura 9):

- Un nivel superior o suprasistema: Área de influencia de los canales de riego Monte Olivo – San Rafael.
- Unidad analizada: Sistemas de producción agropecuaria que se manejan en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo – San Rafael.
- Un nivel inferior: Se analizaron los sistemas de producción agrícola y pecuarios, así como los subsistemas que los componen (subsistema suelo, subsistema malezas, plagas y enfermedades, entre otros).

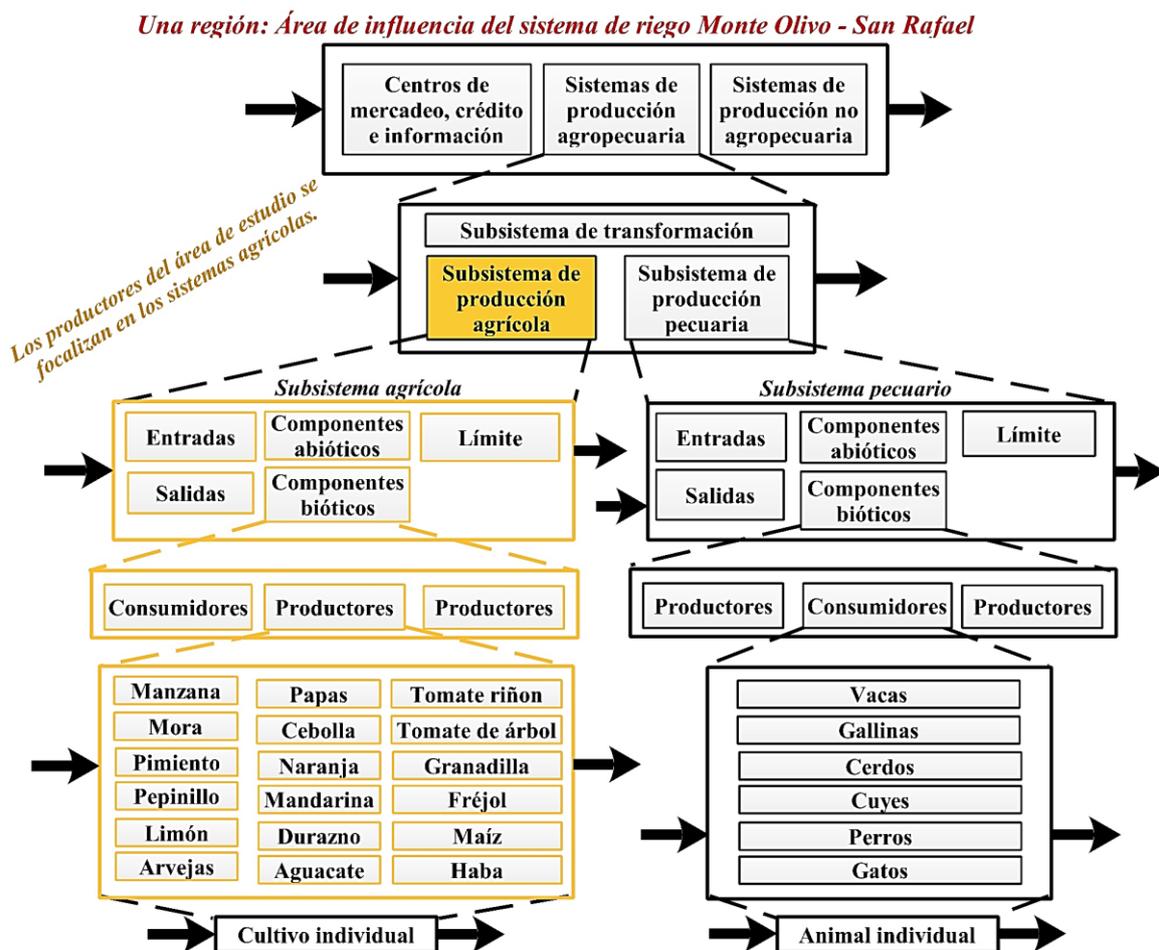


Figura 9. Jerarquización de los sistemas en el área de estudio.

Fuente: Adaptado de Hart (1985) y Silva *et al.* (1996).

4.1.2. Tipificación de los sistemas de producción agropecuaria.

Para el caso de Ecuador, Basantes (2018) en el área de influencia del canal de riego Peribuela y Chamba *et al.* (2017) en el área del proyecto de riego Campana-Malacatos realizaron la tipificación de los sistemas de producción agropecuaria, determinando tres grupos: pequeños productores (de subsistencia), medianos productores (intensivos) y grandes productores (extensivos). Estas investigaciones basaron su tipificación en la disponibilidad de medios de

producción, por ejemplo, los terrenos disponibles y el suministro de agua que corresponden a cada usuario del sistema de riego. Los resultados fueron similares en los dos estudios y reflejan claramente un predominio de los pequeños y medianos agricultores.

En el padrón de usuarios de la Junta General de Riego Monte Olivo – San Rafael se encuentra la superficie que riega cada agricultor y el turno de agua que le corresponde, determinándose que los usuarios con mayor tenencia de tierras poseen tiempos más largos para regar sus cultivos. Además, en las encuestas aplicadas a los agricultores se constató que el acceso a la tierra es directamente proporcional a la mano de obra, producción, diversidad de cultivos y recursos económicos, estos aumentan a medida que existe mayor superficie de terreno disponible.

En la tipificación de los sistemas agropecuarios del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael también se incluyeron a los agricultores que trabajan en terrenos arrendados, prestados o bajo el sistema conocido como al partir, ya que los dueños viven en otra ciudad. Los resultados obtenidos son similares a los que se reportaron en los estudios de Basantes (2018) y Chamba *et al.* (2017) (Figura 10). De acuerdo con estos resultados en el Ecuador los pequeños y medianos productores están considerados como sujetos prioritarios de la política pública, existen programas y servicios del sector agropecuario impulsados por el MAG, que están enfocados en mejorar las capacidades productivas de estos grupos de agricultores.

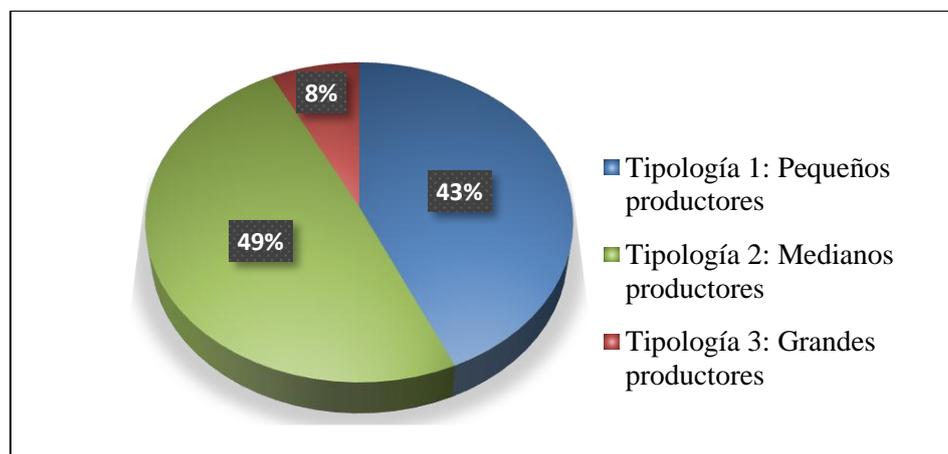


Figura 10. Tipificación de los sistemas de producción agrícola en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.

A continuación, se describen las tipologías de los productores que se determinaron en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo San Rafael:

4.1.2.1. Tipología 1: Pequeños productores.

Representan el 43 % de los productores y se caracterizan por el acceso limitado a terrenos, ya que poseen superficies comprendidas entre 0.12 y 2 ha. Las actividades agropecuarias se realizan por los miembros de la familia y con herramientas manuales; es decir, no es común la utilización de maquinaria para trabajar los terrenos y rara vez se contrata mano de obra temporal (promedio de 4 trabajadores).

El capital es un recurso escaso, por lo que venden fuerza de trabajo para cubrir las demandas de sobrevivencia y trabajar sus cultivos. Algunos agricultores acceden a créditos pequeños para invertir en las actividades productivas. No existe tecnificación en riego debido a que no poseen los recursos económicos necesarios, solamente riegan por gravedad. Utilizan fertilizantes, pero no realizan análisis de suelos para su aplicación. Los cultivos son con fines de autoconsumo y el producto excedente se comercializan en los mercados de Ibarra, Pimampiro o Bolívar.

4.1.2.2. Tipología 2: Medianos productores.

Este grupo está conformado por un 49 % de productores que poseen superficies de 2.1 a 10 ha. Sus actividades agrícolas y pecuarias las realizan con mano de obra asalariada temporal y muy pocos tienen trabajadores fijos. No venden fuerza de trabajo ya que tienen otros empleos o se dedican todo el tiempo a administrar sus cultivos.

Este grupo de agricultores trabajan diversos cultivos y utilizan agroquímicos para fertilizar el suelo y controlar las plagas. Algunos realizan análisis de suelo para aplicar los fertilizantes, pero no es una práctica muy común en este grupo de agricultores. Disponen de capital propio, pero también acceden a créditos para invertir en sus actividades agropecuarias.

Utilizan tractor agrícola para labrar sus terrenos. Los productos se comercializan en los mercados de Ibarra, Pimampiro y Bolívar, y una pequeña cantidad están destinados para el consumo del hogar, se regala a familiares y amigos o se destinan para el trueque en Pimampiro. La mayoría de los agricultores utilizan riego por gravedad, pero han empezado a regar por aspersión.

4.1.2.3. Tipología 3: Grandes productores.

Se registra el 8 % de agricultores que poseen terrenos con más de 10 ha, por esta razón la disponibilidad de tierras no es una limitante. Por lo general disponen de capital propio, pero

con la finalidad de aumentar su producción realizan grandes inversiones con ayuda de créditos agrícolas.

Invierten en la contratación de mano de obra asalariada fija y ocasional. No venden fuerza de trabajo, ya que deben administrar grandes grupos de trabajadores que laboran sus cultivos. El capital empleado en las actividades productivas se ve reflejado en la variedad de herramientas manuales y en la maquinaria agrícola mecanizada.

Poseen diversos cultivos que se trabajan en grandes extensiones de terreno. Utilizan riego tecnificado: aspersión y goteo, pero todavía tienen algunos espacios de terreno regado por gravedad. Utilizan agroquímicos y realizan análisis de suelo para fertilizar. La mayoría de los productos son comercializados en los mercados de Ibarra, Pimampiro y Bolívar. Una pequeña cantidad de la producción de destina para el autoconsumo en el hogar o se regala a familiares y amigos.

4.1.3. Elementos de los sistemas de producción agropecuaria.

Los sistemas de producción agrícola son muy complejos y existen diferentes puntos de vista a la hora de definir los elementos que los conforman. Sin embargo, en el presente estudio se analizaron los elementos que expone Hart (1985):

4.1.3.1. Componentes biológicos.

El análisis de los componentes biológicos se efectuó con base al estudio de Sarandón y Flores (2014), el cuál describe tres grupos:

Productores (autótrofos). Se refiere a los cultivos y vegetación más representativa de los sistemas. Los terrenos que utilizan el agua del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael están ocupados por cultivos de cebolla (*Allium cepa*), pepinillo (*Cucumis sativus*), pimiento (*Capsicum annuum*), aguacate (*Persea americana*), mandarina (*Citrus reticulata*), limón (*Citrus limon*), fréjol (*Phaseolus vulgaris*) y tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) como principales productos. Además, existen otros cultivos en menor proporción como vainitas (*Phaseolus sp.*), maíz (*Zea mays*), manzana (*Pyrus sp*) y ají (*Capsicum annuum*) entre otros (Figura 11). No existe actividad forestal, pero es posible observar pequeñas plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en unos dos predios.

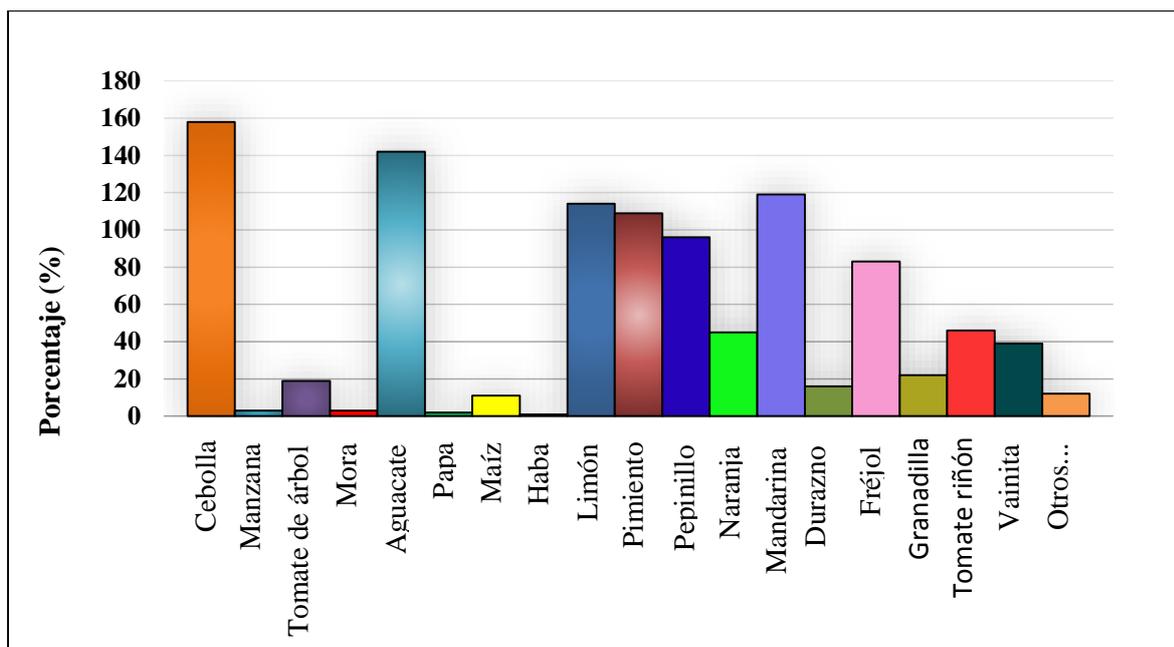


Figura 11. Principales cultivos de los sistemas de producción agrícola en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.

Consumidores (heterótrofos). Este grupo se alimenta de los productores y está representado por los animales del subsistema pecuario, plagas, fitófagos o parasitoides. En el área de estudio no es común la actividad pecuaria y en la encuesta aplicada a los agricultores se obtuvo que el 1 % se dedican solamente a la crianza de animales y el 19 % realizan actividades mixtas (agrícolas y pecuarias). De estos resultados se obtiene que la mayoría de los usuarios se ocupan en la crianza de animales menores como gallinas (*Gallus gallus domesticus*), cuyes (*Cavia porcellus*) y patos (*Anas platyrhynchos domesticus*), entre otros (Figura 12).

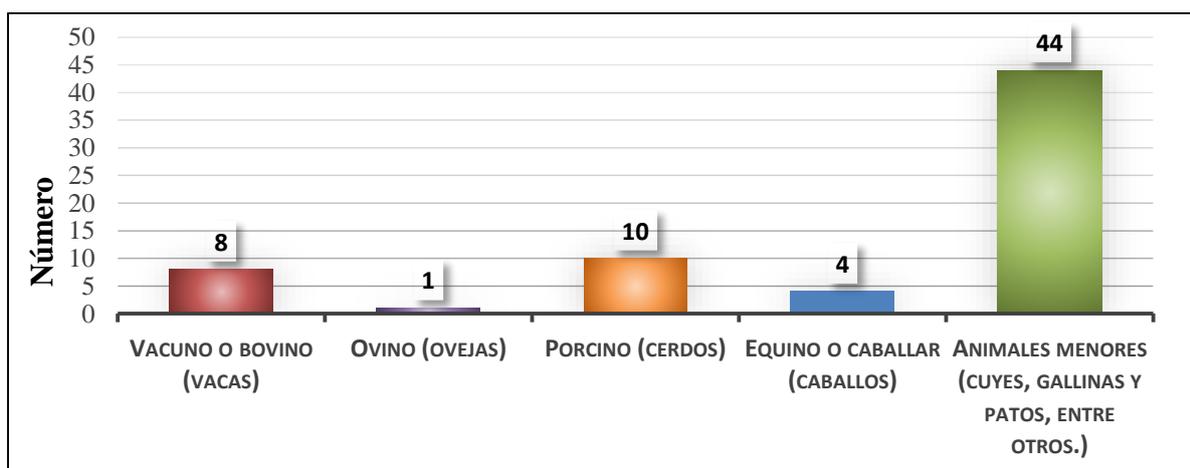


Figura 12. Tipos de animales de los sistemas de producción pecuaria en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.

Descomponedores (heterótrofos). La presencia de micro comunidad en un suelo biológicamente activo es indiscutible. Por ejemplo, existen microorganismos que trabajan en

simbiosis con las plantas, como es el caso de los formadores de micorrizas (familias Glomeraceae y Gigasporaceae) y los fijadores de nitrógeno (géneros *Rhizobium*, *Azospirillum* y *Azotobacter*) (Perez, Rojas y Montes, 2011 y Gómez, 2006).

En este contexto, se puede enlistar las especies más representativas de los sistemas de producción, clasificadas de acuerdo con al tipo de componente (Tabla 4).

Tabla 4.

Lista de especies utilizadas en los sistemas de producción

N°	Nombre común	Nombre científico	Familia	Tipo de componentes
1	Maíz	<i>Zea mays</i>	Poaceae	Productores
2	Fréjol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Fabaceae	Productores
3	Haba	<i>Vicia faba</i>	Fabaceae	Productores
4	Arvejas	<i>Pisum sativum</i>	Fabaceae	Productores
5	Papas	<i>Solanum tuberosum</i>	Solanaceae	Productores
6	Cebolla	<i>Allium cepa</i>	Amaryllidaceae	Productores
7	Tomate riñón	<i>Solanum lycopersicum</i>	Solanaceae	Productores
8	Pepinillo	<i>Cucumis sativus</i>	Cucurbitaceae	Productores
9	Pimiento	<i>Capsicum annuum</i>	Solanaceae	Productores
10	Aguacate	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	Productores
11	Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	Rutaceae	Productores
12	Limón	<i>Citrus limon</i>	Rutaceae	Productores
13	Mora	<i>Rubus sp.</i>	Rosaceae	Productores
14	Granadilla	<i>Passiflora ligularis</i>	Passifloraceae	Productores
15	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae	Productores
16	Durazno	<i>Prunus persica</i>	Rosaceae	Productores
17	Manzanas	<i>Pyrus sp.</i>	Rosaceae	Productores
18	Vainita	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Fabaceae	Productores
19	Ají	<i>Capsicum annuum</i>	Solanaceae	Productores
20	Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	Productores
21	Capulí	<i>Prunus salicifolia</i>	Rosaceae	Productores
22	Camote	<i>Ipomoea batatas</i>	Convolvulaceae	Productores
23	Gallina	<i>Gallus gallus domesticus</i>	Phasianidae	Consumidores
24	Cerdo	<i>Sus scrofa domesticus</i>	Suidae	Consumidores
25	Ovejas	<i>Ovis aries</i>	Bovidae	Consumidores
26	Vacas	<i>Bos primigenius taurus</i>	Bovidae	Consumidores
27	Cuyes	<i>Cavia porcellus</i>	Caviidae	Consumidores
28	Patos	<i>Anas platyrhynchos domesticus</i>	Anatidae	Consumidores
29	Caballos	<i>Equus caballus</i>	Equidae	Consumidores
30	Fijadores de	<i>Rizhobium sp.</i>	Rhizobiaceae	Descomponedores
31	nitrógeno	<i>Azotobacter sp.</i>	Azotobacteraceae	Descomponedores
32	Formadores de	<i>Glomus sp.</i>	Glomeraceae	Descomponedores
33	micorrizas	<i>Gigaspora sp.</i>	Gigasporaceae	Descomponedores
34		<i>Paraglomus sp.</i>	Glomeraceae	Descomponedores

Fuente: Observación directa del campo, Perez *et al.* (2011), Gómez (2006).

4.1.3.2. Componentes abióticos.

El análisis de estos componentes es importante porque determinan el tipo de cultivo que se produce y el manejo de los recursos agua y suelo en los sistemas de producción agrícola del área de estudio. Esta afirmación se sustenta en el estudio realizado por Cevallos (2015) donde se manifiesta que los componentes abióticos siempre están sometidos a problemas; por esta razón es necesario su análisis para comprender el funcionamiento de los sistemas de producción. A continuación, en la Tabla 5 se presentan los componentes biológicos y los problemas a los que están sometidos. Estos problemas también se presentan en los componentes de los sistemas de producción agropecuaria del área de estudio.

Tabla 5.

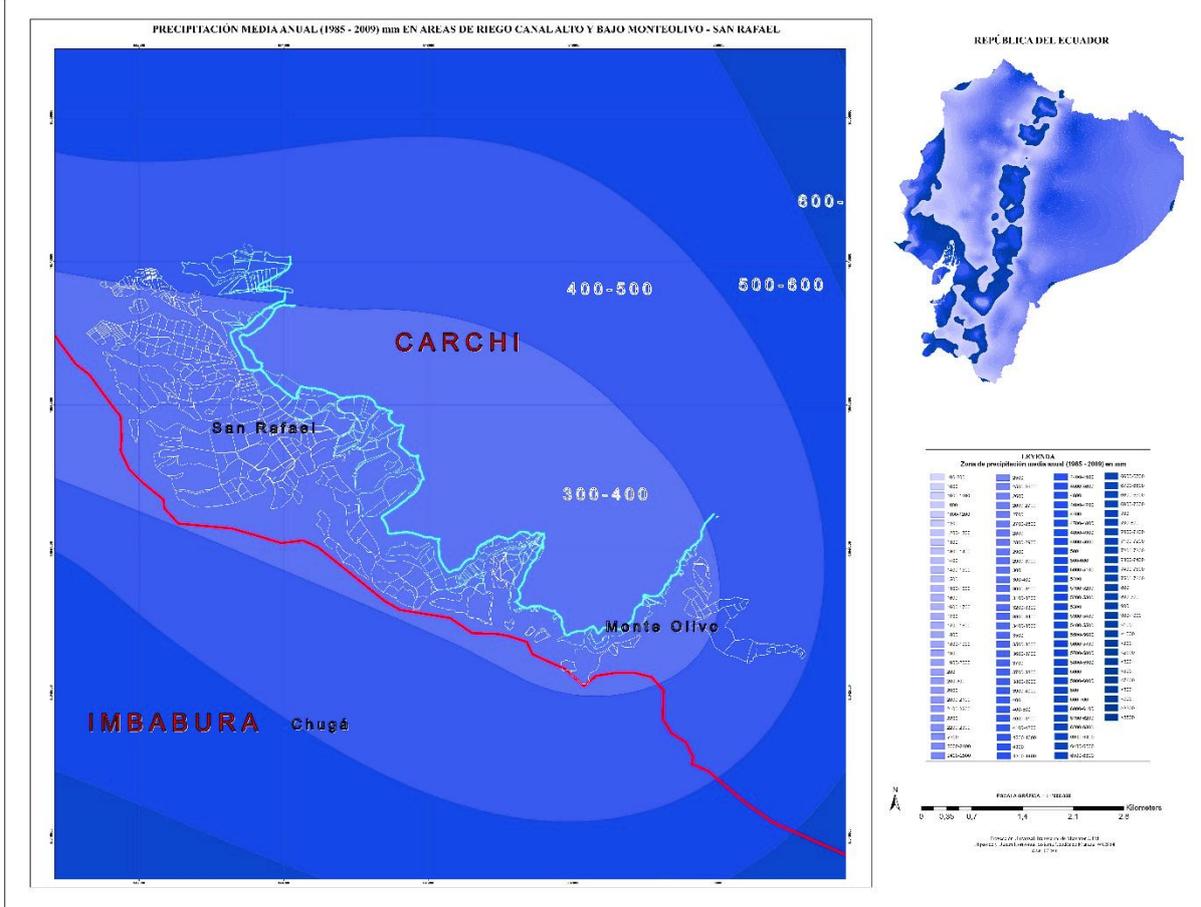
Problemas que afectan a los componentes abióticos.

<i>Componentes abióticos</i>	<i>Problemas</i>
Pendientes	Deslizamientos de tierras
Suelos	Erosión de suelos
Cobertura vegetal	Deforestación
Clima (precipitación, temperatura, pisos climáticos)	Cambio climático
Sistema hídrico	Contaminación de vertientes de agua
Ecosistemas	Alteraciones por actividades humanas
Recursos naturales no renovables existentes de valor económico, energético y/o ambiental	Amenazas, vulnerabilidades y riesgos (deslizamientos, erosión, quema, heladas, tala, contaminación)

Fuente: Cevallos (2015)

Los componentes analizados en la presente investigación son:

Precipitación. El área de estudio se caracteriza por tener bajos registros de pluviometría; por esta razón, los canales juegan un papel muy importante en la producción agrícola. En el siguiente mapa de isoyetas entre los años de 1985 – 2009 (Figura 13) se observa que la mayoría del área de estudio posee una precipitación media anual de 300 a 400 mm. En época seca los caudales de los ríos disminuyen y los productores están empezando a tener inconvenientes con los suministros de agua. Por ejemplo, hace más de 10 años la única fuente de agua era el río El Carmen; sin embargo, las sequías prolongadas disminuyeron su caudal y los usuarios se vieron en la necesidad de captar más agua que proviene desde el río San Miguel.



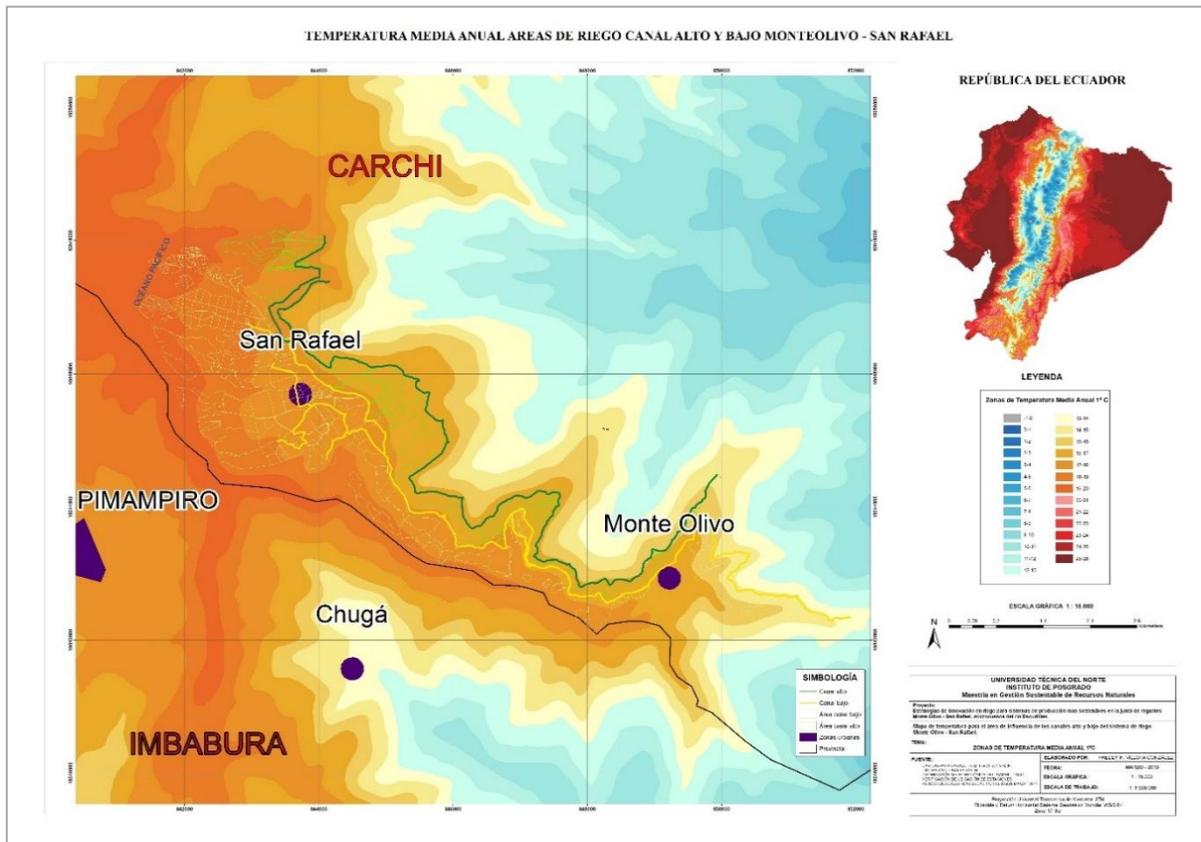


Figura 14. Temperatura media anual en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.
Fuente: El mapa fue construido con datos de SENPLADES (2012), Gobierno Provincial del Carchi (2015).

Geomorfología. El canal de riego bordea una ladera inestable con presencia de deslizamientos que ponen en riesgo algunos tramos del canal. Existen cultivos que se presentan en los valles con pendientes entre 0% y 7% donde es posible realizar riego por gravedad sin obtener daños graves de erosión del suelo. Por otra parte, se presentan pendientes sobre el 70% lo que limita al uso de la tierra para la agricultura, pero los pequeños agricultores no tienen recursos para adquirir otras tierras y se ingenian para aprovechar todos los espacios. En la Tabla 6 se detalla la superficie de los relieves que representan en el área de estudio.

Tabla 6.
Tipos de relieve en el área de estudio.

Clasificación	Pendiente (grados)	Superficie en hectáreas		
		Canal alto	Canal bajo	Total
Plano o casi plano	0 – 7	22.07	118.89	140.96
Ligeramente inclinado	7.1 – 16	118.54	306.62	425.16
Ondulado	16.1 – 25	104.05	130.11	234.16
Colinado	25.1 – 34	73.93	57.91	131.84
Montañoso	34.1 – 43	31.97	38.99	70.96
Escarpado	43.1 – 78	3.48	11.33	14.81
Total				1017.88

Fuente: Elaborado con datos de SENPLADES (2012) y Gobierno Provincial del Carchi (2015).

En el mapa de pendientes del área de estudio (Figura 15) se observa que los canales de riego están situados en superficies montañosas y escarpadas.

