

**IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS CAMPESINAS  
E INDÍGENAS EN EL USO RACIONAL DEL AGUA, EMPLEADAS EN  
SISTEMAS PRODUCTIVOS DE ALTURA VULNERABLES A EVENTOS  
CLIMÁTICOS EXTREMOS, EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO.**

**MAYRA DEL ROCÍO MARTÍNEZ OLIVO**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2014**

## HOJA DE CERTIFICACIÓN

### EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE:

El trabajo de investigación titulado:

**“IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS CAMPESINAS E INDÍGENAS EN EL USO RACIONAL DEL AGUA, EMPLEADAS EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE ALTURA VULNERABLES A EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS, EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO”**. De responsabilidad de la Señorita Egresada MAYRA DEL ROCÍO MARTÍNEZ OLIVO ha sido prolijamente revisada quedando autorizada para su respectiva defensa.

### TRIBUNAL DE TESIS.

Ing. Agr. FERNANDO ROMERO C.  
**DIRECTOR**

---

Ing. Agr. JUAN LEÓN RUÍZ.  
**MIEMBRO**

---

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES.**

**ESCUELA INGENIERÍA AGRONÓMICA.**

**RIOBAMBA – ECUADOR.**

**2014**

## **DEDICATORIA**

*A todas aquellas personas de las cuales he aprendido que una vida dedicada al campo produce los mejores frutos; así como de una semilla se obtiene un gran árbol de un sueño se obtiene un triunfo.*

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres y abuelitos por haberme enseñado que no hay cosas imposibles en la vida cuando se las hace de corazón.

A Diego, mi familia y mis amigos por su apoyo desinteresado y constante en distintos escenarios de mi vida, en especial a Eliza, María José, Mariuxi, Álvaro, Juanito, Fabián, Gustavo, Leonardo, César, Laura y Fabricio.

Al Ingeniero Juan León Ruíz por todas aquellas enseñanzas en el ámbito académico y profesional y por su confianza y motivación para concluir con el presente trabajo.

Al Ingeniero Fernando Romero por toda su confianza puesta en mi persona y por sus conocimientos y tiempo dedicados a esta investigación.

Al Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola, en especial a Gaby y Julio por la oportunidad de ser parte del proyecto TAAF-Meso Andino y todas sus experiencias, además por sus conocimientos, tiempo y sugerencias que enriquecieron este trabajo.

Al Sr. Tobías Ati y la Ing. Anita Pucha representantes del GAD San Juan por la apertura para la realización de la investigación.

Y sobre todo a cada uno de los integrantes de las comunidades de la parroquia San Juan por los seis meses de enseñanzas desde su saber que quedaron en mi memoria por su sencillez y humildad.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
	LISTA DE CUADROS	i
	LISTA DE TABLAS	ii
	LISTA DE GRÁFICOS	v
	LISTA DE ANEXOS	vii
I.	TITULO	1
II.	INTRODUCCIÓN	1
III.	MARCO TEÓRICO	6
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	54
V.	RESULTADOS DE CAMPO	60
VI.	CONCLUSIONES	155
VII.	RECOMENDACIONES	158
VIII.	RESUMEN	159
IX.	ABSTRACT	172
X.	BIBLIOGRAFÍA	161
XI.	ANEXOS	173

## LISTA DE CUADROS

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
1	Proyecciones de Cambio climático en Ecuador.	19
2	Tendencias climáticas en la Región Valle interandino Ecuador.	20
3	Asentamientos humanos que integran el territorio parroquial	62
4	Población total en la parroquia.	63
5	Población económicamente activa por segmento de ocupación.	64
6	Distribución del recurso hídrico accesible para riego en la parroquia San Juan.	66
7	Clasificación de suelos en la microcuenca del río Chimborazo.	68
8	Uso actual del suelo en la parroquia.	68
9	Uso actual del suelo por comunidad en la parroquia.	70
10	Especies de flora presentes en las zonas de producción.	75
11	Especies de flora presentes en las zonas de bosque.	76

## LISTA DE TABLAS

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
1	Calendario Estacional de la Microcuenca del Río Chimborazo.	81
2	Características del sistema silvopastoril. Comunidad Chorrera Mirador.	121
3	Propiedades físicas y química del suelo en un sistema agroforestal en la Comunidad Chorrera Mirador.	122
4	Contenidos de humedad en el sistema silvopastoril ubicado en la comunidad de Chorrera Mirador, bajo seco.	123
5	Propiedades físicas y química del suelo en un área de pajonal.	125
6	Contenidos de humedad en el sistema de pajonal en la comunidad de Chorrera Mirador, bajo seco.	126
7	Métodos de suministro de agua a los cultivos en la zona media de la MRCH.	127
8	Características del sistema de producción con el sistema de riego mediante Pishku chaqui.	128
9	Propiedades físicas y química del suelo de un sistema de producción con el sistema de riego mediante Pishku chaqui.	129
10	Características del riego por gravedad mediante Pishku chaqui.	130
11	Contenidos de humedad en el sistema productivo de pasto en la comunidad de Shobol Llinllín, bajo el sistema de riego Pishku chaqui.	130
12	Características del sistema productivo silvopastoril en la comunidad de Santa Isabel, bajo seco.	132

<b>13</b>	Propiedades físicas y química del suelo en el sistema productivo silvopastoril en la comunidad de Santa Isabel, bajo secano.	133
<b>14</b>	Contenidos de humedad en el sistema productivo silvopastoril en la comunidad de Santa Isabel, bajo secano.	133
<b>15</b>	Características del sistema productivo	135
<b>16</b>	Propiedades físicas y química del suelo en el sistema productivo de toronjil, en la comunidad Chimborazo, bajo el sistema de riego por surcos.	135
<b>17</b>	Características del riego en el sistema productivo de toronjil, en la comunidad Chimborazo, bajo el sistema de riego por surcos.	136
<b>18</b>	Contenidos de humedad en el sistema productivo de toronjil, en la comunidad Chimborazo, bajo el sistema de riego por surcos.	137
<b>19</b>	Características del sistema de producción de pasto en la Comunidad Chimborazo bajo el sistema de riego por aspersión.	138
<b>20</b>	Características de los aspersores utilizados en el sistema de riego por aspersión en el sistema de producción de pasto.	139
<b>21</b>	Características del sistema productivo en terrazas. Barrio San Francisco. San Juan.	140
<b>22</b>	Propiedades físicas y química del suelo en el sistema productivo en terrazas. Barrio San Francisco. San Juan.	141
<b>23</b>	Métodos de suministro de agua a los cultivos en la zona media de la MRCH.	142
<b>24</b>	Caudales aforados utilizados para la irrigación del sistema productivo en terrazas. San Juan.	142
<b>25</b>	Contenidos de humedad en pasto ubicado en un sistema productivo en terrazas, en el Barrio San Francisco _ San Juan, bajo riego por gravedad en surcos.	144
<b>26</b>	Contenidos de humedad en el cultivo de maíz en el sistema	



	productivo en terrazas, en el barrio San Francisco San Juan comunidad de Chorrera Mirador, bajo secano.	145
<b>27</b>	Contenidos de humedad en el cultivo de papa ubicado en un sistema productivo en terrazas, en el Barrio San Francisco _ San Juan, bajo riego por gravedad en surcos.	146
<b>28</b>	Contenidos de humedad en un policultivo ubicado en un sistema productivo en terrazas en el Barrio San Francisco _ San Juan, bajo riego por gravedad en surcos.	148
<b>29</b>	Pérdida del contenido de humedad (Vol, %) a 15 cm de profundidad en los sistemas evaluados en la MRCH.	150
<b>30</b>	Pérdida del contenido de humedad (Vol, %) a 30 cm de profundidad en los sistemas evaluados en la MRCH.	152

## LISTA DE GRÁFICOS

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
1	Uso del suelo en la parroquia San Juan	69
2	Superficie dedicada a la producción agrícola en la parroquia	77
3	Distribución acumulada de la precipitación (Enero - Diciembre) 1964-2012	89
4	Precipitación diaria 1964-2012.	92
5	Precipitaciones máximas mensuales 1964-2012	92
6	Precipitaciones medias mensuales 1964-2012	93
7	Modificaciones en la distribución de las precipitaciones 1964-2012	94
8	Determinación de la ecuación de descenso de humedad del suelo en el sistema silvopastoril. Comunidad Chorrera Mirador.	124
9	Determinación de la ecuación de descenso de humedad del suelo en el sistema de pajonal. Comunidad Chorrera Mirador.	126
10	Determinación de la ecuación de descenso de humedad del suelo sistema productivo de pasto bajo el sistema de riego PiskuChaqui.	131
11	Variación del contenido de humedad del suelo en el sistema silvopastoril. Comunidad Chorrera Mirador.	134
12	Determinación de la ecuación de descenso de humedad del suelo en el sistema producción de toronjil.	137
13	Determinación de la ecuación de descenso de humedad del suelo en el sistema de producción de pasto.	144
14	Determinación de la ecuación de descenso de humedad del	

	suelo en el sistema de producción de papa.	146
<b>15</b>	Variación del contenido de humedad del suelo en el sistema silvopastoril. Comunidad Chorrera Mirador.	147
<b>16</b>	Determinación de la ecuación de descenso de humedad del suelo en el sistema de producción de pasto.	149
<b>17</b>	Pérdida del contenido de humedad (Vol, %) a 15 cm de profundidad en los sistemas evaluados en la MRCH.	150
<b>18</b>	Pérdida del contenido de humedad (Vol, %) a 30 cm de profundidad en los sistemas evaluados en la MRCH.	153
<b>19</b>	Pérdida del contenido de humedad (Vol, %) a 15 y 30 cm de profundidad en los sistemas evaluados en la MRCH.	153

**LISTA DE ANEXOS**

<b>NÚMERO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>1</b>	Resultados de los análisis de suelo.	<b>173</b>
<b>2</b>	Actividades en campo	<b>173</b>

## LISTA DE ACRÓNIMOS

TAAF	Proyecto Tecnologías campesinas e indígenas usadas en sistemas productivos de altura vulnerables a eventos climáticos extremos en las Regiones Andina y Mesoamericana
SENAGUA	Secretaría Nacional del Agua.
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
IPCC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático
GEI	Gases de efecto invernadero
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo
CVCA	Metodología de Análisis de Capacidad y Vulnerabilidad Climática (CVCA)
CARE	Cooperativa para la Asistencia y Remesas al Exterior
CRISTAL	Herramienta de evaluación del riesgo comunitario – Adaptación y medios de vida
MAE.	Ministerio del ambiente Ecuador
MRCH	Microcuenca del Río Chimborazo
GAD	Gobierno Autónomo descentralizado

# **I. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS CAMPESINAS E INDÍGENAS EN EL USO RACIONAL DEL AGUA, EMPLEADAS EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE ALTURA VULNERABLES A EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS, EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO**

## **II. INTRODUCCIÓN**

El clima mundial está cambiando: los impactos asociados con la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera como consecuencia de las actividades antrópicas, los cambios en la temperatura media, los cambios en las estaciones y una intensidad cada vez mayor de eventos climáticos extremos ya están dándose y empeorarán en el futuro (PNUD, 2008).

El sector “agricultura” representa una de las principales fuentes de emisiones de Gases de efecto invernadero (GEI) en Ecuador, pues pasaron de aproximadamente de 159 millones de toneladas de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-eq) en 1990 a 210 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>-eq en 2006, un incremento del 24% en 16 años, a un promedio de un 1,5% anual. El uso en exceso de fertilizantes nitrogenados, la quema de los desechos orgánicos y la expansión de la frontera agrícola generan importantes emisiones de GEI en este sector. Los principales GEI emitidos son el dióxido de carbono, el metano y óxido nitroso; de los cuales el último es el que presenta el mayor potencial de calentamiento global de gases de efecto invernadero (Ministerio de Ambiente. 2012 ).

Los cambios en la temperatura promedio del aire y del suelo, sumados a los cambios en la disponibilidad del agua, ya sea a través de la lluvia o de agua de riego, pueden tener un efecto en el incremento de plagas y la pérdida de tierras cultivables y cosechas, lo que a su vez repercuten negativamente en la producción de alimentos para consumo local y de exportación. El sector agrícola representó, según datos del Banco Central del Ecuador, el 5,1% del PIB del 2005 y 2,1% del PIB del 2006. Este significativo decrecimiento se debió, principalmente, al impacto sequías y heladas, eventos climáticos que redujeron la oferta agrícola en 2006. Eventualmente, la disminución en la producción de alimentos básicos

motivaría un incremento de los precios, lo que limitaría el acceso de las poblaciones más vulnerables. La expansión de monocultivos, con el consecuente uso de plaguicidas y fertilizantes, y la expansión de la agricultura para exportación ponen en riesgo la seguridad y soberanía alimentaria, puesto que el interés del pequeño agricultor por ser parte de las cadenas de producción supone un abandono de los multi-cultivos y de los cultivos de autoconsumo, incrementando su vulnerabilidad ante el cambio climático y afectando su entorno inmediato por pérdida de la diversidad genética, la reducción de la resiliencia de los ecosistemas y el alto uso de químicos. La producción pecuaria puede verse afectada por la disminución tanto en la producción de alimento forrajero como en el abastecimiento de agua para las especies de mayor consumo. En conjunto se incrementaría el número de personas amenazadas por el hambre (Ministerio de Ambiente. 2012).

No hay duda de que el sustento de miles de comunidades de agricultores familiares, de agricultores tradicionales y de los pueblos indígenas en países en desarrollo se verá afectado seriamente por los cambios climáticos. También es cierto que miles de agricultores tradicionales en muchas áreas rurales se han adaptado a los ambientes cambiantes, desarrollando sistemas diversos y resilientes en respuesta a las diversas restricciones que han enfrentado a través del tiempo. A pesar del avance por la modernización y de los cambios económicos, algunos sistemas desconocimiento y de manejo agrícola tradicional aún permanecen (Altieri, M. 2012).