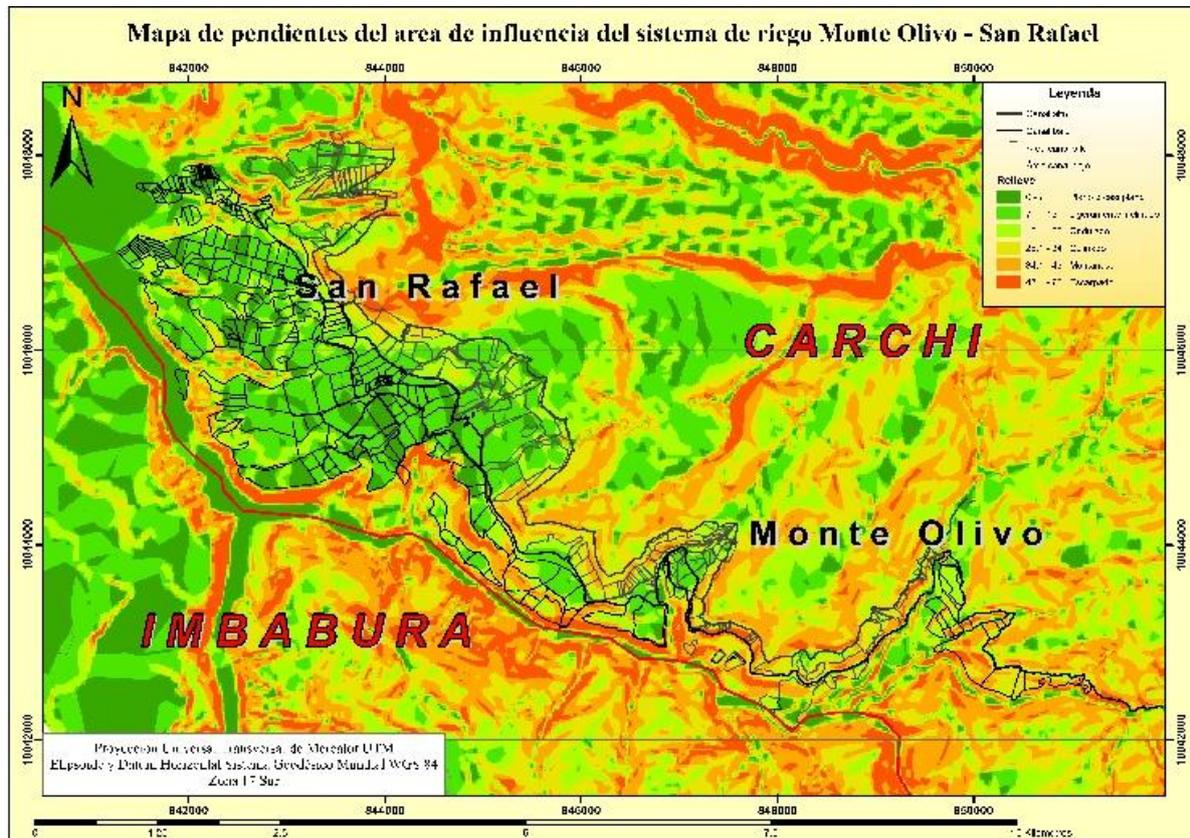


Figura 15. Mapa de pendientes en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael
Fuente: El mapa fue construido con datos de SENPLADES (2012), Gobierno Provincial del Carchi (2015).

Pisos altitudinales. La zona de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael, se extiende entre los 1600 y 3800 msnm. Con la finalidad de determinar los principales pisos altitudinales se recopiló información de los estudios realizados por el Grupo Consultor ACME (2015), FAO (2011 b) e Ingeniería & Servicios Consultora (2015).

En el área de estudio se encuentran diversos pisos agroecológicos; por ejemplo, el piso climático más bajo “*Piso bajo cálido seco*” se localiza en el sector Salache de la comunidad Caldera. Su rango altitudinal es de 1680 - 3440 m.s.n.m., presentando relieves montañosos y vertientes disectadas. Los principales cultivos son cebolla paiteña, tomate riñón, fréjol, mandarina, limón y aguacate. El contrabando de mercadería desde Colombia hacia Ecuador es la actividad económica que caracteriza a este sector.

A medida que se avanza en altitud, la presencia de la cordillera de los Andes forma valles que se encuentran influenciados por una corriente cálida proveniente del Chota con vientos cálidos y secos. En este sentido es posible encontrar el “*Piso intermedio cálido – seco*” (1760 – 1820

m.s.n.m.) y **“Piso intermedio templado”** (2200 – 2300 m.s.n.m.) que corresponden principalmente a los valles presentes en San Rafael y Pueblo Nuevo. Los relieves predominantes en estos pisos climáticos son las planicies con cierto grado de inclinación. Las principales actividades son la producción de cultivos como cebolla paiteña, tomate riñón, anís, pepinillo, mandarina, limón, aguacate, durazno y naranja, entre otros.

Entre los 2400 y 2600 m.s.n.m. con relieves de pie de monte (ondulados y colinados) se puede encontrar el **“Piso intermedio templado – frío”** que corresponde a las comunidades de El Aguacate y Monte Olivo. Sus principales actividades son la producción de cultivos de cebolla, maíz, mora, fréjol, arveja, aguacate, tomate de árbol y granadilla, entre otros.

Finalmente, sobre los 2600 m.s.n.m. de relieves montañosos, colinados y ondulados se encuentra el **“Piso alto templado – frío”** que corresponde a las comunidades del Manzanal y Monte Olivo. Las principales actividades son la producción de papa, tomate de árbol, aguacate, limón, cebolla, granadilla, maíz y pastos, entre otros.

Hidrología. A continuación, se presenta el mapa de red hídrica del área de influencia de los canales Monte Olivo _ San Rafael (Figura 16).

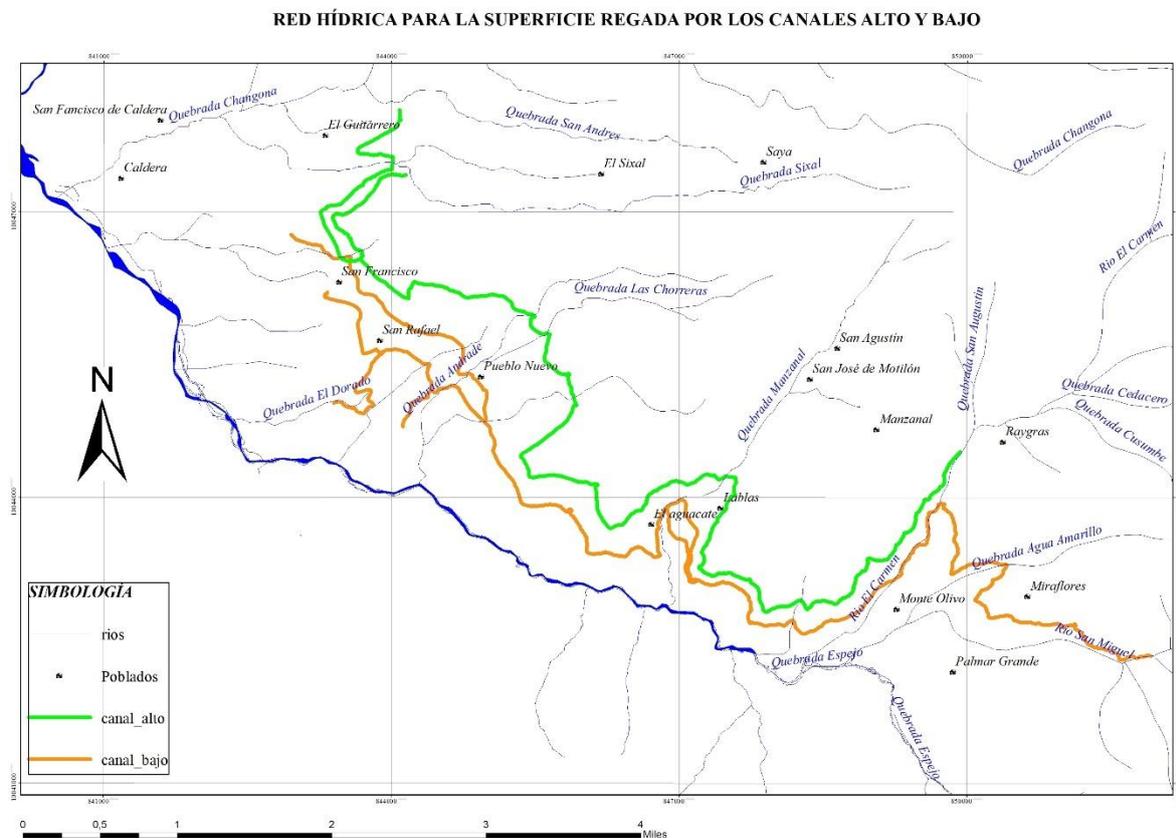


Figura 16. Mapa de red hídrica para el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.
Fuente: El mapa fue construido con datos de SENPLADES (2012), Gobierno Provincial del Carchi (2015).

La red hídrica en el área de estudio se conforma de la siguiente manera: el Río San Miguel se une con el río el Carmen y forman el río Escudillas. Este a su vez se une con el río Mataquí y forman el río Caldera hasta su confluencia con el río Apaquí, donde toma el nombre de río Chota. Además, el área se presenta atravesada por las quebradas tales como la Amarilla, Manzanal, Chaupicorral, Turubamba, Fidel, Chirimoyo, Cabuyal, El Guitarrero, Changona

Pedología. Los tipos de suelo presentes en el área bajo riego de los canales alto y bajo corresponden en mayor parte a Mollisoles y un área pequeña a Entisoles (Figura 17).

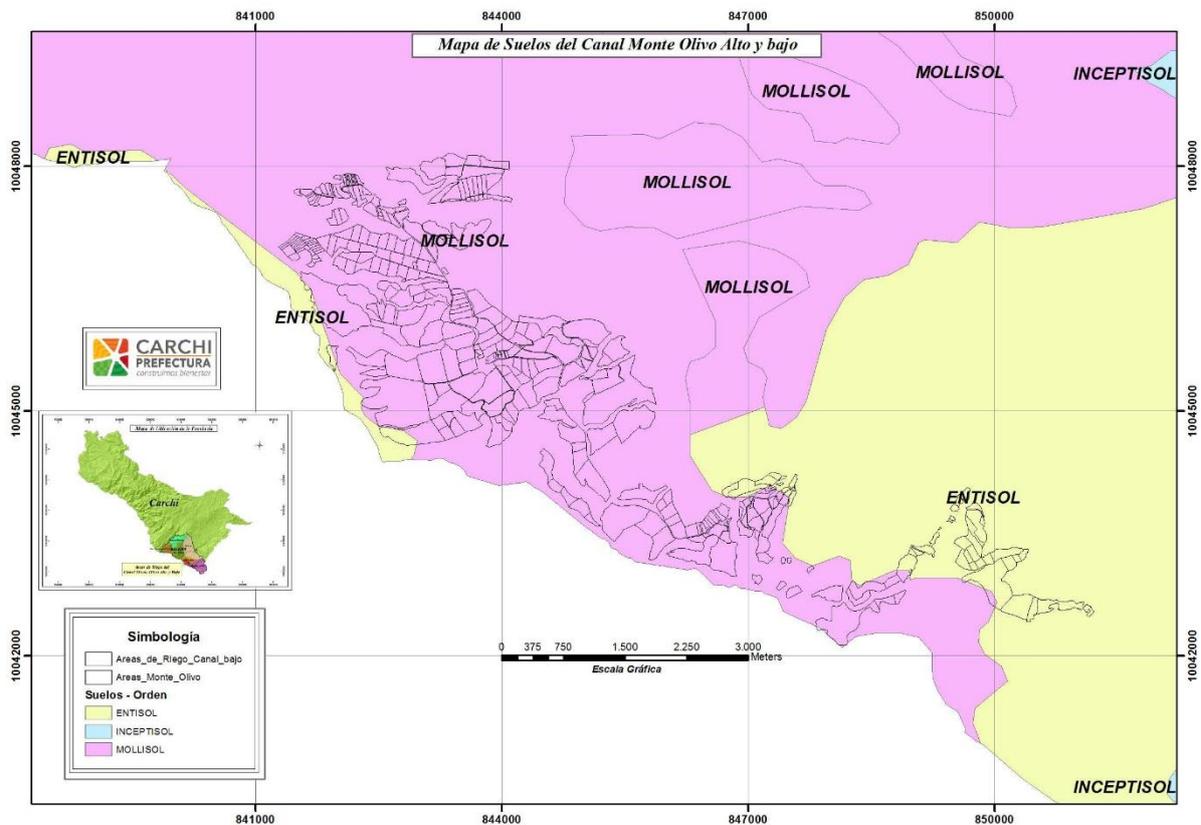


Figura 17. Mapa de suelos en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

Fuente: Gobierno Provincial del Carchi (2015).

Los mollisoles son un tipo de suelo suave que se ha desarrollado principalmente en los pastizales debido a sus extensos sistemas de raíces fibrosas. Son suelos oscuros y ricos en materia orgánica, razón por la cual poseen una gran fertilidad natural y se los ubica entre los más fértiles que se encuentran en la tierra. Estos suelos suelen estar bien saturados con cationes básicos que son nutrientes esenciales para las plantas (Bockheim y Hartemink, 2017).

Los entisoles son aquellos suelos que se caracterizan por ser los de más baja evolución, porque se encuentran en fuertes pendientes que aceleran los procesos de erosión. Una gran parte de ellos se sitúan en pendientes fuertes (>40 a 70%) de los relieves montañosos (Sistema Nacional

de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica [SIGTIERRAS], 2017).

Vegetación natural. Se identifican algunas formaciones vegetales debido a su distribución altitudinal (Gobierno Provincial del Carchi, 2015):

- Bosque siempre verde montano bajo de los andes occidentales, los cuales comprenden bosques que van de los 1300 hasta los 1800 m.s.n.m., con un dosel entre 25 a 30 m. Esta formación con el 0,03% se encuentra en las comunidades del Guitarrero y el Rosal en la parroquia San Rafael.
- Bosque siempre verde montano bajo de los andes orientales, similar a los bosques húmedo montano bajo de las estribaciones de la cordillera occidental, pero restringido a una franja altitudinal más amplia, entre los 1300 m y 2000 m.s.n.m. Esta formación puede ser encontrada en la zona en un 0,57% entre las parroquias de San Rafael y Monte Olivo limitando con la provincia de Imbabura.
- Matorral húmedo montano de los Andes del Norte y Centro, se encuentra en los valles relativamente húmedos entre 2000 y 3000 m.s.n.m. La cobertura vegetal está casi totalmente destruida y fue remplazada hace mucho tiempo por cultivos o por bosques de *Eucalyptus globulus*, ampliamente cultivados en esta región. La vegetación nativa generalmente forma matorrales y sus remanentes se pueden encontrar en barrancos o quebradas, en pendientes pronunciadas y en otros sitios poco accesibles a lo largo de todo el sector.

4.1.3.3. Componentes socioeconómicos.

La tipología de las poblaciones del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7.

Poblaciones del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.

<i>Parroquias</i>	<i>Hombres</i>	<i>Mujeres</i>	<i>Instituciones y otros</i>	<i>Total usuarios</i>
Monte Olivo	18	2	0	20
San Rafael	164	61	6	231

Fuente: Elaborado con datos del Padrón de usuarios de la Junta de riego Monte Olivo – San Rafael, actualizado a 2019.

La distribución de los usuarios del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael según su nivel de escolaridad se presenta los siguientes resultados: el 60 % posee un nivel de instrucción

primaria, el 27 % alcanzó el bachillerato, un 7 % no posee estudios, el 4 % estudió en la universidad y el 1 % han alcanzado estudios de cuarto nivel.

Los agricultores del sistema de riego Monte Olivo están comprendidos entre 40 y 59 años (Figura 18). Además, el 52% de los beneficiarios vinculados al sector productivo agrícola es foráneo, pero tienen un tiempo de residencia considerable (80 % de su edad) (Gobierno Provincial del Carchi, 2015).

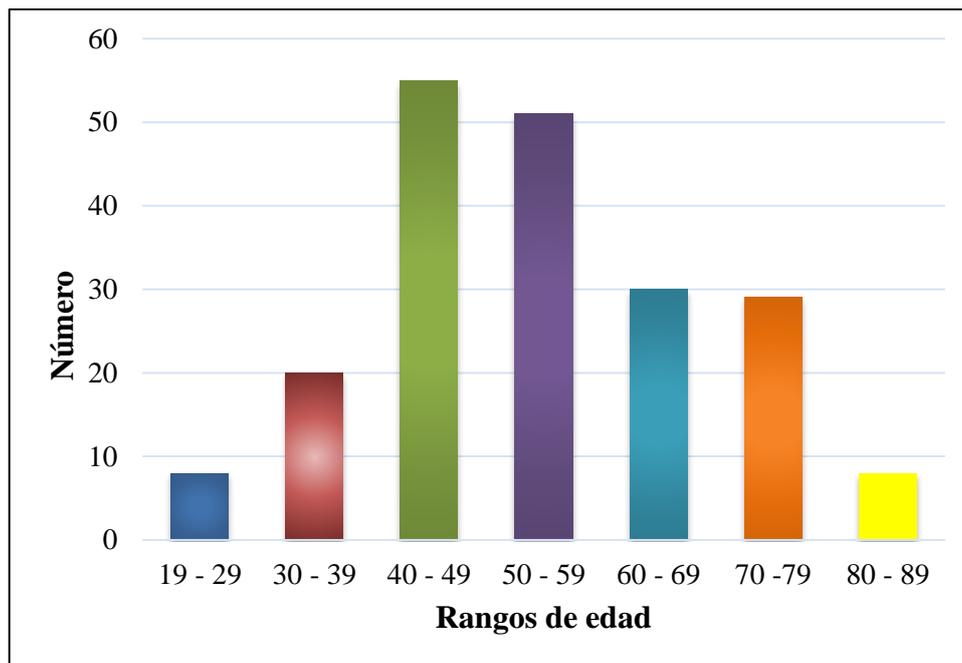


Figura 18. Distribución general de los usuarios del sistema de riego Monte olivo - San Rafael según rangos de edad.

La zona posee servicios básicos de recolección de basura, agua potable, alcantarillado y luz eléctrica. Las vías de acceso a las comunidades se encuentran en buen estado, pero existen algunos baches. La Junta Administradora de Agua Potable administra el abastecimiento de agua para las parroquias, las fuentes son nacientes de agua y quebradas del páramo andino.

No existe planta de tratamiento para las aguas residuales de los poblados y estas son dispuestas a cielo abierto. Lo mismo sucede con los efluentes de fosas sépticas de algunas casas que no disponen del sistema de alcantarillado sanitario, esto genera una alta contaminación a las quebradas y ríos. Además, en la parroquia San Rafael es posible observar cultivos y tramos del canal muy cerca o en el lindero de la quebrada donde se descargan las aguas residuales (Figura 19).



Figura 19. Disposición de aguas residuales junto al canal bajo del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

4.1.3.4. Interacción entre los componentes.

En los sistemas de producción agropecuaria del área de influencia de los canales de riego Monte Olivo – San Rafael se puede asumir que las interacciones de mayor importancia ocurren entre los componentes bióticos y abióticos, estas interacciones son de funcionamiento natural y se modifican por el seres humanos utilizando componentes socioeconómicos (crédito) y tecnológicos (maquinaria). Dichas modificaciones se generan por la necesidad de los agricultores para aumentar la producción agrícola.

Por ejemplo, las bacterias presentan una relación directa con los exudados de las raíces, en este sentido se presentan importantes procesos como formación de micorrizas y fijación de nitrógeno. Los agricultores modifican estos procesos utilizando fertilizantes para integrar minerales al suelo con la finalidad de aumentar la producción de sus cultivos. En la Tabla 8 se presentan los componentes de los sistemas de producción agropecuaria del área de estudio y sus interacciones.

Tabla 8.*Interacciones entre componentes del sistema de producción agropecuaria.*

Componente (A)	Componente (B)	Interacción
Biológico	Abiótico	- El alto grado de temperatura y la escasa precipitación influye en la producción de los cultivos. Se necesita el agua de riego para la agricultura.
		- Los pisos altitudinales determinan el tipo de cultivos que se pueden producir.
Socioeconómico	Abiótico	- Las condiciones climáticas intervienen en la proliferación de plagas.
		- Elementos químicos dispersos en el aire, agua o suelo son utilizados por las plantas.
Socioeconómico	Tecnológico	- La presencia de bosque protege las fuentes de agua.
		- Las condiciones climáticas adversas generan dependencia de créditos para invertir en la agricultura principalmente en el riego.
Tecnológico	Abiótico	- Las fuertes pendientes dificulta las labores agrícolas incrementando la inversión en el trabajo.
		- Las condiciones económicas limitan la adquisición y alquiler de maquinarias.
Tecnológico	Biológico	- La tecnificación influye en el trabajo para los jornales (más tecnología y menos jornales).
		- La dificultad de adquirir tecnología está en la inversión porque en el futuro se puede obtener beneficios como reducir los gastos en algunas actividades.
Socioeconómico	Biológico	- Las condiciones topográficas dificultan el uso de maquinaria.
		- Las fuertes pendientes dificultan el riego y genera necesidad de tecnificación en esta práctica (riego por goteo y aspersión).
Socioeconómico	Biológico	- La aplicación de nuevos fertilizantes para los cultivos.
		- El riego tecnificado mejora la producción de las plantas.
Socioeconómico	Biológico	- Una excelente producción en los cultivos estabiliza la economía de los agricultores.
		- La disponibilidad económica para invertir en los cultivos infiere en la producción.

Fuente: Observación en el campo.

Existen interacciones entre componentes biológicos, por ejemplo, el forraje de ciertos cultivos y los pastos sirven de alimento para algunos animales, los cuales incorporan materia orgánica al sistema mediante la producción de estiércol. Los residuos de las plantas también aportan materia orgánica al suelo (Figura 20).

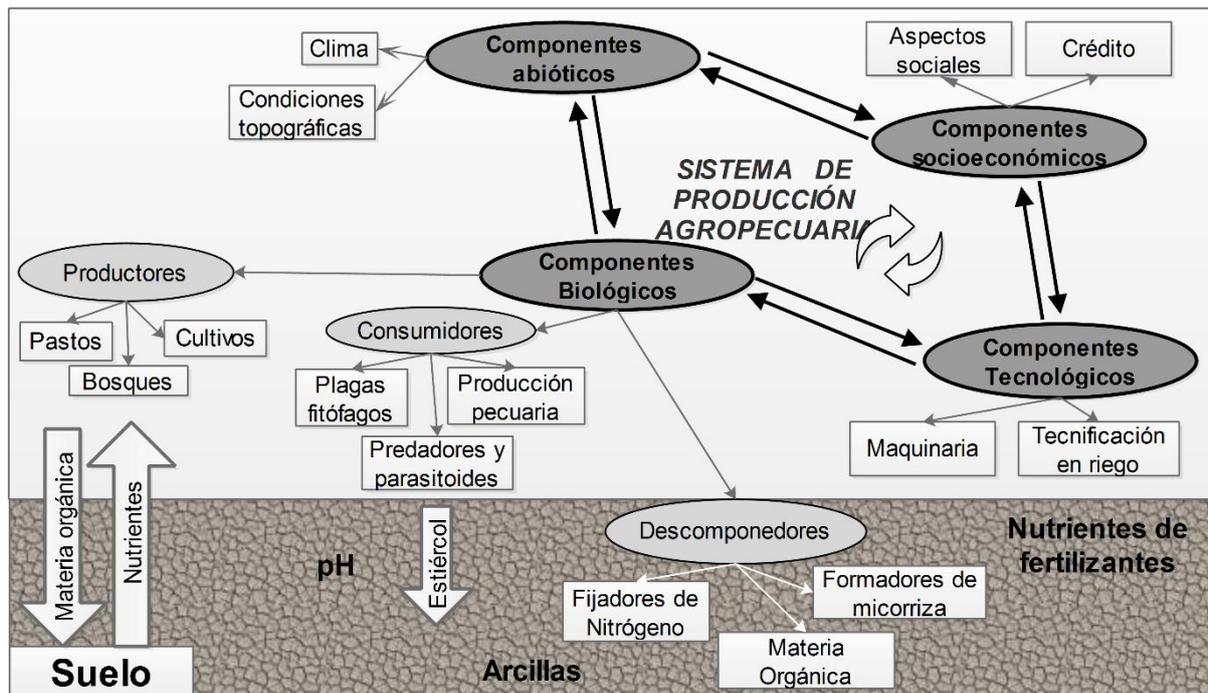


Figura 20. Interacción de los componentes de los sistemas de producción agrícola en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

4.1.3.5. Entradas, salidas y límites.

En la jerarquización de los sistemas de producción se determinó a los sistemas agropecuarios como la unidad de análisis, identificando los siguientes elementos:

- **Límites.** Las actividades que se desarrollan por los usuarios de los canales de riego Monte Olivo – San Rafael corresponden a la agricultura y crianza de animales. Por esta razón, el límite definido para la unidad de análisis es el sistema de producción agropecuario; dentro de este límite se analizan los subsistemas de cultivos, animales, malezas, suelo, microorganismos y herbívoros, entre otros. Los estudios relacionados a sistemas de riego generalmente analizan las actividades agrícolas y pecuarias, ya que estas dependen de un adecuado suministro de agua para su producción. Tal es el caso de los estudios realizados por Basantes (2018) en el canal de riego Peribuela y Chamba *et al.* (2018) en los sistemas productivos del proyecto de riego Campana-Malacatos.
- **Entradas.** Las entradas más evidentes en los sistemas de producción agropecuaria del área de estudio son: radiación solar, semillas para los cultivos, dinero (crédito o ahorros), precipitación, mineralización, semillas de malezas, microorganismos, herbívoros, agroquímicos, energía (humana, maquinaria o animal) y agua que proviene de los ríos San Miguel y El Carmen, entre otros. Las entradas permiten la interacción entre componentes y producen las salidas del sistema agropecuario.

- **Salidas.** Corresponden a la biomasa de los cultivos y los productos obtenidos en el subsistema pecuario. Una parte sale del sistema y se comercializa en los mercados; mientras que el resto ingresa al suelo como materia orgánica e incluso es consumida por herbívoros (biomasa). Los animales en cambio integran materia orgánica al suelo por medio de su estiércol. El dinero y la información que se obtienen también se consideran salidas del sistema. Por otra parte, existen salidas que no son beneficiosas debido a las malas prácticas en el manejo del sistema; por ejemplo, la contaminación del agua y acidificación del suelo debido al exceso de fertilizantes, la erosión del suelo por falta de tecnificación en riego sobre todo en los terrenos con pendientes considerables.

Las entradas y salidas de los sistemas de producción agropecuaria siempre serán comunes entre los pequeños, medianos y grandes productores; sin embargo, la diferencia está en la diversidad y cantidad de estos elementos. Por ejemplo, los grandes productores tienen la ventaja de incorporar mayor cantidad de entradas económicas y tecnológicas a sus sistemas generando mayor producción de sus cultivos y facilitando la fuerza de trabajo. Esta afirmación se sustenta en el estudio realizado por Escobar y Berdegué (1990), donde se analiza los criterios para la tipificación de los sistemas de producción agropecuaria. El resultado obtenido es que las entradas y salidas de un sistema son los elementos principales que determinan dicha tipificación.

4.1.4. Representación de los sistemas de producción agropecuario en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

Hart (1985) definió algunos diagramas para representar el modelo de los sistemas de fincas. En este sentido se elaboró el modelo para los sistemas de producción agropecuarios en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo – San Rafael (Figura 21).

Dayaleth *et al.* (2008) y Perez *et al.*, (2016) realizaron modelos para el sistema de fincas de una familia en específico; y Peredo y Barrera (2016) y Fuentes (2019) para un conjunto de unidades de producción de una zona específica. Los resultados en todos los modelos sólo varían en la incorporación de componentes tecnológicos y económicos al sistema e incluso la diversidad de las salidas.

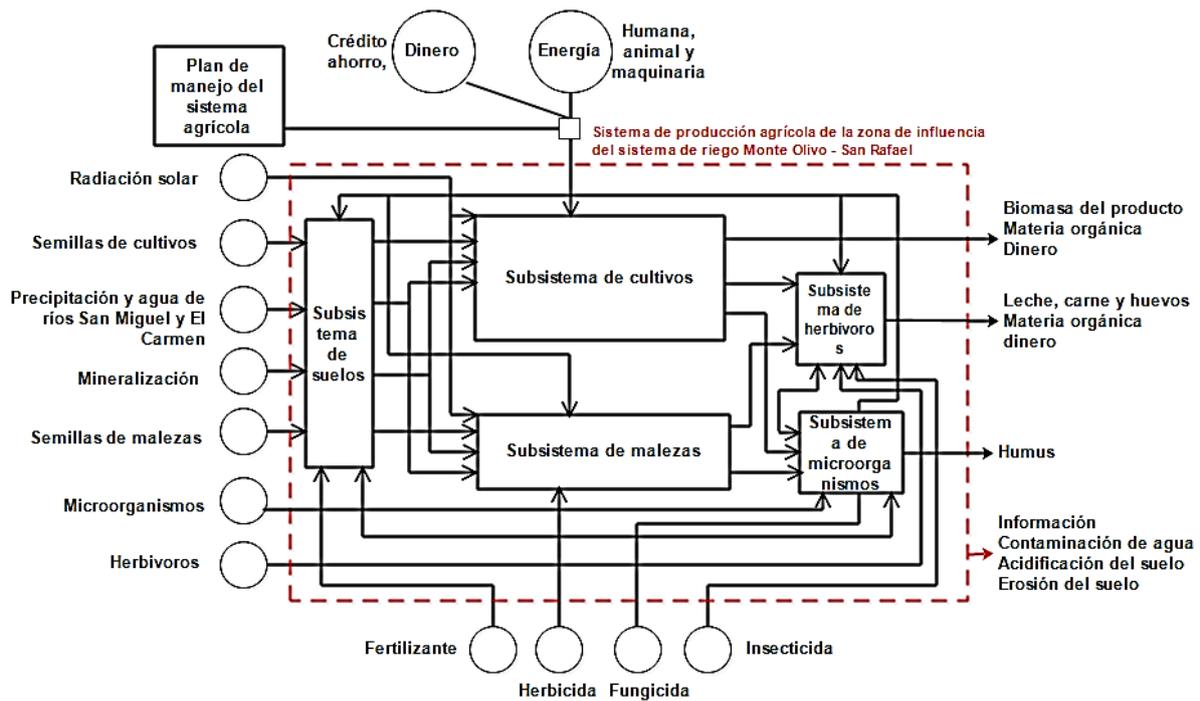


Figura 21. Límites, entradas y salidas de los sistemas de producción en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael. Adaptado de Hart (1985).

4.2. Manejo del suelo y el agua en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo - San Rafael.

El análisis del manejo del agua y el suelo comprendió dos partes. Una parte consiste en el diagnóstico del sistema de riego, el cual se caracteriza por tener una larga historia de organización y experiencia en cuanto al manejo de las aguas para la irrigación. Por otra parte, se analizaron las prácticas agrícolas que determinan el manejo del suelo y otros recursos en el área de influencia de los canales de riego.

4.2.1. Análisis histórico de la distribución de agua en el sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

La historia del sistema de riego permite analizar el manejo del agua a través del tiempo. En la zona de Quisapincha (Tungurahua) para rehabilitar los sistemas de riego tradicionales fue necesario un estudio de la evolución histórica y de la gestión social del agua. Los resultados obtenidos permitieron la toma adecuada de decisiones para el futuro proyecto de rehabilitación, ya que con los hitos históricos se revelaron debilidades, conflictos y fortalezas que tiene el sistema de riego. Además, esto permitió una adecuada relación entre los actores (Apollin y Eberhart, 1998).

Por esta razón, para el análisis histórico de la distribución de agua se presenta de manera sintética una línea de tiempo que resume los principales acontecimientos durante el

funcionamiento del sistema de riego. Laguna (1993) con su estudio antropológico, el conglomerado de actas de la junta de riego y la entrevista a los aguateros que han trabajado durante mucho tiempo en el mantenimiento de los canales, exponen los siguientes hitos históricos (Figura 22):

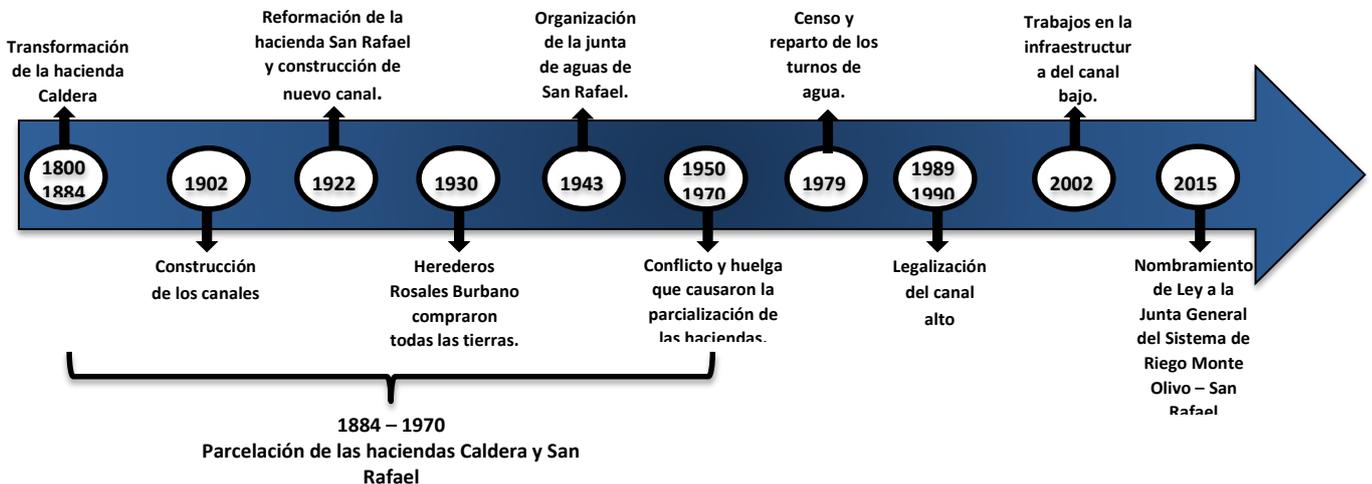


Figura 22. Hitos históricos del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.

Fuente: La línea de tiempo se realizó con base al estudio realizado por Laguna (1993) y datos obtenidos por entrevistas aplicadas a los aguateros y ex directivos de la junta de riego Monte Olivo – San Rafael.

(1800 – 1884) Transformación de la hacienda Caldera. Los latifundios jesuitas se transformaron en haciendas privadas de los terratenientes locales, entre ellos resalta la Hacienda Caldera de Pedro Calisto que fue rematada en el siglo XVIII. La hacienda Caldera y Anexos pasaron a propiedad de la señora Juana Arteta quien posteriormente en 1884 los vende a Don Agustín Rosales.

(1902) Construcción de los canales de riego. En el siglo XVIII existía únicamente la hacienda Caldera; sin embargo, Rafael Rosales Félix, hijo de Agustín Rosales organiza la hacienda San Rafael en el año 1902. La hacienda comprendía una parte de montaña donde se extendieron los cultivos y se construyeron unos canales de riego.

(1922) Reformación de la hacienda San Rafael y construcción de canal. Por el año 1922 se reforma la hacienda San Rafael, se construye un nuevo canal y empezaron a cultivar lo que hoy es el pueblo de Monte Olivo. Para estas instancias los hermanos Agustín y Pedro Manuel Rosales Félix compraron legalmente a su madre y hermanos el resto de las propiedades y administraron las haciendas en su totalidad.

(1930) Herederos Rosales Burbano se apropian de las tierras. En 1930 fallece Pedro Manuel Rosales Félix y sus herederos compran las propiedades a su tío Agustín Rosales. A partir de los años 30 los herederos Rosales Burbano fueron los propietarios de la hacienda Caldera y Anexos, San Rafael, Alor y La Angelina.

(1943) Organización de la junta de regantes. Organización de la junta de aguas de San Rafael provincia del Carchi, se registra desde el 14 de septiembre de 1943 hasta diciembre de 1974 en presencia de todos los condueños de las aguas y el teniente político de la parroquia Monte Olivo.

(1950 – 1970) Conflicto y huelga que ocasiono la parcialización de las haciendas. Los Rosales Burbano parcializaron estas tierras y las entregaron a los ex huasipungueros (persona que realiza algún trabajo a cambio de una retribución) y peones como parte de pago por su servicio. El motivo de la venta fue el conflicto y huelga que se realizó a fines de los años 50, querían evitar invasiones y problemas con el ex Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización (IERAC). No estaban seguros de entregar sus tierras a los afrodescendientes porque los consideraban vagos para trabajar y prefirieron vender una parte a forasteros.

(1979) Censo y reparto de los turnos de agua. El censo y reparto de las aguas del caserío San Rafael se originó debido a la inexistencia de una distribución equitativa del agua entre los usuarios. Algunos beneficiarios podían regar a cualquier hora de la semana, en cualquier día y a toma abierta, mientras que otros estaban limitados.

(1989 - 1990) Legalización canal alto. En 1989 se organiza la Pre-Junta de Aguas de la acequia alta que contaba con 38 usuarios y regaba 162 ha. En 1990 se construyen las cajas repartidoras en la parte alta de la acequia.

(2002) Trabajos en la infraestructura del canal bajo. Los trabajos de infraestructura mejoraron la toma de la acequia baja, la cual era rústica compuesta de piedras. La acequia era de tierra a cielo abierto, recorría 15 km aproximados y beneficiaba a 120 usuarios que regaban una superficie de 580 ha.

(2015) Nombramiento de Ley a la Junta General del Sistema de Riego Monte Olivo – San Rafael. Después del conflicto que se generó cuando se decidió unificar la Junta de agua San Rafael y la Junta de agua de Monte Olivo. En 2015 con base a las facultades que le confieren los Art. 3 y 24 literales g) y h) y 123 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos. Usos y Aprovechamiento del agua: al amparo de las normas legales sostenidas en su reglamento; y,

Arts. 15 y 21 del Sistema Unificado de Información de las Organizaciones Sociales y Ciudadanas, se confiere el nombramiento de Ley a la Junta General del Sistema de Riego Monte Olivo – San Rafael, perteneciente a la parroquia Monte Olivo, Bolívar, provincia del Carchi. SENAGUA trámite C-008-2015

4.2.2. Infraestructura del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

La Junta de agua de riego Monte Olivo – San Rafael administra dos canales denominados canal alto y canal bajo. Estos canales están divididos en módulos para aumentar el área bajo irrigación. La infraestructura de los canales se ubica en un territorio con fuertes pendientes, las cuales generan algunos puntos críticos con peligro de desbordes y deslizamientos. Los predios que utilizan el agua de riego están delimitados con base a la información cartográfica realizada por el Gobierno Provincial del Carchi en 2015 (Figura 23).

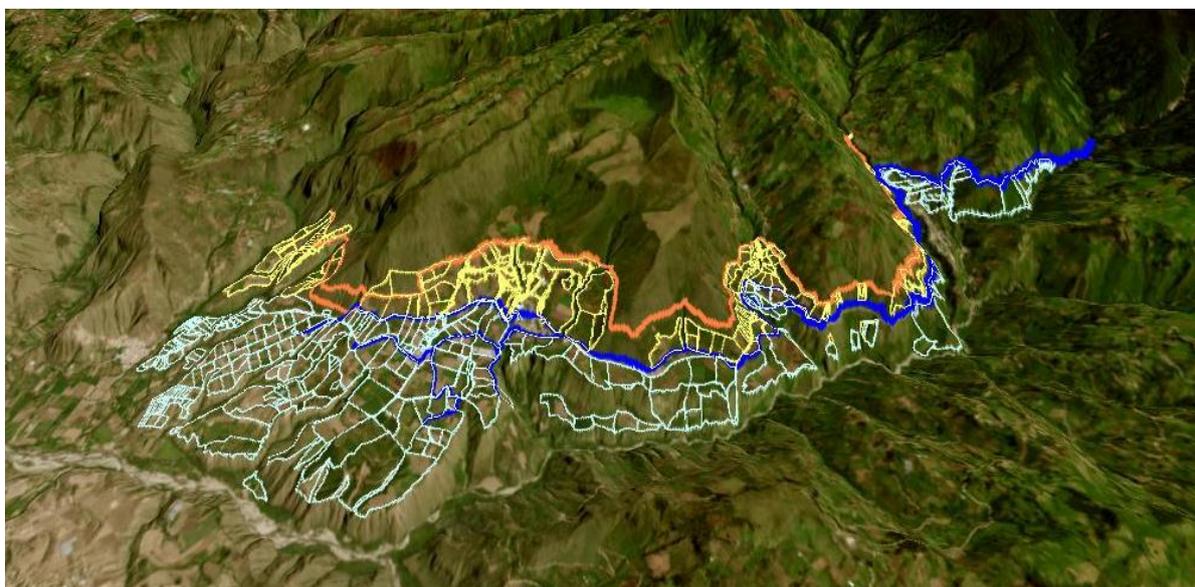


Figura 23. Cartografía del sistema de riego.

Fuente: Gobierno Provincial del Carchi, 2015 y IGM, INEC.

En el padrón de usuarios de la Junta General de riego Monte Olivo – San Rafael se presenta que la superficie bajo riego registra la siguiente información (Tabla 9):

Tabla 9.

Superficie regada por el sistema de riego Monte Olivo – San Rafael, según el padrón de usuarios.

<i>Canales</i>	<i>N° Usuarios</i>	<i>Área de riego-ha</i>
Canal bajo	173	563.13
Canal alto	99	299.71
TOTAL	272	862.84

Fuente: Elaborado con datos del Padrón de usuarios de la Junta General de riego Monte Olivo – San Rafael, actualizado a 2019.

Estos datos de superficie bajo riego no concuerdan con los que se obtienen del levantamiento catastral realizado por el Gobierno Provincial del Carchi en 2015 (Tabla 10). La razón es porque existen 20 usuarios de Monte Olivo correspondientes al canal bajo que no están registrados en el padrón. Dichos usuarios mencionaron que la causa de no estar registrados en el padrón es porque ellos todavía no han llegado a un acuerdo con la junta directiva sobre la tarifa por el uso del agua. Ellos consideran que esta muy elevado el precio porque no utilizan el agua en grandes cantidades, ya que en este sector no existe problemas de sequía y llueve lo suficiente para no depender 100 % del sistema de riego.

Tabla 10.

Superficie regada por el sistema de riego Monte Olivo – San Rafael, según el levantamiento catastral del Gobierno Provincial del Carchi.

<i>Canales</i>	<i>N° Usuarios</i>	<i>Área de riego-ha</i>
Canal bajo	193	354.04
Canal alto	99	663.84
TOTAL	272	1017.88

Fuente: Elaborada con datos del Gobierno Provincial del Carchi (2015).

4.2.2.1. Canal bajo del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

El canal principal tiene una longitud de 15 km y se subdivide en canales sectoriales de segundo y tercer orden que abastecen a siete unidades de riego. En total la infraestructura del canal posee una distancia acumulada de 22 km aproximadamente. La infraestructura se encuentra construida en un territorio con fuertes pendientes y se constituye por tramos con revestimiento, embovedados, rústicos, tubería y túneles (Tabla 11):

Tabla 11.

Composición de la infraestructura del canal bajo del Sistema de riego Monte olivo – San Rafael.

<i>Tipo de infraestructura</i>	<i>Longitud (metros)</i>
Embovedado	5120.73
Revestimiento	5481.58
Rústica y/o sin revestimiento	9369.06
Sifón	359.54
Tubería	1165.29
Tunel	454.35
Total	21950.55

Fuente: Elaborada con datos cartográficos del Gobierno Provincial del Carchi, 2015.

El caudal total concesionado para el canal bajo es de 1003 l/s que riega una superficie de 848 ha y beneficia a 430 familias en las comunidades de Monte Olivo, Cerro Gordo, El Aguacate,

El Manzanal, Pueblo Nuevo, San Rafael y Caldera. Son tres concesiones vigentes que aportan al caudal total:

- La concesión para la quebrada El Riñón de 350 l/s, el agua se conduce por una acequia de 3 km de longitud; a su paso se incrementa con las aguas de la quebrada Miraflores en un caudal de 20 l/s, hasta su descarga en la quebrada Aguas amarillas que tiene un caudal de 30 l/s. Sumando un total de 400 l/s al canal de riego bajo de Monte Olivo – San Rafael.
- Concesión vigente de la quebrada El Carmen con un caudal de 218 l/s, donde 3 l/s se destinan para la población de San Rafael y 215 l/s es la dotación para el canal.
- Concesión vigente del río San Miguel con un caudal de 785 l/s. Las aguas captadas en el río San Miguel se trasladan mediante un canal de hormigón descubierto y túneles en una longitud estimada de 2.6 km para abastecer el caudal de la concesión principal del río El Carmen en épocas de sequía, durante este recorrido se benefician únicamente tres usuarios.

Las unidades de riego (ramales) del canal bajo se describen a continuación en la Tabla 12.

Tabla 12.

Distribución de la superficie bajo riego en las unidades de riego del canal bajo del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

<i>Unidades de riego</i>	<i>N° Usuarios</i>	<i>Área de riego-ha</i>
Monte Olivo	20	155.04
Manzanal	10	11.5
Aguacate	16	74.9
San Lorenzo	46	101
Hospital	14	46.5
Irubí	26	139.25
Dorado	61	189.98
Acequia Alta	99	299.71
TOTAL	272	862.84

Fuente: Elaborada con datos del Padrón de usuarios de la Junta General de riego Monte Olivo – San Rafael, actualizado a 2019.

Unidad de riego Aguacate. - Desde el punto de captación en el río El Carmen hasta la comunidad El Aguacate existe una distancia de 7 km, y de allí hasta Pueblo Nuevo 6 Km aproximadamente, todo este tramo se encuentra revestido, excluyendo una parte de 500 m en Pueblo Nuevo. A 13 km del punto de captación en el sector Chaupicorral se encuentra la

primera división del canal principal: el canal sectorial San Lorenzo y el canal sectorial que se dirige al centro poblado San Rafael.

Unidad de riego San Lorenzo. - Desde la captación del canal San Lorenzo hasta el inicio de los predios son 2.5 Km, y de allí hasta el sector Salache, donde finaliza el canal son aproximadamente 3.5 Km. Este sistema de riego tiene un revestimiento de unos 4 Km; sin embargo, se encuentra en mal estado y se acumula gran cantidad de sedimentos debido a la deficiente movilidad de agua por la falta de nivel de caída en la infraestructura.

Unidades de riego El Hospital, Irubí y el Condado. - Desde el punto de captación hasta el primer ramal sectorial denominado el Hospital existe una distancia de 13 km. De este punto hasta el último ramal que riega los sectores de San Pedro y la parte baja de San Rafael, son 3.5 Km. Los sectores bajo riego son: el Hospital, Irubí, la Compañía, el Condado, y la parte baja de San Rafael. La mayoría de los ramales son de tierra y no tienen ningún tipo de revestimiento.

4.2.2.2. Canal alto del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

El canal principal tiene una longitud de 17 km y no posee subdivisiones, finaliza su recorrido en el sector El Guitarrero. En total la infraestructura del canal posee una distancia acumulada de 21 km aproximadamente. La infraestructura de la captación es rústica y el ingreso a las tomas de agua es poco accesible con cierto grado de riesgo. El cauce a cielo abierto con algunos tramos revestidos o entubados en las partes más críticas (Tabla 13).

Tabla 13.

Composición de la infraestructura del canal alto del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

<i>Tipo de infraestructura</i>	<i>Longitud (metros)</i>
Revestimiento	10790.01
Rústica y/o sin revestimiento	1722.90
Tubería	4774.79
Total	17287.70

Fuente: Elaborada con datos cartográficos del Gobierno Provincial del Carchi, 2015.

La concesión para el aprovechamiento de las aguas de la acequia alta se aprobó mediante el proceso N° I-88-2651 con fecha 11 de mayo de 1989. La concesión fue de caudal 70 l/s en la cota 2450 m.s.n.m del Río El Carmen. Se han realizado dos renovaciones en las mismas condiciones que la resolución inicial; la primera fue el 16 de diciembre de 2004 y la vigente se realizó el 05 de mayo de 2016.

4.2.2.3. *Funcionalidad técnica y social del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.*

A continuación, se presenta el funcionamiento del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael desde el punto de vista técnico y social.

La funcionalidad técnica. La Junta General de Riego Monte Olivo – San Rafael no posee suficientes recursos económicos y depende del apoyo de instituciones que trabajan con proyectos para la gestión del agua. Algunas instituciones como el ex INERHI, CORSINOR y Gobierno Provincial del Carchi han trabajado en proyectos de mejoramiento del sistema de riego; por ejemplo, revestimiento de los canales principales, construcción de cajas de reparto y creación de la microempresa que trabaja en el mantenimiento de los canales, entre otros.

El funcionamiento del sistema de riego necesita inversión permanente en trabajos de mantenimiento y recuperación de la infraestructura. Esto se debe a los constantes derrumbos generados por las fuertes pendientes y en ocasiones las malas prácticas de riego o lluvias torrenciales. Para responder a estas demandas económicas, la junta de riego administra principalmente ingresos generados por las tarifas que pagan los usuarios por el suministro de agua y recibe apoyo por parte del Gobierno Provincial del Carchi. Algunos disfuncionamientos que afectan la funcionalidad del sistema de riego se presentan en la Figura 24.

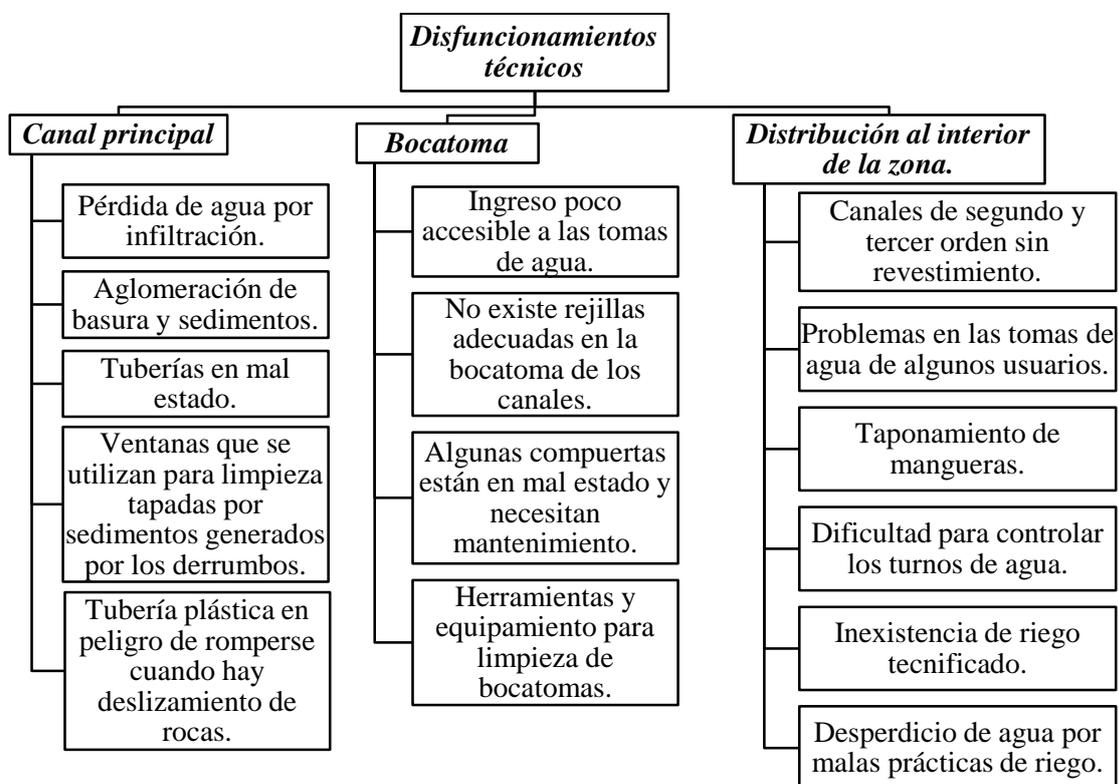


Figura 24. Disfuncionamientos técnicos del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.

Existen disfuncionamientos en la infraestructura que hasta la actualidad se han podido controlar. Durante más de 50 años los canales de riego han abastecido de agua a los sistemas de producción y han permitido generar ingresos económicos para los agricultores. Prácticamente el riego es indispensable en estos territorios secos, porque sin agua es imposible cultivar estas tierras. En la actualidad el Gobierno Provincial del Carchi se encuentra elaborando un proyecto que realizará trabajos en la distribución del agua para el canal alto, la socialización de este proyecto se realizó el 16 de julio de 2019.

La funcionalidad social. La Junta General de Riego Monte Olivo – San Rafael está organizada colectivamente y existe una directiva que los representa. Sin embargo, el mal comportamiento de los consumidores ha generado disfuncionamientos de carácter social que afectan al sistema de riego, algunos se presentan en la Figura 25.

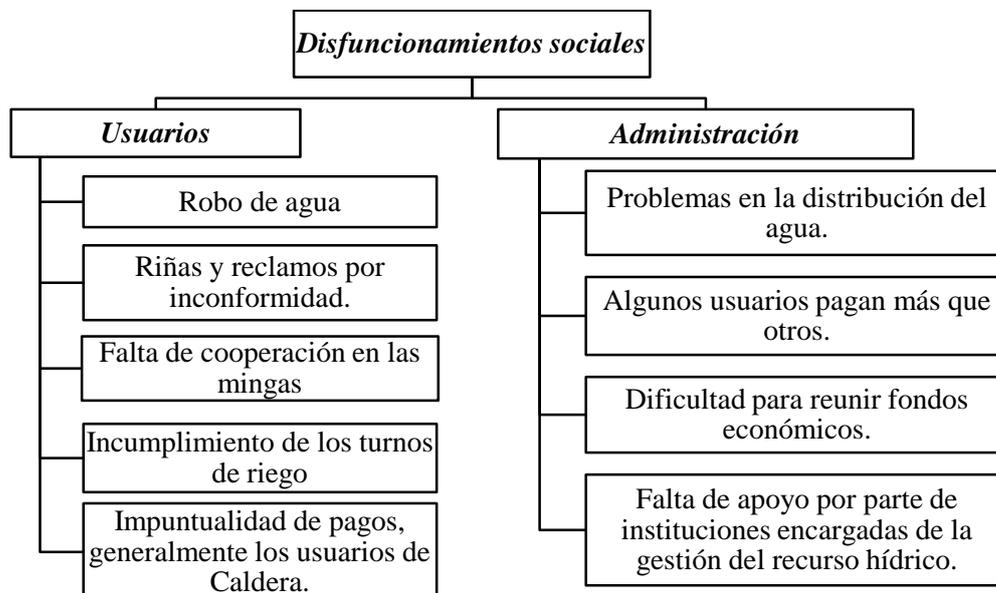


Figura 25. Disfuncionamientos sociales del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.

La mayoría de los disfuncionamientos sociales se generan por una deficiente distribución del agua. Algunos beneficiarios quieren manejar el recurso individualmente y no de forma colectiva, buscan la comodidad para obtener ventaja o actúan por necesidad en respuesta a las condiciones climáticas adversas y problemas con la infraestructura de riego.

La minería ilegal es un problema social y ecológico que no se relaciona directamente con la infraestructura. Sin embargo, la contaminación del agua, destrucción de las fuentes de agua y la inseguridad social que se generan en el desarrollo de la actividad minera provocarían serios problemas en los sistemas de producción en el área de estudio.

A continuación, en la Figura 26 se presentan fotografías donde se observa los disfuncionamientos antes descritos.



Figura 26. Disfuncionamientos en la infraestructura de los canales de riego. **a)** Robo de agua, se obstruye el flujo del agua con la finalidad de obtener mayor cantidad del recurso; incluso se estaba irrespetando el turno de riego. **b)** El agujero por donde se distribuye el agua a un predio en el sector El Aguacate esta sobre el nivel del caudal, de esta manera es imposible tomar el agua que le corresponde; por esta razón los usuarios optan por el robo e incumplimiento de los turnos. **c)** Acumulación de sedimentos en el canal principal debido a deslizamientos. **d)** Inexistencia de tecnificación y malas prácticas en riego. **e)** Ventanas para limpieza del canal sin rejilla de protección contra deslizamientos. **f)** Peligro de desbordamiento del canal principal.

Los resultados de las encuestas aplicadas a los agricultores reportan que los problemas más prioritarios en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael son los derrumbos y el robo de agua (Figura 27). Además, se manifestó que la administración de la junta debe enfatizar sus trabajos en la infraestructura del sistema de riego, principalmente en el revestimiento de algunos canales secundarios y terciarios. También se necesita apoyo en la tecnificación de riego, ya que los agricultores son conscientes de los efectos negativos que tiene el riego por gravedad en los terrenos con pendientes pronunciadas.

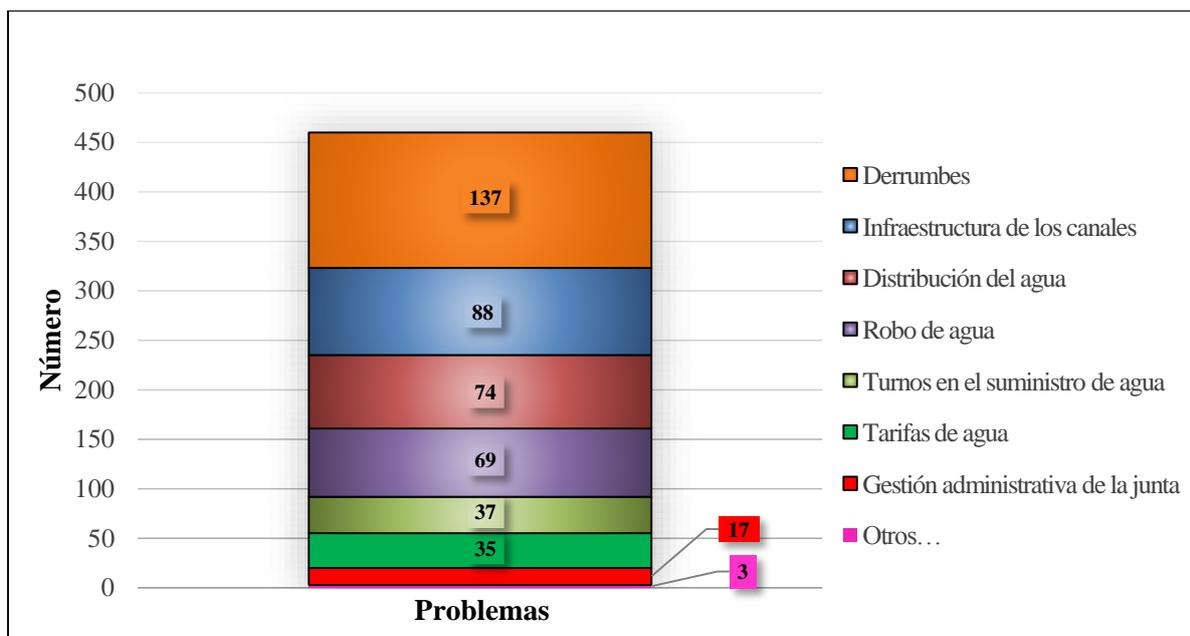


Figura 27. Problemas en el sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.

4.2.2.4. *Derechos del agua y distribución en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.*

Los disfuncionamientos sociales son ocasionados por la inequidad en la distribución del agua. Por esta razón, se analizaron los siguientes criterios:

Derechos del agua. – La Junta de agua de riego Monte Olivo – San Rafael posee un Reglamento Interno aprobado y analizado hasta el 1 de noviembre del 2016, el cual busca establecer los procedimientos para la aplicación del Estatuto. En el **Art. 7.**, se contempla algunos deberes y derechos que los consumidores deben cumplir. Los principales derechos son el acceso al agua en una cantidad y frecuencia determinada, y la participación en la toma de decisiones. Las obligaciones más relevantes se refieren al mantenimiento de la red, pago de cuotas, respeto a las reglas de distribución y pago de una multa u otras sanciones en caso de no acatamiento de las reglas de reparto.

Distribución. - Los usuarios de la Junta de Agua de Riego Monte Olivo – San Rafael manejan el reparto del agua sin responder a una lógica espacial entre las diferentes unidades de riego. La distribución se realiza según un orden que no tiene relación con la pendiente.

El agua se distribuye según una lista de usuarios, y no se considera la ubicación espacial de las parcelas. Los beneficiarios tienen derecho a una fracción del flujo (multiflujo), el caudal principal es dividido a niveles diferentes entre unidades de riego que poseen superficies de terreno no necesariamente iguales.

Cada productor hace uso de los turnos que le corresponden, en la hora y días establecidos mediante el uso de un padrón de usuarios. Los turnos ya están planificados son de dos días en semana para cada usuario y el tiempo de riego depende de la superficie a regar.

Todos los usuarios no riegan con la misma frecuencia, algunos lo realizan un día en semana mientras que otros lo hacen por tres días en semana. La distribución depende de la superficie del terreno a regar y por esta razón existen variaciones en la duración del turno. Esto se demuestra en el padrón de usuarios, donde el turno máximo es de 32 horas para regar 20 ha pertenecientes a la asociación Caldera del canal sectorial San Lorenzo; mientras que, el turno mínimo es de 10 minutos para regar 0.25 ha de un beneficiario del canal sectorial El Dorado.

Los agricultores sugieren que se realice una nueva distribución de los turnos de agua, ya que un 50 % de ellos consideran que existe preferencia para algunos usuarios del sistema de riego. Por otra parte, existe consciencia de que el sistema de tarifas por uso de agua es necesario, ya que los fondos se utilizan para trabajos en el sistema de riego. Sin embargo, algunos agricultores manifiestan que debería existir alguna regulación porque hay usuarios que pagan cuotas más altas que otros y reciben la misma dotación de agua o incluso menos.

4.2.3. Organización de la Junta General de Riego Monte Olivo – San Rafael.

La organización de la Junta General de Riego Monte Olivo – San Rafael se analizó considerando la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (LORHUyA) (2015),

Art. 47.- Las Juntas de Riego, son organizaciones comunitarias sin fines de lucro que tienen por finalidad la prestación del servicio de riego y drenaje, bajo criterios de eficiencia económica, calidad en la prestación del servicio y equidad en la distribución del agua (p. 15).

4.2.3.1. Legitimidad y normativa de la Junta General de Riego Monte Olivo San Rafael.

La Junta de agua de Riego Monte Olivo – San Rafael es una organización, sin fines de lucro, con patrimonio propio, autónoma y personería jurídica No. SDHM-001-2016, pertenece a la parroquia San Rafael del cantón Bolívar en la provincia del Carchi y se encuentra vigente desde el 03 de marzo de 2017, hasta el 31 de diciembre de 2019; tiene la capacidad legal de ejercer derechos y contraer obligaciones.

La organización de regantes está regida por su reglamento Interno (2016) y Estatuto (2016), la Constitución de la Republica (2008) y la Ley Orgánica de Recursos Hídricos (2015). Las reglas y normas están claramente establecidas, socialmente reconocidas y compartidas por todos los usuarios. No obstante, los usuarios no cumplen con dichas normas e inician una serie de disfuncionamientos en el sistema de riego. Las consecuencias en el futuro serán de mayor impacto porque cada día el cambio climático presenta fenómenos de mayor intensidad como es el caso de las épocas de sequía, donde el abastecimiento de agua es primordial para la agricultura.

4.2.3.2. Organigrama funcional de la Junta General de Riego Monte Olivo–San Rafael.

La Junta de riego como unidad social se organiza y toma las decisiones en consenso mediante reuniones realizadas entre todos los usuarios. La junta está representada por un directorio integrado por presidente, vicepresidente, secretario, tesorero, un vocal principal por cada módulo con su respectivo suplente (Figura 28) y la microempresa de riego encargada del mantenimiento del sistema de riego integrada por 6 trabajadores.

En las elecciones del Directorio se considera la igualdad de género establecido en la Constitución (2008), y Ley de Participación Ciudadana (2010), duran en sus funciones dos años y se pueden reelegir por un periodo adicional. Entran en funciones el 1 de enero cada dos años.



Figura 28. Organigrama funcional de la Junta General de Riego Monte Olivo – San Rafael.