*“Hoy nos toca retornar al conocimiento milenario que reside en estos pueblos para aprender a adaptarnos a los nuevos cambios, pero aún no sabemos si la naturaleza podrá adaptarse a cambios tan acelerados como los que las nuevas sociedades les imponen (Amat y León, C. y et al. 2008).*

## **A. JUSTIFICACIÓN**

De acuerdo con FAO, (2012), el exceso y la falta de agua siempre han sido riesgos naturales de la agricultura. En la actualidad, los agricultores sufren más que nunca los extremos climáticos, a pesar de los avances en la predicción del tiempo, del uso de satélites meteorológicos y de la existencia de avanzados modelos informáticos de simulación del

clima.

El Ministerio del ambiente del Ecuador (2012) señala que los sistemas productivos de pequeña escala y de subsistencia son los más vulnerables a los eventos climáticos extremos y variaciones climáticas irregulares. En el periodo de 2002 al 2007, las sequías causaron el 45% de las pérdidas en los cultivos transitorios y 11% en cultivos permanentes. La ausencia de lluvias entre septiembre 2009 y enero 2010 afectó aproximadamente al 98% del área cultivada de Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo, al tiempo que el 2% fue declarado como pérdida total. Esto afectó a 18.000 familias campesinas. Entre los meses de febrero y mayo del año 2010 la falta de lluvias motivó al Gobierno Nacional a declarar el estado de excepción eléctrica (Albán, M. y Prócel, A. 2012), mostrando extremos climáticos que han afectado a los distintos sistemas productivos.

Ante la alta probabilidad de que en el futuro persista la disminución y disponibilidad del recurso hídrico provocado por el deshielo de los glaciares que alimentan a ciertas comunidades, estas comunidades deberán estar en condiciones de diseñar y adoptar medidas de adaptación que les permitan seguir asegurando sus posibilidades de producción agropecuaria. Por esto se deben llevar a cabo estudios para identificar formas eficientes de transporte, almacenamiento y uso del agua. Por otro lado, es necesario identificar los tipos de cosechas más apropiados para las nuevas condiciones de disponibilidad del recurso hídrico, así como a las nuevas condiciones de temperaturas (Rojas, R. 2010).

Robert Chambers menciona que el cambio climático ha impactado ya a innumerables comunidades, exponiéndolas a mayores amenazas y haciéndolas más vulnerables; y esto será más marcado y para algunas comunidades hasta catastrófico en los próximos años. Con el fin de planificar efectivamente acciones de adaptación, es necesario un análisis científico del cambio climático para ampliar el contexto. Sin embargo, a nivel local la información y el conocimiento más relevante ya existe o puede ser generado por el análisis realizado por los propios actores locales (CARE, 2010).

Por estas razones considerando la importancia que posee generar información que contribuya a proveer de alternativas ante el inminente cambio climático, la ESPOCH con la



colaboración del Gobierno autónomo descentralizado parroquial de San Juan se sumaron a ser parte del “Proyecto Tecnologías campesinas e indígenas usadas en sistemas productivos de altura vulnerables a eventos climáticos extremos en las Regiones Andina y Mesoamericana (TAAF Meso Andino) y en la variable de uso óptimo de agua se propone la investigación en la microcuenca del Río Chimborazo, Parroquia San Juan, provincia de Chimborazo la misma que se orienta a los principales sistemas productivos y las tecnologías de uso de agua del lugar a fin de evaluar la tecnología indígena y tradicional como fuente imprescindible de información sobre la capacidad adaptativa que exhiben algunos agricultores para enfrentar el cambio climático, ya que a pesar de la disponibilidad todavía existente de agua en la microcuenca, se han generado situaciones de disminución, pérdidas de las cosechas y cambios en los sistemas productivos asociados a la vulnerabilidad de los mismos ante el inminente cambio climático, tomando en consideración las modificaciones pluviométricas y un mal manejo del recurso agua en la microcuenca.

## **B. OBJETIVOS**

### **1. Objetivo general**

Identificar y caracterizar las tecnologías campesinas e indígenas en el uso racional del agua, empleados en sistemas productivos de altura vulnerables a eventos climáticos extremos, en la microcuenca del río Chimborazo, parroquia San Juan, provincia de Chimborazo.

### **2. Objetivos específicos**

- a. Determinar la vulnerabilidad climática e identificar a nivel comunitario los riegos y la capacidad local de adaptación en los medios de vida de la microcuenca del Río Chimborazo Parroquia San Juan, mediante la utilización de las herramientas CVCA y CRISTAL.

- b. Identificar las tecnologías indígenas y campesinas en el uso racional de agua en sistemas productivos, como medidas de adaptación al cambio climático considerando el enfoque cultural y saber ancestral.
- c. Caracterizar las tecnologías identificadas de uso racional del agua en sistemas productivos de la parroquia.

## **C. HIPÓTESIS**

### **1. Hipótesis de trabajo**

Al menos una tecnología campesina o indígena en el uso racional del agua en sistemas productivos permite la adaptabilidad de los mismos ante los cambios hídricos existentes en la zona como consecuencia del cambio climático.

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **A. CAMBIO CLIMÁTICO**

A nivel mundial las evidencias muestran que la temperatura promedio de la atmósfera y del mar se está incrementando desde mediados del siglo XIX, fenómeno que se explica por el hecho que el efecto invernadero se ha venido acentuando como consecuencia de la concentración en la atmósfera de Gases de Efecto Invernadero (GEI) provenientes de actividades humanas. Este fenómeno, usualmente conocido como “calentamiento global”, tiene el potencial de cambiar los patrones climáticos en todo el planeta (MAE, 2012).

De acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre el cambio climático IPCC. (2007), se define al cambio climático como una importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras.

La temperatura media anual en los países de los Andes septentrionales (Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú) aumentó alrededor de + 0.8 °C durante el siglo XX. Vuille y Bradley (2000) documentaron las tendencias en las anomalías de la temperatura del aire desde 1939 hasta 1998 en los Andes tropicales desde 1°N hasta 23°S en relación a la media de 1961-1999, y descubrieron una última tendencia positiva de +0.11°C por década en este período. Esta tendencia se triplicó durante los 25 últimos años del siglo XX (+0.34 °C por década), aunque parte de esa variabilidad está asociada a la incidencia de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). La magnitud de esta tendencia al calentamiento suele ser mayor en las estaciones climáticas de alturas mayores (Marengo, J. y et. al. 2012).

##### **1. Principales impactos del cambio climático y sus efectos**

De acuerdo con lo que manifiesta Rodríguez, A. (2007), los efectos del calentamiento

global de acuerdo con el con el último reporte del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) es contundente. Señala que el cambio climático no será neutro en cuanto a sus impactos. Los países afectados más adversamente serán aquellos que se localizan en regiones tropicales y subtropicales, donde se ubica la mayor parte de los países en desarrollo y en particular los pobres y más vulnerables, porque tienen menos recursos sociales, tecnológicos y financieros para la adaptación (PNUD, 2008). Los países en desarrollo son los que menos contribuyen con emisiones de gases de efecto invernadero pero en esas regiones los impactos en la agricultura serían significativamente negativos (Rodríguez, A. 2007).

La generación que será testigo de los efectos del cambio climático ya está viva y tiene menos de 33 años. Esta representa el 64% de la población actual, y sufrirá las consecuencias en los próximos 42 años (2008-2050) (Amat y León, C. y *et al.* 2008).

#### **a. Retroceso de glaciares y disponibilidad de agua.**

El retroceso glaciar y la disminución de la disponibilidad de agua es una de las mayores preocupaciones. Los Países Andinos producen el diez por ciento del agua del planeta, que proviene principalmente de ecosistemas alto-andinos y glaciares, los cuales drenan en su mayoría hacia la extensa Amazonía. La alteración de los caudales, evidentemente tendrá un efecto dramático en la región tanto para el acceso a fuentes de agua, hidroenergía y agricultura, como para la conservación de los ecosistemas naturales y en particular la Amazonía, considerada como el pulmón del mundo (Amat y León, C. y *et al.* 2008).

Más de un sexto de la población mundial vive en cuencas fluviales alimentadas por glaciares o por la nieve derretida y se verá afectado por la disminución del volumen de agua almacenada en los glaciares y bancos de nieve (Parry, M. 2007). Los Glaciares de los Andes tropicales ocupan un importante nexo entre las dimensiones físicas y humanas del cambio climático mundial, ya que ambos son indicadores sensibles de los cambios climáticos y embalses hidrológicos potencialmente críticos en las regiones montañosas (Mark, G. 2006).

Mark, G. (2008), citado por (Peralvo, N y *et al.* 2010), manifiesta que; muchos valles andinos son temporalmente secos y dependen de la escorrentía glaciar en combinación con ecosistemas de páramo y puna para mantener procesos biofísicos extensivos. Por ejemplo, estos servicios ecológicos regulan la mayoría de agua para uso humano e irrigación en grandes regiones de los valles intra-montanos de Venezuela, Colombia, Ecuador, y el norte de Perú. Estas funciones ecológicas significan que las cuencas que dependen de glaciares tienen menos variabilidad en la descarga de agua en el año, y los glaciares pueden proveer y distribuir agua durante eventos extremos como sequías. Sin embargo, el cambio climático podría convertir estos servicios en amenazas ambientales. Al aumentar la tasa de retroceso glaciar, se esperaría que los ríos y cursos de agua que se alimentan de la escorrentía glaciar aumenten su flujo lo que podría causar deslizamientos de tierra, inundaciones relámpago, y erosión al corto plazo. En el largo plazo, la subsecuente disminución de la descarga de agua, en combinación con un incremento en la estacionalidad de la escorrentía y una mayor demanda de la población pondrían generar conflictos socio-económicos en los sistemas productivos de la región Andina.

En muchas zonas productivas de altura en los Andes Tropicales, el impacto del deshielo de glaciares puede variar considerablemente. En algunas zonas de páramo de Colombia y Ecuador, la producción de escorrentía de glaciares es mínima y su efecto es únicamente significativo a nivel local. La baja contribución de escorrentía de hielo puede intensificar el cambio hacia un clima de páramo más seco. Sin embargo, la contribución exacta de la escorrentía de glaciar a la escorrentía total proveniente de las zonas de páramos ha sido pobremente documentada y el efecto de la disminución de esta contribución es incierto (Peralvo, N y *et al.* 2010).

El incremento en temperatura y cambios en la humedad relativa del aire afectarán el ritmo de evapotranspiración directamente en zonas altas lo que tendría un efecto directo en los sistemas productivos de altura. Actualmente, la evapotranspiración en los ecosistemas de altura es baja, principalmente por la frecuencia de neblina en contacto con los ecosistemas de páramo y la presencia de cobertura nubosa. Estos fenómenos resultan en una radiación solar menor, mayor humedad del aire, y menor temperatura. Finalmente, las propiedades xerofíticas de muchas especies de plantas en ecosistemas de altura juegan un papel

importante en la regulación de la evaporación. En áreas con vegetación densa, un incremento en evaporación se agravaría con el reemplazo de plantas indígenas de bajo consumo con especies exóticas que tendrían menos propiedades xerofíticas. A medida que los glaciares retroceden, la presencia de lagunas y humedales aumenta, especialmente en áreas convexas donde existía hielo previamente (Peralvo, N y *et al.* 2010)

Las comunidades andinas y sus sistemas productivos pueden tomar ventaja inicialmente de la disponibilidad de agua abundante actual para sostener procesos agrícolas o silvo-pastoriles intensivos en el corto plazo. Sin embargo, la sostenibilidad de los sistemas estaría en peligro al largo plazo cuando la abundancia relativa de agua decrezca y prevalezca su escasez debido al desaparecimiento de muchos glaciares (Peralvo, N y *et al.* 2010).

La injerencia del Cambio Climático sobre la Problemática General de los recursos hídricos, se la ha conceptualizado como la influencia ocasionada por la variabilidad de la temperatura ambiente por efecto ocasionado por las emisiones de los Gases Efecto Invernadero (GEI), sobre la variabilidad e intensidad meteorológica, que afectan a los recursos hídricos, contribuyendo al incremento en la magnitud de impactos, daños o desastres en las regiones con Aptitud Natural para que en su entorno se produzca. Amenazas originadas por eventos climatológicos extremos, tales como inundaciones, aluviones, avenidas, deslizamientos, epidemias, sequías, predisposición a incendios forestales, etc. (SENAGUA y DED. 2009). Según la UNESCO, citado por Comunidad Andina. (2010) para el año 2050, es probable que al menos una de cada cuatro personas viva en países afectados por la escasez crónica o recurrente de agua dulce. Según la proyección más pesimista, casi 7.000 millones de personas en 60 países sufrirán escasez de agua en dicho año.

La tensión hídrica se presenta cuando el abastecimiento anual de agua está por debajo de los 1.700 m<sup>3</sup>/hab/año. La escasez de agua se determina cuando el abastecimiento anual de agua en una zona es inferior a los 1.000 m<sup>3</sup>/hab-año (Comunidad Andina. 2010).

## **b. Erosión del suelo y degradación de tierras**

En las áreas secas, se espera que el cambio climático conduzca a salinización y desertificación de tierras agrícolas. Se proyecta una disminución en la productividad de algunos cultivos importantes y en la productividad de la ganadería (Rodríguez, A. 2007).

El aumento de precipitaciones como consecuencia del cambio climático podría acelerar la pérdida de suelos a través del aumento de deslizamientos de tierra en la región. La erosión de suelos ha sido estudiada extensivamente por investigadores y agricultores en los Andes y la reducción de la misma ha sido comúnmente reconocida como un factor clave para mantener la productividad de los sistemas agrícolas andinos. El cambio climático podría poner en riesgo la obtención de este objetivo ya que las transformaciones del régimen hidrológico junto a condiciones de crecimiento poblacional y prácticas agrícolas actuales podrían acelerar la pérdida de suelos en el corto plazo. Sin embargo, es necesario considerar las relaciones no lineales entre cambio climático y degradación de tierras. Existe evidencia de que prácticas de barbechos largos o rotación de áreas de pastoreo han generado sistemas de producción relativamente estables y con elevada resiliencia a regímenes locales de variación climática. El impacto relativo del cambio climático en la degradación de tierras frente a otros procesos de cambio social y ambiental es una pregunta empírica que requiere caracterizar las señales de múltiples regímenes de disturbio (por ejemplo cambio de uso del suelo, regímenes de fuego) (Peralvo, N y *et al.* 2010).