Ninguno de los miembros de la Directiva, cobra remuneración alguna por el desempeño de sus funciones; sólo viáticos y movilizaciones aprobadas por el presidente.

El 68 % de los agricultores encuestados manifiestan que la administración de la directiva en la Junta General de Riego Monte Olivo – San Rafael es buena, el 21 % excelente, 9 % regular y el 2 % mala. Los usuarios que consideran una deficiente administración de la directiva mencionaron que se debería dar respuestas rápidas a las necesidades de los usuarios.

4.2.4. Análisis de las prácticas de riego en los sistemas de producción agropecuaria del área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

Se estudió las prácticas que realizan los usuarios a la hora de manejar sus cultivos y regar sus predios. Se determinaron falencias, en las que destaca la falta de innovación en el sistema de riego. Se analizaron las siguientes prácticas:

4.2.4.1. La rotación de cultivos.

El 82 % de los agricultores encuestados realizan la rotación de cultivos; de este porcentaje el 67 % lo hace después de cosechar una vez, el 32 % dos veces y el 1 % tres veces. Esta práctica se realiza de acuerdo con el criterio del productor (90 %) y por asesoramiento técnico (10 %). Por otra parte, el 18 % que no rota sus cultivos es porque dedica sus terrenos sólo a la producción de frutales.

La mayoría de los agricultores realizan esta técnica para evitar el agotamiento del suelo y reducir el ataque de plagas y enfermedades, mientras que en menor número se indicó que la finalidad es aumentar la producción o cambiar por cultivos más rentables.

Esta práctica se realiza de la siguiente manera en los sistemas de cultivo del área de influencia de los canales de riego Monte Olivo – San Rafael:

- Cebolla – pepinillo – fréjol.
- Cebolla – pepinillo – tomate riñón.
- Cebolla – pepinillo – tomate riñón.
- Cebolla – maíz.
- Cebolla – avena.

Estos tipos de rotación son utilizados por la mayoría de los productores. Esto se debe a que la siembra de los cultivos se puede realizar en diferentes épocas del año, ya que existe el abastecimiento de agua durante todo el año. La siembra se realiza dependiendo de los recursos económicos del agricultor, pero este procura siempre trabajar con cebolla, ya que se considera un producto rentable. La selección de cultivos se realiza de forma tradicional, es decir no responde a un estudio y planificación de producción agrícola, que les permita a los agricultores alcanzar niveles aceptables de rendimientos.

4.2.4.2. *Uso de agroquímicos.*

El 92 % de agricultores utiliza agroquímicos en las actividades agrícolas, de este porcentaje sólo el 19 % de los agricultores realizan análisis de suelos para decidir el uso de fertilizantes, pesticidas y plaguicidas, entre otros. El 40 % de los productores encuestados manifestaron que la técnica se realiza cada dos años, el 26 % cada año, 18 % cada dos años y el 16 % cada tres años o más, y sin asesoramiento técnico.

Las repercusiones de esta tendencia sobre el uso de agroquímicos son negativas en lo referente a los criterios de agricultura sostenible. El uso indiscriminado de plaguicidas en los controles fitosanitarios y fertilizaciones químicas, crean una serie de inconvenientes como la salinización de los suelos y la resistencia de los agentes patógenos a los productos químicos más fuertes y contaminantes (Hidalgo, 2017). Además, las condiciones topográficas del área de estudio provocan la pérdida de minerales aplicados en la fertilización debido a la lixiviación del suelo que se genera por la escorrentía.

4.2.4.3. *Fuerza y herramientas de trabajo para la producción.*

Existe un 89 % de agricultores que contratan mano de obra asalariada, mientras que el 11 % trabaja sus terrenos sólo con miembros de la familia (pequeños productores de subsistencia). La mayoría de los trabajadores que se contratan son ocasionales (92 %) y el número depende de las actividades que se vayan a desempeñar. Por ejemplo, en cosechas se han contratado hasta diez trabajadores y para actividades de riego parcelario sólo uno. Los grandes productores tienen bajo su contratación trabajadores fijos en algunos casos hasta 15 (8 %).

El salario de un jornal está en 12 USD incluido desayuno y almuerzo o 15 USD, pero no incluye alimentación. En algunos casos se paga a los trabajadores fijos un mensual de 400 USD, pero esto depende del empleador y de las actividades a desarrollarse.

La mayoría del tiempo los empleados fijos trabajan con herramientas manuales entregadas por el empleador, mientras que los trabajadores ocasionales utilizan sus propios instrumentos de trabajo. Además, el 70 % de los agricultores vinculados al sistema de riego de la Junta General de Riego Monte Olivo – San Rafael operan maquinaria para trabajar sus tierras. El uso de tractor agrícola es común y su función principal es remover los suelos destinados a la siembra de cultivos de ciclo corto como la cebolla. Esta máquina permite incorporar nuevamente el suelo arrastrado por la escorrentía.

Una técnica innovadora que han empezado a desarrollar algunos agricultores en el área de estudio es la extracción de productos mediante cables aéreos. El sistema consiste en utilizar una polea (rin de neumático adaptado) que esta fija al eje de la llanta de un vehículo, la cual permite enrollar y desenrollar el cable transportador para desplazar el producto. El movimiento del sistema esta ejercido por la fuerza del motor del vehículo (Figura, 29).

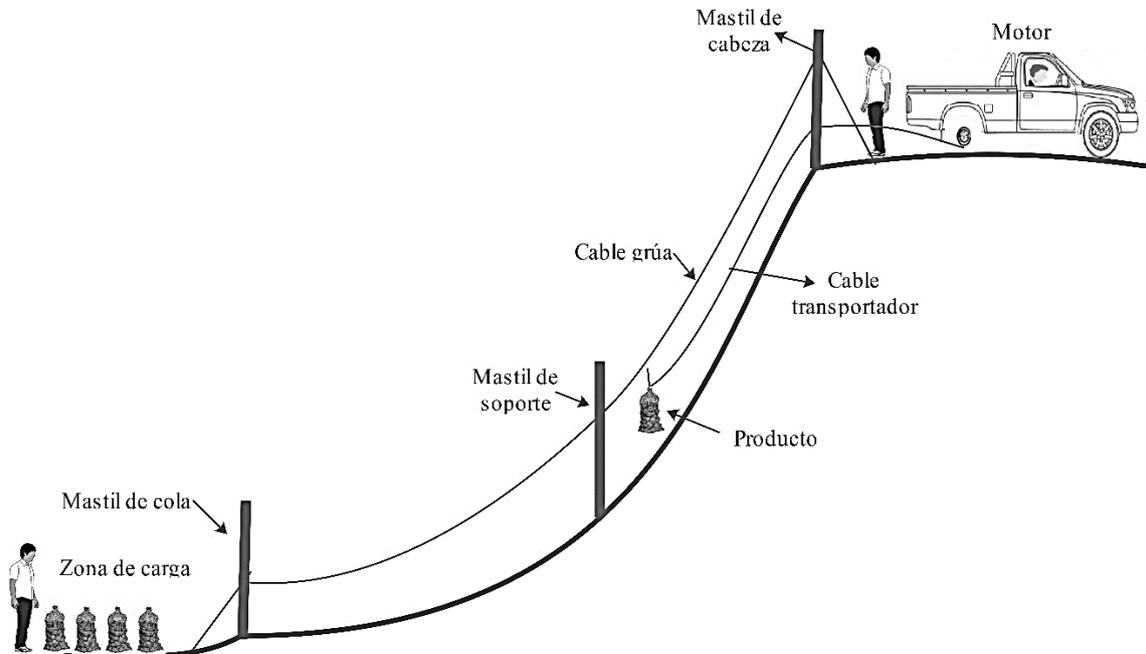


Figura 29. Extracción de productos mediante cables aéreos en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.

4.2.4.4. Tenencia de tierras.

La mayoría de los agricultores en el área de estudio tienen sus terrenos propios (81 %). Sin embargo, un porcentaje pequeño trabaja en predios arrendados, prestados por sus familiares, bajo sistemas asociativos o en el sistema conocido como al partir. Esto se debe a que el propietario no puede trabajar sus tierras porque vive o trabaja en otra ciudad (Figura 30).

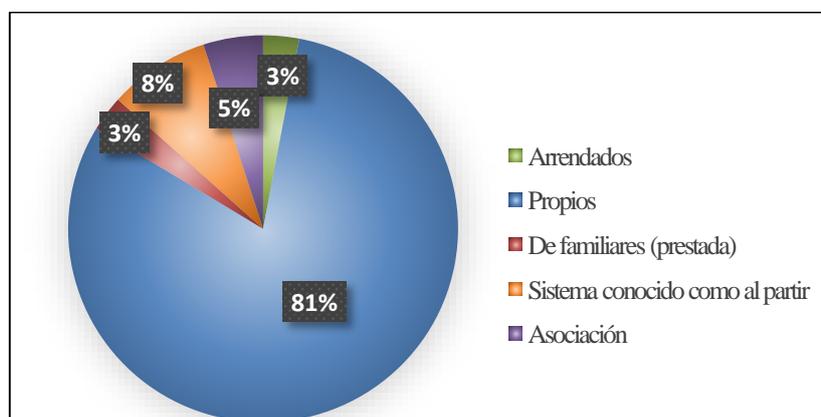


Figura 30. Tenencia de tierras en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.

4.2.4.5. Costos de producción y comercialización.

Según el Gobierno Provincial del Carchi (2015) los costos de producción en promedio para cada hectárea del cultivo de cebolla pueden ser entre 3000 USD, en cultivos de pimiento puede haber una variación entre 2500 USD y en cultivos de pepinillo 3500 USD. Sin embargo, estos valores dependen de aspectos como el sector y el criterio o experiencia de los productores. Además, en la Tabla 14 se estima los rendimientos para los principales cultivos.

Tabla 14.

Rendimientos para los principales cultivos en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.

Cultivo	Cantidad de siembra	Volumen de producción
Cebolla	1 libra	250 sacos pequeños
Pepinillo	8000 plantas	500 sacos
Pimiento	8000 plantas	400 sacos
Frejol	100 libras	10 quintales en seco

Fuente: Elaborada con datos del Gobierno Provincial del Carchi (2015).

El 64 % de los agricultores del área de estudio acceden a créditos agrícolas con la finalidad de comprar los insumos para las actividades productivas. Estos créditos se obtienen de instituciones financieras como bancos y cooperativas (Figura 31) y los insumos que se compran son semillas, agroquímicos, herramientas, mano de obra y alquiler de maquinaria.

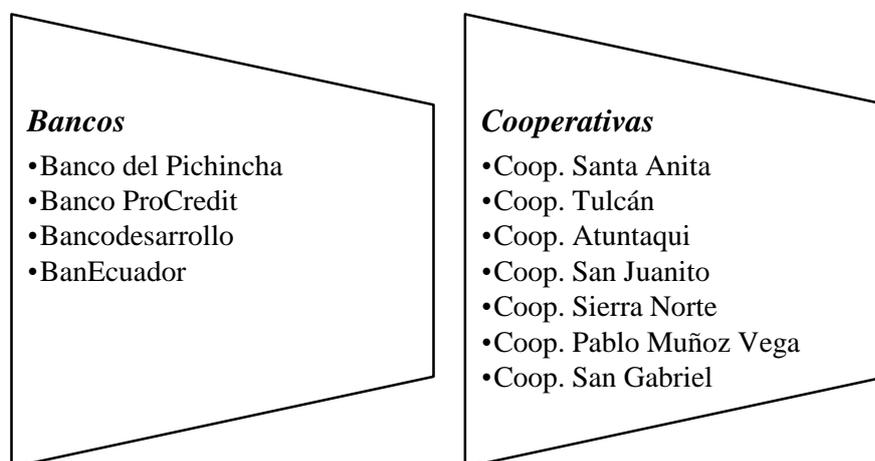


Figura 31. Instituciones financieras que otorgan créditos a los agricultores del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.

Los principales mercados donde se venden los productos son Ibarra, Bolívar y Pimampiro. En algunas ocasiones cuando el precio del producto a ser comercializado es alto, los intermediarios visitan el lugar de producción y los agricultores venden sus productos sin necesidad de llevar

a los mercados. Los cultivos con mayor importancia económica según los agricultores del área de estudio son la cebolla y el aguacate (Figura 32).

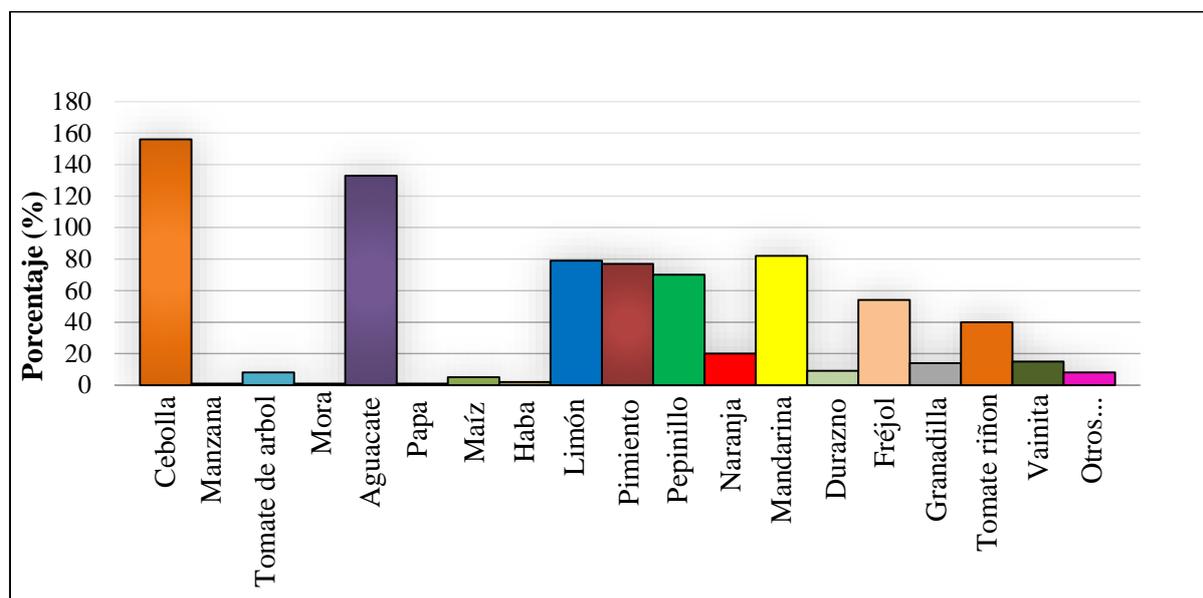


Figura 32. Cultivos de mayor importancia económica de los sistemas de producción en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.

Los productos obtenidos en el sistema pecuario generalmente se consumen en el hogar y pocos se comercializan. En ocasiones los productos también se llevan a Pimampiro para participar en el trueque o se regalan a familiares y amigos.

4.2.4.6. Riego parcelario.

En el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael la mayoría de los agricultores utilizan riego por gravedad, un grupo riega por aspersión y algunos han incorporado a una parte de sus terrenos el riego por goteo (Figura 33). La mayoría de los productores no reciben asesoramiento técnico para regar los cultivos, esta actividad se realiza principalmente con base en la tradición. Además, existen otras razones que no tienen mayor influencia para la toma de decisiones por el agricultor como la topografía del terreno, las condiciones del cultivo y las recomendaciones de familiares y amigos.

Todos los agricultores del área de estudio desean tener el 100 % de sus cultivos bajo riego tecnificado, pero factores como la falta de recursos económicos y el desconocimiento no permiten adoptar este tipo de innovación. La necesidad de la tecnificación en riego es evidente; sin embargo, en opinión de los encuestados no existen incentivos por parte de las instituciones públicas del país que impulsen este tipo de proyectos. Además, el 72 % de los agricultores manifiestan que no han recibido capacitación sobre la técnica de riego agrícola.

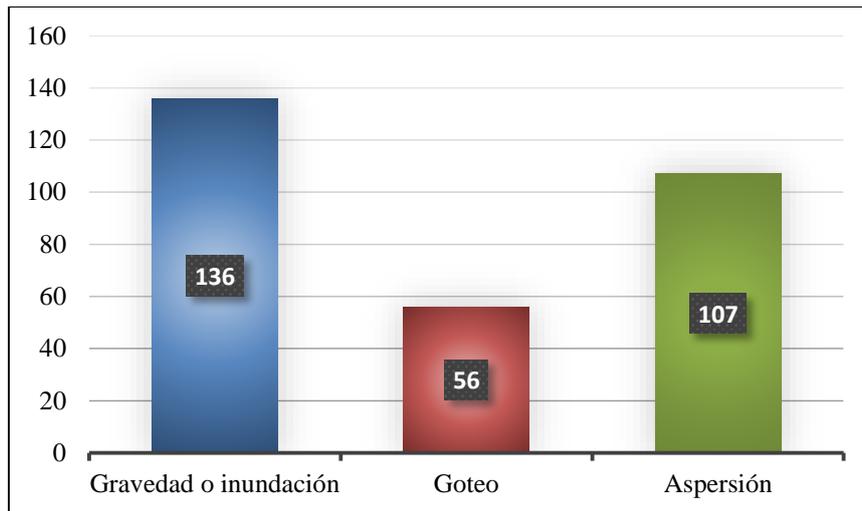


Figura 33. Método de riego utilizado en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.

En este contexto, se preguntó a los agricultores si estarían de acuerdo en que se realicen capacitaciones periódicamente y el 97 % respondieron que sí; los temas que consideran prioritarios son la tecnificación del riego, fertilización, análisis de suelo, protección de las fuentes de agua y recuperación de suelo erosionado. Por otra parte, un 3 % afirmó que no están interesados en asistir a capacitaciones porque algunas reuniones no se toman en serio y se convierten en pérdida de tiempo.

Algunos agricultores del área de estudio manejan el agua almacenando en reservorios (52 %), unos lo aplican directamente al cultivo (34 %) y otro grupo lo realiza de las dos formas. Por lo general, el riego por gravedad consiste en aplicar el agua directamente al cultivo, generando pérdidas de este valioso líquido por desperdicio y erosión del suelo.

Según los agricultores encuestados las lluvias torrenciales, el riego por gravedad y las fuertes pendientes en el área de estudio son los causantes principales de la erosión del suelo, observándose en la mayoría de los casos erosión laminar (pequeñas cantidades tipo láminas), en algunos lugares existe la presencia de cangahua y han empezado las formaciones de surcos y cárcavas (Figura 34).

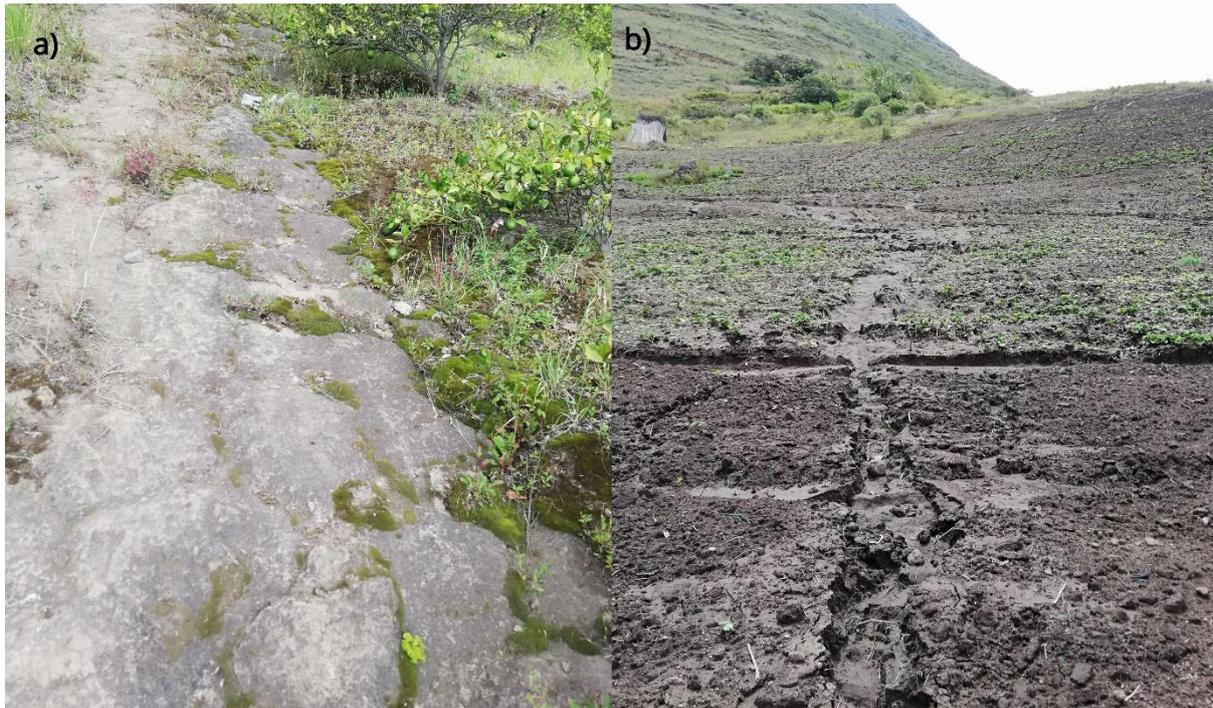


Figura 34. Erosión del suelo en predios regados por los canales de riego Monte Olivo - San Rafael. a) Presencia de cangahua en un cultivo de limón. b) Arrastre de tierra debido a lluvia torrencial en un cultivo de cebolla.

Un 61 % de agricultores manifiestan que existe contaminación de agua en el sistema de riego, esto se debe a que algunos usuarios lavan las bombas y tanques de fumigar con agua de los canales, botan residuos sólidos y líquidos, y los deslizamientos arrastran diversos sedimentos como restos de plantas, suelo y animales, los cuales tapan las rejillas en las bocatomas y cajas de repartición. También, se mencionó la preocupación que existe sobre la minería ilegal y están realizando controles para evitar el ingreso de personas dedicadas a estas actividades ilícitas.

4.2.5. Determinación de los requerimientos hídricos de los sistemas de cultivo y su grado de satisfacción.

Para determinar los requerimientos hídricos en el área de estudio se analizó lo siguiente:

4.2.5.1. Evapotranspiración potencial.

Para realizar el mapa de evapotranspiración anual (1985 – 2009) del área de estudio (Figura 35) se utilizó los datos del proyecto realizado por SENPLADES (2012).

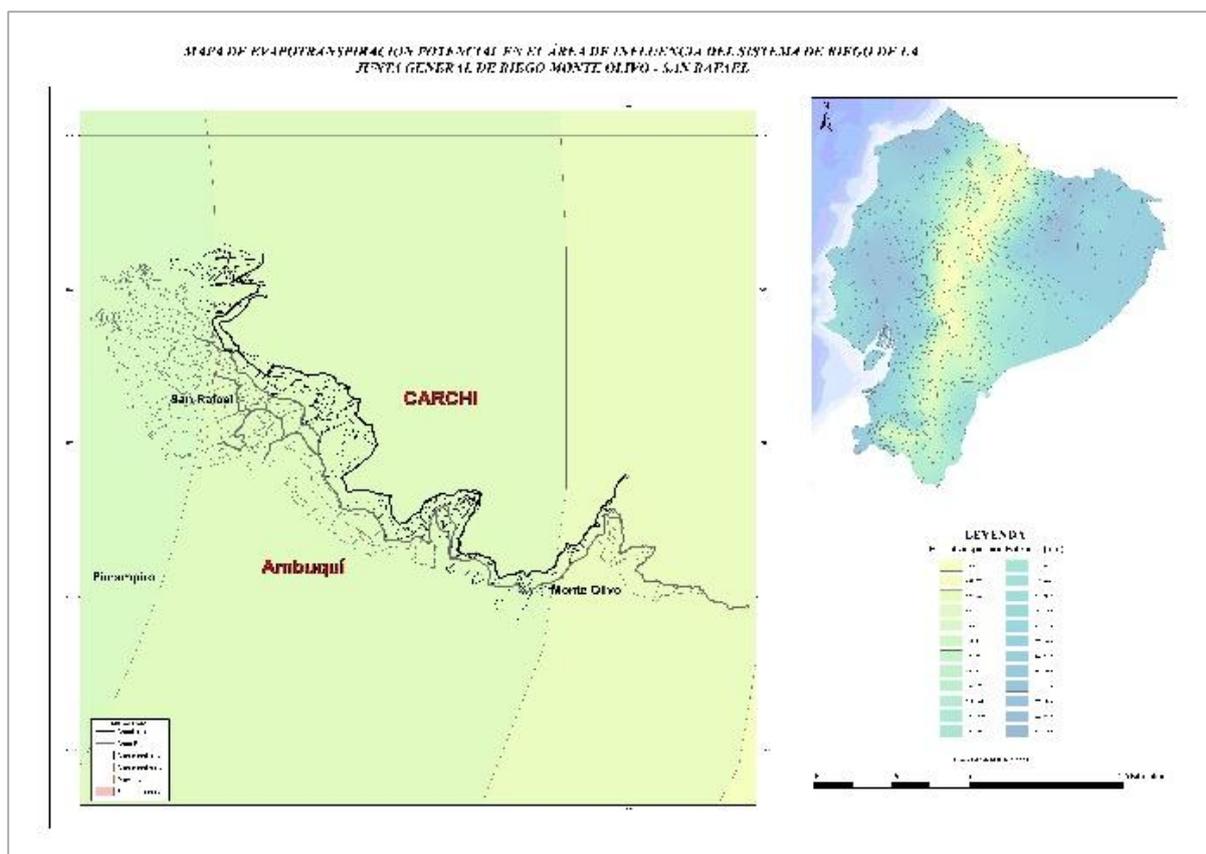


Figura 35. Evapotranspiración potencial anual en mm (1985 - 2009) en el área de estudio.
Fuente: El mapa fue construido con datos de SENPLADES (2012), Gobierno Provincial del Carchi (2015).

El mapa se construyó con base al método de Thornthwaite (1944) y se evidencia que en el área de estudio la evapotranspiración es alta y oscila entre los 650 – 750 mm/año (Tabla 15).

Tabla 15.

Evapotranspiración potencial anual (1985 - 2009) en el área de estudio

<i>Evapotranspiración (mm)</i>	<i>Superficie en hectáreas</i>		
	<i>Canal alto</i>	<i>Canal bajo</i>	<i>Total</i>
650 – 700	316.41	318.36	634.77
600 – 650	16.07	64.86	80.93
700 – 750	21.56	280.62	302.18
			1017.88

Fuente: Elaborada con datos de SENPLADES (2012).

4.2.5.2. Demanda hídrica.

Existe una alta demanda hídrica en el área de estudio (Tabla 16) y es evidente que sin la existencia de los canales de riego la producción agrícola sería imposible. Si algún día el abastecimiento del agua en el sistema de riego falla, la mayoría de los pobladores tendrían que migrar a otras ciudades en busca de oportunidades ya que esta zona se volvería desierta. Por ejemplo, en 2008 existió un derrumbe en el sector El Aguacate y los usuarios del canal bajo

permanecieron tres meses sin agua; esta escasez perjudicó la producción agrícola en la zona generando pérdidas de cultivos. No recibieron respuesta de las autoridades y los propios usuarios decidieron hacer una minga para reparar la infraestructura del canal.

Tabla 16.

Déficit hídrico anual en mm (1985 - 2009) del área de estudio.

<i>Déficit hídrico (mm)</i>	<i>Superficie en hectáreas</i>		<i>Total</i>
	<i>Canal alto</i>	<i>Canal bajo</i>	
250 – 260	33.57	462.53	496.1
240 – 250	49.73	22.13	71.86
230 – 240	38.86	7.43	46.29
220 – 230	30.99	5.17	36.16
210 – 220	27.37	4.68	32.05
200 – 210	19.2	8.02	27.22
190 – 200	13.96	11.81	25.77
180 – 190	14.23	13.15	27.38
170 – 180	13.19	10.88	24.07
160 – 170	12.97	17.24	30.21
150 – 160	22.59	14.28	36.87
140 – 150	18.37	1.02	19.39
130 – 140	8.59	2.32	10.91
120 – 130	4.92		4.92
110 – 120	19.52	11.46	30.98
100 – 110	12.47	8.27	20.74
90 – 100	3.95	0.15	4.1
80 – 90	2.18		2.18
70 – 80	2.37	0.4	2.77
60 – 70	0.51	2.77	3.28
50 – 60	0.42	8.19	8.61
40 – 50	0.08	12.19	12.27
30 – 40	0.82	11.63	12.45
20 – 30	1.11	11.91	13.02
10 – 20	1.56	7.66	9.22
0 – 10	0.53	8.53	9.06
TOTAL			1017.88

Fuente: Elaborada con datos de SENPLADES (2012).

La gran demanda hídrica ha ocasionado fuerte dependencia al agua de riego, principalmente en épocas secas. El coordinador de la microempresa que se encarga del mantenimiento del sistema de riego manifiesta que con el pasar de los años la escasez de agua es más notoria. Existían ocasiones donde el río El Carmen se llegaba a secar por completo, ya que el caudal no era suficiente para abastecer a los dos canales de riego. Por esta razón, se tramitó la concesión del río San Miguel.

Los pobladores están notando la escasez de agua y han realizado algunas inspecciones a la montaña en busca de agua; mencionaron que no han tenido suerte ya que el recurso es cada vez más escaso. Existe agua en fuentes lejanas a los canales y se necesitaría grandes inversiones para llevar el agua hasta el área de interés, ya que es necesario comprar tuberías. En el siguiente mapa (Figura 36) es posible observar que el área con mayor déficit hídrico corresponde a la zona de influencia del sistema de riego y la superficie con menor demanda de agua corresponde a bosques.

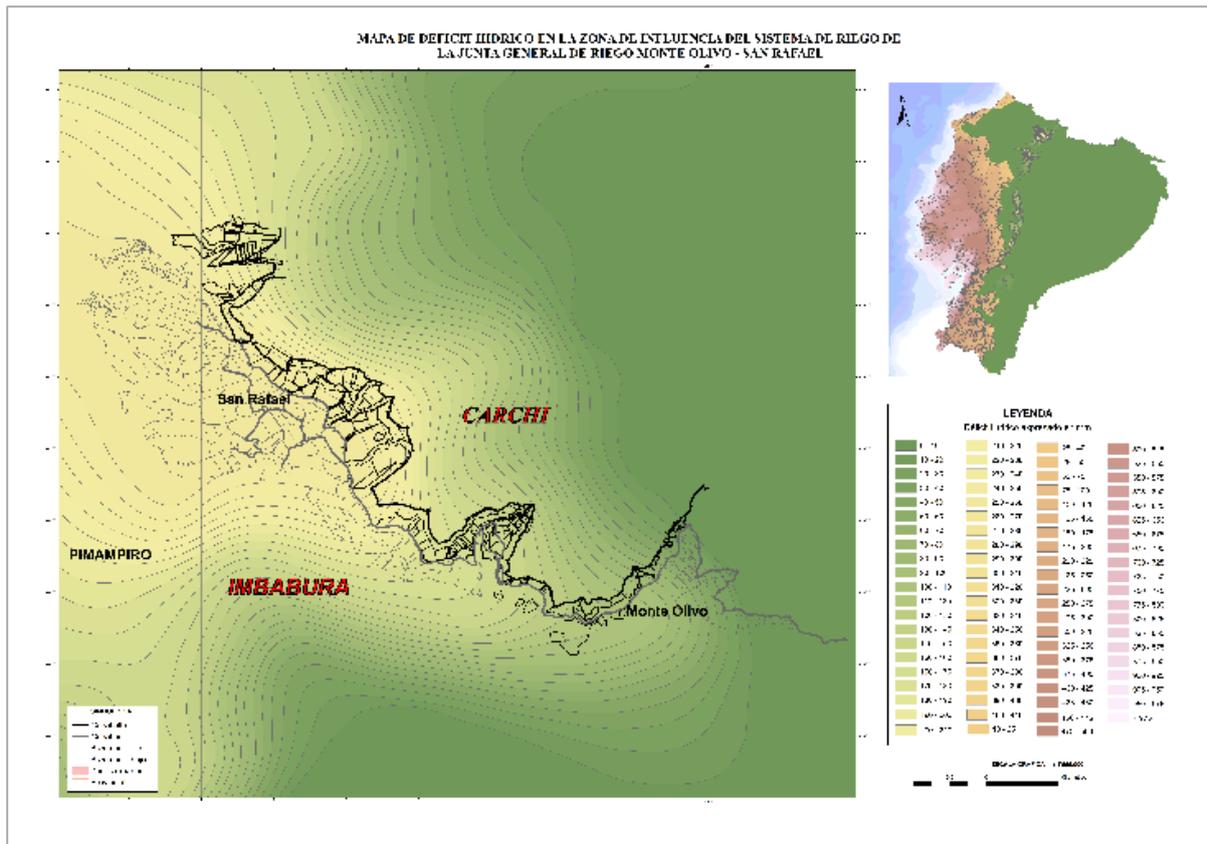


Figura 36. Mapa de déficit hídrico en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.
Fuente: El mapa fue construido con datos de SENPLADES (2012), Gobierno Provincial del Carchi (2015).

El caudal que aportan los canales de riego frente a esta demanda corresponde a un total de 1073 l/s. Hasta el momento es suficiente ya que no existen problemas graves en cuanto a escasez de agua. Sin embargo, el 50 % de agricultores manifiestan que tienen problemas con el tiempo de suministro de agua porque no alcanzan a regar todos sus cultivos y el tiempo entre dos riegos es demasiado largo. Esto les ha generado pérdidas en sus cosechas.

La proporción de terreno que los agricultores alcanzan a regar con los turnos que disponen se presentan en la Figura 37.

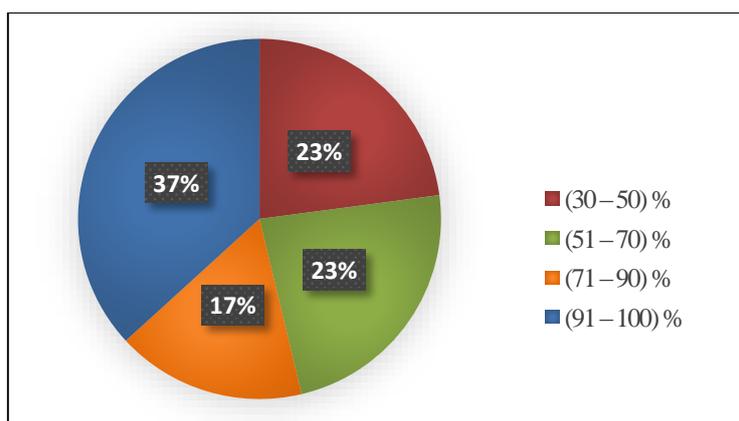


Figura 37. Proporción de terreno que riegan los agricultores del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael con el suministro de agua que disponen.

4.2.5.3. Infiltración.

Existen áreas donde no hay datos de infiltración, pero la mayoría de los suelos son de textura franco que caracterizan a una zona permeable que tiene capacidad de infiltración moderada. Un grupo considerable representan a suelos impermeables; es decir, zonas que no tienen buen drenaje. Esta particularidad se presenta debido a las fuertes pendientes que aumentan la velocidad de la escorrentía y la textura franco – arcilloso del suelo.

La superficie que abarca cada tipo de permeabilidad se puede apreciar en la Tabla 17.

Tabla 17.

Tipos de permeabilidad en la zona de estudio.

<i>Permeabilidad</i>	<i>Textura del suelo</i>	<i>Superficie en hectáreas</i>		
		<i>Canal bajo</i>	<i>Canal alto</i>	<i>Total</i>
Impermeable	Franco arcilloso	69.75	63.52	133.27
Poco permeable	Franco arcillo - arenoso	18.15		18.15
Permeable	Franco	391.45	143.95	535.4
Muy permeable	Arena	0.91	4.65	5.56
No aplicable	No aplicable	11.89	0.68	12.57
Sin información	Sin información	171.7	141.25	312.95
TOTAL				1017.90

Fuente: Elaborada con datos expuestos por SENPLADES (2012).

Los resultados de infiltración en el área de estudio se pueden apreciar en la Figura 38.

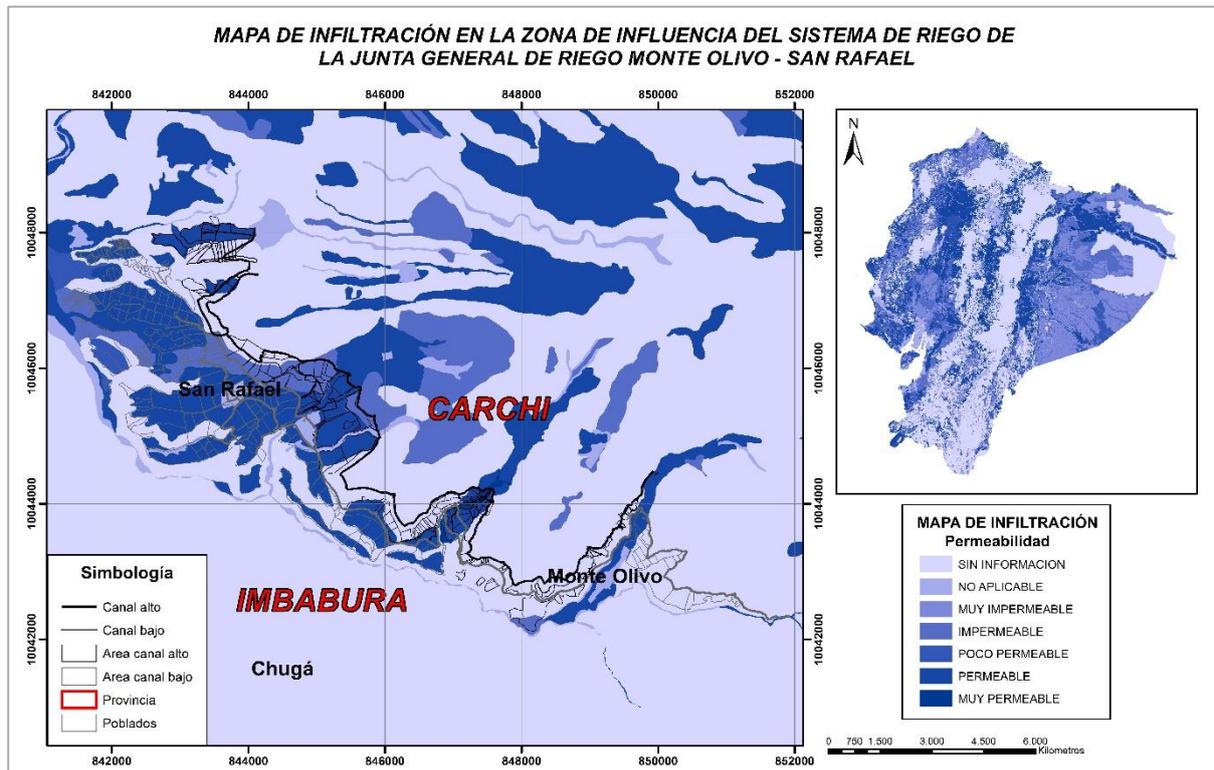


Figura 38. Mapa de infiltración en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.

Fuente: El mapa fue construido con datos de SENPLADES (2012), Gobierno Provincial del Carchi (2015).

4.3. Estrategias de innovación para el manejo del suelo y el agua en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo - San Rafael, que permita una producción agropecuaria sostenible.

Los trabajos de recuperación de suelo y adaptación de tecnología en riego requieren del compromiso de los agricultores para que alcanzar las metas propuestas. En el área de estudio se evidencian varios problemas y los agricultores son conscientes; por esta razón manifestaron que estarían dispuestos a adoptar varias estrategias innovadoras para manejar el suelo y el agua adecuadamente. Se diseñaron las siguientes estrategias:

4.3.1. Estrategias dirigidas a los pequeños y medianos agricultores.

Estrategia 1: Utilización del sistema de siembra en terrazas en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo - San Rafael.

Descripción. La utilización del sistema de terrazas en el área de estudio consistirá en un canal y un bordo para disminuir la longitud de la pendiente, formando secciones transversales. Este sistema evita que el agua no filtrada en el perfil del suelo se escurra y forme escorrentías que alcanzan velocidades erosivas, ya que estas aumentan a medida que bajan por la pendiente (Instituto Sindical de Cooperación para el Desarrollo [ISCOS] y Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), 2017).

El sistema de terrazas deberá combinarse con otras prácticas, tales como los indicados por el Colegio de Posgraduados en México (2013): árboles al contorno, cultivos en fajas, rotación de cultivos y un manejo del suelo ajustado a su capacidad de uso. Además, se requiere de un sistema integral de manejo del agua, que debe incluir cauces de desviación de los excedentes que forman la escorrentía y un canal recolector para conducir el recurso hasta un reservorio.

Acciones

- Determinar la pendiente de terreno, profundidad del suelo agrícola y textura.
- Diseño del sistema: considerar la pendiente en las zonas más representativas de la ladera para evitar mucha variación en el ancho de la plataforma.
- Construir un pequeño bordo y el canal (secciones transversales) con una leve pendiente de 0.5% para que el cauce se dirija al canal recolector situado en el contorno del terreno.
- El bordo de la terraza no se siembra con cultivos de ciclo corto, se protegerá con vegetación permanente: limón, mandarina y durazno, entre otros (Figura 39).

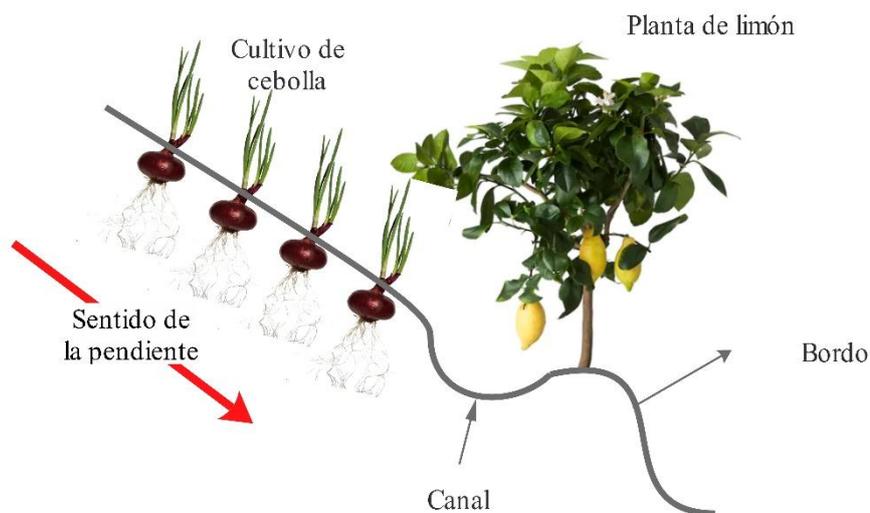


Figura 39. Secciones transversales en el sistema de terrazas para el área de estudio.

Fuente: Adaptado de ISCOS y MARN (2017).

- Construir el canal recolector en forma de zigzag. Sería ideal si es revestido, pero también puede ser de tierra incorporando en su interior algunos interceptores como pedazos de guadúa, la finalidad es evitar que la escorrentía alcance velocidades violentas y erosione el interior del canal.
- Construcción del reservorio donde se depositará el agua transportada por el canal recolector.

A continuación, se presenta el esquema de las terrazas a utilizar en el área de estudio (Figura 40).

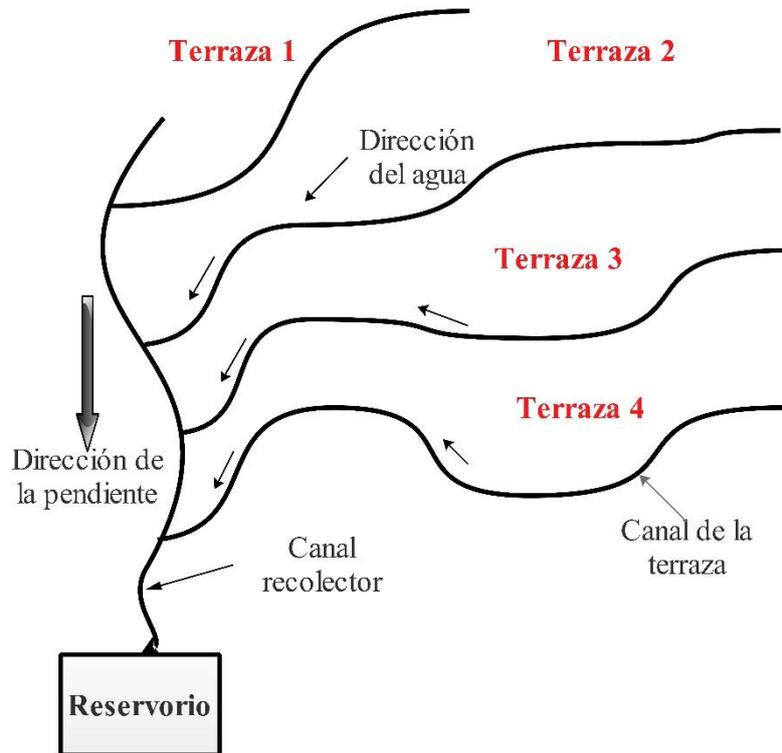


Figura 40. Modelo del sistema de terrazas para cultivos en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.

Fuente: Adaptado de ISCOS y MARN (2017).

Estrategia 2: Fomentar la construcción de suelo en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

Descripción. Esta estrategia consiste en devolverle la vida y los beneficios productivos al suelo, a través de la incorporación de materia orgánica y abono proveniente de un compost casero. Está basada en un enfoque agroecológico, donde la interacción y uso de los insumos internos de los sistemas de producción agrícola permita un manejo sustentable del suelo, reduciendo los niveles de erosión, mejorando los niveles de fertilidad natural e incrementando la microbiología del suelo (Sosa y Larrea, 2014).

Acciones:

- a) Incorporar materia orgánica con el fin de incrementar los niveles del suelo a través de la implementación de técnicas como rotación y asociación de cultivos, abonos verdes (*Avena sativa* y *Vicia sativa*), coberturas de residuos de cosecha (maíz, fréjol), abonos orgánicos (compost, humus, estiércol de animales).

- b) Elaboración de un compost casero en pilas con residuos y desperdicios orgánicos para tener reservas de abono y abastecer el terreno cuando sea necesario. Para ello se deberá considerar los siguientes aspectos:
- c) Las dimensiones del tamaño de una pila están definidas por la cantidad de material a compostar y el área disponible. Para los pequeños agricultores la FAO (2013) sugiere trabajar con pilas de entre 1,5 y 2 metros de alto para facilitar las tareas de volteo, y de un ancho de entre 1,5 y 3 metros. La longitud de la pila dependerá del área y del manejo (Figura 41).

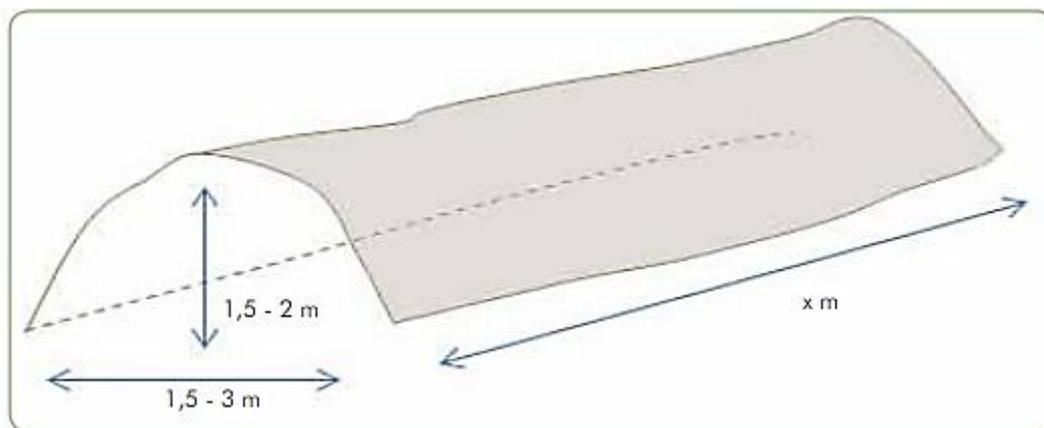


Figura 41. Dimensiones de una pila de compostaje para un pequeño agricultor.
Fuente: FAO (2013).

- Se realizarán análisis de suelo para controlar los niveles de nutrientes y utilizar los residuos orgánicos en función de la liberación que se produzca y de las necesidades del cultivo. Por ejemplo, si el cultivo necesita potasio entonces deberíamos integrar al compost mayor cantidad de residuos orgánicos que contengan este nutriente como el plátano.
- Los parámetros que se deben considerar según la FAO (2013) se presentan en la Tabla 18. Para corregir los excesos y deficiencias en los rangos ideales de los parámetros del compost se debe realizar actividades como humedecer el compost cuando este demasiado seco, voltear y ventilar cuando este muy húmedo, adicionar materiales con mayor cantidad de carbono (C) o nitrógeno (N) para corregir la relación C: N y pH, picar el material en caso de exceso de aireación o aumentar materiales con partículas grandes si esta compacto.

Tabla 18.*Parámetros del compostaje.*

<i>Parámetro</i>	<i>Rango ideal al comienzo (2-5 días)</i>	<i>Rango ideal para 2-5 semanas.</i>	<i>Rango ideal de compost maduro (3-6 meses)</i>
C:N	25:1– 35:1	15/20	10:1 – 15:1
Humedad	50% - 60%	45%-55%	30% - 40%
Concentración de oxígeno	~10%	~10%	~10%
Tamaño de partícula	<25 cm	~15 cm	<1,6 cm
pH	6,5 – 8,0	6,0-8,5 45°C-	6,5 – 8,5
Temperatura	45 – 60°C	Temperatura ambiente	Temperatura ambiente
Densidad	250-400 kg/m3	<700 kg/m3	<700 kg/m3
Materia orgánica (Base seca)	50%-70%	>20%	>20%
Nitrógeno Total (Base seca)	2,5-3%	1-2%	~1%

Fuente: FAO (2013).

Estrategia 3. Elaboración de folletos con saberes tradicionales sobre el manejo del suelo y el agua.

Descripción. Varias estrategias de adaptación al cambio climático que se emplean en las regiones sujetas a estrés hídrico se basan en técnicas tradicionales de las comunidades locales para la conservación del suelo y el agua (Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola [FIDA], 2016). Por esta razón, se plantea esta estrategia que consiste en la elaboración de folletos que contengan información histórica del del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael y saberes tradicionales para el manejo del agua y el suelo durante el desarrollo de actividades agrícolas en la zona.

Acciones:

- a. Realizar talleres participativos con los principales actores de la comunidad para recabar sus conocimientos tradicionales sobre el manejo del suelo y el agua en la localidad.
- b. Recopilar datos históricos de la creación y funcionamiento de los canales de riego que riegan el área de estudio.
- c. Elaborar instrumentos para la publicación de los conocimientos ancestrales.
- d. Promover el respeto de los conocimientos tradicionales y de la contribución que han realizado en el manejo del agua y el suelo en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

- e. Fomentar, recompensar, proteger la creatividad y la innovación basadas en las tradiciones, y reforzar la transmisión interna de los conocimientos tradicionales en la comunidad local.

4.3.2. Estrategias dirigidas a los grandes Agricultores.

Estrategia 4. Implementación de la agricultura orgánica en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

Descripción. Los productos orgánicos se cultivan en un sistema agrícola que conserva y recupera la fertilidad del suelo y la salud de los cultivos sin utilizar agroquímicos. Los requisitos para ingresar al mercado de productos orgánicos son exigentes, pero los grandes productores del área de estudio tienen los insumos necesarios para empezar a implementar este tipo de agricultura. Por ejemplo, pueden destinar parte de sus tierras para empezar la producción orgánica y el resto seguirían trabajando bajo agricultura convencional. Para proponer las acciones se consideró el estudio realizado por González *et al.* (2008).

Acciones:

- a. Implementar un plan para el desarrollo del mercado interno, local y regional, de productos orgánicos – agroecológicos, que se basa en un estudio de mercado para identificar los gustos y preferencias de los consumidores.
- b. Generar e incorporar tecnologías productivas eficientes que posibiliten el incremento de la productividad dentro de los parámetros orgánicos y agroecológicos.
- c. Mejoramiento del suelo: utilización de distintas variedades de abonos verdes de verano e invierno, técnicas de laboreo de suelos
- d. Desarrollar o adquirir maquinarias adecuadas a la agricultura orgánica - agroecológica (para laboreo, aplicación de abonos y fabricación de compost, entre otros).
- e. Creación de un banco de semillas orgánicas con diferentes variedades locales y nativas.
- f. Investigación aplicada en control biológico abarcando la crianza de insectos y hongos entomopatógenos.
- g. Aplicación de principios alelopáticos como rotación y escalonamiento de cultivos.

Estrategia 5. Cosecha de agua en techos de vivienda y otras estructuras impermeables.

Descripción. Existen algunas técnicas para cosechar el agua lluvia, las cuales han sido implementadas desde hace algunos años atrás y se han mantenido en el tiempo gracias a los conocimientos ancestrales. La estrategia propuesta consiste en aplicar la modalidad más

conocida y difundida de captación y aprovechamiento de agua de lluvia, se capta la escorrentía producida en superficies impermeables o poco permeables, tales como techos de viviendas (Figura 42) y establos, patios de tierra batida, superficies rocosas, hormigón, mampostería o plástico (FAO, 2013).

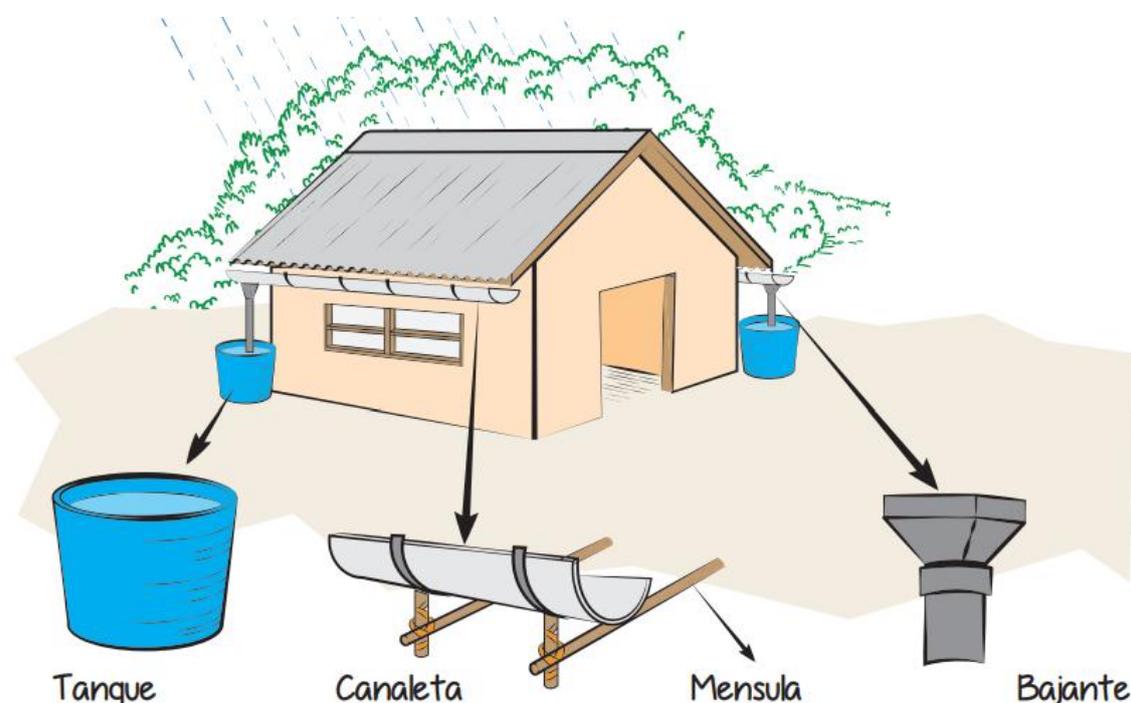


Figura 42. Esquema de techo para captación de agua lluvia.
Fuente: Hirozumi (2015)

Los materiales y costos de la implementación del sistema de cosecha de aguas lluvias para techo en Ecuador se presentan en la Tabla 19.

Tabla 19.

Materiales y costos de la implementación del sistema de cosecha de aguas lluvias para techo.

<i>Material</i>	<i>Costos</i>
1. Tanque de agua	\$90.00 / 500 litros \$150.00 / 1000 litros \$250.00 / 2500 litros
2. Canaleta (PVC o metal)	\$16.00 / Una canaleta (3m de largo)
3. Tapa para canaleta (derecha e izquierda)	\$1.20/ Una tapa
4. Ménsula (Soporte, es sustituible con alambre)	\$0.80 / Una ménsula
5. Unión Canaleta – Bajante	\$5.30 / Una unión
6. Bajante (PVC)	\$14.00 / Un bajante
7. Accesorios (válvula, tornillo, pegamento etc.)	\$ 7.00
8. Manguera	\$35.00 / 100 metros ($\frac{3}{4}$ ")

Fuente: Hirozumi (2015)

Las acciones de captación y aprovechamiento de agua de lluvia deben realizarse junto a medidas de utilización responsable del agua, tales como las que presenta la FAO (2013):

Acciones:

- a. Utilización del volumen de agua necesario para satisfacer las necesidades, sin desperdicio.
- b. Desarrollo de sistemas productivos con especies de plantas y animales que necesitan menos agua o que presentan mayor eficiencia en su utilización.
- c. Observar una escala de uso y priorizar actividades de beneficio colectivo, más que de beneficio individual.
- d. Uso múltiple del agua: utilizar el mismo volumen de agua para obtener beneficios en dos o más actividades.
- e. Evitar la contaminación y entregar el agua residual con igual o mejor calidad que el agua recibida.
- f. Captación y aprovechamiento del agua disponible en los volúmenes que satisfagan las necesidades, posibilitando que los excedentes estén disponibles para otros usuarios.
- g. Respetar la legislación que regula el uso del agua en cada provincia, país o región.
- h. Capacitación sobre la técnica de cosecha de agua dirigida a los agricultores del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

Estrategia 6. Implementación de la agroforestería en la zona de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

Descripción. La agroforestería consiste en un manejo sostenible del suelo, donde se presenta la interacción espacial y temporal entre especies leñosas, no leñosas y/o animales (Ospina, 2003). En la encuesta aplicada a los agricultores del área de estudio se manifiesta que el manejo agroforestal es la principal estrategia innovadora para reducir la erosión del suelo producida por las prácticas inadecuadas durante el riego por gravedad y las lluvias torrenciales. Según Gómez (2011) este manejo permite el aprovechamiento de forma eficiente del área cultivada y reduce los impactos ambientales negativos, por esta razón, se consideran una alternativa sustentable para la producción agropecuaria.

En este sentido es necesario aplicar las siguientes acciones:

Acciones:

- a. Se realizará un estudio que abarque aspectos económicos, sociales, ecológicos y culturales, con la finalidad de evitar errores en el diseño e implementación de la agroforestería. Además, se identificarán los sectores donde se aplicará el manejo agroforestal considerando la tipología de los agricultores y las categorías agroforestales (Ospina, 2003):
 - Sistema agroforestal como categoría superior, determinada por el tipo biológico de componentes presentes. Comprende el sistema agrisilvícola (leñosas y no leñosas) y agrisilvipastoril (leñosas, no leñosas y animales). Cada uno agrupa tecnologías agroforestales.
 - Tecnología agroforestal como categoría intermedia, determinada por el tipo de acomodo espaciotemporal de los componentes. Comprenden: cerca viva, árboles en linderos, barrera rompevientos, cultivo en fajas, lote multipropósito, huerto de plantación frutal, huerto familiar, entre otras.
 - Práctica agroforestal como categoría inferior, cada tecnología agroforestal incluye prácticas agroforestales con la finalidad de reconocer especificidades locales y culturales de manejo agroforestal. Por ejemplo, un huerto familiar es una tecnología agroforestal, pero el huerto familiar de una familia de la provincia del Carchi es una práctica agroforestal debido a que presenta una composición florística y faunística, arreglo y manejo específico relacionado con la cosmovisión de dicha familia.
- b. Seleccionar el terreno y realizar un análisis del entorno que lo rodea. Esto determinará las condiciones a las que será sometida la vegetación leñosa y será útil para elegir las especies a utilizar.
- c. Determinación de la tecnología forestal a implementarse. Estas pueden ser: Cerca viva, árboles en linderos, barrera rompevientos, árboles en contornos o terrazas, tiras de vegetación en contorno, árboles en pasturas, árboles en cultivos transitorios, árboles en cultivos permanentes, banco de proteína, cultivos en fajas, huerto de plantación frutal, lote multipropósito, sistema taungya, entomoforestería, sistema de chagras y tapado, rastrojo o barbecho, acuaforestería y huerto familiar.
- d. Selección de especies leñosas en tecnologías agroforestales. Se debe considerar los criterios técnicos para la selección de especies leñosas expuestos por Ospina (2003) (Figura 43).

- e. Limpieza del terreno: depende del tipo de tecnología forestal a ser implementada y el tipo de vegetación que existe sobre el mismo.
- f. Dimensionamiento y diseño del sistema agroforestal que se va a implementar.
- g. Establecimiento del sistema agroforestal.
- h. Capacitaciones para el manejo adecuado del sistema agroforestal
- i. Manejo del sistema agroforestal.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A	x	x	x	x													x
B				x								x	x		x		x
C	x	x	x	x								x					x
D	x	x		x	x	x	x		x			x	x				x
E	x			x	x	x											x
F		x			x	x	x				x	x		x			x
G	x		x	x	x		x					x	x		x		x
H				x	x	x		x		x	x	x	x		x		x
I	x	x	x	x	x		x										x
J	x	x	x	x	x				x	x							x
K		x		x		x						x		x		x	x
L	x	x			x							x	x				x
M	x	x		x								x					x
N	x	x			x							x	x		x		x
Ñ	x			x	x			x	x		x		x	x	x		x
O	x			x	x								x	x			x
P	x			x	x				x			x	x	x			x
Q													x		x	x	x

Donde:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| A. Cerca viva. | 1. Rápido crecimiento. |
| B. Árboles en linderos. | 2. Alta sobrevivencia luego de transplante. |
| C. Barrera rompévientos. | 3. Alta capacidad de rebrote. |
| D. Árboles en contornos o terrazas. | 4. Sistema radical profundo. |
| E. Tiras de vegetación en contorno. | 5. Hábil fijadora de nitrógeno atmosférico. |
| F. Árboles en pasturas. | 6. No reproducirse sin control. |
| G. Árboles en cultivos transitorios. | 7. Generar poca sombra. |
| H. Árboles en cultivos permanentes. | 8. Producir abundante follaje. |
| I. Banco de proteína. | 9. Alta producción de hojarasca. |
| J. Cultivos en fajas. | 10. Hojas pequeñas. |
| K. Huerto de plantación frutal. | 11. Hojarasca de rápida descomposición. |
| L. Lote multipropósito. | 12. No ser quebradizos. |
| M. Sistema taungya. | 13. Generar varios productos. |
| N. Entomoforestería. | 14. No poseer corteza apetecible por los animales. |
| Ñ. Sistema de chagras y tapado. | 15. Tener larga vida. |
| O. Rastrojo o barbecho. | 16. Tener abundante producción de frutos. |
| P. Acuaforestería. | 17. No presentar efectos alelopáticos nocivos. |
| Q. Huerto familiar. | |

Figura 43. Criterios técnicos para la selección de especies leñosas en tecnologías agroforestales.