## **c. Cambios en cobertura del suelo y biodiversidad**

En América Latina hacia la mitad del Siglo XXI, se proyecta que los incrementos en la temperatura y las reducciones asociadas del agua en el suelo conducirán a un reemplazo gradual de los bosques tropicales por sabanas en el este de la amazonia. La vegetación semiárida tenderá a ser reemplazada por vegetación de tierras áridas. Hay riesgo de pérdidas significativas de biodiversidad a través de la extinción de especies en muchas áreas tropicales (Rodríguez, A. 2007).

Durante la última década, varios estudios concuerdan en el hecho de que el incremento en el calentamiento global y su correspondiente cambio climático afectan a la biodiversidad en diferentes escalas y de diversas formas (Cuesta, F. 2008).

La evidencia sobre respuestas ecológicas en los Andes a los cambios recientes en el clima se basa en estudios que reportan varios impactos, entre ellos: (1) alteraciones en la fisiología de las especies y su capacidad de soportar eventos extremos como las heladas (2) cambios en los patrones de distribución y riqueza (3) incrementos en las tasas de extinción locales de algunas especies o comunidades de especies y (4) alteraciones en los patrones fenológicos. Como consecuencias derivadas, también se proyectan cambios en los patrones de distribución de los ecosistemas o biomas y posibles alteraciones en funciones ecosistémicas como el ciclo del carbono y el agua. En la escala de especies y comunidades, tres respuestas generales podrían ocurrir debido a las anomalías climáticas: desplazamiento, adaptación (ya sea en términos de cambios evolutivos como adaptaciones fisiológicas) o extinción local. En la escala de especies y comunidades, tres respuestas generales podrían ocurrir debido a las anomalías climáticas: desplazamiento, adaptación (ya sea en términos de cambios evolutivos como adaptaciones fisiológicas) o extinción local (Cuesta, F. 2008).

#### **d. Incidencia de plagas y enfermedades.**

Si bien es evidente que el cambio climático está modificando la distribución de las plagas y las enfermedades de los animales y las plantas, es difícil prever todos los efectos de este cambio. La modificación de las temperaturas, la humedad y los gases de la atmósfera puede propiciar el crecimiento y la capacidad con que se generan las plantas, los hongos y los insectos, alterando la interacción entre las plagas, sus enemigos naturales y sus huéspedes. Las transformaciones que experimenta la cubierta vegetal de la Tierra, como la deforestación y la desertificación, pueden incrementar la vulnerabilidad de las plantas y los animales que quedan ante las plagas y las enfermedades (FAO, 2008).

Las plagas y las enfermedades siempre han repercutido en la producción de alimentos, ya sea directamente causando pérdidas en las cosechas de alimentos y en la producción



pecuaria, o indirectamente por la disminución de los ingresos debida a la insuficiencia de las cosechas de los cultivos comerciales. Hoy en día, el cambio climático y su inestabilidad cada vez mayor exacerban estas pérdidas, y representan una amenaza para la seguridad alimentaria y los medios de subsistencia rurales en todo el planeta (FAO, 2008).

El clima tiene efectos profundos en las poblaciones de plagas de invertebrados influenciando su desarrollo, reproducción y dispersión. Los eventos extremos climáticos también pueden afectar su sobrevivencia. Por ejemplo, siguiendo los patrones de cambios climáticos recientes, muchas especies de áfidos comenzaron la migración de primavera mucho más temprano que lo normal y el áfido del durazno y la papa (*Myzus persicae*), en particular, ha sido capturado en números sin precedentes por trampas colocadas en zonas de cultivos de papas en zonas templadas (Peralvo, N y *et al.* 2010).

#### **e. Seguridad alimentaria**

Muchos estudios y modelos pronostican una disminución de la seguridad alimentaria sobre todo en países en desarrollo asumiendo escenarios de severos cambios en el clima y poca capacidad de adaptación a los cambios. La vulnerabilidad del sector agropecuario ocurre por el deficiente desarrollo tecnológico de los sistemas agropecuarios en la región los mismos que en su mayoría buscan reducir el uso de insumos y maquinaria. La pérdida de la capacidad productiva en el área rural en distintos países de Latinoamérica y el Caribe, provocada al menos parcialmente por el cambio climático, podría elevar en forma sustancial la carencia de alimentos (CEPAL, 2009)

## **2. Sistemas productivos agropecuarios y el cambio climático**

Los sistemas de producción agropecuarios se definen como el conjunto de insumos, técnicas, mano de obra, tenencia de la tierra y organización de la población para producir uno o más productos agrícolas y pecuarios. Estos sistemas, complejos y dinámicos, están fuertemente influenciados por el medio rural externo, incluyendo mercado, infraestructura y programas, por lo que facilitan la evaluación de inversiones y políticas concernientes

con la población rural (Cotlér, H. y Fregoso, A. 2008).

Bosello y Zhang (2005), citados por Peralvo, N y *et al.* (2010), manifiestan que las relaciones entre cambio climático y sistemas productivos en general son complejas, multidimensionales, y multi-direccionales. Estas incluyen aspectos climáticos y ambientales además de respuestas sociales y económicas. Estas últimas pueden tomar la forma de reacciones autónomas o de políticas económicas o tecnológicas planeadas.

En el área rural, donde se lleva a cabo la mayor producción agropecuaria, inclusive cambios menos violentos en el clima pueden tener un impacto importante en su producción. Los agricultores de subsistencia, los que en su mayoría se encuentran ubicados en ambientes frágiles, donde se esperan grandes cambios en la productividad, podrían sufrir impactos de gran magnitud tomando en cuenta que estos agricultores dependen de cultivos que según varios estudios podrían ser afectados como ser la papa, la cebada, la quinua, etc. Además que se prevé que el impacto económico será mas fuerte tomando en cuenta que por la disminución de una pequeña proporción en la productividad de los cultivos claves podría crear grandes desequilibrios en la vida rural (Rojas, R. 2010).

Los cambios en temperatura y precipitaciones estacionales tienen consecuencias para las condiciones agroclimáticas, los períodos de vegetación y las épocas de siembra y cosecha pueden sufrir variaciones. De igual manera, habrá efectos en cuanto a la disponibilidad de agua, la propagación de enfermedades y de malezas. Cambian la evapotranspiración y el rendimiento fotosintético así como la producción de biomasa. Asimismo, puede haber cambios en la utilizabilidad de las tierras. Las plantas como el arroz, el trigo, la soya (plantas C3) – que en muchas regiones con alimentos básicos – podrían beneficiarse de una mayor concentración de CO<sub>2</sub> (efecto abono del CO<sub>2</sub>), pues debido a su estructura morfológica pueden aprovechar mejor las altas concentraciones de CO<sub>2</sub> que las plantas C4 (GTZ, 2009).

### **3. Vulnerabilidad, mitigación y capacidad de adaptación al cambio climático**

De acuerdo con el IPCC. (2007), se define a la vulnerabilidad como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación.

Para reducir las emisiones mundiales de GEI e implementar medidas para adaptarse a los cambios del clima, los países pueden ejecutar dos tipos de acciones: de mitigación y de adaptación. La mitigación apunta a tanto a reducir las emisiones netas de GEI de los países -por ejemplo mediante la disminución del uso de combustibles fósiles o de las emisiones provenientes de distintos usos del suelo-, como a incrementar la captura (o absorción y almacenamiento) de carbono por parte de los ecosistemas -como podría ser vía la conservación o la reforestación (MAE, 2012).

Por su parte, la adaptación se refiere a los ajustes necesarios en los sistemas humanos (sociales y económicos) o naturales (ecosistémicos) para responder a estímulos climáticos previstos o reales, o a los efectos de esos estímulos climáticos, de modo que se logre moderar el daño o explotar sus oportunidades (IPCC, 2001).

La adaptación consiste en ajustar los sistemas naturales o humanos a los estímulos climáticos reales o esperados, o a sus efectos, moderando así el daño o aprovechando las oportunidades beneficiosas. La adaptación implica un proceso de ajuste sostenible y permanente en respuesta a circunstancias ambientales nuevas y cambiantes. Se ha identificado a la adaptación como una respuesta adecuada porque se la asocia con respaldar los procesos de desarrollo y puede facilitar la continuación y mejora de los medios de vida existentes. Las medidas de adaptación están referidas a las medidas que deben ser implementadas para disminuir las vulnerabilidades. Este proceso es de carácter local y específico para cada comunidad, tomando en cuenta que el entorno biofísico de cada una de estas es totalmente diferente. Las medidas de adaptación en cada comunidad deberán buscar generar una adecuada capacidad de resiliencia o recuperación luego de ocurrido

cualquier fenómeno de origen climático (PNUD, 2008).

Nelson, G. y et al. 2009. mencionan que la adaptación al cambio climático es cada vez más importante en la agenda de los investigadores, formuladores de políticas y programas y a los desarrolladores que están conscientes de que el cambio climático es real y amenaza con socavar la sostenibilidad de la vida social y ecológica. En la agricultura, los esfuerzos de adaptación se centran en la aplicación de medidas que ayudan a construir medios de vida rurales que son más resistentes a la variabilidad del clima y los desastres.

Existe cada vez más consenso científico, económico, político y social en el sentido de que estas medidas de adaptación exigen pensar a largo plazo y evaluar de forma explícita los riesgos del cambio climático en los niveles regional (transnacional), nacional, subnacional y local. Exigen una combinación de muchos componentes, como una evaluación de las vulnerabilidades al cambio climático, tecnologías adecuadas, evaluación de la capacidad, prácticas locales para hacerles frente y acciones gubernamentales (PNUD, 2008).

Es evidente que el incremento de las emergencias por inundaciones, sequías, deslizamientos y heladas, entre otros, se ha duplicado en los últimos siete años, dejando en evidencia la vulnerabilidad de la región Andina ante el cambio climático y la necesidad de aumentar nuestra capacidad de respuesta a sus efectos. Resulta imperativo desarrollar una política concertada con los países industrializados a fin de establecer las responsabilidades mutuas en relación al cambio climático y la necesidad de invertir recursos para la protección y conservación de los bosques andino-amazónicos (Amat y León, C. y *et al.* 2008).

Las estrategias de adaptación deben estar dirigidas especialmente a responder a las vulnerabilidades y necesidades más importantes de las zonas más afectadas. En este sentido, todos los actores involucrados deben participar en el proceso de definición de estrategias de adaptación, para que estas sean efectivas, las políticas formuladas y promulgadas al más alto nivel deben ser consistentes con las prioridades y medidas adoptadas localmente en las comunidades municipios y regiones (Rojas, R. 2010).

#### **f. Saberes locales y estrategias de adaptación al cambio climático.**

El estudio de la agricultura tradicional no es algo nuevo. Los antropólogos han estudiado las sociedades indígenas y sus sistemas agrícolas a lo largo de diversas regiones geográficas por más de un siglo. Los términos conocimiento tradicional, conocimiento indígena técnico, conocimiento rural y etnociencia (ciencia de la gente rural) han sido usados en forma intercambiable para describir el sistema de conocimiento de un grupo étnico rural que se ha originado local y naturalmente. En la medida que se hace más investigación, muchas de las prácticas agrícolas campesinas que antes fueran consideradas mal guiadas o primitivas, están siendo reconocidas como sofisticadas y apropiadas. Confrontados con problemas específicos de pendientes en declive, inundación, sequía, plagas y enfermedades, baja fertilidad de suelos, etc., los pequeños agricultores a lo largo del mundo han desarrollado sistemas originales de manejo dirigidos a superar estas limitantes (Altieri, M. 2012).

En muchas áreas del mundo los campesinos han desarrollado sistemas agrícolas adaptados a las condiciones locales que les permiten una producción continua necesaria para subsistir, a pesar de cultivar en ambientes marginales de tierra, con variabilidad climática no predecible y un uso muy bajo de insumos externos. Parte de este desempeño estará relacionado con el alto nivel de agrobiodiversidad que caracteriza a los agroecosistemas tradicionales, lo cual tiene efectos positivos en el funcionamiento del agroecosistema. La diversificación es, por lo tanto una estrategia importante para el manejo del riesgo de la producción en sistemas agrícolas pequeños (Altieri, M. y *et al.* 2009).

Los antiguos pueblos andinos forjaron de manera autónoma en este territorio una de las siete civilizaciones de la historia de la humanidad, como resultado de la acumulación de esfuerzos y de experiencias durante más de 11.000 años. Observaron, comprobaron y compartieron conocimientos y fueron capaces de asegurar un crecimiento sostenido de la producción de alimentos, aprovechar la biodiversidad de sus ecosistemas, disminuir los riesgos de variabilidad del clima y mitigar los efectos de los fenómenos naturales. Su conocimiento les dio la posibilidad de predecir los acontecimientos para actuar oportuna y organizadamente, gracias a una cosmovisión integradora y armonizadora entre el

movimiento de los astros, los fenómenos naturales y la biología. Además en el mundo andino, cada elemento es una parte viva de una unidad en movimiento permanente y cíclico. Por eso aprendieron a apoyarse mutuamente y a compensar las pérdidas de los unos con los excedentes de otros, intercambiando recursos entre las partes altas, frías y húmedas y las, más bajas, calurosas y secas. También conservaron semillas y alimentos para las épocas de escasez, y construyeron reservorios para acumular el agua sobrante (Amat y León, C. y *et al.* 2008).

Según Altieri, M. y *et al.* (2009), resultados de investigaciones recientes sugieren que muchos agricultores se adaptan e incluso se preparan para el cambio climático, minimizando las pérdidas en productividad mediante la mayor utilización de variedades locales tolerantes a la sequía, cosecha de agua, policultivos, agroforestería, desyerbe oportuno, recolección de plantas silvestres y una serie de otras técnicas. Estos resultados hacen necesario reevaluar la tecnología indígena y tradicional como fuente imprescindible de información sobre la capacidad adaptativa que exhiben algunos agricultores para enfrentar el cambio climático.

Aun hoy, en la primera década del siglo XXI, hay en el mundo millones de pequeños agricultores tradicionales o indígenas que practican tipos de agricultura que proporcionan a los agroecosistemas una capacidad de resiliencia notable ante los continuos cambios económicos y ambientales, además de contribuir sustancialmente con la seguridad alimentaria a nivel local, regional y nacional. Aunque muchos de estos sistemas han colapsado o desaparecido en muchas partes del tercer mundo, la persistencia de millones de hectáreas bajo agricultura tradicional es prueba viviente de una estrategia agrícola indígena exitosa que constituye un tributo a la “creatividad” de los pequeños agricultores de los países en desarrollo. Muchos de los sistemas agrícolas tradicionales alrededor del mundo sirven como modelos de sostenibilidad que ofrecen ejemplos de medidas de adaptación que pueden ayudar a millones de pobladores rurales a reducir su vulnerabilidad al impacto del cambio climático (Altieri, M. y *et al.* 2009).

Rodríguez, A. 2007, señala que la relación entre cambio climático y agricultura es compleja. Por un lado, las manifestaciones del cambio climático —especialmente cambios

en temperatura, precipitación nivel del agua e incremento de eventos extremos— desatan acciones de adaptación por parte de los productores agropecuarios. Por otro lado las actividades agropecuarias pueden desempeñar un papel importante en la mitigación del efecto invernadero causante del cambio climático. En cuanto a la adaptación, es importante considerar el tipo de respuestas desde el sistema socioeconómico. Además el autor señala que existen tres posibilidades: la adaptación en la finca, en el ámbito nacional y en nivel global:

La **adaptación en la finca** incluye cualquier acción desarrollada por los agricultores para adaptarse al cambio en las condiciones climáticas. Abarca acciones como el cambio en los tiempos frecuencias y localización de los cultivos; adopción de nuevas variedades o la combinación de distintos tipos de cultivos; adopción de tecnologías y prácticas de cultivo que contribuyan a preservarlas condiciones ambientales originales, como la irrigación; y la investigación y desarrollo en nuevas variedades que se puedan adaptar mejora un clima cambiante, entre otros (Rodríguez, A. 2007).

En el **ámbito nacional**, el cambio climático puede generar cambios en el uso de insumos agrícolas (ej. tierra, agua, calidad genética delas semillas) y en los niveles de producción (cantidad y calidad), los cuales se propagarían al resto de la economía. Las variaciones de precios relativos derivadas de esos cambios pueden inducir a procesos de sustitución de cultivos e insumos, así como a cambios en la oferta y la demanda de bienes agrícolas y no agrícolas. Los vínculos entre los impactos del cambio climático y las variaciones de precios relativos demandan la necesidad de generar nuevas tecnologías y prácticas agrícolas que incidan en los precios (Rodríguez, A. 2007). Cuanto mayor sea la capacidad de la economía para adaptarse a esas transformaciones, menores serán los impactos.

En el **nivel global**, los impactos del cambio climático en la agricultura variarán entre regiones, dependiendo de la latitud de los países (ejemplo. localización), de las condiciones ambientales locales, de las respuestas en el ámbito socioeconómico y de factores institucionales. En un mundo crecientemente integrado, pueden generarse cambios en los flujos de factores de producción, bienes y servicios, y alteraciones en precios relativos. Por lo tanto, la distribución de los cultivos entre países y regiones y los flujos de comercio

agropecuario pueden modificarse significativamente en el futuro (Rodríguez, A. 2007).

La concienciación de las comunidades agrícolas sobre cómo pueden adaptarse al cambio climático y la mejora de la información sobre los retos y las soluciones son primeros pasos cruciales, con el fin de estimular e incrementar la actividad del sector. Las mejores soluciones serán las más rentables y las que cuenten con una mayor aceptación entre los agricultores. Se deberían favorecer las medidas voluntarias, que sean lo suficientemente flexibles y que no requieran mucha burocracia (COPA-COGECA).

#### **4. Cambio Climático en Ecuador**

En los últimos años el Ecuador ha soportado variaciones climáticas importantes causando impactos sociales, económicos y por supuesto ambientales. Los problemas más comunes son las frecuentes sequías e inundaciones. Se espera en un futuro cercano que exista una mayor frecuencia de eventos extremos como el caso de sequías prolongadas, lo que conlleva a la disminución de la producción agrícola en varias regiones del país (Albán, M. y Prócel, A. 2012). De acuerdo con las proyecciones de Cambio climático en Ecuador (Cuadro 1) y las Tendencias climáticas en la Región Valle interandino Ecuador (Cuadro 2), citadas por Marengo, J.y *et. al.* (2012), las proyecciones hasta el 2100 en relación al período 1961 a 1990 serían las siguientes:

**Cuadro 1.** Proyecciones de Cambio climático en Ecuador.

<b>Región/Período/Referencia</b>	<b>Cambios proyectados</b>	<b>Modelos utilizados</b>	<b>Impactos esperados</b>
Andes Ecuatorianos Período 2071-2100 (Centella y Benzanilla in litt)	Temperatura +1.8 a +4.0°C Precipitación: -20% a + 20%	Global Had CM3 y ECHAM4 Regional: Had RM3P	Se espera que Ecuador experimente un considerable incremento de temperatura que podría alcanzar magnitudes de entre 2.7 °C y 4.3 °C, acompañado por un incremento promedio de precipitación entre 18.5% y 63%, según los escenarios A2 y B2. Los aumentos de temperatura serán más severos en la región amazónica, mientras que el



			occidente de los Andes experimentará los menores incrementos. Entre los futuros cambios en precipitación, destaca la alta variabilidad interanual, con máximos elevados que parecen estar asociados con la aparición de mayores eventos de precipitación con efectos similares a los episodios de EL Niño.
--	--	--	--

**Fuente:** Marengo, J.y et. al. (2012).

**Cuadro 2.** Tendencias climáticas en la Región Valle interandino Ecuador.

Región	Período	Variable	Tendencia	
Valle interandino Ecuador	1905-2005	Temperatura	+0.12 °C	Villacís. 2008
Valle interandino Ecuador	1980-2005	Temperatura	+0.22 °C	Villacís. 2008
Valle interandino Ecuador	1981-1986	Precipitación	-10 mm/década	Pourrut (2005)

**Fuente:** Marengo, J.y et. al. (2012)

De acuerdo a los análisis de la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, entre los impactos más probables que se podrían verificar en el Ecuador se destacan: (1) la intensificación de eventos climáticos extremos, como los ocurridos a causa del fenómeno “Oscilación Sur El Niño”; (2) el incremento del nivel del mar; (3) el retroceso de los glaciares; (4) la disminución de la escorrentía anual; (5) el incremento de la transmisión de dengue y otras enfermedades tropicales; (6) la expansión de las poblaciones de especies invasoras en Galápagos y otros ecosistemas sensibles del Ecuador continental; y (7) la extinción de especies. Los impactos sobre la población, infraestructura y producción podrían ser considerables. Estimaciones señalan que para el año 2025 el país perdería aproximadamente US\$ 5,6 billones por efectos de eventos extremos meteorológicos generados por el cambio climático (MAE, 2012).

Entre uno de los principales sectores prioritarios para la adaptación al cambio climático en Ecuador está la *Soberanía alimentaria, agricultura, ganadería, acuicultura y pesca. Los mismos que responde a dos criterios*; El primer criterio responde a los sectores priorizados en el Plan Nacional para el Buen Vivir y en las Políticas Públicas del país; el segundo criterio considera los sectores definidos como más vulnerables en el Cuarto Reporte del IPCC (MAE, 2012).

Los sistemas productivos de pequeña escala y de subsistencia son los más vulnerables a los eventos climáticos extremos y variaciones climáticas irregulares. En el periodo de 2002 al 2007, las sequías causaron el 45% de las pérdidas en los cultivos transitorios y 11% en cultivos permanentes. La ausencia de lluvias entre septiembre 2009 y enero 2010 afectó aproximadamente al 98% del área cultivada de Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo (estas cuatro provincias representan 43% de la superficie cultivada del país), al tiempo que el 2% fue declarada como pérdida total. Esto afectó a 18.000 familias campesinas (Ministerio de Ambiente. 2012 ). Entre los meses de febrero y mayo del año 2010 la falta de lluvias motivó al Gobierno Nacional a declarar el estado de excepción eléctrica. Este año (2012) por las fuertes lluvias en la costa ecuatoriana, se declaró el estado de excepción en varias provincias del país (Albán, M. y Prócel, A. 2012). Durante los meses de abril y mayo de 2012, el Gobierno del Ecuador declaró el Estado de Excepción a 7 provincias del Ecuador incluyendo Azuay, Guayas, Los Ríos, Manabí, El Oro, Esmeraldas y Loja respectivamente por las inundaciones que el país tuvo que enfrentar ante la fuerte temporada invernal que afectó al Ecuador desde inicios de ese año. Según datos del INMAHI, el fuerte invernal reflejó un nivel de precipitación, que en algunos sitios afectados superó los datos históricos de los efectos de una Niña (Ministerio de Ambiente. 2012 ).

Se estima que los pequeños y medianos agricultores representan el 95,5% de las unidades productivas agrícolas del país. Las unidades productivas menores a 20 hectáreas abastecen el 41% de la producción de leche, el 63% de la producción de papa, el 46% de la producción de maíz y el 48% de la producción de arroz (Ministerio de Ambiente. 2012 ).

Otro de los principales sectores prioritarios para la adaptación al cambio climático en

Ecuador es el Patrimonio Hídrico. Los recursos hídricos representan un asunto estratégico en la República del Ecuador para el desarrollo social, económico y ambiental, y se prevé que los efectos del Cambio Climático traigan modificaciones considerables en cuanto a su disponibilidad, calidad o accesibilidad (SENAGUA y DED. 2009).

Los sistemas hidrológicos son particularmente sensibles a la ocurrencia de cambios en las precipitaciones o sequías. Una mayor variabilidad de esos eventos afecta el balance hídrico de las unidades hidrográficas. Los cambios en disponibilidad del agua a su vez son un factor de tensión que puede desencadenar conflictos entre los usuarios del agua. Se estima que habrá áreas que serán más susceptibles al exceso y otras a la escasez de precipitaciones. Esto afectaría la producción agropecuaria, la disponibilidad de agua para consumo humano, la generación hidroeléctrica y la condición de los ecosistemas. Existen áreas en las tres regiones naturales del Ecuador continental con potenciales problemas por exceso de precipitaciones. La Costa será afectada debido a las inundaciones y sequías en la zona baja de la unidad hidrográfica del Río Guayas y la región adyacente a la desembocadura del Río Jubones en el Océano Pacífico (MAE, 2012).

En la Sierra, las zonas con mayor probabilidad de afectación son aquellas relacionadas al desencadenamiento de movimientos en masa (deslizamientos), especialmente en la región desde el centro hacia el sur de la serranía. En la Sierra, la región centro-sur, desde los cantones Salcedo y Ambato al norte hasta los cantones Chunchi y Alausí al sur (MAE, 2012).

#### **a. Grupos de atención prioritaria**

Los posibles impactos causados por los cambios en el clima tienen mayor potencial de afectación para ciertos sectores de la sociedad, principalmente en aquellos que se encuentran en situación de riesgo y tienen mayor dificultad para recuperarse (MAE, 2012).

## **5. Herramientas para la evaluación de Riesgo, vulnerabilidad y adaptación climática.**

### **a. Metodología de Análisis de Capacidad y Vulnerabilidad Climática (CVCA)**

La metodología CVCA ofrece un marco para analizar la vulnerabilidad al cambio climático y la capacidad adaptativa a nivel comunitario. Reconociendo que los actores locales deben tener la oportunidad de dirigir su propio futuro, el CVCA pone el conocimiento sobre los riesgos climáticos y las estrategias de adaptación al frente del proceso de recopilación y análisis de datos (CARE, 2010).

#### **1. Objetivos del CVCA**

- *Analizar la vulnerabilidad al cambio climático y la capacidad adaptativa a nivel comunitario:* CVCA es una metodología de recopilación, organización y análisis de la información sobre la vulnerabilidad y capacidad adaptativa de las comunidades, familias y de los individuos que las conforman (CARE, 2010).
- *Combinar el conocimiento comunitario con la información científica para dar paso a un mayor entendimiento de los impactos locales del cambio climático:* uno de los desafíos de trabajar a nivel local en la adaptación al cambio climático es la falta de información a escala reducida sobre los impactos. A esto se suma la insuficiencia de datos e información sobre los pronósticos del tiempo y el clima. El proceso de recopilación y análisis de la información con las comunidades sirve para generar conocimiento local sobre los asuntos climáticos y estrategias de adaptación apropiadas (CARE, 2010).

#### **2. Usos de la herramienta**

La herramienta se la puede utilizar para:

- Conducir un análisis integral y con enfoque de género sobre la vulnerabilidad al

cambio climático, cubriendo todos los aspectos clave de la etapa de análisis de proyectos que busquen integrar la adaptación al cambio climático (CARE, 2010).

- Proporcionar evidencia práctica para la incidencia en aspectos relacionados con el cambio climático (CARE, 2010)
- Complementar con otros esquemas orientadores del análisis, incluyendo "Esquemas de medios de vida, género y diversidad" y "Enfoques basados en los derechos" (CARE, 2010).
- En base al análisis, compilar un informe sobre vulnerabilidad climática y capacidad de adaptación (CARE, 2010).

**b. Herramienta de evaluación del riesgo comunitario – Adaptación y medios de vida (CRiSTAL)**

CRiSTAL es una herramienta de evaluación diseñada para ayudar a los diseñadores y encargados del proyecto a integrar la reducción del riesgo y la adaptación al cambio climático en proyectos a nivel comunitario. CRiSTAL fue elaborada por el Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible (IISD, por sus siglas en inglés), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), el Instituto del Medio Ambiente de Estocolmo (SEI-US) y la Fundación Suiza para el Desarrollo y la Cooperación Internacional (issd y *et al.* 2009).

CRiSTAL se divide en dos módulos y cuatro preguntas marco. El módulo 1 ayuda a planificadores y encargados de proyectos a conocer la relación entre medios de vida y clima en las áreas de su proyecto. Las consultas sobre la comunidad (requisito para cumplir con el módulo 1) se pueden realizar en los distintos subgrupos comunitarios, permitiendo de este modo identificar la vulnerabilidad diferencial existente entre ellos. El módulo 2 utiliza información de este primer módulo para ayudar a los diseñadores del proyecto a incorporar aspectos relevantes sobre adaptación en el diseño del proyecto. (issd y *et al.* 2009).