Fuente: Ospina (2003)

4.3.3. Estrategias dirigidas al Gobierno provincial del Carchi.

Estrategia 7. Tecnificación del sistema riego.

Descripción. La necesidad de tecnificar el sistema de riego fue el principal problema identificado en el área de estudio. Por esta razón, el Gobierno Provincial del Carchi dentro de los proyectos de apoyo que trabaja con la Junta General de Riego Monte Olivo – San Rafael, debería considerar un proyecto de tecnificación en riego.

Tecnificar el riego consiste en transportar el agua por tubos, sin generar pérdidas del recurso. En este sentido, se analizan los siguientes métodos de riego tecnificado.

Riego por goteo. Para el área de estudio se identificó el kit gravitacional ECOGOTEO (Figura 44). Tonello (2017) manifiesta que este sistema es recomendable para los agricultores, ya que es de fácil armado y mantenimiento y se considera una tecnología adecuada para la agricultura familiar. Además, es económico y están diseñados para regar lotes de 250 m² (Cuesta 212 USD) 500 m² (408 USD), 1000 m² (cuesta 820 USD), 0.5 ha (cuesta 2500 USD) y 2 ha (4950 USD) (citado en Basantes, 2018).

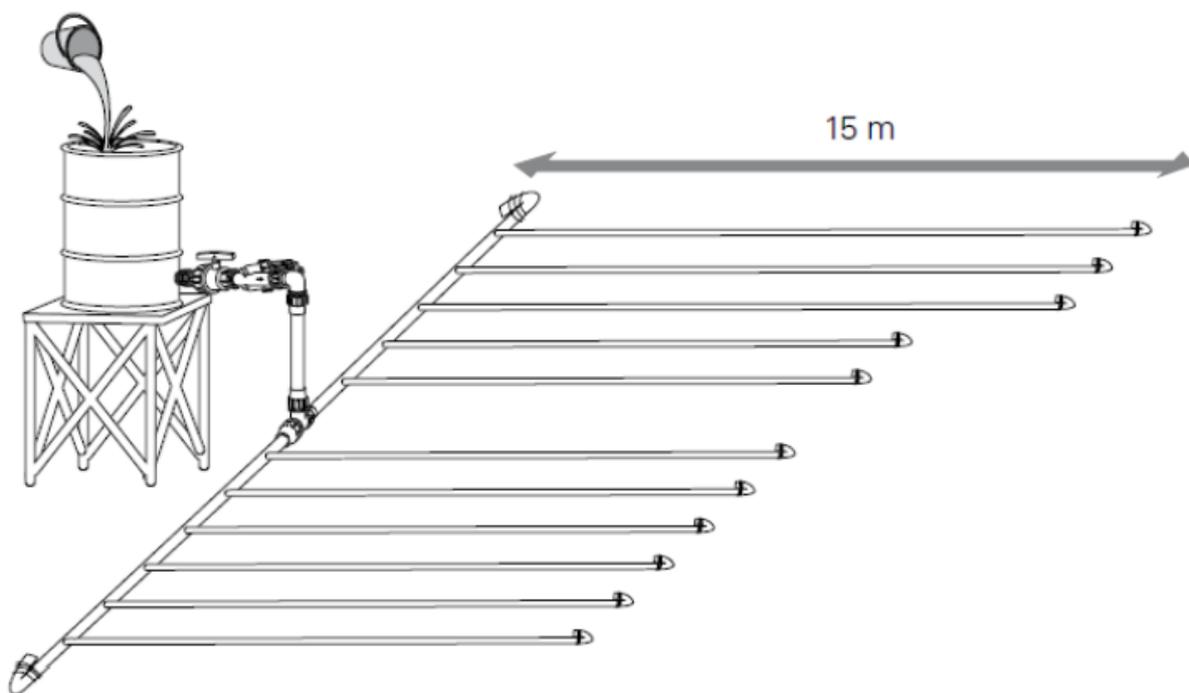


Figura 44. Kit de sistema de riego gravitacional ECOGOTEO 250.
Fuente: Tonello (2017) citado en Basantes (2018).

El sistema de riego por goteo es apropiado para áreas sin acceso a fuentes de energía o sin posibilidad de presión. Es posible establecerse en cualquier tipo de cultivos, como verduras, cereales, legumbres y frutales, entre otros. La principal ventaja de estos sistemas de riego es

que sólo consumen la cantidad de agua que nuestras plantas precisan, ahorrando agua, tiempo y dinero (Bulgarelli y Zárate, 2018).

La composición del kit de riego ECOGOTEO según Bulgarelli y Zárate (citado en Basantes, 2018) es la siguiente:

- Tanque elevado: Es un tanque de plástico de 250, 500 – 1000 litros de capacidad, posee una tapa y accesorios de conexión y salida. El soporte de elevación del tanque (250 m² a 1,5 m altura, 500m² a 8 m altura y 1000 m² a 12 m de altura) se selecciona bajo criterio del usuario.
- Unidad de filtrado: Está compuesto por un filtro de control de malla ¾” y 130 micrones de grado filtrado, una válvula media universal de ¾” para control de caudal.
- Conducción principal, válvulas y goteros: El riego es por un gotero turbulento, cilíndrico con un caudal de 1 l/hora, el emisor se encuentra integrado por una manguera de polietileno de 12 mm de diámetro, 24 mil de espesor y a una distancia de treinta centímetros uno del otro. Además, incluyen 250 m de manguera con goteros por cada parcela de cultivo, 25 metros de manguera repartidoras de 25 mm y todos los accesorios para la conexión de la red.

Riego por aspersión. Este sistema de riego trata de imitar a la lluvia. El agua llega a las plantas por medio de tuberías y mediante unos pulverizadores, llamados aspersores. Esto se debe a una presión determinada que permite al agua elevarse para que luego caiga pulverizada o en forma de gotas sobre la superficie que se desea regar (Cardozo y Días, 2014).

Para conseguir un buen riego por aspersión en el área de estudio son necesarias las siguientes características:

- Presión en el agua. El agua debe llegar al mismo tiempo y a la misma presión a las bocas donde se encuentran instalados los mecanismos de difusión (aspersores) con el fin de conseguir un riego uniforme.
- Una estudiada red de tuberías adecuadas a la presión del agua para que los ramales de alimentación que conducen el agua principal se conectan adecuadamente con los aspersores.
- Aspersores adecuados que sean capaces de esparcir el agua a presión que les llega por la red de distribución.
- Depósito de agua que conecte con la red de tuberías.

Sosa y Larrea (2014) manifiestan que en el Ecuador los proyectos de riego por aspersión y por goteo son más comunes en los agricultores de forma individual, resultando costosos porque se tienen que construir tanques y se tiene que bombear el agua, ya que las ventajas de presión natural normalmente no se encuentran a nivel de finca.

En este sentido proponen las siguientes acciones:

Acciones:

- a. Brindar espacios de capacitación, discusión, giras de observación, intercambio de experiencias. Donde se visibilicen los sistemas de riego como esfuerzos colectivos, que requieren de la toma de decisiones colectiva (aceptación general) para introducir una tecnología de riego mejorada.
- b. Construir un diseño del sistema de riego donde los agricultores participen de forma activa en la toma de decisiones para definir los criterios técnicos, sociales, económicos, más adecuados para el sistema. Esto facilita los procesos porque después no estarán obligados a adoptar algo que ellos no hayan aceptado.
- c. Seleccionar el método de riego (aspersión o goteo) más adecuado de acuerdo a los criterios descritos anteriormente.
- d. Construcción de un conjunto de estructuras, diseñadas acorde con las condiciones de los terrenos en los cuales se pretende instalar.
- e. Capacitación dirigida a los agricultores del área de estudio sobre el buen manejo del método de riego seleccionado.

4.3.4. Estrategias para la Junta General de Riego Monte Olivo – San Rafael.

Estrategia 8: Construcción de un vivero comunitario para el abastecimiento de plantas forestales y frutales.

Descripción: El establecimiento de viveros es una de las herramientas que permiten incrementar la producción agropecuaria y forestal en el interior de una zona ya que garantizan una mejor selección de plantas para aumentar las posibilidades de una mejor productividad en las cosechas (Instituto Nacional Tecnológico [INATEC], 2016). La construcción del vivero comunitario en el área de estudio se realiza con el fin de recuperar algunas especies nativas de la región y utilizarlas para trabajos de restauración forestal en las fuentes de agua. Además, los agricultores podrían producir sus propios frutales sin la necesidad de comprar a otros viveros y generaría impactos económicos positivos.

Acciones:

- a. Elegir la ubicación del vivero: se debería ubicar en Monte Olivo, ya que el lugar no está sometido a un estrés hídrico tan elevado como el caso de San Rafael. Sin embargo, esta decisión se debe tomar en una reunión con todos los agricultores del sistema de riego para evitar conflictos.
- b. Preparar el terreno: quitar troncos, arbustos y hierbas del lugar elegido para el vivero. Dejar una ligera inclinación para facilitar el drenaje del agua y considerar que este cerca de una fuente de agua.
- c. Cercar el lugar elegido para evitar la entrada de animales y protegerlo del viento.
- d. Preparar el sustrato: un buen sustrato desde el punto de vista físico debe ser liviano, esponjoso y con buena capacidad de almacenar agua.
- e. Llenar las bolsas: por lo general se utilizan bolsas de polietileno y de color negro. Sin embargo, sería importante reducir el uso de plástico y utilizar recipientes elaborados a partir de la cáscara ahuecada del coco.
- f. Recolectar, aplicar tratamientos y almacenar las semillas: determinar los métodos de recolección de las semillas. Aplicar tratamientos pregerminativos, de preferencia mecánicos. Almacenar las semillas de manera adecuada, tomando en cuenta algunos parámetros importantes como la temperatura.
- g. Preparar el semillero y trabajar con las especies que se reproducirán por estacas.
- h. Trasplantar en las bolsas y recipientes.
- i. Regar: es la principal actividad de mantenimiento, la frecuencia y la cantidad de agua depende de la especie, el riego se debe hacer con cuidado principalmente cuando las plántulas están pequeñas.
- j. Deshierbar: hay que realizar limpiezas periódicas dentro del vivero, ya que las hierbas compiten por luz, agua y nutrientes con la plántula.
- k. Se debe capacitar y trabajar en los injertos de algunas especies como por ejemplo el aguacate.

4.3.5. Ministerio del ambiente

Estrategia 9: Plan de manejo en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

Descripción. El ministerio del Ambiente por Acuerdo Ministerial No. 055 con fecha de 10 de junio de 2019, declaró a la “Cordillera Oriental del Carchi” como área protegida del Subsistema

Autónomo Descentralizado y fue incorporada al Sistema Nacional de Áreas protegidas del Ecuador. Estas acciones se tomaron con base al problema de minería ilegal que presenta el área en cuestión. La estrategia tiene como finalidad realizar un Plan de Rehabilitación en el área de influencia del sistema de riego estudiado para conservar los recursos naturales, principalmente el recurso hídrico. Este plan de manejo comprende las medidas a aplicarse en el proyecto para restablecer la cobertura vegetal, garantizar la estabilidad y remediar los suelos contaminados, entre otras actividades (MAE, 2015).

Acciones:

- a. Descripción del área de implementación del plan que contengan datos de los componentes físico, biótico y social.
- b. Elaboración un plan de rehabilitación ambiental.
- c. Restauración forestal con especies nativas en los alrededores de las fuentes de agua.
- d. Optimización del agua de consumo y de riego.
- e. Establecimiento de viveros comunitarios para la producción de plantas para la reforestación y la producción agrícola.
- f. Tecnificación del sistema de riego.
- g. Capacitaciones periódicas a los usuarios sobre la importancia y manejo del agua.

4.3.6. Ministerio de Agricultura

Estrategia 10: Implementación de una estación meteorológica en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael.

Descripción. Existe necesidad de información sobre el clima, dada la complejidad de las formas productivas y la mayor vulnerabilidad climática (Basualdo, 2015). En este sentido se propone la estrategia para implementar una estación meteorológica en el área de estudio, ya que las decisiones operativas de corto plazo relacionadas con la planificación agropecuaria pueden ser más objetivas si se dispone de información agrometeorológica.

El autor anterior manifiesta que el conocimiento acerca de los efectos del tiempo y el clima no son simplemente importantes en temas de producción, sino también a otros aspectos del sistema agropecuario, como el pertinente arrendamiento de maquinaria agrícola, el transporte de mercaderías y el seguro agropecuario, entre otros. Para esto es necesario que la información agrometeorológica esté disponible en el tiempo oportuno y en la forma adecuada.

Acciones: Las acciones se presentan con base en el estudio realizado por Basualdo (2015).

- a. Mejorar el control de calidad de los datos y la estimación de faltantes.
- b. Generar mapas actualizados del área de estudio de distintas variables meteorológicas, estimaciones de contenido de agua en el suelo y otras.
- c. Identificar diferencias entre las distintas áreas dentro de la misma zona de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael, zonificación para recomendaciones de uso del suelo y elaboración de mapas de riesgo, entre otras.
- d. Mejorar el pronóstico del tiempo si la red se integra a la del servicio meteorológico.

CONCLUSIONES

- La producción agrícola es la actividad económica más practicada por los agricultores del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael, donde predominan los pequeños agricultores, caracterizados por tener acceso limitado a tierras y carecer de riego tecnificado.
- El área de influencia de los canales de riego Monte Olivo – San Rafael, presentan escases de agua por ser un sistema seco, pero además por las actividades de riego por gravedad, trayendo como consecuencia la pérdida del suelo por erosión.
- Existen problemas de carácter social y técnico que influyen sobre el funcionamiento del canal como: derrumbes, problemas de infraestructura, desbordes, deslizamientos y disfuncionamientos por distribución y robo de agua.
- Existe falta de tecnificación en el sistema de riego, debido a falta de recursos económicos. La mayoría de los agricultores utiliza el método riego por gravedad, generando problemas graves de erosión del suelo y desperdicio del agua.
- Las estrategias más idóneas para el manejo del suelo y el agua en el área de influencia de los canales de riego Monte Olivo - San Rafael son la agroforestal que permitiría reducir los problemas de erosión y mal uso del agua, y la tecnificación del sistema de riego de forma asociativa.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere implementar una estación meteorológica en el área de influencia del sistema de riego Monte Olivo – San Rafael, ya que existe la necesidad de información sobre el clima, generada por la complejidad de las formas productivas y la mayor vulnerabilidad climática. Los datos del clima que se obtengan permitirían realizar estudios actualizados sobre déficit hídrico, esto es necesario debido al constante cambio en el clima que se evidencia en la actualidad.
- Se sugiere realizar un estudio que consista en el cálculo de las cantidades de fertilizantes que se pierden por la escorrentía. Además, de realizar análisis de suelo para decidir el uso de agroquímicos.
- Se debe realizar capacitaciones a los agricultores en fertilización química de acuerdo a los análisis de suelo; estrategias de conservación de suelo y agua y en sistemas de riego amigable con el ambiente.
- La disponibilidad de agua para el sistema de riego es cada vez menor, por esta razón se debe implementar un plan de rehabilitación ambiental para trabajar en la restauración de los ecosistemas donde se encuentran las fuentes de agua.
- Se debe trabajar en la tecnificación del sistema de riego de forma asociativa, con la finalidad de reducir los costos de implementación de los métodos de riego tecnificado como goteo y aspersión.

REFERENCIAS

- Acuerdo N° 1400. Secretaría Nacional del Agua. Registro Oficial- Edición Especial N° 750, Distrito Metropolitano. Quito, Ecuador, 30 de septiembre de 2016.
- Allen, RG., Pereira, LS., Raes, D., y Smith, M. (1998). *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requisitos de agua de los cultivos* [Libro en línea]. FAO. Disponible: <http://www.fao.org/3/a-x0490s.pdf> [Consulta: 2018, Octubre 14].
- Altieri, M. y Nicholls, C. (2009). Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. LEISA revista de agroecología [Revista en línea]. Disponible: <https://socla.co/wp-content/uploads/2014/leisa-campesino-cambio-climatico.pdf> [Consulta: 2019, Julio 11].
- Alzate, D., Rojas, E., Mosquera, J. y Ramón, J. (2015). Cambio climático y variabilidad climática para el periodo 1981- 2010 en las cuencas de los ríos Zulia y Pamplonita, norte de Santander – Colombia. Santander, Colombia. Luna Azul. No. 40. Disponible: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n40/n40a10.pdf> [Consulta: 2018, Febrero 12].
- Anten, M. y Willet, H. (2000). Guía para el diagnóstico enfocado de sistemas de riego DER. Proyecto de Cooperación PRONAMACHCS – SNV. Cajamarca, Perú. Disponible: https://www.academia.edu/3883880/Gu%C3%ADa_para_el_Diagn%C3%B3stico_Enfocado_de_Sistemas_de_Riego_DER [Consulta: 2018, Diciembre 2018].
- Apollin, F., Eberhart, C. (1998). *Metodologías de análisis y diagnóstico de sistemas de riego campesino*. CAMAREN, Quito-Ecuador. CARE y CESA. Disponible: <https://www.avsf.org/public/posts/550/metodologias-de-analisis-y-diagnostico-de-sistemas-de-riego-campesino.pdf> [Consulta: 2018, Octubre 02].
- Apollin, F., Eberhart, C. (1999). *Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural Guía metodológica*. CAMAREN, Quito-Ecuador. CARE y CESA. Disponible: <https://www.avsf.org/public/posts/549/analisis-y-diagnostico-de-los-sistemas-de-produccion-en-el-medio-rural-guia-metodologica.pdf> [Consulta: 2018, Septiembre 28].
- Aragón Suárez, Juan. (2018). Impacto generado por el canal de riego Peribuela para una agricultura sostenible (Tesis de maestría). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

- Basantes Vizcaíno, Telmo Fernando. (2018). Estrategias de adaptación al cambio climático caso: innovación tecnológica en el canal de riego Peribuela, provincia de Imbabura (Tesis de maestría). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Basualdo, Adriana B. (2015). Manual de buenas prácticas para la generación, el almacenamiento y la difusión de información climática en instituciones y organismos del MERCOSUR. San José: Costa Rica. Editorial IICA. 82 p.
- Battilani, A. (2012). Gestión sostenible del riego basada en el conocimiento: el paquete IRRINET. Disponible: <http://ec.europa.eu/environment/archives/greenweek2012//3-9battilani.pdf> [Consultado: 2019, Marzo 15].
- Blázquez Prieto, F. (2008). *Canales: generalidades, obras y elementos*. Módulo: abastecimiento y saneamiento urbano. EOI. Recuperado de: <https://www.eoi.es/file/download?token=qU0x4CXN> [Consultado: 2018, Agosto 03].
- Bockheim, G y Hartemink, A. (2017). Mollisols. En *The Soils of Wisconsin*. DOI: 10.1007 / 978-3-319-52144-2_11. Editorial: 2211-1255. pp.167-177.
- Bulgarelli, Stella Marina., y Zárata, Carlos. (2018). Implementación de sistema de riego por goteo para la agricultura familiar. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Proyecto regional del territorio agrícola ganadero central de la provincia de Córdoba. Disponible: <https://inta.gob.ar/noticias/implementacion-de-sistema-de-riego-por-goteo-para-la-agricultura-familiar> [Consultado: 2018, Julio 15].
- Cardozo Pérez, Manuel Eduardo., y Díaz Martínez, Mario Julián. (2014). Diseño de un sistema de riego por aspersión en la finca el cedro ubicada en el municipio de Aquitania (Tesis de grado). Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia.
- Cevallos Suarez, M. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia San Rafael 2015 – 2019. GAD Parroquial San Rafael. Imbabura, Ecuador. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1060019600001_PDOT%20SAN%20RAFAEL27-10-2015_11-48-56.pdf [Consultado: 2018, Agosto 15].
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2011). *Diagnóstico de las Estadísticas del Agua en el Ecuador*. Informe final. Quito. Disponible: <http://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostic>

o%20de%20las%20Estadísticas%20del%20Agua%20Producto%20IIIc%202012-2.pdf [Consultado: 2018, Agosto 20].

Chamba Morales, Marlon., Morocho-Durazno, Luz., y Vásquez, Edison. (2018). Tipificación de los sistemas productivos en el proyecto de riego Campana-Malacatos del cantón Loja, provincia de Loja. *Bosques Latitud Cero*, Vol. 8(1): 96-108. Ecuador.

Constitución de la República del Ecuador. (2008). Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008. Quito, Ecuador.

Corrales Roa, E. y Torres, E. (2002). Sostenibilidad agropecuaria y sistemas de producción campesinos. Cuadernos Tierra y justicia; 5. Bogotá, Colombia. Disponible: <https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/SOSTENIBILIDAD%20AGROPEUARI.pdf> [Consultado: 2018, Agosto 20].

Cuesta, M. y Spanjersberg, E. (2015). *Estudio de impacto ambiental obra: Pluvial Trelew – desvinculación de los cuencos receptores de líquidos pluviales de la ciudad de Trelew*. GARBIN S.A. Argentina.

Dayaleth, Alfonso., Torrez Alruiz, María., Albán, Raúl., y Griffon, Diego. (2008). Indicadores de sustentabilidad en Agroecología. Disponible: <http://agroecologiavenezuela.blogspot.com/2008/05/indicadores-de-sustentabilidad-en.html> [Consultado: 2019, Febrero 19].

Dixon, J., Gulliver, A. y Gibbon, D. (2001). *Sistemas de producción agropecuaria y pobreza. Cómo mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores en un mundo cambiante*. Malcolm Hall (Ed). FAO y Banco Mundial. Roma y Washington DC.

Dufumier M. 1985. Systèmes de production et développement agricole dans le Tiers-monde. *Les cahiers de la recherche développement N° 6*.

Escobar, C. y Berdegue, J. (1990). *Tipificación de sistemas de producción agrícolas*. Red Internacional de Metodología de Investigación en Sistemas de Producción. Santiago de Chile. 283 p.

Estatuto de la Junta de Agua de Riego Monte Olivo - San Rafael. (2016). Aprobado por la Secretaría del Agua 6 de mayo de 2016.

Fernandez Collado, C., y Baptista Lucio, P. (Ed.). (2014). *Metodología de la Investigación*- Roberto Hernández Sampieri. México: Mc Graw Hill Education.

- Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA). (2016). El valor de los conocimientos tradicionales: Los conocimientos de los pueblos indígenas en las estrategias de adaptación al cambio climático y la mitigación de este. Disponible: https://www.ifad.org/documents/38714170/40320989/traditional_knowledge_advantage_s.pdf/332a9e01-bf9b-4e3f-a312-0853a2e2ec9e [Consultado: 2018, Enero 15].
- García, J. (2013). *Manual. sistemas de conducción de agua para la región altoandina*. Colección agricultura familiar – 12. Primera Edición. INTA, CIPAF, Ipaf Región NOA. Palioff, C. (Ed). Buenos Aires, Argentina. 224 p.
- García Zamorano, Francisco., Ruiz Coletto, Félix., Cano Rodríguez, Juan., Pérez García, Julián., Molina de la Rosa, José Luis., C.I.F.A. y Cabra Priego. (2010). Suelo, Riego, Nutrición y Medio Ambiente del Olivar. Signatura Ediciones de Andalucía, S.L. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y Divulgación. 190 p.
- Gobierno Provincial del Carchi. (2015). [El proyecto del Sistema de Riego Monte Olivo Alto y Bajo], Manuscrito en preparación.
- Gómez Bernal, G. (2006). La microbiología de suelos en el Ecuador: Situación actual de la investigación. X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del suelo. Consultado el 14 de jun de 2019. Disponible: <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/1.-La-Microbiologia-de-Suelos.pdf> [Consultado: 2018, Mayo 08].
- Gómez, Walter. (2011). *Agroforestería y Cambio Climático: Incluye El Sistema Agroforestal Quesungual*. Serie de Cuadernillos en Agroecología. El Salvador. CESTA, Unión Europea.
- González, Hebe., Solís, Daniela., Esteche, Gustavo., y Gómez, Graciela. (2008). Estrategia nacional para el fomento de la producción orgánica y agroecológica en el Paraguay: Alternativa de crecimiento socio - económico y sostenibilidad ambiental. Disponible: <http://repiica.iica.int/docs/b3711e/b3711e.pdf> [Consultado: 2018, Abril 07].
- Grupo ACME Consultora. (2015). Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia de San Rafael 2015 – 2019. Disponible: http://gadsanrafaelcarchi.gob.ec/carchi/wp-content/uploads/2016/03/pdot_sanrafael_actualizaci%C3%B3n-FINAL.pdf [Consultado: 2018, Octubre 04].

- Hart, R. (1985). *Conceptos básicos de agroecosistemas*. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 160p.
- Hecht, Susana. (1999). La evolución del pensamiento agroecológico. En Altieri, M. (Ed), *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable* (pp. 15-30). Montevideo, Uruguay. Editorial Nordan-Comunidad.
- Hirozumi, Kiyoshi. (2015). Guía práctica para cosechar el agua de lluvia: Opciones técnicas para la agricultura familiar en la sierra. Ecuador. Proyecto de Desarrollo Rural Integral Sostenible en la Provincia de Chimborazo. Disponible: https://www.jica.go.jp/project/ecuador/001/materials/ku57pq000011cym2-att/water_harvest_sp.pdf [Consultado: 2019, Febrero 01].
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2014). *La innovación en la agricultura: un proceso clave para el desarrollo sostenible*. Posicionamiento institucional. San José, Costa Rica. Disponible: http://www.redinnovagro.in/documentosinnov/Innovaci%C3%B3n_PP_es.pdf [Consultado: 2018, Noviembre 17].
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2017). *La innovación para el logro de una agricultura competitiva, sustentable e inclusiva*. México. Villalobos, V., García, M., y Ávila, F. (Ed). ISBN Colegio de Postgraduados: 978-607-715-349-B
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2016). *Información Ambiental en la Agricultura*. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). Recuperado de: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Informacion_ambiental_en_la_agricultura/2016/PRESENTACION_AGRO_AMBIENTE_2016.pdf
- Instituto Nacional Tecnológico (INATEC). (2016). Manual del protagonista: Viveros y semilleros. Dirección General de Formación Profesional. Nicaragua. Disponible: https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Vivero_y_semillero.pdf. [Consultado: 2018, Diciembre 30].
- Instituto Sindical de Cooperación para el Desarrollo (ISCOS) y Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). (2017). *Agroecología para tu comunidad II*. El Salvador. Proyecto “Gestión ambiental participativa del humedal Cerrón Grande a través de la economía inclusiva, responsable y sostenible. Disponible:

<http://www.iscos.eu/it/wp-content/uploads/2017/09/cuadernillo-agroeco-02-85x7-LQ-v2.pdf> [Consultado: 2018, Septiembre 28].

Ingeniería & Servicios Consultora (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia de Monte Olivo actualización 2015 – 2019. Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Monte Olivo. Disponible: <http://gpmonteolivo.gob.ec/carchi/wp-content/uploads/2016/02/PDOT.pdf> [Consultado: 2018, Agosto 22].

Laguna Quiroga, José Luis. (1993). Los múltiples trayectos de una sociedad trashumante: la construcción cultural del espacio en Monte Olivo (Tesis de maestría). FLACSO Sede Ecuador. Quito. 186 p.

Levidowa, L., Zaccaria, D., Maiac, R., Vivas, E., Todorovic, M., y Scardigno, A. (2014). Improving water-efficient irrigation: Prospects and difficulties of innovative practices. En *Agricultural Water Management*. ELSEVIER. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.07.012> [Consultado: 2018, Agosto 15].

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). (2013). Plan Nacional de Riego y Drenaje 2012 - 2027, Subsecretaría de Riego y Drenaje. Quito, Ecuador.

Marín Valencia, V. (2010). Evaluación de la relación entre la evapotranspiración potencial teórica y la evaporación registrada en los departamentos de Cundinamarca y Valle del Cauca (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Bogota, Colombia.

Martínez Guzmán, M. (2013). Tecnologías para el uso sostenible del agua: Una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático. Cáceres Castejón, D. (Ed). Oficina Subregional para Mesoamérica de la FAO. Tegucigalpa, M.D.C, Honduras.

Mateus, J. R., y Paranhos da Costa. (2018). Bienestar animal y sistemas sostenibles para la producción ganadera. En 6° Congreso de la Asociación Uruguaya de Producción Animal. Disponible: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/bienestar-animal-sistemas-sostenibles-t42241.htm> [Consultado: 2018, Noviembre 19].

Mera, R. (2018). Conflictos socio ambientales: caso de usuarios del canal de riego Monte Olivo - San Rafael en la microcuenca del Rio Escudillas (Tesis de maestría). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

- Ministerio del Ambiente Ecuador (MAE). (2012). *Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025*. Quito, Ecuador (primera edición).
- Ministerio del Ambiente Ecuador (MAE). (2015). Guía para la elaboración del plan de manejo ambiental para celdas emergentes de residuos y/o desechos no peligrosos y desechos sanitarios. Subsecretaría de Calidad Ambiental-SCA. Ecuador.
- Naciones Unidas. (1992). *Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático*. New York, USA.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2003). Descubrir el Potencial del Agua para la Agricultura. Roma, Italia. Disponible: <http://www.fao.org/3/y4525s/y4525s09.htm#b092> [Consultado: 2018, Septiembre 04].
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2005). *Género y sistemas de producción campesinos: lecciones de Nicaragua*. Segunda Edición. García Z. (Ed). Roma, Italia. Disponible: <http://www.fao.org/docrep/008/y4936s/y4936s03.htm> [Consultado: 2018, Octubre 28].
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2011a). Escasez y degradación de las tierras y el agua: creciente amenaza para la seguridad alimentaria. Roma, Italia. Disponible: <http://www.fao.org/news/story/es/item/95186/icode/> [Consultado: 2018, Mayo 29].
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2011b). Diagnóstico socioeconómico de las parroquias: Los Andes, San Rafael y Monte Olivo. En proyecto Modernización del riego a pequeña escala en la provincia del Carchi. GCP/ECU/081/SPA. Tulcán, Ecuador.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2013). Captación y almacenamiento de agua de lluvia: Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. FIDA Editorial.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2015). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación: la innovación en la agricultura familiar*. Roma, Italia. Disponible: <http://www.fao.org/3/a-i4040s.pdf> [Consultado: 2018, Octubre 24].

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2016 a). Análisis y diagnóstico de políticas agroambientales en Cuba. La Habana, Cuba. Fortalecimiento de las políticas agroambientales en los países de América Latina y el Caribe Proyecto GCP/RLA/195/BRA. Disponible: <http://www.fao.org/3/a-i5559s.pdf> [Consultado: 2018, Noviembre 15].
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2016 b). Agricultura sostenible una herramienta para fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe. I5754S/1/06.16. Disponible: <http://www.fao.org/3/a-i5754s.pdf> [Consultado: 2018, Noviembre 15].
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), Universidad Cornell y Escuela de Administración de Empresas al Servicio del Mundo (INSEAD). (2017). Índice Mundial de Innovación 2017: Suiza, Suecia, los Países Bajos, los EE.UU. y el Reino Unido encabezan el ranking anual. Ginebra, Suiza. Disponible: http://www.wipo.int/pressroom2017/article_0006.html [Consultado: 2018, Junio 21].
- Ospina Ante, Alfredo. (2003). *Agroforestería. Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Valle del Cauca, Colombia*. Primera edición. Asociación del Colectivo de Agroecología del Suroccidente Colombiano -ACASOC (Ed).
- Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). (2007). *Cambio climático 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. IPCC, Ginebra, Suiza, 22 pp.
- Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). (2014). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático* [Equipo de Redacción, RK Pachauri y LA Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 151 pp.
- Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). (2013). Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: Cambio Climático 2013. Bases físicas. *Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Stocker, T.F.,D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J.

- Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.
- Pavón Rosales, María I., Domini, María E., Suárez Venero, Gicli M, Almenares, Guillermo R, Yong Chon, Ania, & Benítez, Bárbara. (2015). Diagnóstico estratégico para el desarrollo agropecuario y forestal de la Empresa Agropecuaria "Camilo Cienfuegos". *Cultivos Tropicales*, 36(3), 07-13.
- Peredo Parada, Santiago. y Barrera Salas, Claudia. (2016). Definición participativa de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad predial en dos sistemas campesinos del sector Boyeco, Región de la Araucanía. Volumen 34, N° 6. Páginas 41-49. IDESIA. Chile.
- Pereira, L., y Trout, T. (1999). *Irrigation methods*. In: H.N., van Lier, L.S., Pereira, F.R., Steiner (eds.). CIGR Handbook of Agricultural Engineering, vol. I: Land and Water Engineering, ASAE, St. Joseph, MI, USA, pp. 297-379.
- Pereira, Santos L., De Juan Valero, J., Picornell Buendía, M. y Tarjuelo Martín-Benito, J. (2010). *El riego y sus tecnologías*. Primera Edición. CREA-UCLM. Albacete, España. Editora Europa-América (Ed).
- Perez, A., Rojas, J. y Montes, D. (2011). Hongos formadores de micorrizas arbusculares: una alternativa biológica para la sostenibilidad de los agroecosistemas de praderas en el caribe colombiano. *Rev. Colombiana cienc. Anim.* 3(2).2011
- Pérez Sánchez, Andrés., Rosique, Javier., Turbay, Sandra. y Machado, Mónica. (2016). Estudio de la seguridad alimentaria y nutricional de unidades campesinas productoras de café en rediseño agroecológico (cuena del río Porce, Antioquia). *Agroalimentaria*. Vol. 22. N° 42. 171-189. Antioquia, Colombia.
- Pilamunga, N. (2018). Gobernanza de los recursos hídricos como medida de adaptación al cambio climático en la microcuenca del río Escudillas (Tesis de maestría). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2018). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Disponible: <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html> [Consultado: 2018, Octubre 23].

- Reglamento Interno de la Junta de Agua de Riego Monte Olivo- San Rafael. (2016). Aprobado por la Secretaría del Agua, de fecha 3 de marzo del 2017.
- Reglamento Ley Recursos Hidricos Usos y Aprovechamiento del Agua. (2015). Decreto Ejecutivo 650. Registro Oficial Suplemento 483 de 20-abr.-2015. Quito, Ecuador.
- Román, Pilar., Martínez, María., y Pantoja, Alberto. (2013). Manual de Compostaje del Agricultor: Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.
- Ruiz Moya, José. (1994). La agricultura sostenible como alternativa a la agricultura convencional: conceptos y principales métodos y sistemas. *Eria*, 1994, pp. 161 – 173.
- Sarandón, S., y Flores, C. (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Primera Edición. Editorial de Universidad Nacional de La Plata. Argentina. E-Book: ISBN 978-950-34-1107-0
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). (2012). Proyecto “Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional Escala 1:25000”. Levantamiento de información es de 1985 hasta 2009.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida. Quito, Ecuador.
- Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA). (2017). *Boletín de la estadística sectorial del agua*. Quito, Ecuador. Recuperado de: https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2018/02/Boletin-Estadistico-ARCA-SENAGUA_08feb.compressed-2.pdf [Consultado: 2018, Septiembre 21].
- Silva Zakzuk, J., Duarte Torres, O. y Ríos Gallego, G. (1996). *Aplicación del enfoque de sistemas de producción*. Bogota, Colombia. CORPOICA (Ed).
- Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (SIGTIERRAS). (2017). Memoria explicativa del Mapa de Órdenes de Suelos del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Sosa, Byron y Larrea, Diego. (2014). La tecnificación de la agricultura familiar bajo riego en Ecuador. CESA. Zambrano, Carlos. CAMAREN (Ed). Quito, Ecuador.

- Vásquez Hernández, N. (2018). Percepciones sobre el cambio climático en relación a medidas de mitigación y adaptación sobre la disponibilidad y conservación de agua (Tesis de maestría). Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- Villalva Quintana, S. y Fuentes – Pila Estrada, J. (1993). Agricultura sostenible. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Secretaria General de Estructuras Agrarias. Hojas Divulgadoras Núm. 7/93 HD. España.
- Villaret, A. (1994). *El enfoque sistémico aplicado al análisis del medio agrícola. Introducción al marco teórico y conceptual*. Colección praxis del desarrollo rural no. 1. Sucre: Centro Internacional de Cooperación para el desarrollo agrícola. CICDA- Proyecto de apoyo al desarrollo en micro regiones. PRADEM, 1994. 87p. - (1 Ed).
- Yandún, C. (2018). Evaluación de riesgos ambientales en la gestión del riego en el canal de San Rafael y Monte Olivo, de la cuenca del río Escudillas (Tesis de maestría). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Zapatta, A., y Gasselin, P. (2005). *El riego en el Ecuador: problemática, debate y políticas*. Consorcio CAMAREN. CESA. Quito, Ecuador.
- Zúniga, C. (2011). *Texto básico de economía agrícola: su importancia para el desarrollo local sostenible*. Editorial Universitaria, UNAN-León. Nicaragua.

ANEXOS

Anexo I. Padrón de usuarios de la Junta de Riego Monte Olivo – San Rafael

PADRÓN DE CONSUMIDORES DE LA JUNTA DE AGUA DE RIEGO MONTE OLIVO- SAN RAFAEL (2019)

N°	Usuario	Unidad de riego	Súperf (ha)	Horas Agua	HORARIO		
					Día	Hora inicio	Hora fin
1	Aníbal Cuasquer	Manzanal	1.50	18	Lunes	6:00:00	15:00:00
					Jueves	12:00:00	21:00:00
2	Eulogia Pantoja	Manzanal	1.50	18	Lunes	15:00:00	0:00:00
					Jueves	9:00:00	18:00:00
3	Juan Carapaz	Manzanal	1.50	7.2	Martes	0:00:00	3:36:00
					Miércoles	18:00:00	21:36:00
4	Pepe Carapaz	Manzanal	0.75	7.2	Martes	3:36:00	7:12:00
					Miércoles	21:36:00	2:12:00
5	Mery Carapaz	Manzanal	1.25	7.2	Martes	7:12:00	22:48:00
					Miércoles	2:12:00	17:48:00
6	Boanerges Carapaz	Manzanal	1.00	7.2	Martes	10:48:00	14:24:00
					Miércoles	5:48:00	21:14:00
7	Vicente Ayala	Manzanal	0.75	7.2	Martes	14:24:00	18:00:00
					Miércoles	21:14:00	12:00:00
8	José Stalin Robles	Manzanal	2.50	12	Miércoles	18:00:00	12:00:00
					Sábado	6:00:00	0:00:00
9	Gabriel Bolaños	Manzanal	0.50	9	Domingo	12:00:00	9:00:00
10	Vicente Muñoz	Manzanal	0.25	9	Domingo	9:00:00	18:00:00
11	Fanny Salazar	El Aguacate	1.4	0.3	Lunes	12:30:00	12:45:00
					Viernes	0:30:00	0:45:00
12	Víctor Martínez	El Aguacate	9	20.3	Lunes	12:45:00	23:00:00
					Viernes	0:45:00	11:00:00
13	Gonzalo Calan	El Aguacate	9	21	Lunes	23:00:00	9:30:00
					Viernes	11:00:00	21:30:00
14	José Vargas	El Aguacate	4	2.8	Martes	9:30:00	11:10:00
					Viernes	21:30:00	23:10:00
15	Marco Castro	El Aguacate	2	2.4	Martes	1:10:00	13:00:00
					Viernes	23:10:00	1:00:00
16	Moisés Ortega	El Aguacate	2	3.16	Martes	13:00:00	14:38:00
					Sábado	1:00:00	2:38:00
17	Manuel Chandy	El Aguacate	1.5	2.54	Martes	14:38:00	16:05:00
					Sábado	2:38:00	4:05:00
18	Valeria López y Alberto Leitón	El Aguacate	19	16	Martes	16:05:00	mier - 07:55:00
					Sábado	4:05:00	19:55:00
19	Gonzalo Castro	El Aguacate	3	7.40	Miércoles	7:55:00	11:45:00
					Sábado	19:55:00	23:45:00

20	Elsa Flores (Ángel y Javier Valenzuela)	El Aguacate	3	4.34	Miércoles	11:45:00	14:12:00
					Sábado	23:45:00	dom - 02:12:00
21	Alberto Leitón	El Aguacate	0.5	2	Miércoles	14:12:00	15:12:00
					Domingo	2:12:00	3:12:00
22	Aníbal Bustamante	El Aguacate	5.5	10.2	Miércoles	15:12:00	20:22:00
					Domingo	3:12:00	8:22:00
23	Hernán Villarreal	El Aguacate	5	10.2	Miércoles	20:22:00	juev - 01:32:00
					Domingo	8:22:00	13:32:00
24	Valeria López	El Aguacate	6	5	Jueves	1:32:00	6:26:00
					Domingo	13:32:00	18:26:00
25	Gonzalo Aguirre	El Aguacate	4	11	Jueves	6:26:00	0:00:00
					Domingo	18:26:00	12:00:00
26	Gonzalo Calán	San Lorenzo	7	18	Miércoles	23:00:00	Jue - 08:00:00
					Domingo	11:00:00	Lun - 20:00:00
27	Gonzalo Aguirre	San Lorenzo	5	14	Jueves	8:00:00	Juev - 15:00:00
					Lunes	20:00:00	Lun - 03:00:00
28	Alberto Leitón	San Lorenzo	5	12	Domingo	12:00:00	Dom - 06:00:00
					Jueves	0:00:00	18:00:00
29	Santos Quilca	San Lorenzo	2	4	Domingo	6:00:00	8:00:00
					Jueves	18:00:00	20:00:00
30	Escuela "Pueblo Nuevo"	San Lorenzo	0.25				
31	Antonio Alpala	San Lorenzo	0.5				
32	Santiago Erazo	San Lorenzo	7	14	Domingo	0:00:00	19:00:00
					Jueves	12:00:00	Vier - 7:00:00
33	Iván Calán	San Lorenzo	4	8	Domingo	19:00:00	23:00:00
					Viernes	7:00:00	11:00:00
34	Víctor Martínez	San Lorenzo	3	8	Domingo	23:00:00	Lun - 3:00:00
					Viernes	11:00:00	15:00:00
35	Fanny Portilla	San Lorenzo	2	4	Lunes	3:00:00	5:00:00
					Viernes	15:00:00	17:00:00
36	Sherman Calan	San Lorenzo	2	3.30	Lunes	5:00:00	6:45:00
					Viernes	17:00:00	18:45:00
37	Roció Egas	San Lorenzo	2	2.30	Lunes	6:45:00	8:30:00
					Viernes	18:45:00	20:30:00
38	Nelson Bastidas	San Lorenzo	2.5	3.40	Lunes	8:30:00	10:20:00
					Viernes	20:30:00	22:20:00
39	Carmen Chamorro	San Lorenzo	1	5.4	Lunes	10:20:00	13:10:00
					Viernes	22:20:00	Sab - 01:10:00
40	Jorge Ortega	San Lorenzo	2	3.40		13:10:00	15:00:00
41	Vicente Chamorro	San Lorenzo	0.25	0.4	Sábado	1:10:00	3:00:00
					Lunes	15:00:00	15:20:00
					Sábado	3:00:00	3:20:00

42	Pedro Castillo	San Lorenzo	0.25	0.4	Lunes	15:20:00	15:40:00
					Sábado	3:20:00	3:40:00
43	Telmo Fuel	San Lorenzo	0.25	0.4	Lunes	15:40:00	16:00:00
					Sábado	3:40:00	4:00:00
44	Paco Vitar	San Lorenzo	0.25	0.2	Lunes	16:00:00	16:10:00
					Sábado	4:00:00	4:10:00
45	Homero Vitar	San Lorenzo	0.25	0.2	Lunes	16:10:00	16:20:00
					Sábado	4:10:00	4:20:00
46	Susana Vitar	San Lorenzo	0.25	0.2	Lunes	16:20:00	16:30:00
					Sábado	4:20:00	4:30:00
47	Darwin Luna	San Lorenzo	0.25	0.2	Lunes	16:30:00	16:40:00
					Sábado	4:30:00	4:40:00
48	Alberto Chicango	San Lorenzo	0.25	0.2	Lunes	16:40:00	16:50:00
					Sábado	4:40:00	4:50:00
49	Cesar Vinocunga	San Lorenzo	0.25	0.2	Lunes	16:50:00	17:00:00
					Sábado	4:50:00	5:00:00
50	Vicente Chamorro	San Lorenzo	0.25	0.3	Lunes	17:00:00	17:15:00
					Viernes	5:00:00	5:15:00
51	Rufó Ortega	San Lorenzo	0.25	0.3	Lunes	17:15:00	17:30:00
					Viernes	5:15:00	5:30:00
52	Dilma Eches	San Lorenzo	2	2	Lunes	17:30:00	18:30:00
					Viernes	5:30:00	6:30:00
53	María Cabascango	San Lorenzo	0.25	0.3	Lunes	18:30:00	18:45:00
					Viernes	6:30:00	6:45:00
54	Manuel Bolaños	San Lorenzo	0.25	0.3	Lunes	18:45:00	19:00:00
					Viernes	6:45:00	7:00:00
55	Fundelan	San Lorenzo	1.5	2	Lunes	19:00:00	20:00:00
					Viernes	7:00:00	8:00:00
56	Tania Morales	San Lorenzo	1.25	2	Lunes	20:00:00	21:00:00
					Viernes	8:00:00	9:00:00
57	Ledy Vitar	San Lorenzo	0.25	1	Lunes	21:00:00	21:30:00
					Viernes	9:00:00	9:30:00
58	Manuel Bolaños	San Lorenzo	3	7	Lunes	21:30:00	Mar - 1:00:00
					Viernes	9:30:00	13:00:00
59	Alfredo Morillo	San Lorenzo	3	4.30	Martes	1:00:00	3:15:00
					Viernes	13:00:00	15:15:00
60	Héctor Armas	San Lorenzo	1.75	3.3	Martes	3:15:00	5:00:00
					Viernes	15:15:00	17:00:00
61	Augusto Toapanta	San Lorenzo	2	4	Martes	5:00:00	7:00:00
					Viernes	17:00:00	19:00:00
62	Zoila Duarte	San Lorenzo	3	4	Martes	7:00:00	9:00:00
					Viernes	19:00:00	21:00:00
63	Anita Mejía	San Lorenzo	0.5	2	Martes	9:00:00	10:00:00
					Viernes	21:00:00	22:00:00

64	José Mejía	San Lorenzo	2.5	4	Martes	10:00:00	0:00:00
					Viernes	22:00:00	12:00:00
65	Elvia Leitón	San Lorenzo	0.75	2	Martes	0:00:00	13:00:00
					Viernes	12:00:00	Sáb - 1:00:00
66	Armando Toapanta	San Lorenzo	1	1	Martes	13:00:00	13:30:00
					Sábado	1:00:00	1:30:00
67	Agustín Toapanta	San Lorenzo	1	1	Martes	13:30:00	14:00:00
					Sábado	1:30:00	2:00:00
68	José Ulcuango	San Lorenzo	1.5	3.36	Martes	14:00:00	15:48:00
					Sábado	2:00:00	3:48:00
69	Humberto Huertas	San Lorenzo	3	4.44	Martes	15:48:00	18:00:00
					Sábado	3:48:00	6:00:00
70	Asc. Caldera	San Lorenzo	20	32	Martes	18:00:00	Mier - 22:00:00
					Sábado	6:00:00	Dom - 10:00:00
71	Doris Ortega	San Lorenzo	4	4	Miércoles	22:00:00	12:00:00
					Domingo	10:00:00	0:00:00
72	Jaime Aguirre Mejía	Iruví - Compañía	10	9.3	Domingo	0:00:00	Lun - 4:45:00
					Jueves	12:00:00	16:45:00
73	Gonzalo Aguirre Mejía	Iruví - Compañía	10	9.3	Lunes	4:45:00	9:30:00
					Jueves	16:45:00	21:30:00
74	Danilo Armas	Iruví - Compañía	0.75	1.26	Lunes	9:30:00	10:22:00
					Jueves	21:30:00	22:22:00
75	Polivio Armas	Iruví - Compañía	0.75	2.08	Lunes	10:22:00	11:14:00
					Jueves	22:22:00	23:14:00
76	Cecilia Armas	Iruví - Compañía	1.5	1.16	Lunes	11:14:00	12:08:00
					Jueves	23:14:00	Vier - 00:08:00
77	Héctor Armas	Iruví - Compañía	2.75	1.44	Lunes	12:08:00	13:00:00
					Viernes	0:08:00	1:00:00
78	Diego Lafuente	Iruví - Compañía	0.75	1.4	Lunes	13:00:00	13:50:00
					Viernes	1:00:00	1:50:00
79	Amanda Rojas	Iruví - Compañía	0.5	0.4	Lunes	13:50:00	14:10:00
					Viernes	1:50:00	2:10:00
80	German Mora	Iruví - Compañía	0.25	0.2	Lunes	14:10:00	14:20:00
					Viernes	2:10:00	2:20:00
81	Tarquino Villarroel	Iruví - Compañía	3	4.40	Lunes	14:20:00	16:40:00
					Viernes	2:20:00	4:40:00
82	Jorge Arévalo	Iruví - Compañía	1.5	1.34	Lunes	16:40:00	17:27:00
					Viernes	4:40:00	5:27:00
83	Luis Arévalo	Iruví - Compañía	1.5	1.34	Lunes	17:27:00	18:14:00
					Viernes	5:27:00	6:14:00
84	Antonio Chandy	Iruví - Compañía	2	1.32	Lunes	18:14:00	19:00:00
					Viernes	6:14:00	7:00:00
85	Celestino Rivera	Iruví - Compañía	3.5	4.4	Lunes	19:00:00	21:20:00
					Viernes	7:00:00	9:20:00

86	Polivio Martínez	Irubí - Compañía	15	12	Lunes	21:20:00	Mar - 4:20:00
					Viernes	9:20:00	16:20:00
87	Tania Morales	Irubí - Compañía	3.5	3.40	Martes	4:20:00	6:10:00
					Viernes	16:20:00	18:10:00
88	Renato Morales	Irubí - Compañía	3.5	3.40	Martes	6:10:00	8:00:00
					Viernes	18:10:00	20:00:00
89	U.E "Carlos Montufar"	Irubí - Compañía	1.5	2	Martes	8:00:00	9:00:00
					Viernes	20:00:00	21:00:00
90	Iván Calán	Irubí - Compañía	10.5	10	Martes	9:00:00	14:00:00
					Viernes	21:00:00	Sáb - 2:00:00
91	José Ulcuango	Irubí - Compañía	5.5	12	Martes	14:00:00	8:00:00
					Sábado	2:00:00	20:00:00
92	Vicente Narváez	Irubí - Compañía	3	4.3	Martes	20:00:00	22:15:00
					Sábado	8:00:00	10:15:00
93	German Bastidas	Irubí - Compañía	11	12.10	Martes	22:15:00	Mier - 5:20:00
					Sábado	10:15:00	17:20:00
94	Fanny Aguirre	Irubí - Compañía	5.75	7.06	Miércoles	5:20:00	8:52:00
					Sábado	17:20:00	20:52:00
95	Jaime Aguirre	Irubí - Compañía	6.25	14.16	Miércoles	8:52:00	16:00:00
					Sábado	20:52:00	Dom - 4:00:00
96	Mery López	Irubí - Compañía	15	8	Miércoles	16:00:00	23:40:00
					Domingo	4:00:00	11:40:00
97	David López	Irubí - Compañía	20	8	Miércoles	23:40:00	12:00:00
					Domingo	11:40:00	0:00:00
98	Alberto Leitón	El Hospital	5	12	Domingo	0:00:00	Lun - 6:00:00
					Jueves	12:00:00	18:00:00
99	Santos Quilca Campues	El Hospital	2	4	Lunes	6:00:00	8:00:00
					Jueves	18:00:00	20:00:00
100	Jaime Ojeda	El Hospital	3	8	Lunes	8:00:00	0:00:00
					Jueves	20:00:00	12:00:00
101	Irene Bolaños o Campo Pérez	El Hospital	15	16	Lunes	12:00:00	Mar - 20:00:00
					Jueves	0:00:00	Sáb - 8:00:00
102	Ángel Chávez	El Hospital	5	6	Martes	20:00:00	Mier - 11:00:00
					Sábado	8:00:00	23:00:00
103	Humberto Ortiz	El Hospital	3	18	Miércoles	11:00:00	20:00:00
					Sábado	23:00:00	Dom - 8:00:00
104	Gonzalo Calan	El Hospital	3	14	Miércoles	20:00:00	Juev - 3:00:00
					Domingo	8:00:00	15:00:00
105	Julio Chunes	El Hospital	1.5	9	Jueves	15:00:00	19:30:00
					Domingo	3:00:00	7:30:00
106	Jaime Aguirre	El Hospital	1.5	9	Domingo	19:30:00	12:00:00
					Jueves	7:30:00	0:00:00
107	Víctor Noguera	El Hospital	2	7	Domingo	8:00:00	11:30:00
					Miércoles	20:00:00	23:30:00

108	Horacio Narváez	El Hospital	1	7	Domingo	11:30:00	15:00:00
					Miércoles	23:30:00	Juev - 3:00:00
109	Edwin Endara	El Hospital	1.5	6	Domingo	15:00:00	18:00:00
					Jueves	3:00:00	6:00:00
110	Napoleón Quelal	El Hospital	1	4	Domingo	18:00:00	20:00:00
					Jueves	6:00:00	8:00:00
111	Sebastián López	El Hospital	2	8	Domingo	20:00:00	12:00:00
					Jueves	8:00:00	0:00:00
112	Fanny Aguirre	El Dorado	0.25	0.10	Domingo	12:00:00	12:05:00
					Jueves	0:00:00	0:05:00
113	Jaime Aguirre	El Dorado	0.25	0.10	Domingo	12:05:00	12:10:00
					Jueves	0:05:00	0:10:00
114	Mónica Chiles	El Dorado	0.12	0.10	Domingo	12:10:00	12:15:00
					Jueves	0:10:00	0:15:00
115	Narcisa Chiles	El Dorado	0.12	0.10	Domingo	12:15:00	12:20:00
					Jueves	0:15:00	0:20:00
116	Margoth Chiles	El Dorado	0.12	0.10	Domingo	12:20:00	12:25:00
					Jueves	0:20:00	0:25:00
117	Lisseth Chiles	El Dorado	0.12	0.10	Domingo	12:25:00	12:30:00
					Jueves	0:25:00	0:30:00
118	Gladys Delgado	El Dorado	3	4	Domingo	12:30:00	Lun - 2:30:00
					Jueves	0:30:00	2:30:00
119	Hugo Burbano	El Dorado	6	8	Lunes	2:30:00	6:30:00
					Jueves	2:30:00	6:30:00
120	Aida Jiménez	El Dorado	6	6	Lunes	18:30:00	9:30:00
					Jueves	6:30:00	9:30:00
121	José Aguirre Castillo	El Dorado	3	3.34	Lunes	21:30:00	23:17:00
					Jueves	9:30:00	11:17:00
122	Diego Aguirre Castillo	El Dorado	3	4	Lunes	23:17:00	13:04:00
					Jueves	11:17:00	1:04:00
123	Luis Humberto Aguirre C	El Dorado	3	3.34	Lunes	13:04:00	14:51:00
					Jueves	1:04:00	2:51:00
124	Janeth Aguirre Castillo	El Dorado	3	3.34	Lunes	14:51:00	16:38:00
					Jueves	14:51:00	4:38:00
125	Sebastián Pérez Aguirre	El Dorado	3	3.32	Lunes	16:38:00	18:24:00
					Jueves	16:38:00	6:24:00
126	Diana Aguirre Castillo	El Dorado	3	2.12	Lunes	18:24:00	19:30:00
					Jueves	18:24:00	Vier - 7:30:00
127	Rafael Narváez	El Dorado	7	8	Lunes	19:30:00	23:30:00
					Viernes	7:30:00	11:30:00
128	Iván Noboa	El Dorado	6	3.48	Lunes	23:30:00	Mar - 2:54:00
					Viernes	11:30:00	14:54:00
129	Guido Lara	El Dorado	1	2.16	Martes	2:54:00	4:02:00
					Viernes	14:54:00	16:02:00

130	Fernando Osejos	El Dorado	2	1.08	Martes	4:02:00	4:36:00
					Viernes	16:02:00	16:36:00
131	Santiago Guamán	El Dorado	1	1.08	Martes	4:36:00	5:10:00
					Viernes	16:36:00	17:10:00
132	Raúl Chamorro	El Dorado	13.5	2.3	Martes	5:10:00	6:25:00
					Viernes	17:10:00	18:25:00
133	Washington Chamorro	El Dorado	3.5	3.10	Martes	6:25:00	8:00:00
					Viernes	18:25:00	20:00:00
134	Fabián Zuleta	El Dorado	12	3	Martes	20:00:00	21:30:00
					Viernes	8:00:00	Sáb - 9:30:00
135	Efraín Pozo	El Dorado	2	2.3	Martes	21:30:00	22:45:00
					Sábado	9:30:00	10:45:00
136	Vinicio Guerrero	El Dorado	3	3.3	Martes	22:45:00	Mier - 00:30:00
					Sábado	10:45:00	12:30:00
137	Fernando Ponce	El Dorado	1	1	Miércoles	0:30:00	1:00:00
					Sábado	12:30:00	13:00:00
138	Patricia Vascos	El Dorado	2	3.3	Martes	1:00:00	2:45:00
					Sábado	13:00:00	14:45:00
139	Alejandro Andrango	El Dorado	5	6	Sábado	2:45:00	5:45:00
					Miércoles	14:45:00	17:45:00
140	Pablo Chandy	El Dorado	2	2.16	Miércoles	5:45:00	6:53:00
					Sábado	17:45:00	18:53:00
141	Antonio Chandy	El Dorado	2	2.24	Miércoles	6:53:00	8:00:00
					Sábado	18:53:00	20:00:00
142	Juan Guerrero	El Dorado	3	1.08	Miércoles	8:00:00	8:54:00
					Sábado	20:00:00	20:54:00
143	Bolivia Urresta	El Dorado	3	1.08	Miércoles	8:54:00	9:48:00
					Sábado	20:54:00	21:48:00
144	Orfa Imbaquingo	El Dorado	3	1.08	Miércoles	9:48:00	10:42:00
					Sábado	21:48:00	22:42:00
145	Jenny Lara	El Dorado	3	1.08	Miércoles	10:42:00	11:36:00
					Sábado	22:42:00	23:36:00
146	Alejandro Imbaquingo	El Dorado	3	1.08	Miércoles	11:36:00	12:30:00
					Sábado	23:36:00	Dom - 00:30:00
147	Vinicio Guerrero	El Dorado	3	1.08	Miércoles	12:30:00	13:24:00
					Domingo	0:30:00	1:24:00
148	Alonso Cuasquer	El Dorado	3	1.08	Miércoles	13:24:00	14:18:00
					Domingo	1:24:00	2:18:00
149	Fredy Guerrero	El Dorado	3	1.08	Miércoles	14:18:00	15:12:00
					Domingo	2:18:00	3:12:00
150	Darwin Quelal	El Dorado	3	1.08	Miércoles	15:12:00	16:06:00
					Domingo	3:12:00	4:06:00
151	Arturo Ojeda	El Dorado	3	1.4	Miércoles	16:06:00	17:16:00
					Domingo	4:06:00	5:16:00

152	Napoleón Lara	El Dorado	3	1.1	Miércoles	17:16:00	18:11:00
					Domingo	5:16:00	6:11:00
153	Elías Guerrero	El Dorado	3	1.1	Miércoles	18:11:00	19:06:00
					Domingo	6:11:00	7:06:00
154	Héctor Yandún	El Dorado	3	1.1	Miércoles	19:06:00	20:01:00
					Domingo	7:06:00	8:01:00
155	Edgar Chamorro	El Dorado	3	1.1	Miércoles	20:01:00	20:56:00
					Domingo	8:01:00	8:56:00
156	Maricela Guerrero	El Dorado	3	1.1	Miércoles	20:56:00	21:51:00
					Domingo	8:56:00	9:51:00
157	Segundo Aldas	El Dorado	3	1.1	Miércoles	21:51:00	22:46:00
					Domingo	9:51:00	10:46:00
158	Antonio Guerrero	El Dorado	3	1.1	Miércoles	22:46:00	23:41:00
					Domingo	10:46:00	11:41:00
159	José Ramos	El Dorado	3	1.1	Miércoles	23:41:00	Juev - 12:36:00
					Domingo	11:41:00	0:36:00
160	Pedro Basantes	El Dorado	3	1.1	Jueves	12:36:00	1:31:00
					Domingo	0:36:00	13:31:00
161	Alicia Basantes	El Dorado	3	1.1	Jueves	1:31:00	2:26:00
					Domingo	13:31:00	14:26:00
162	Washington Guerrero	El Dorado	3	1.1	Jueves	2:26:00	3:21:00
					Domingo	14:26:00	15:21:00
163	Rodrigo Pilacuan	El Dorado	3	1.1	Jueves	3:21:00	4:16:00
					Domingo	15:21:00	16:16:00
164	Nohemí Irua	El Dorado	3	1.1	Jueves	4:16:00	5:11:00
					Domingo	16:16:00	17:11:00
165	Jorge Ulcuango	El Dorado	3	1.1	Jueves	5:11:00	6:06:00
					Domingo	17:11:00	18:06:00
166	Guido Lara	El Dorado	3	1.1	Jueves	6:06:00	7:01:00
					Domingo	18:06:00	19:01:00
167	Luis Pineda	El Dorado	3	1.1	Jueves	7:01:00	7:56:00
					Domingo	19:01:00	19:56:00
168	Julián Beltrán	El Dorado	3	1.1	Jueves	7:56:00	8:51:00
					Domingo	19:56:00	20:51:00
169	Álvaro Beltrán	El Dorado	3	1.1	Jueves	8:51:00	9:46:00
					Domingo	20:51:00	21:46:00
170	Antonio Alpala	El Dorado	3	1.1	Jueves	9:46:00	10:41:00
					Domingo	21:46:00	22:41:00
171	Marcelo Guerron	El Dorado	3	1.1	Jueves	10:41:00	11:36:00
					Domingo	22:41:00	23:36:00
172	Humberto Beltrán	El Dorado	3	1.08	Jueves	11:36:00	0:30:00
					Domingo	23:36:00	12:30:00
173	Tulcán Luis	Acequia Alta - Monte Olivo	1.04	24	Lunes	0:00:00	23:59:00