CRiSTAL está disponible en múltiples formatos (como Excel, impreso) e idiomas (inglés, francés, español y portugués), y se puede adaptar de modo que satisfaga las necesidades de

distintos sectores y comunidades. Se puede utilizar independientemente o como parte de un juego de herramientas (como evaluaciones de vulnerabilidad o investigación sobre acción participativa). Por ejemplo, se puede utilizar conjuntamente con la metodología CVCA. La información recopilada a nivel comunitario con la metodología CVCA, se puede introducir en el módulo 1 de CRiSTAL (issd y *et al.* 2009).

La herramienta CRISTAL se puede utilizar para:

- Organizar y resumir información sobre la relación clima-medio de vida.
- Tomar decisiones de planificación y gestión del proyecto que apoyen la adaptación.
- Identificar sinergias y obstáculos en las opciones de adaptación detectadas (issd y *et al.* 2009).

## **B. USO EFICIENTE Y RACIONAL DEL AGUA**

El agua es origen, esencia y sustento de vida. Es uno de los recursos fundamentales para la vida del ser humano y uno de los elementos básicos en los que se apoya el desarrollo (IICA y GSAAC , 2006).

Desde la más remota antigüedad, el agua ha sido reconocida en multitud de culturas como el origen y la fuente de la vida. Por ello, le han conferido un carácter sagrado que ha sido y es parte fundamental de su cosmovisión (Comunidad Andina. 2010).

*Los pueblos originarios andinos conciben el agua como un ser vivo, como un ser divino, creador y transformador, como derecho universal y comunitario (Comunidad Andina. 2010).*

El agua, en sus diversas formas, aparece en los mitos y leyendas de los pueblos que habitan desde hace miles de años la región andina. En muchos de ellos, el agua lo era todo cuando aún no había nada en el mundo, se la asocia con deidades o se la presenta como un canal de comunicación entre los seres supremos y las criaturas que habitan la tierra. Desde tiempos

inmemoriales, los Pueblos Indígenas emplean un conjunto de tecnologías y sistemas de aprovechamiento para el uso sostenible del agua y los recursos de su entorno. Estas técnicas tuvieron el propósito de utilizar el agua de manera racional y hacer frente a su variabilidad temporal a fin de asegurar su disponibilidad para la producción de alimentos. Gracias a ellas lograron disminuir la vulnerabilidad frente a eventos extremos de abundancia y escasez de agua, tratando de mantener una relación armónica con la Tierra (Comunidad Andina. 2010).

Las culturas indígenas, gracias a su comprensión, conocimiento y adaptación a una geografía compleja y a las drásticas variaciones del clima, lograron desarrollar prácticas agrícolas y tecnologías de uso sostenible del agua para un mejor uso de los recursos naturales (Comunidad Andina. 2010).

Uso eficiente y racional del agua contiene cuatro aspectos importantes: el uso, la eficiencia la racionalidad y el agua. El uso significa que es susceptible a la intervención humana, a través de alguna actividad que puede ser productiva, recreativa o para su salud y bienestar. La eficiencia tiene implícito el principio de escasez, (el agua dulce es un recurso escaso, finito y limitado) que debe ser bien manejado, de manera equitativa, considerando aspectos socio-económicos y de género (IRC, 2004). En tanto que el término racional se refiere a los patrones de consumo, es decir, de acuerdo con un motivo o causa justa y equitativa para una colectividad; entonces, el uso racional del agua implica utilizar sólo la cantidad necesaria de agua, evitando el desperdicio (Bourguett, J. y *et al.* 2003). El uso racional del agua remite al control y gestión del consumo de agua. Es un concepto incluido en la política general de gestión de los recursos naturales renovables y asociado a un desarrollo sostenible que debe permitir el aprovechamiento de los recursos, en este caso del agua, de manera eficiente garantizado su calidad, evitando su degradación con el objeto de no comprometer ni poner en riesgo su disponibilidad futura que se la considera un recurso renovable limitado (Wikipedia, 2013).

El agua es un elemento escaso condicionante de la vida y fundamentalmente para el progreso económico de la sociedad en su conjunto. Su uso en la región Andina desde 1950 a 1990 se ha duplicado y seguirá creciendo a tasas semejantes y superiores, pese a que

aprovechar fracciones mayores del recurso es cada vez más caro y complejo, y que la calidad de la que ya está siendo utilizada desmejora cada día. Su uso y aprovechamiento sustentable trasciende los aspectos de orden técnico, dado que constituyen un desafío político, social, económico y cultural, que compromete a la sociedad en su conjunto a mejorar sensiblemente la gestión del agua en la región (WGP, 2000).

Aunque en general la región andina es húmeda y posee abundantes recursos hídricos, la distribución de las precipitaciones y los ríos es muy desigual, lo que determina la existencia de grandes zonas áridas y semiáridas; incluso en zonas de precipitación abundante son frecuentes las sequías seculares y estacionales. La agricultura de riego tiene una larga tradición en la región y en las estrategias de desarrollo de muchos países se atribuye primordial importancia al riego para aumentar la producción de alimentos y materias primas industriales, tanto para consumo interno como para exportación (CEPAL, 1999).

De acuerdo con Comunidad Andina. (2010), sobre el territorio de la Comunidad Andina llueve en promedio 1.853 mm/año, un poco más del doble del promedio global, que es un promedio de 900 mm/año. Los países de la Comunidad Andina presentan una disponibilidad promedio de 53.000 m<sup>3</sup> de agua por habitante al año. Perú y Bolivia se acercan a los 68.000 m<sup>3</sup>/habitante/año, Colombia a los 47.000 m<sup>3</sup>/habitante-año y Ecuador a los 32.000 m<sup>3</sup>/habitante/año. Este valor contrasta con las cifras mucho menores de otras regiones, como Asia y Europa occidental y África del Norte, con 3.200, 2.000 y 900 m<sup>3</sup> /habitante año, respectivamente. Igualmente, la región andina se sitúa en una posición especialmente favorable en comparación con el valor correspondiente a los países en vía de desarrollo, que se estima en 8.200 m<sup>3</sup>/habitante/año (Comunidad Andina. 2010).

El uso del agua en la agricultura se destina básicamente al riego y la ganadería, siendo el primero de ellos la actividad económica que requiere mayor cantidad de agua. El uso del agua para el riego alcanza casi el 70% de la demanda total existiendo profundas diferencias de los volúmenes unitarios utilizados en cada país, ya que incluye desde un mínimo registrado en Perú, del orden de los 2.500m<sup>3</sup> anuales por hectárea, aun máximo de 21000 m<sup>3</sup> por hectárea en Ecuador (WGP, 2000). Sin embargo, la eficiencia resultante es baja



pues se ha estimado que es menor al 30% y el 40% (FAO, 2012). Por esa razón, una gestión eficiente del agua destinada al riego es esencial para lograr la eficiencia global del aprovechamiento del recurso (IRC, 2004).

El despilfarro de los recursos hídricos, que son limitados, ocurre con frecuencia en cada interferencia humana en el ciclo hidrológico natural. El riego es evidentemente poco eficiente: el agua se desperdicia en cada fase, desde las filtraciones de los canales que conducen el agua hasta los grandes volúmenes que se aplican en tierras cultivadas, en exceso a las necesidades de los cultivos, o inútilmente a suelos en barbecho (FAO, 2012).

De acuerdo con FAO, (2012), el exceso y la falta de agua siempre han sido riesgos naturales de la agricultura. En la actualidad, los agricultores sufren más que nunca los extremos climáticos, a pesar de los avances en la predicción del tiempo, del uso de satélites meteorológicos y de la existencia de avanzados modelos informáticos de simulación del clima. Aunque estos fenómenos extremos puedan ser más frecuentes como resultado del cambio climático, la vulnerabilidad también ha aumentado por otras razones: la densidad de población ha aumentado; el uso de tierras marginales para cultivos, aumento de la erosión potencial del suelo que da lugar a inundaciones súbitas; la deforestación de tierras con fuertes pendientes ha eliminado la cobertura vegetal que las protegía; la potente maquinaria agrícola que actualmente se emplea ha eliminado la cubierta vegetal de las tierras en una fracción del tiempo mucho menor que la que antes se requería; y las presiones económicas sobre los agricultores para aumentar la productividad mediante una agricultura intensiva han conducido a prácticas agrícolas inestables e insostenibles.

Existen muchas técnicas de uso eficiente para el riego, las han clasificado en tres grupos: métodos de campo orientados hacia la retención y distribución del agua; estrategias administrativas, cuyo objetivo es programar el uso de manera eficiente, y las modificaciones o la adaptación de nuevos sistemas de riego (IRC, 2004).

- Métodos de campo: incluyen la construcción de represas en surcos, la nivelación de suelos y la reducción de evaporación con cama de rastrojo.
- Estrategias administrativas: incluyen el monitoreo de la humedad del suelo, la

medición del agua precipitada y la consumida, y la programación de riegos según las necesidades de humedad.

- Modificaciones y adopciones de nuevos sistemas: se destacan el reemplazo de regaderas con tubería subterránea, la instalación de sistemas de recuperación de colas de agua, el riego por goteo y el intermitente (IRC, 2004).

La valoración correcta del agua, entre otras medidas, puede contribuir a reducir el uso de agua y a evitar el derroche de este recurso. La valoración del agua debería reflejar adecuadamente los aspectos sociales, económicos y medioambientales y las diferencias locales en el uso. Un uso más eficiente del agua conlleva un ahorro para el agricultor (en términos de costes de agua y energía) (COPA-COGECA, 2010). En cuanto a los recursos hídricos, en algunas regiones de la zona andina el exceso de agua puede ser más dañino que la sequía. Incluso el cambio climático puede alterar la disponibilidad temporal del agua. Por lo tanto, la adaptación de los recursos hídricos en el caso de la agricultura debe contemplar mejoras en las tecnologías de riego y de drenaje (Rodríguez, A. 2007).

## **1. Uso racional del agua en las cuencas**

Al considerarse la cuenca hidrológica como una unidad hídrica integral es en donde se reflejan claramente las necesidades y beneficios, y donde se busca garantizar el agua para los ecosistemas en términos de cantidad y calidad. Algunas medidas pueden implicar ahorros de agua de los distintos usuarios (gente, agricultura, industria, generación de energía y otros usos). En las microcuencas o cuencas se reflejan las acciones de los programas de uso eficiente y se pueden aminorar fuertes riesgos de contaminación o sobre explotación de los recursos. Por sus características, en las unidades de cuenca se identifica claramente el efecto dominó, a través del cual las acciones de los usuarios en la parte alta de las cuencas, tales como el uso del suelo y la extracción de agua, afectan directamente los intereses de los usuarios río abajo. Generalmente la responsabilidad por la gestión de las cuencas no es de una sola institución, sino que algunas instituciones pueden ser responsables por ciertas partes de la cuenca e incluso de diferentes recursos. Además, los habitantes de las tierras altas de las cuencas no son conscientes de los costos (por ejemplo de tratamiento de agua) que debido a sus acciones imponen a las comunidades de las

tierras bajas (IRC, 2004).

El incremento del uso de agua plantea la necesidad de buscar mecanismos para integrar el uso eficiente en los programas y proyectos, considerando el rol del agua como un bien ambiental, social y económico, y los derechos de los grupos más necesitados y vulnerables. Cada vez, el agua adquiere mayor importancia porque es un recurso limitado y no siempre disponible en el lugar en que se requiere. En el futuro la demanda crecerá a medida que la población aumente y a causa de la expansión económica. Al mismo tiempo los recursos de agua permanecerán estables en términos de la cantidad disponible, pero decrecerá la cantidad que se puede usar debido al deterioro de la calidad causada por la contaminación (WGP, 2000).

### **C. LA ADAPTACIÓN AL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RECURSO AGUA, MODERNIZACIÓN Y TECNIFICACIÓN.**

La adaptación local al cambio climático en la agricultura significa, fundamentalmente, ser capaz de adaptarse, en distintos momentos del tiempo, según condiciones de exceso o de carencia de agua, las cuales afectarán otros usos de este recurso, como el consumo humano y la producción de energía (Rodríguez, A. 2007). Para maximizar la producción agrícola con un volumen de agua fijo y limitado existe dos factores clave: la gente y la tecnología. De éstos, la gente es el más importante. La mejor y más innovadora tecnología del mundo no servirá para nada si la gente no la comprende, no ve sus ventajas o no puede usarla. No es una idea nueva intentar que los agricultores participen localmente en el manejo del agua. Esto no quiere decir que todavía no haya un papel especial para los expertos: el entusiasmo y la participación local siempre puede ser complementada con la experiencia técnica en gestión sostenible, tecnología de riego, sistemas de distribución del agua, manejo de cuencas hidrográficas y otros temas. Se necesita todavía capacitación en muchas áreas, por ejemplo, para establecer medidas para la protección de ecosistemas de agua dulce y para permitir que las comunidades sean capaces de resolver los conflictos entre los distintos usuarios que compiten por los mismos recursos (FAO, 2002).

En ciertos lugares se está realizando esfuerzos para aumentar la capacidad de

almacenamiento de agua de los suelos empleados para usos agrícolas. La modernización de los sistemas de riego ha progresado constantemente y la productividad del agua también ha mejorado considerablemente. También darán mejor resultado aquellas medidas encaminadas a la eficiencia del agua, que además proporcionen beneficios adicionales, como la reducción de la necesidad de energía o beneficios medioambientales (COPA-COGECA).

### **1. Adaptación en Sistemas de cultivo de secano**

La producción de cultivos se realiza en diversos regímenes de gestión del agua que oscilan desde la simple labranza del suelo para incrementar la infiltración del agua de la lluvia hasta las técnicas y la gestión de riego sofisticadas. El 80% de los 1 400 millones de ha, aproximadamente, de tierras cultivadas existentes en todo el mundo son de secano y son responsables de cerca del 60% de la producción agrícola mundial. En condiciones de secano la gestión del agua tiene como fin controlar la cantidad de agua disponible para un cultivo mediante el desvío oportuno del curso del agua de la lluvia hacia la zona de las raíces para incrementar el almacenamiento de humedad. No obstante, el calendario de la aplicación de agua sigue estando determinado por los regímenes de precipitaciones en lugar de por los agricultores (FAO, 2011).