174	Martínez Delia	Acequia Alta - Monte Olivo	0.48	24	Lunes	0:00:00	23:59:00
175	Tulcán Juan	Acequia Alta - Monte Olivo	0.64	24	Lunes	0:00:00	23:59:00
176	Estrada Wilfrido	Acequia Alta - Monte Olivo	0.24	24	Martes	0:00:00	23:59:00
177	Valenzuela Alfredo	Acequia Alta - Monte Olivo	3.6	24	Martes	0:00:00	23:59:00
				24	Viernes	0:00:00	23:59:00
178	Cárdenas Mauricio	Acequia Alta - Monte Olivo	0.72	24	Martes	0:00:00	23:59:00
179	Hrds Zoilo Martínez	Acequia Alta - Monte Olivo	4.95	24	Miércoles	0:00:00	23:59:00
				24	Sábado	0:00:00	23:59:00
180	Guerrero Jorge	Acequia Alta - Monte Olivo	1.71	24	Miércoles	0:00:00	23:59:00
181	Hrds Delia Martínez	Acequia Alta - Monte Olivo	5.39	24	Miércoles	0:00:00	23:59:00
				24	Sábado	0:00:00	23:59:00
182	Cuasquer Rodrigo	Acequia Alta - Monte Olivo	2.39	24	Jueves	0:00:00	23:59:00
				24	Domingo	0:00:00	23:59:00
183	Mena Herman	Acequia Alta - Monte Olivo	4.62	24	Jueves	0:00:00	23:59:00
				24	Domingo	0:00:00	23:59:00
184	Muñoz Ramiro	Acequia Alta - Monte Olivo	0.33	24	Jueves	0:00:00	23:59:00
185	Jiménez Alfredo	Acequia Alta - El Aguacate	0.14	24	Viernes	0:00:00	23:59:00
186	Muñoz Vicente	Acequia Alta - El Aguacate	2.13	5.5	Domingo	11:30:00	18:00:00
187	Castro Luis	Acequia Alta - El Aguacate	2.73	6.5	Martes	5:00:00	11:30:00
188	Castro Marco	Acequia Alta - El Aguacate	4.23	11	Miércoles	5:00:00	16:00:00
189	Sandoval Víctor	Acequia Alta - El Aguacate	1	9	Lunes	5:00:00	14:00:00
190	Andino Guillen	Acequia Alta - El Aguacate	0.62	6.5	Miércoles	5:00:00	11:30:00
191	Lagos Martha	Acequia Alta - El Aguacate	0.12	6.5	Jueves	5:00:00	11:30:00
192	Lagos Isaura	Acequia Alta - El Aguacate	0.59	6.5	Jueves	5:00:00	11:30:00

193	Lagos Amelio	Acequia Alta - El Aguacate	0.71	6.5	Jueves	5:00:00	11:30:00
194	Robles José	Acequia Alta - El Aguacate	1.43	13	Viernes	5:00:00	18:00:00
195	Bolaños Gabriel	Acequia Alta - El Aguacate	5	14	Martes	5:00:00	19:00:00
				6.5	Jueves	11:30:00	18:00:00
				13	Sábado	5:00:00	18:00:00
196	Valverde José	Acequia Alta - El Aguacate	0.89	24	Lunes	0:00:00	23:59:00
				24	Martes	0:00:00	23:59:00
197	Valverde Elisa	Acequia Alta - El Aguacate	2.1	24	Lunes	0:00:00	23:59:00
				24	Martes	0:00:00	23:59:00
198	Endara Edwin	Acequia Alta - El Aguacate	3.31	48	Lunes	0:00:00	Mar - 23:59:00
				48	Miércoles	0:00:00	Juev - 23:59:00
199	Endara José	Acequia Alta - El Aguacate	2.31	24	Lunes	0:00:00	23:59:00
				24	Martes	0:00:00	23:59:00
200	Carapaz José	Acequia Alta - El Aguacate	1.56	24	Lunes	0:00:00	23:59:00
				24	Sábado	0:00:00	23:59:00
201	Salazar Fanny	Acequia Alta - El Aguacate	0.17	24	Miércoles	0:00:00	23:59:00
				24	Jueves	0:00:00	23:59:00
202	Esc. Pedro Bastidas	Acequia Alta - El Aguacate	0.15	24	Miércoles	0:00:00	23:59:00
				24	Jueves	0:00:00	23:59:00
203	Mafla Edmundo	Acequia Alta - El Aguacate	0.58	24	Miércoles	0:00:00	23:59:00
				24	Jueves	0:00:00	23:59:00
204	Fuentes Victoria	Acequia Alta - El Aguacate	0.94	24	Lunes	0:00:00	23:59:00
				24	Lunes	0:00:00	23:59:00
205	Ortega Cleotilde	Acequia Alta - El Aguacate	4.31	24	Lunes	0:00:00	23:59:00
				24	Sábado	0:00:00	23:59:00
206	Ortega Vinicio	Acequia Alta - El Aguacate	0.94	24	Miércoles	0:00:00	23:59:00
				24	Jueves	0:00:00	23:59:00
207	Castro Hugo	Acequia Alta - El Aguacate	0.5	24	Miércoles	0:00:00	23:59:00
				24	Jueves	0:00:00	23:59:00
208	Vargas José	Acequia Alta - El Aguacate	0.5	24	Viernes	0:00:00	23:59:00
				24	Sábado	0:00:00	23:59:00
209	Ortega Joel	Acequia Alta - El Aguacate	0.5	24	Viernes	0:00:00	23:59:00
				24	Sábado	0:00:00	23:59:00
210	Luis Valencia	Acequia Alta - El Aguacate	0.66	24	Viernes	0:00:00	23:59:00
				24	Sábado	0:00:00	23:59:00
211	Bolaños Anita	Acequia Alta - El Aguacate	0.77	24	Miércoles	0:00:00	23:59:00
				24	Miércoles	0:00:00	23:59:00
212	Bolaños Isaura	Acequia Alta - El Aguacate	1	24	Miércoles	0:00:00	23:59:00
213	Ortega Segundo	Acequia Alta - El Aguacate	0.34	24	Viernes	0:00:00	23:59:00
				24	Sábado	0:00:00	23:59:00
214	Pupiales Rodrigo	Acequia Alta - El Aguacate	0.5	24	Domingo	0:00:00	23:59:00
				24	Domingo	0:00:00	23:59:00

215	Martínez Víctor	Acequia Alta - El Aguacate	1.31	24	Martes	0:00:00	23:59:00
				24	Viernes	0:00:00	23:59:00
216	Brusil Segundo	Acequia Alta - El Aguacate	2.13	24	Martes	0:00:00	23:59:00
				24	Viernes	0:00:00	23:59:00
217	Flores Elsa	Acequia Alta - El Aguacate	1.5	24	Miércoles	0:00:00	23:59:00
				24	Miércoles	0:00:00	23:59:00
218	López Valeria	Acequia Alta - El Aguacate	0.5	24	Martes	0:00:00	23:59:00
				24	Martes	0:00:00	23:59:00
219	Castro Enrique	Acequia Alta - El Aguacate	1.74	24	Viernes	0:00:00	23:59:00
				24	Sábado	0:00:00	23:59:00
220	Luis Humberto Ortega	Acequia Alta - El Aguacate	1.38	24	Jueves	0:00:00	23:59:00
				24	Domingo	0:00:00	23:59:00
221	Montero Rosa	Acequia Alta - El Aguacate	1.25	24	Jueves	0:00:00	23:59:00
				24	Domingo	0:00:00	23:59:00
222	Flores Elsa	Acequia Alta - Pueblo Nuevo	19	7.28	Lunes	0:00:00	7:17:00
				7.28	Jueves	12:00:00	19:17:00
223	Aguirre Gonzalo	Acequia Alta - Pueblo Nuevo	46	18.2	Lunes	7:17:00	Mar - 0:55:00
				18.2	Jueves	19:17:00	Vier - 12:55:00
224	Inlago Pedro	Acequia Alta - Pueblo Nuevo	6.2	2.2	Martes	0:55:00	3:17:00
				2.2	Viernes	12:55:00	15:17:00
225	Churta Arturo	Acequia Alta - Pueblo Nuevo	2.6	0.98	Martes	3:17:00	4:16:00
				0.98	Viernes	15:17:00	16:16:00
226	Pozo Efraín	Acequia Alta - Pueblo Nuevo	1	0.38	Martes	4:16:00	4:39:00
				0.38	Viernes	16:16:00	16:39:00
227	El Panteón	Acequia Alta - San Rafael	1.72	0.95	Martes	4:39:00	5:18:00
				0.95	Viernes	16:39:00	17:18:00
228	Zuleta José	Acequia Alta - San Rafael	5.59	2.13	Martes	5:18:00	7:26:00
				2.13	Viernes	17:18:00	19:26:00
229	Román Pedro	Acequia Alta - San Rafael	5.1	1.95	Martes	7:26:00	9:23:00
				1.95	Viernes	19:26:00	21:23:00
230	Calan Gonzalo	Acequia Alta - San Rafael	4.61	1.76	Martes	9:23:00	11:09:00
				1.76	Viernes	21:23:00	23:09:00
231	Rosero Luis	Acequia Alta - San Rafael	7.85	3	Martes	11:09:00	14:09:00
				3	Viernes	23:09:00	Sáb - 2:09:00
232	Cuello Vicente	Acequia Alta - San Rafael	2	0.77	Martes	14:09:00	14:55:00
				0.77	Sábado	2:09:00	2:55:00
233	Sánchez William	Acequia Alta - San Rafael	3.88	1.48	Martes	14:55:00	16:24:00
				1.48	Sábado	2:55:00	4:24:00
234	Ichau Pedro	Acequia Alta - San Rafael	1	0.38	Martes	16:24:00	16:47:00
				0.38	Sábado	4:24:00	4:47:00
235	Cuasquer Colon	Acequia Alta - San Rafael	3	1.15	Martes	16:47:00	17:56:00
				1.15	Sábado	4:47:00	5:56:00

236	Cuasquer Isidro	Acequia Alta - San Rafael	4	1.53	Martes	17:56:00	19:28:00
				1.53	Sábado	5:56:00	7:28:00
237	Bernal Betty	Acequia Alta - San Rafael	1.25	0.47	Martes	19:28:00	19:56:00
				0.47	Sábado	7:28:00	7:56:00
238	Suarez Daniel	Acequia Alta - San Rafael	3	1.15	Martes	19:56:00	21:05:00
				1.15	Sábado	7:56:00	9:05:00
239	Chamorro Adolfo	Acequia Alta - San Rafael	4	1.53	Martes	21:05:00	22:37:00
				1.53	Sábado	9:05:00	10:37:00
240	Arteaga Elsa	Acequia Alta - San Rafael	3.4	1.30	Martes	22:37:00	23:55:00
				1.30	Sábado	10:37:00	11:55:00
241	Villaruel Guadalupe	Acequia Alta - San Rafael	3.6	1.20	Martes	23:55:00	Mier - 1:17:00
				1.37	Sábado	11:55:00	13:17:00
242	Arévalo Jorge	Acequia Alta - San Rafael	1.78	0.67	Miércoles	1:17:00	1:57:00
				0.67	Sábado	13:17:00	13:57:00
243	Bernal Segundo	Acequia Alta - San Rafael	9.8	3.75	Miércoles	1:57:00	5:42:00
				3.75	Sábado	13:57:00	17:42:00
244	Bernal Betty	Acequia Alta - San Rafael	1	0.38	Miércoles	5:42:00	6:05:00
				0.38	Sábado	17:42:00	18:05:00
245	Suarez Roció	Acequia Alta - San Rafael	2	0.77	Miércoles	6:05:00	6:51:00
				0.77	Sábado	18:05:00	18:51:00
246	Gaón Zoila	Acequia Alta - San Rafael	2.6	1.00	Miércoles	6:51:00	7:51:00
				1.00	Sábado	18:51:00	19:51:00
247	González Eduardo	Acequia Alta - San Rafael	3.2	1.22	Miércoles	7:51:00	9:04:00
				1.22	Sábado	19:51:00	21:04:00
248	Meneses Rolando	Acequia Alta - San Rafael	2	0.77	Miércoles	9:04:00	9:50:00
				0.77	Sábado	21:04:00	21:50:00
249	Arteaga Abdón	Acequia Alta - San Rafael	2	0.77	Miércoles	9:50:00	10:36:00
				0.77	Sábado	21:50:00	22:36:00
250	Escobar Luis	Acequia Alta - San Rafael	5	1.92	Miércoles	10:36:00	12:31:00
				1.12	Sábado	22:36:00	Dom - 0:31:00
251	Alfaro Lino Sres. Piedra 1.5 has	Acequia Alta - San Rafael	7	2.68	Miércoles	12:31:00	15:12:00
				2.68	Domingo	0:31:00	3:12:00
252	Cando Ana Lucia Danilo Piedra 1.15	Acequia Alta - San Rafael	2.6	1.00	Miércoles	15:12:00	16:12:00
				1.00	Domingo	3:12:00	4:12:00
253	Bosmediano Oswaldo	Acequia Alta - San Rafael	2	0.77	Miércoles	16:12:00	16:58:00
				0.77	Domingo	4:12:00	4:58:00
254	Bernal Mauricio	Acequia Alta - San Rafael	2.5	0.95	Miércoles	16:58:00	17:55:00
				0.95	Domingo	4:58:00	5:55:00
255	Paspuel Juan	Acequia Alta - San Rafael	2	0.77	Miércoles	17:55:00	18:41:00
				0.77	Domingo	5:55:00	6:41:00
256	Toapanta Raúl	Acequia Alta - El Guitarrero	1.63	0.62	Miércoles	18:41:00	19:18:00
				0.62	Domingo	6:41:00	7:18:00

257	Toapanta Lourdes	Acequia Alta - El Guitarrero	1.38	0.53	Miércoles	19:18:00	19:50:00
				0.53	Domingo	7:18:00	7:50:00
258	Toapanta Jorge	Acequia Alta - El Guitarrero	1.38	0.53	Miércoles	19:50:00	20:22:00
				0.53	Domingo	7:50:00	8:22:00
259	Toapanta Elvia	Acequia Alta - El Guitarrero	1.68	0.63	Miércoles	20:22:00	21:00:00
				0.63	Domingo	8:22:00	9:00:00
260	Toapanta Milton	Acequia Alta - El Guitarrero	1.57	0.60	Miércoles	21:00:00	21:36:00
				0.60	Domingo	9:00:00	9:36:00
261	Toapanta Geovanny	Acequia Alta - El Guitarrero	1.52	0.58	Miércoles	21:36:00	22:11:00
				0.58	Domingo	9:36:00	10:11:00
262	Toapanta María	Acequia Alta - El Guitarrero	1.52	0.58	Miércoles	22:11:00	22:46:00
				0.58	Domingo	10:11:00	10:46:00
263	Toapanta Agustín	Acequia Alta - El Guitarrero	4	1.07	Miércoles	22:46:00	Juev - 0:18:00
				1.53	Domingo	10:46:00	12:18:00
264	Aguirre Gonzalo	Acequia Alta - El Guitarrero	5.5	2.10	Jueves	0:18:00	2:24:00
				2.10	Domingo	12:18:00	14:24:00
265	Murillo Galo	Acequia Alta - El Guitarrero	4	1.53	Jueves	2:24:00	3:56:00
				1.53	Domingo	14:24:00	15:56:00
266	Loza Susana	Acequia Alta - El Guitarrero	3	1.15	Jueves	3:56:00	5:05:00
				1.15	Domingo	15:56:00	17:05:00
267	Herrera Marcelo	Acequia Alta - El Guitarrero	3	1.15	Jueves	5:05:00	6:14:00
				1.15	Domingo	17:05:00	18:14:00
268	Luis Humberto Ortega	Acequia Alta - El Guitarrero	1	0.38	Jueves	6:14:00	6:37:00
				0.38	Domingo	18:14:00	18:37:00
269	Proaño María	Acequia Alta - El Guitarrero	2.5	0.95	Jueves	6:37:00	7:34:00
				0.95	Domingo	18:37:00	19:34:00
270	Bastidas Milton	Acequia Alta - El Guitarrero	6.1	2.33	Jueves	7:34:00	9:54:00
				2.33	Domingo	19:34:00	21:54:00
271	Santiago Erazo	Acequia Alta - El Guitarrero	9	3.45	Jueves	9:54:00	13:21:00
				4.25	Domingo	21:54:00	Lunes - 1:21:00
TOTAL			862.34				

Anexo 2. Dignidades que representan a la Junta de Riego Monte Olivo – San Rafael

Dignidades	Nombres
1. <i>Presidente</i>	Sr. Aguirre Mejía Gonzalo Javier
2. <i>Vicepresidente</i>	Sr. López Daza Cristian David
3. <i>Secretaria</i>	Srta. Chiles Villarreal Mayra Lisseth
4. <i>Tesorero</i>	Sr. Erazo Herrera Santiago Roberto
5. <i>Vocales principales</i>	
• Primer vocal (Módulo 1)	Sr. Cuasquer Arcos Segundo Rodrigo
• Segundo vocal (Módulo)	Sr. Castro Ortega Marco Antonio
• Tercer vocal	Sr. Chandy Quelal Manuel Mesias
• Cuarto vocal	Sr. Calán Erazo Medardo Iván
• Quinto vocal	Sr. Aguirre Mejía Jaime Fernando
• Sexto vocal	Sr. Chávez Martínez Ángel Octavio
• Séptimo vocal	Sr. Zuleta Mayorga César Octavio
• Octavo vocal	Sr. Suárez Montenegro Oswaldo Daniel
6. <i>Vocales suplentes</i>	
• Primer vocal	Sr. Robles Andino Cándida Lorena
• Segundo vocal	Sr. Carapáz Cevallos Juan Orlando
• Tercer vocal	Sr. Borja Lozano Edgar Fabricio
• Cuarto vocal	Sr. Armas González César Polibio
• Quinto vocal	Sr. Chunés Delgado Julio César
Sexto vocal	Sr. Beltrán Guaranguay Humberto Milleres
Séptimo vocal	Sr. Morillo Lara Galo Bolívar
Octavo vocal	Sr. Bolaños Cárdenas Luis Alfonso

Anexo 3. Encuesta aplicada a los usuarios de la Junta de Riego Monte Olivo – San Rafael

Estimado agricultor:

Le solicitamos unos minutos de su tiempo. Se está realizando un estudio con el objetivo de obtener información sobre el manejo del agua y el suelo en los sistemas de producción agropecuaria del área de influencia de los canales de riego Monte Olivo – San Rafael. La información que se obtenga será de mucha importancia para el desarrollo de la investigación, conteste por favor con absoluta sinceridad. Marque con una “X” las respuestas que usted considere adecuadas, puede seleccionar más de una opción.

Sistema de riego: administración y problemática

Problemática

1. *¿Considera usted que en el sistema de riego existen problemas con...?*

Distribución del agua	
Infraestructura de los canales	
Derrumbos	
Turnos en el suministro de agua	
Tarifas de agua	
Robo de agua	
Gestión administrativa de la junta	
Otros...	

Administración

2. *La administración de la directiva principal de la junta es:*

Excelente	
Buena	
Regular	
Mala	

3. *¿Está de acuerdo con el sistema de tarifas por el uso de agua?*

Si	
No	
¿Por qué?...	

4. *¿En cuáles de los siguientes aspectos se necesita mayor apoyo por parte de la administración de la junta?*

Trabajos en la infraestructura	
Distribución de los turnos de agua	
Tecnificación en riego	
Recuperación de suelo erosionado	
Otros...	

5. *¿Estaría de acuerdo en que la administración organice capacitaciones periódicamente?*

Si	
No	

Si su respuesta es sí pase a la pregunta 6, si la respuesta es no pase a la pregunta 7.

6. *¿En cuáles temas le gustaría ser capacitado?*

Fertilización	
Tecnificación en riego (goteo, aspersión)	
Análisis de suelo	
Recuperación de suelo erosionado	
Otros...	

Sistemas de producción agropecuaria: prácticas agrícolas y pecuarias.

7. *Las actividades que desarrolla en el predio son:*

Agrícolas (producción de cultivos)	
Pecuarias (crianza de animales)	
Otras...	

Si la respuesta es pecuarias pase a la pregunta 8, si la respuesta es agrícolas pase a la pregunta 10.

Producción pecuaria

8. *¿Cuáles son los animales que usted cría?*

Vacuno o bovino (vacas)	
Ovino (ovejas)	
Porcino (cerdos)	
Caprino (cabras)	
Equino o caballar (caballos)	
Animales menores (cuyes, gallinas y conejos, entre otros.)	

9. *Los productos pecuarios (carne, leche y huevos, entre otros) se producen para:*

Autoconsumo (en el hogar)	
Comercialización	
Transformación (queso, mantequilla y otros derivados)	
Trueque (en el mercado de Pimampiro)	
Regalo a familia y amigos	
Otros...	

Producción agrícola

10. *Los terrenos que usted trabaja son:*

Arrendados	
Propios	
De familiares (prestada)	
Sistema conocido como al partir	
Otros...	

11. ¿Cuáles son los principales cultivos que trabaja en su parcela?

Cebolla		Pimiento	
Manzana		Pepinillo	
Tomate de árbol		Naranja	
Mora		Mandarina	
Aguacate		Durazno	
Papa		Fréjol	
Maíz		Granadilla	
Haba		Tomate riñón	
Limón		Vainita	
Otros.....			

12. ¿Cuáles son los cultivos de mayor importancia económica?

Cebolla		Pimiento	
Manzana		Pepinillo	
Tomate de árbol		Naranja	
Mora		Mandarina	
Aguacate		Durazno	
Papa		Fréjol	
Maíz		Granadilla	
Haba		Tomate riñón	
Limón		Vainita	
Otros.....			

Rotación de cultivos

13. ¿Realiza usted rotación de los cultivos de ciclo corto?

Si	
No	

Si la respuesta es sí pase a la pregunta 14, si la respuesta es no pase a la pregunta 15.

14. Realiza la rotación del cultivo después de cosechar:

Una vez	
Dos veces	
Otros...	

15. ¿Cómo realiza la rotación de cultivos?

Experiencia propia	
Asesoramiento técnico (apoyo de expertos)	
Otros...	

16. ¿Con qué finalidad realiza usted la rotación de cultivos?

Aumentar la producción	
Reducir el agotamiento del suelo	
Reducir ataque de plagas y enfermedades	
Cambiar por cultivos de mayor rendimiento económico	
Otros...	

17. ¿Cuál es la secuencia de cultivos que usted utiliza en la rotación de los mismos?

Cebolla – pepinillo - fréjol	
Cebolla – pepinillo - fréjol	
Cebolla – pepinillo -tomate riñón	
Cebolla - maíz	
Otros...	

Crédito

18. ¿Ha tenido usted crédito agrícola?

Si	
No	

Si su respuesta es sí pase a la pregunta 19, si su respuesta es no pase a la pregunta 20.

19. Entidad que lo otorga:

	Nombre de la entidad financiera
Banco	
Cooperativa	
Otros	

20. Destino del crédito:

Semillas	
Agroquímicos	
Mano de Obra	
Maquinaria	
Herramientas	
Tecnificación en riego	
Otros ...	

Insumos

21. ¿Utiliza usted agroquímicos?

Si	
No	

Si la respuesta es sí pase a la pregunta 22 si la respuesta es no pase a la pregunta 24.

22. ¿Realiza usted análisis de suelos para decidir el uso de agroquímicos?

Si	
No	

Si la respuesta es sí pase a la pregunta 23, si la respuesta es no pase a la pregunta 24.

23. ¿Con qué frecuencia realiza el análisis de suelos?

Cada 6 meses	
Cada año	
Cada 2 años	
Otros...	

24. ¿Contrata trabajadores?

Si	
No	

Si su respuesta es sí pase a la pregunta 25, si su respuesta es no pase a la pregunta 26.

25. ¿Son trabajadores fijos u ocasionales?,
¿Hasta cuántos trabajadores?

Fijos	
Ocasionales	

He contratado hastatrabajadores.

26. ¿Cuánto es el salario de un jornal?

12 USD incluido desayuno y almuerzo.	
15 USD no incluye desayuno y almuerzo.	
Otros...	

27. ¿Utiliza maquinaria pesada para trabajar sus terrenos?

Si	
No	

Si su respuesta es sí pase a la pregunta 28, si su respuesta es no pase a la pregunta 29.

28. ¿Qué tipo de maquinaria pesada utiliza?

Tractor agrícola	
Cosechadoras	
Excavadoras	
Otros...	

Comercialización

29. El destino de los productos es:

Mercado mayorista	
Mercado minorista	
A comerciantes o intermediarios	
Consumo propio	
Supermercado	
Trueque	
Regalo a familiares y amigos	
Otros ...	

30. ¿Cuál es el mercado más frecuente para comercializar sus productos?

Ibarra	
Pimampiro	
San Gabriel	
Bolívar	
Otros ...	

Prácticas de riego parcelario

31. ¿Qué tipo de riego utiliza?

Gravedad o inundación	
Goteo	
Aspersión	
Otros...	

32. El tipo de riego utilizado se realiza con base en:

Tradicción	
Asesoramiento técnico (Apoyo de técnicos y expertos)	
Condiciones de cultivo (tipos de cultivo)	
Topografía del terreno (pendientes)	
Recomendación de familiares o amigos	
Otros ...	

33. ¿Cómo maneja el agua para riego de los cultivos?:

Almacenamiento en reservorios	
Aplicación directa al cultivo	
Otros ...	

34. ¿Cuáles problemas de degradación del suelo generados por el riego y la lluvia ha observado en sus predios?

Laminar (Arrastre de suelo en cantidades pequeñas, tipo lámina)	
Áreas con presencia de cangahua	
Formaciones de cárcavas y surcos (grietas)	
Otros...	

35. ¿Ha recibido capacitación relacionado al riego?

Si	
No	

36. ¿El tiempo de suministro de agua por el canal es suficiente para riego de sus cultivos?

El tiempo de riego es insuficiente para regar toda la parcela.	
El tiempo entre dos riegos es demasiado largo	
No existe problemas con el abastecimiento de agua de riego	

37. ¿Qué proporción de sus terrenos logra regar con el derecho del suministro de agua que dispone?

(30 – 50) %	
(51 – 70) %	
(71 – 90) %	
(91 – 100) %	

38. ¿Ha perdido cosechas por falta de agua?

Si	
No	

Si su respuesta es sí pase a la pregunta 39, si su respuesta es no pase a la pregunta 40.

39. ¿Cuál fue la causa de la falta de agua?

Derrumbe en el canal bajo	
Época de sequía prolongada	
El abastecimiento del agua no es suficiente	
Otros....	

40. ¿Considera usted que existe contaminación del agua?

Si	
No	

Si su respuesta es sí pase a la pregunta 41, si su respuesta es no pase a la pregunta 42.

41. ¿Qué prácticas o actividades lo ocasionan?

Lavado de bombas y tanques de fumigar con agua de los canales.	
Botan basura en los canales.	
Arrastre de desechos y suelo generados por la escorrentía del agua.	
Otros....	

Innovación

42. ¿Realiza usted alguna de las siguientes actividades para conservar y optimizar el agua de riego dentro de su terreno?

Construir reservorios	
Canales internos	
Cosecha de agua	
Terrazas (camas)	
Reutilización del agua	
Otras...	

43. ¿Estaría dispuesto a tecnificar el riego?

Si	
No	
¿Por qué?..	

44. ¿Cuáles son los factores que dificultan la tecnificación del riego?

Recursos económicos	
Desconocimiento	
Otros...	

45. De las siguientes actividades que disminuyen la degradación del suelo, ¿Cuáles realiza usted?

Terrazas (camas)	
Cultivos ordenados en contra de la pendiente	
Riego tecnificado	
Uso de invernaderos	
Otros...	

46. ¿Cuáles de las siguientes estrategias para disminuir la degradación estaría dispuesto a aplicar?

Sistemas agroforestales (asociación de árboles con cultivo)	
Sistemas silvopastoriles (asociación de árboles con pastos)	
Cortinas rompevientos (árboles en linderos)	
Terrazas con barreras vivas	
Otros....	

Tipología del agricultor

Nombre y apellido		
Edad		
Sexo	Masculino	
	Femenino	
Grado de estudio	Primaria	
	Bachillerato	
	Universidad	
	Posgrado	
	Sin estudio	
Número de integrantes en la familia		

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Anexo 4. Registro fotográfico del levantamiento de información en la fase de campo.
Recorrido por el canal alto Monte Olivo – San Rafael.



Figura 45. Captación del canal alto Monte Olivo - San Rafael.



Figura 46. Infraestructura del canal alto Monte Olivo – San Rafael.



Figura 47. Cultivos regados por el canal alto Monte Olivo - San Rafael.

Recorrido por el canal bajo Monte Olivo – San Rafael.



Figura 48. Captación del canal bajo Monte Olivo - San Rafael.



Figura 49. Infraestructura del canal bajo Monte Olivo - San Rafael.

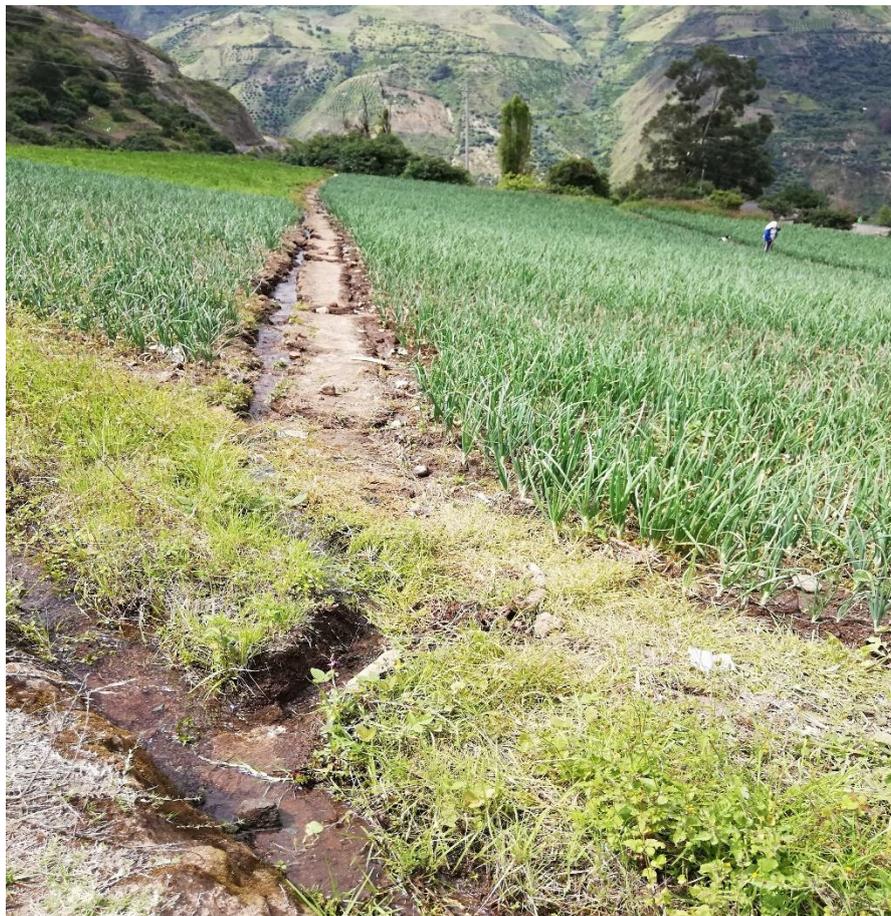


Figura 50. Riego por gravedad en un cultivo de cebolla regado por el canal bajo Monte Olivo - San Rafael.

**Aplicación de encuestas y entrevistas a los agricultores del sistema de riego Monte Olivo
– San Rafael.**



Figura 51. Entrevista a exdirigentes de la Junta General de Riego Monte Olivo - San Rafael.



Figura 52. Entrevista a los operadores encargados del mantenimiento de los canales Monte Olivo - San Rafael.



Figura 53. Aplicación de encuestas a los agricultores del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.



Figura 54. Aplicación de encuestas a los agricultores de la asociación La Hacienda del sistema de riego Monte Olivo - San Rafael.