Muchas variedades de cultivos producidos en sistemas de secano se adaptan para aprovechar al máximo la humedad almacenada en la zona de las raíces. Los sistemas de secano pueden ser objeto de mejora ulterior mediante, por ejemplo, el empleo de cultivos de enraizamiento profundo en rotación, la adaptación de los cultivos para fomentar el enraizamiento más profundo, el incremento de la capacidad de almacenamiento de agua del suelo, la mejora de la infiltración de agua y la reducción al mínimo de la evaporación mediante la cubierta orgánica del suelo. La captación de agua de escorrentía de las tierras sin cultivar adyacentes también puede prolongar la disponibilidad de humedad en el suelo. El cambio climático incrementará los riesgos para la producción agrícola. De hecho, la agricultura de secano es el ámbito en el que el desafío de elaborar estrategias eficaces para la adaptación al cambio climático es más urgente (FAO, 2011). Algunas de ella ya se practican muchos agricultores para mejorar su resistencia al cambio climático e incluyen:

## **a. Recolección de agua de lluvia**

### 1. Cosecha de agua

La falta de agua es una realidad que no podemos ignorar. Una de las soluciones para hacer frente a la escasez de agua se refiere al aprovechamiento eficiente de la precipitación pluvial, es decir, el agua de lluvia, tratando de almacenar parte del agua que cae durante la temporada de lluvias y usarla durante los meses de sequía (Camiloaga, F. 2012).

El problema es que grandes volúmenes de agua se pierden por escorrentía superficial, evaporación y percolación profunda. El desafío es cómo capturar esa agua y ponerla a disposición de los cultivos en épocas de escasez. Aunque la cantidad de precipitación que puede utilizarse efectivamente para el crecimiento de los cultivos en estas tierras es baja, muchos agricultores han creado innovadores sistemas de cosecha de agua que capturan y aprovechan la precipitación limitada (Altieri, M. y *et al.* 2009).

Dentro de este enfoque, las tecnologías integradas de cosecha de agua constituyen una herramienta valiosa para aumentar la disponibilidad de agua de riego; con ella se da la partida inicial en la carrera para mejorar el valor productivo del predio agrícola y motivar la inversión del productor para ello en conservación de suelos, tecnología, etc (Camiloaga, F. 2012).

Frasier (1994), citado por Mongil,J y Martínez A. (2007), define a la cosecha de agua como el proceso de recolección y almacenamiento de agua para su posterior uso, desde un área tratada para incrementar la escorrentía. Por consiguiente, un sistema de cosecha de agua sería aquel que facilita la recolección y almacenaje de agua de escorrentía, que puede utilizarse para abastecimiento doméstico o para cultivos. Una de las instalaciones de cosechas de escorrentía más temprana y perfectamente documentada se localiza en el desierto Negev (Israel). Esta instalación, que fue construida hace unos 4.000 años, ha sido descrita por EVENARI y *et al.* (1963, 1964) citado por (Mongil,J y Martínez A. 2007). Las áreas productoras de escorrentía que tenían estos sistemas eran laderas limpias de

vegetación y con suelo alisado para incrementar el escurrimiento. Unas zanjas cavadas según curvas de nivel conducían el agua recogida para el riego de los campos. Estos sistemas permitían una agricultura de cereal en zonas con una precipitación anual media de 100 mm (Mongil,J y Martínez A. 2007).

Sin embargo la FAO. (2011), señala que la gestión de la esorrentía fuera de la explotación agrícola, incluida la concentración del flujo superficial en aguas subterráneas poco profundas o el almacenamiento gestionado por el agricultor, puede permitir el riego complementario limitado. No obstante, al trasladarlas a zonas extensas estas intervenciones perjudican a los usuarios río abajo y, en líneas generales, a los presupuestos hídricos de toda la cuenca fluvial.

Floríndez, A. y Gallardo, M. (2010), manifiestan que la tecnologías de cosecha de agua pueden agruparse en dos niveles:

- Las que provocan la infiltración del agua de lluvia en el suelo para recargar el caudal de fuentes permanentes (incremento de la vegetación y medidas agronómicas y mecánico estructurales como terrazas, zanjas de infiltración, mejoramiento de pastos, etc.) (Floríndez, A. y Gallardo, M. 2010 )
- Los embalses superficiales, reservorios de tamaño variable destinados a captar, almacenar y regular el agua procedente de la esorrentía (escurrimiento de lluvias, manantiales, arroyos, etc.). Las tecnologías de construcción varían enormemente según su complejidad y tamaño (Floríndez, A. y Gallardo, M. 2010 ).

El primer paso es la identificación del lugar más adecuado para construir una microrepresa, que puede ser una hondonada (depresión natural) o una laguna. Luego sigue la recolección de los materiales necesarios y la excavación y construcción (Camiloaga, F. 2012).

Aunque la construcción de estas represas para la cosecha de agua no requiere grandes inversiones, se deben tener en cuenta condiciones mínimas (tipo de suelo, geología, topografía, área de captura, seguridad pública y medio ambiente) que aseguren la vida útil

de la misma. El sistema aprovecha las formaciones naturales entre dos montañas o lomas que, al unir las mediante la construcción de un muro de tierra, logran embalsar el agua. Es importante resaltar que la cosecha de agua es un sistema que se abastece exclusivamente del agua que drena de las montañas y laderas en épocas lluviosas, y no supone el represamiento de ríos ni quebradas (FLAR. 2007).



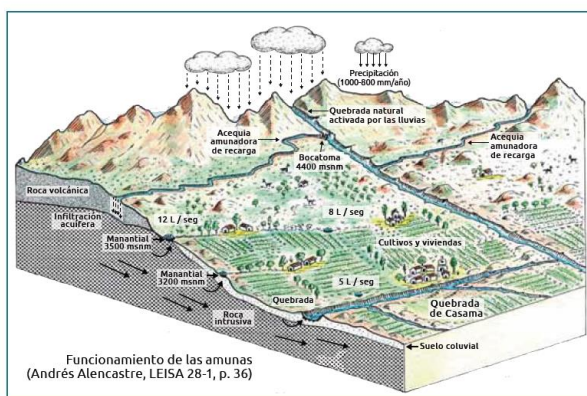
**Ilustración 1.** Presa piloto en la finca de Joaquín González

**Fuente:** FLAR. (2007).

## 2. Las amunas

Las amunas constituyen un medio intencional por el cual los comuneros manejan la trilogía andina: las aguas, el suelo-subsuelo y la plantas; estos tres elementos forman la base material de la organización socio-cultural y política de muchas comunidades altoandinas. Esta estrategia de manejo integral del territorio, comienza con la captura de las precipitaciones en las temporadas lluviosas en la parte alta de la cuenca mediante bocatomas de piedras y “champas” en los cauces de las quebradas (IICA y GSAAC , 2006), arriba de los 4.400 msnm, para posteriormente llevarlas a través de acequias hasta zonas de la montaña, previamente identificadas, donde hay rocas fisuradas o fracturadas. Al ingresar en la roca, el agua se desplaza lentamente dentro de ella para aflorar, meses después, por los manantiales (ojos de agua o puquios) y arroyos que están entre 1.500 y 1.800 metros más abajo. Para que las amunas puedan funcionar es indispensable la existencia de la comunidad, pues constituye un factor fundamental para el trabajo comunal, tanto en el aspecto físico como de organización en este proceso de siembra, cosecha, conducción e infiltración del aguade lluvia en la montaña, que hace posible la recarga de los acuíferos (Benites, J. 2012).

Entonces, el objetivo principal de esta práctica fue y es: Aumentar y alargar el caudal de los manantiales que abastecen a los pequeños sistemas de riego y a los asentamientos urbanos y rurales de las comunidades. Con los “aumentos” se prolongan los turnos de riego que les corresponden a los comuneros que han participado del mantenimiento y reactivación de las amunas a la par que obtienen y ratifican el derecho del acceso al agua. Otro efecto de esta infiltración y retención subterránea del agua, contribuye al mantenimiento de una densa vegetación en las zonas aledañas a los canales de infiltración y en las laderas por la gran humedad superficial que se logra. Entre otros beneficios ambientales, se tienen, por ejemplo, la reducción de la erosión en las laderas, presencia de humedad en el medio, microclimas, y la mantención de la biodiversidad. Otro beneficio de las amunas es la disminución de los efectos destructivos de las avenidas del agua, provocadas por las tormentas en las partes elevadas con altas intensidades de lluvia; en la medida que las captaciones y la distribución de estas aguas por la superficie de las laderas de las montañas amplía el tiempo de concentración de las aguas en las partes bajas, disminuyendo el volumen del agua en las quebradas en momentos de las crecidas y así se atenúan los peligros y riesgos de daños a los cultivos a causa de una eventual inundación (IICA y GSAAC , 2006).



**Ilustración 2.** Funcionamiento de las Amunas.

**Fuente:** BENITES, J. (2012).

### 3. Las q'ochas (cochas)

Q'ocha es un vocablo quechua que significa laguna. Las q'ochas son excavaciones para la



captación, almacenamiento y manejo de aguas de lluvias. El agua almacenada sirve como reserva para los períodos secos, con lo cual se asegura la disponibilidad del recurso para cultivar el área. (Benites, J. 2012).



**Fotografía 1.** Qocha Microcuenca Huacrahuacho.

**Fuente:** PACC. Perú.

#### 4. Captación de niebla

La niebla consiste en diminutas gotas de agua suspendidas en la atmósfera, reduciendo en mayor o menor medida la visibilidad. La niebla también se puede definir como una nube en contacto con el suelo (Corel, A. y *et al.* 2011).

La tecnología de captación de niebla funciona imitando el mecanismo de captación de agua de niebla de los árboles y otras especies vegetales, pero usando para ello mallas plásticas (Corel, A. y *et al.* 2011). En áreas con nieblas persistentes y rasantes es posible que las gotitas suspensas (menos de 40 micrones) sean captadas por medio de paneles ensamblados con malla atrapanieblas, y su volumen aprovechado para diferentes finalidades de consumo (Benites, J. 2012). El mecanismo de captación es muy simple: las mallas plásticas, dispuestas verticalmente sobre dos postes e instaladas estratégicamente en determinadas zonas altas de montaña, interceptan las nieblas que, empujadas por el viento, las atraviesan. Las gotas de agua presentes en la niebla, al atravesar la malla, chocan contra los hilos de la misma y a medida que crecen por el impacto de nuevas gotas, caen por gravedad deslizándose hasta una canaleta situada en la parte inferior y posteriormente, hasta un depósito de almacenamiento (Corel, A. y *et al.* 2011).

Atendiendo a su forma, existen básicamente dos tipos de captadores de niebla: los planos y los cilíndricos. Los captadores planos están formados por una malla plástica colocada verticalmente y sujeta por dos postes laterales, adquiriendo la forma de un panel o pantalla. Para que la captación de agua sea eficiente, estos “paneles” se deben instalar perpendicularmente a la dirección de los vientos predominantes del lugar, por lo que suelen ser necesarios estudios previos de la zona que determinen las direcciones de viento óptimas de captación. Su tamaño dependerá del volumen de agua que se quiera recolectar (cuantos más metros de malla se instalen, más agua de niebla se recolectará), siendo habitual la instalación de captadores de 24 m<sup>2</sup> de malla recolectora (seis metros de ancho por cuatro de alto, instalados dos metros sobre el nivel del suelo y sujetos por dos postes en los extremos). En la actualidad, el proyecto de recolección de niebla más grande del mundo, se lleva a cabo en Tojquia (Guatemala), donde existen instalados 60 captadores de niebla como el descrito anteriormente, lo que supone 1440 m<sup>2</sup> de malla captadora de niebla. El otro tipo de captadores de niebla son los de forma cilíndrica. Estos captadores son por lo general más pequeños que los planos y consisten en un cilindro hecho con malla plástica (o hilos de nylon) dispuesto verticalmente. Estos captadores, al ser cilíndricos, tienen la ventaja frente a los planos, que su colocación en campo no requiere estudios previos, ya que son igual de eficientes en la captura de niebla para todas las direcciones de viento. Estos captadores suelen ser pequeños (0,5 metros de alto por 0,3 de ancho) y es habitual su colocación previa a los captadores planos, a modo de cuantificar el potencial de recolección de agua de niebla de un determinado punto (Corel, A. y *et al.* 2011).

En las lomas de Lachay, Lima, Perú, la comunidad ha instalado, en la parte más alta, un cosechador de agua construido con postes, cables, malla de red de pesca, tubo de PVC 2112”, manguera y un reservorio de agua de los que se usan en las viviendas. La niebla y alta humedad de la zona se condensa en el entramado de la red y cae por gravedad hacia una canaleta construida con tubería de PVC. El agua recolectada se transfiere por la manguera –conectada a un extremo de la canaleta– hacia el tanque y desde este se riega por goteo. Esta técnica, que se practica en otros países, debería ser difundida y masificada en los lugares que presentan condiciones similares de vegetación silvestre estacional por alta humedad ambiental (Benites, J. 2012).



**Fotografía 2.** Práctica de cosecha de niebla. Comunidad Peña Blanca. Chile.

**Fuente:** Programa Chile sustentable. 2013

#### 5. Los camellones o waru waru

Son terraplenes, es decir, macizos de tierra que se levantan un poco más altos que el resto del terreno y están rodeados e interconectados por canales que recogen, conducen y drenan el agua, y en donde se ubican las zonas de cultivo y vivienda. De esta manera, se mejoran las condiciones del suelo, se mantienen los niveles óptimos de humedad, se eliminan las sales y se regula la temperatura. Es una técnica que se utiliza en muchas partes de la región andina, principalmente para aprovechar el desbordamiento de los ríos y el aumento de nivel de los lagos (Benites, J. 2012).



**Fotografía 3.** Sistema Waru Waru en las frías punas de Puno

**Fuente:** Gestión sostenible del agua. 2013

## 6. Las zanjas de infiltración

Entre las obras por rescatar se encuentran las zanjas de infiltración en los pisos altoandinos (3.500 a 4.200 msnm). Los resultados encontrados indican que las zanjas de infiltración son prácticas efectivas de captación del agua de lluvia, que permiten una infiltración de entre 280 y 6.800 m<sup>3</sup> por hectárea al año para zonas con precipitaciones entre 600 y 800 mm anuales. Es importante remarcar que la captación del agua de lluvia y la reforestación de las partes altas y medias de las cuencas son medidas efectivas para lograr revertir los procesos de desertificación, que afectan a los ecosistemas de montaña andina (Benites, J. 2012).



**Fotografía 4.** Zanjas de infiltración en Huayllabamba. Perú

**Fuente:** Luis Taboada

### **b. Ajuste de las épocas de siembra en función de los patrones de temperatura y de precipitaciones.**

La precipitación anual solo describe la cantidad total de agua de lluvia que cae en una determinada localidad. Además de la cantidad, la distribución de las lluvias en el año, determinará efectos favorables o no para la agricultura (Olivares, B. 2009). Además nos permitirá conocer su coincidencia favorable con el ciclo agrícola, podremos deducir los momentos oportunos para realizar las labores del campo o detectar con suficiente antelación si en ese año pueden presentarse condiciones favorables para que una determinada plaga se desarrolle (Pluviómetro.com. 2013).

No olvidemos que, en general, no es una gran cantidad de agua lo que más favorece el rendimiento de un cultivo, sino su oportunidad; pues lluvias abundantes, pero mal repartidas pueden dar rendimientos bajos por ejemplo si éstas se presentaran en épocas de polinización. Llevando un control de las precipitaciones caídas, podremos conocer su incidencia sobre la planta en cada momento, ya que, para que un cultivo se desarrolle óptimamente se requiere que permanentemente conozcamos sus carencias y sus necesidades, de hacerlo así, podremos determinar las fechas más efectivas para la siembra y controlar los datos de los primeros días después de ésta, ya que controlando la distribución de las precipitaciones durante la estación de crecimiento, tendremos controlado uno de los elementos más importantes para el futuro desarrollo de la planta, pues una vez que las raíces han empezado a desarrollarse pueden tomar agua de las capas inferiores (Pluviómetro.com. 2013).

Las labores de campo y el rendimiento de los cultivos dependen fuertemente de la cantidad de precipitación y de la variación interanual que presente la lámina de agua caída en una finca. Por lo general no se tiene una consciencia clara acerca de la variación de las lluvias, su atraso o adelanto en una zona determinada, a medida que pasan los años, en consecuencia, se crea la interrogante sobre la diferencia entre la cantidad de precipitación de un año con respecto al anterior. Para aclarar dicha interrogante, es estrictamente necesario realizar una estimación de la regularidad del comportamiento de la lluvia y del grado de heterogeneidad de las precipitaciones año tras año (Olivares, B. 2009).

**c. Empleo de variedades de cultivos mejor adaptadas a las nuevas condiciones meteorológicas (por ejemplo, variedades de cultivos de ciclos más cortos, más resistentes al estrés hídrico.**

De acuerdo con la FAO. (2011), Los agricultores necesitarán un conjunto genéticamente diverso de variedades mejoradas de cultivos que sean adecuadas para múltiples agroecosistemas y prácticas agrícolas y resistentes al cambio climático.

Muchos agricultores pobres explotan la *diversidad intraespecífica* mediante la siembra simultánea y en el mismo campo, de diversas variedades locales que, en general, son más

resistentes a la sequía (Altieri, M. y *et al.* 2009).

La intensificación sostenible de la producción agrícola (ISPA) requerirá cultivos y variedades mejor adaptados a las prácticas productivas basadas en el ecosistema que los disponibles en la actualidad, diseñados para la agricultura que requiere una gran cantidad de insumos. El uso selectivo de insumos externos supondrá que las plantas tendrán que ser más productivas, emplear los nutrientes y el agua de manera más eficiente, ser más resistentes a las plagas de insectos y las enfermedades y ser más tolerantes a la sequía, las inundaciones, la helada y las temperaturas más altas. Las variedades empleadas en la ISPA deberán adaptarse a las zonas y los sistemas productivos menos favorecidos y tendrán que producir alimentos con un valor nutricional más elevado y con propiedades organolépticas deseables y ayudar a mejorar la provisión de servicios ecosistémicos (FAO, 2011).

**d. Introducción de setos o arboledas, que reducen la escorrentía y actúan como cortavientos.**

Muchos agricultores siembran sus cultivos en arreglos agroforestales utilizando la cobertura de los árboles para proteger los cultivos contra fluctuaciones extremas en microclima y humedad del suelo. Al conservar y plantar árboles, los agricultores ejercen influencia en el microclima, porque la cobertura forestal reduce la temperatura, la velocidad del viento, la evapotranspiración y protege los cultivos de la exposición directa al sol, así como del granizo y la lluvia. La presencia de árboles en las parcelas agroforestales constituye una estrategia clave para la mitigación de los efectos impredecibles debidos a las variaciones microclimáticas, especialmente en sistemas de agricultura minifundista (Altieri, M. y *et al.* 2009).

**e. Adopción de prácticas de conservación del agua que favorezcan la infiltración y el almacenamiento de agua en el suelo**

De acuerdo con Benites, J y Castellanos, A. (2003), una causa significativa de la baja producción y el fracaso del cultivo en la agricultura de secano es la falta de agua en el

suelo. Esto se debe a la combinación de una lluvia escasa y errática con una mala utilización del agua disponible. El manejo de la humedad del suelo es, entonces, un factor clave cuando se trata de mejorar la producción agrícola. El incremento de la cantidad de agua almacenada en el suelo puede dar por resultado: rendimientos más altos (si también existen suficientes nutrientes), reducción del riesgo de pérdidas debido a la sequía, recarga del agua subterránea, asegurando el nivel del agua en los manantiales y la continuidad de los flujos de ríos y cursos de agua.

Como es poco lo que se puede hacer para incrementar la cantidad o la frecuencia de las precipitaciones, deberíamos enfocarnos al mejoramiento de la captación de lluvia, la disponibilidad de agua en el suelo y la eficiencia de su uso en las tierras de agricultura de secano. Esto significa que debe aumentarse la cantidad de agua que ingresa al suelo (infiltración) y reducirse la pérdida de humedad a través de la escorrentía y evaporación. Una mayor cobertura y mejor manejo del suelo pueden ayudar a lograr esto. El suelo debe ser perturbado lo menos posible, protegido con una cobertura permanente, y su contenido de materia orgánica debe ser incrementado (Benites, J y Castellanos, A. 2003).

Los cuatro principios básicos de la Agricultura de Conservación pueden ayudar a lograr y mantener un suelo biológicamente rico, con buena capacidad de absorción. Estos cuatro principios son:

1. Mantenimiento de una cobertura permanente del suelo

Muchos agricultores familiares aplican mulch sobre el suelo o siembran plantas de cobertura. Una cobertura permanente del suelo, ya sea con residuos vegetales o cultivos en desarrollo, protege la superficie del efecto negativo del impacto de las gotas de lluvia. Esto reduce la formación de costras y la susceptibilidad a la erosión, y mejora la porosidad en la superficie. También reduce la pérdida directa de agua por la evaporación que se produce en las capas superiores del suelo, estableciendo mejores condiciones para la conservación de la humedad. También mantiene un suministro de alimento continuo para los organismos del suelo, desde microbios hasta gusanos (Benites, J y Castellanos, A. 2003). Además de acuerdo con Altieri, M. y *et al.* (2009), muchos agricultores familiares aplican mulch

sobre el suelo o siembran plantas de cobertura para reducir los niveles de radiación y calor en las superficies recién plantadas.

## 2. Minimización de la perturbación mecánica del suelo

Eliminar o reducir la labranza, significa que el suelo no es perturbado y que se evita la pérdida de humedad y la compactación que sigue a la labranza. Esto incrementa la infiltración y la percolación del agua a través del suelo, conduciendo a un mejor desarrollo radicular y al crecimiento del cultivo. También se reduce la descomposición de la materia orgánica y la consecuente pérdida de humedad por evaporación. Algunas veces se requiere solamente una descompactación para que el suelo vuelva a una mejor condición de inicio. Uno de los impactos más importantes de la minimización de la perturbación del suelo es que esto mejora las condiciones de vida de los organismos benéficos y, con ello, mejora su actividad. Las raíces de los cultivos y los organismos del suelo son responsables de la creación de una red de poros intercomunicados. Estos organismos llevan a cabo la labranza biológica y con ello mejoran la estructura del suelo. Además, la actividad biológica asegura que los residuos de los cultivos sean incorporados al suelo (Benites, J y Castellanos, A. 2003).

## 3. Control del tránsito en el campo

Es vital asegurar que el tránsito en el campo siga caminos permanentes. De esta manera, la compactación del suelo se restringe a áreas determinadas, determinadas, año tras año. Cuando esto se combina con la labranza cero o reducida, el resto del campo queda libre de compactación. La porosidad del suelo y la infiltración de agua se maximizan, los gusanos y otros animales del suelo prosperan y no se pierde materia orgánica sino que ésta llega a unirse e integrarse con el suelo. El impacto global es un sistema edáfico productivo, capaz de mantener cultivos en condiciones secas debido al mejor almacenamiento de agua en el suelo, al enraizamiento profundo de los cultivos, a la actividad biológica y al alto contenido de materia orgánica (Benites, J y Castellanos, A. 2003).



#### 4. Rotación de cultivos

La rotación es una práctica agronómica que busca la optimización del uso de los recursos agua y nutrientes por parte de los cultivos. La alternancia de especies con diferente hábito de crecimiento, precocidad, sistema radical (profundidad, masa, longitud, capacidad exploratoria), uso de agua y nutrientes, resistencia a enfermedades, diferentes habilidades de competencia y asociación con malezas produce un mayor equilibrio de la biodiversidad (microorganismos, banco de semillas, insectos) y de las características químico-físicas del suelo. Esto conduce a una combinación de factores abióticos (suelo y clima) y bióticos (enfermedades, plagas de insectos y malezas) que favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas de interés económico (Rouanet, J. 2007).

La rotación de cultivos y el uso de cultivos de cobertura para incrementar la materia orgánica del suelo reducen la erosión y devuelven la diversidad biológica al suelo. La rotación de diferentes cultivos, con sus diferentes sistemas radiculares, optimiza la red de canales de las raíces, propiciando el incremento de la penetración del agua y la capacidad del suelo para el mantenimiento de la humedad, así como una mayor disponibilidad de agua para uso del cultivo, en suelos más profundos. La rotación de cultivos también mejora la diversidad biológica y ayuda a reducir el riesgo de brotes de plagas y enfermedades (Benites, J y Castellanos, A. 2003).

#### 5. Las terrazas de cultivo o andenes

Son una de las más conocidas y asombrosas técnicas de cultivo legadas por civilizaciones agrarias asentadas en ecosistemas de montaña. Las terrazas tienen como finalidad aumentar la superficie de cultivo y evitar que, en las laderas de mucha pendiente, las lluvias arrastren la tierra y, con ella, los sembríos. Al escalonar las empinadas laderas, se logra controlar la escorrentía, disminuir la erosión del suelo y generar un sistema productivo muy eficiente. En muchos lugares del mundo donde la agricultura se realiza en laderas con pendientes pronunciadas, está vigente esta técnica milenaria, que es en verdad una forma de cultivo alternativa originaria que se ha desarrollado a lo largo de los siglos en diversas culturas y continentes. Es más, los mismo agricultores, al constatar la eficiencia de las terraza para

evitar la erosión y lograr un mayor control del manejo del agua de lluvia y de riego, se han propuesto innovar sus métodos de construcción, pues la inversión en trabajo –mano de obra– de los sistemas de terrazas heredados de civilizaciones milenarias son ahora poco posibles de aplicar (Benites, J. 2012).

## **2. Sistemas de cultivo de regadío**

De acuerdo con Hargreaves, G. y Merkle, G. (2000), el riego se ha practicado por más de 5000 años y fue esencial para el desarrollo de algunas de las civilizaciones antiguas. El riego más antiguo consistió en la derivación mediante gravedad, elevadores de agua accionados por seres humanos, animales o mediante el flujo del agua. Las primeras civilizaciones reconocieron que los elementos esenciales para el crecimiento de las plantas son el agua, la energía y los nutrientes; desde entonces, el uso del riego por bandas en contorno inundadas se ha vuelto común para la producción de arroz y otros granos; así, en la era industrial, el criterio y los métodos de riego se han expandido enormemente a través del mundo entero. Las prácticas actuales incluyen una variedad de métodos de riego superficial, sistemas de aspersión, nebulizadores y goteo.

De acuerdo con lo citado por Ruf, T. Nuñez, P. (1991), el riego juega un papel fundamental en los siguientes aspectos:

- Es un complemento hídrico en los cultivos de secano.
- Permite estabilizar la producción de pastos a un nivel regular todo el año.
- Ofrece perspectivas de nuevos cultivos en pisos donde no se puede cultivar por pluviometría insuficiente.
- Permite cambiar los ciclos de cultivos y extender los períodos de labores agrícolas.
- Se da lugar a la intensificación del uso de la tierra con doble cultivo anual.

El riego constituye una de las actividades más importantes en muchas de las comunidades campesinas de los Andes. Es una actividad clave y central en las estrategias de subsistencia y convivencia tanto de la familia, como de la comunidad. Sirve para intensificar y

aumentar la producción agrícola e, indirectamente, la pecuaria. Tiene un rol crucial en asegurar y diversificar la producción, para que la familia campesina pueda disminuir los riesgos y defenderse de las amenazas causadas por las condiciones climáticas. Así, para las comunidades andinas que disponen de agua, el sistema de riego generalmente constituye el eje de la acción comunal, el motor de la vida comunitaria, donde se juntan diversos temas, responsabilidades y actividades colectivas y familiares (Noordholland de Jong, J. y *et al.* 2009).

De acuerdo con Hargreaves, G. y Merkle, G. (2000), el agua de riego puede ser aplicada a través de diferentes formas, las cuales dependen de muchos factores como: nivel económico, tipo de cultivo, tipo de suelo, disponibilidad y calidad del agua, prácticas agrícolas, consideraciones legales y otros. Uno puede ir al campo y encontrar variaciones casi infinitas sobre los sistemas de riego y técnicas de aplicación y manejo del agua, pero las siguientes cubren la mayoría de estas variaciones:

1. Riego superficial por inundación o mediante surcos.
2. Riego subterráneo manteniendo el nivel freático o zona de saturación al alcance de las raíces de las planta.
3. Riego por aspersión.
4. Goteo (riego localizado)

En su definición, un sistema de riego incluye: las instalaciones de recolección y almacenamiento de los escurrimientos ocurrientes en las cuencas hidrológicas, el sistema de conducción y distribución (canales y tuberías), los sistemas de aplicación en la finca y las instalaciones de drenaje en una cierta área de riego (Hargreaves, G. y Merkle, G. 2000) .

#### **a. Riego superficial o por gravedad**

El riego por superficie es el método de riego más antiguo. Agricultores de Egipto, China, India y países de Oriente Medio se sabe que regaban sus tierras, mediante riego por superficie, hace más de 4.000 años. La civilización de Mesopotamia vivió y prosperó en el

valle del Tigris y del Eufrates hace más de 6.000 años y posteriormente desapareció a consecuencia de la salinización del suelo por inadecuadas prácticas de riego y ausencia de drenaje (Alcobendas, P. 2012).

El riego por superficie es un sistema de riego donde el agua fluye por gravedad, utilizándose la superficie del suelo agrícola como parte del sistema de distribución del agua. El caudal disminuye a medida que el agua avanza por la parcela regada, debido a su infiltración en el suelo (Alcobendas, P. 2012).

### 1. Riego por surcos

Este es uno de los métodos de riego superficial más común. Los surcos se pueden hacer cultivando entre las hileras de las plantas, o se pueden crear los lechos con el suelo removido para hacerlos. Las corrugaciones (o camellones) son nada más que los surcos de poca profundidad que corren a lo largo de la pendiente para regar cultivos en hileras. Los surcos pueden estar a nivel, siguiendo una curva de nivel, con una pequeña pendiente, o siguiendo la pendiente principal del campo (Hargreaves, G. y Merkle, G. 2000).

### 2. Pishkuchaki

De acuerdo con González, et.al. (2006), citado por León, C. y Pionce, J. (2010), las características de esta técnica son las siguientes. Al llegar la acequia a los terrenos, las familias abren pequeñas zanjitas cada medio metro aproximadamente, de tal manera que el agua entre en la chacra. Esas zanjitas tienen una longitud de poco más de un metro pues solo se busca abrir entradas al agua desde lejos parecen efectivamente pisadas de pájaro.

### 3. Canterones o serpentín

En este sistema de riego el agua se conduce cuesta abajo a través de surcos en forma de S para el riego de cultivos. Los Canterones son un medio de irrigación en pendientes pronunciadas sin terrazas. Esta técnica puede ser de origen prehistórico en las tierras altas

(Denevan, V. 2002). Es muy común también observar esta práctica en topografías planas en cultivos principalmente como hortalizas y leguminosas como la alfalfa.

## **b. Riego presurizado**

### 1. Riego por aspersión

El riego por aspersión permite aplicar el agua de riego sobre todo el suelo y el cultivo en forma de lluvia, haciendo uso de los aspersores. El agua llega hasta ellos a través de una red cerrada de tuberías por las que circula a presión. El control del riego sólo estará limitado por las condiciones climáticas (principalmente el viento), mientras que la uniformidad de aplicación del agua será independiente de las características del suelo. La red de distribución está formada por el conjunto de tuberías y piezas especiales que llevan el agua desde la toma de agua en la parcela hasta los aspersores. Aquella puede tener mayor o menor movilidad, lo que permite clasificarla en fija, móvil y mixta. A su vez los aspersores se clasifican según el mecanismo de giro, el área mojada y la presión de trabajo, siendo los más utilizados en agricultura los aspersores de impacto circular y sectorial (Junta de Andalucía. 2007).

Los diferentes tipos de sistemas de aspersión suelen clasificarse atendiendo al grado de movilidad de sus componentes. En general se distinguen los sistemas estacionarios (móviles, semifijos y fijos) y los sistemas de desplazamiento continuo (“pivots”, “rangers” y cañones enrolladores). De forma general los costes de inversión se incrementan y los requerimientos de mano de obra disminuyen a medida que aumenta el número de elementos fijos del sistema (Junta de Andalucía. 2007).

### 2. Riego localizado

Los sistemas de riego localizado permiten distribuir el agua de manera localizada, manteniendo un nivel adecuado y constante de humedad en el suelo, de tal forma que esta quede disponible en la zona radicular de la planta. Son una opción para disminuir las

pérdidas de agua en los sistemas agrícolas, ya que al implementar este tipo de sistemas se puede tener una eficiencia en el uso del agua hasta del 90% (SAGARPA, 2011).

Se pueden clasificar según el caudal que proporcionan los emisores de riego: riego por goteo en los que el gasto por punto de emisión o metro lineal de manguera es inferior a los 20 lph y riego por microaspersión en los que el gasto de emisión es inferior a los 200 lph (SAGARPA, 2011).

### **c. Modernización y tecnificación del riego**

De acuerdo con Facón y Renault, (1999), la FAO ha definido la modernización como un proceso de mejoramiento técnico y de gestión de los esquemas de riego combinados con reformas institucionales, si fueran necesarias, con el objetivo de mejorar la utilización de los recursos y del servicio de entrega de agua a las fincas (FAO, 2003).

En tanto que la a tecnificación del riego permite: Mejorar la tecnología de la agricultura irrigada, por medio de modernos y eficientes sistemas de riego es decir utilizar sistemas de riego eficientes, tales como: Mangas, Tubos Multicompuertas, Californiano y Riego Intermitente, Aspersión, Micro Aspersión y Goteo (Rendón, B. 2013).

Existen diferentes alternativas para la tecnificación de un determinado método de riego, entendiéndose por ello el uso de la "técnica", para obtener el máximo beneficio del agua de riego, es decir, que gran parte de lo suministrado vaya en directo beneficio de las plantas y no se traduzca en pérdidas. Dentro de la tecnificación pueden plantearse los siguientes objetivos respecto al manejo del agua: uso de caudal adecuado; pendiente apropiada; tiempo y frecuencia de riego según demandas del cultivo; mínima pérdida de agua por escurrimiento superficial y percolación profunda; entre otros.

Actualmente existen muchas causas que invitan a justificar la tecnificación del riego: mejorar la eficiencia de los sistemas en la aplicación del riego considerando los efectos del

cambio climático, déficit hídrico o exceso de agua en algunas épocas; bajos rendimientos agrícolas, etc. De ahí que es necesario reflexionar el alcance de los procesos de tecnificación del riego, aún más si se trata de agricultura en minifundios –riego parcelario-, para una vez implementados, lograr que sean sostenibles en el tiempo (Rendón, B. 2013).

Los países de Latinoamérica y el Caribe presentan un gran potencial para la expansión de la agricultura de riego. Además de poseer el 31.6% de los recursos de agua dulce del mundo, cuenta con un área potencial equivalente a 78 millones de hectáreas. Sin embargo, este gran potencial no se aprovecha del todo, en parte por los costos que suponen acceder a un sistema tecnificado de riego y en parte por el desconocimiento de alternativas económicas en el manejo del agua (FLAR. 2007).

### **3. Consecuencias de un uso ineficiente del agua de riego**

El uso cada vez más intenso de fertilizantes y pesticidas para aumentar la productividad afecta la calidad del agua porque pueden llegar hasta los ríos y sus afluentes, los lagos y las lagunas. La presencia de estas sustancias, algunas de ellas tóxicas, son un riesgo para la salud de la población, la fauna y los ecosistemas (IRC, 2004).

El uso del agua para riego de los cultivos es el de mayor prioridad después del agua para consumo humano, por ser el mayor consumidor y por su importancia para la producción de alimentos. No obstante, los grandes volúmenes de consumo de agua tienen implícita una gran ineficiencia en su uso, que a nivel global se ha estimado en 38% por la FAO. El consumo de agua en el sector agrícola depende de la interacción de varios aspectos: el tipo de cultivo, las técnicas y tecnologías de cultivo y de riego, la capacitación de los agricultores, la calidad del suelo y las condiciones ambientales del lugar (IRC, 2004). Los países de la región andina están interesados en ampliar la cobertura de las áreas bajo riego, dado que el rendimiento de los cultivos que cuentan con este es mayor en comparación a los que no. La implementación del riego puede aumentar entre 2 y 4 el rendimiento de los cultivos, dependiendo de factores similares a los mencionados anteriormente (IRC, 2004).

## **D. EL AGUA EN EL SUELO**

El suelo es un sistema o cuerpo poroso. Se encuentra formado por elementos o partículas sólidas de diferentes diámetros, tamaños y diferente composición química, que tienen o forman espacios porosos entre ellas y que se encuentran ocupados ya sea por aire, agua o por ambos elementos (Vásquez, V. y *et al.* s.a).

### **1. Almacenamiento de agua en el suelo**

La capacidad de almacenamiento de agua del suelo es determinada por la capacidad de retención máxima de agua de cada tipo de suelo en la zona de actividad de las raíces. Es así que varía con el tipo de suelo (estructura, textura, profundidad, etc.) y el tipo de cultivo o pastura considerada (Vásquez, V. y *et al.* s.a).

Se entiende por almacenamiento superficial (AS) de agua en el suelo a la máxima cantidad de agua retenida de forma instantánea sobre la superficie del suelo, a una determinada pendiente del terreno. El agua así inmovilizada dispone de más tiempo para poder infiltrarse, viéndose así reducido el riesgo de erosión por escorrentía e incrementado el contenido de agua en el suelo. Por tanto, el AS es un importante aspecto a considerar en estudios hidrológicos (Mezkiritz, I. 2012) .

#### **a. Capacidad de campo (CC)**

La capacidad de campo (CC) expresa el contenido de humedad en base a peso o volumen, que puede retener un suelo, después de que ha cesado de drenar el agua gravitacional, lo cual ocurre usualmente entre 1/10 de atmósfera de tensión para los suelos gruesos y de 1/3 de atmósfera para los suelos pesados (Hargreaves, G. y Merkle, G. 2000).

#### **b. Punto de marchitez permanente (PMP)**

El punto de marchitez permanente (PMP) es el contenido de humedad en el suelo, en base



a peso o volumen, en el cual las plantas se marchitan y no se recuperan aunque se les ponga en un medio de alto contenido de humedad; éste término es aproximadamente igual a la humedad en el suelo que ha sido sometido a una tensión 15 bares (Hargreaves, G. y Merkle, G. 2000).

### c. Humedad aprovechable total (HAT)

Es la diferencia que existe entre los contenidos de humedad del suelo a capacidad de campo y punto de marchitez permanente. La cantidad de agua disponible en el suelo a ser utilizada por las plantas está comprendida entre el rango de humedad a capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez permanente (PMP). Si se mantuviera el contenido de humedad del suelo a un nivel mayor que la CC, existe el peligro de que la falta de aire en el suelo sea un factor limitante para el normal desarrollo de las plantas. Esto ocurre en un suelo con drenaje restringido o a niveles de humedad cercanos al PMP, y producirá daños irreversibles al cultivo a nivel fisiológico; en efecto si este nivel de humedad persiste la planta morirá. A continuación en el Cuadro 3 se presenta diferentes tipos de texturas de suelo y los rangos de CC, PMP y Humedad total aprovechable (Vásquez, V. y *et al.* s.a).

**Cuadro 3.** Resumen de las propiedades contenido de humedad en el suelo.

Textura del suelo	Capacidad de campo $\theta_{mcc}$ (%)	Marchitez permanente $\theta_{mpmp}$ (%)	Humedad total aprovechable $\theta_{cc} - \theta_{mpmp}$ (%)
<i>Arenoso</i>	9 (6-12)	04 (2-6)	05 (2-6)
<i>Franco arenosos</i>	14 (10-18)	06 (4-8)	08 (6-10)
<i>Franco</i>	22 (18-26)	10 (8-12)	12 (10-14)
<i>Franco Arcilloso</i>	27 (23-31)	13 (11-15)	14 (12-16)
<i>Arcilloso arenoso</i>	31 (27-35)	15 (13-17)	16 (14-18)
<i>Arcilloso</i>	35 (31-39)	17 (15-19)	18 (16-20)

**Fuente:** Vásquez, V. y *et al.*(s.a).

#### d. Velocidad de infiltración básica

Cuando el suelo está seco, el agua es absorbida (infiltrada) rápidamente; luego de 20 a 30 minutos la velocidad de entrada decrece, conforme los espacios de aire en el suelo se llenan de agua. Luego de una o dos horas la velocidad de infiltración usualmente ocurre a un ritmo constante y más lento, al cual se denomina infiltración básica. El Cuadro 4 proporciona valores de infiltración básica para varios tipos de suelo, sin embargo, algunos suelos poseen características de infiltración diferentes, aún cuando sus texturas sean muy similares.

Es necesario conocer la infiltración básica cuando se selecciona un método de riego y para estimar la precipitación efectiva. Si la lluvia cae más rápido que el valor de infiltración básica, se producirán escurrimientos, sin embargo, el cultivo, la vegetación, la labranza y las prácticas de manejo pueden tener una gran influencia en la cantidad de escurrimiento (Hargreaves, G. y Merkle, G. 2000).

**Cuadro 4.** Infiltración básica para diferentes texturas de suelo.

Tipo de suelo	Infiltración Básica (mm/h)
Arcilloso	1-5
Franco arcilloso	5-10
Franco limoso	10-20
Franco arenoso	20-30
Arenoso	30 o más

**Fuente:** Hargreaves, G. y Merkle, G. (2000).

## 2. Escorrentía

El agua de lluvia que cae sobre la superficie de un terreno, una parte se evapora, otra discurre por la superficie (escorrentía) y otra penetra en el terreno (infiltración). Se define como coeficiente de escorrentía,  $C$ , de una superficie,  $S$ , al cociente del caudal que discurre por dicha superficie,  $Q_E$ , en relación con el caudal total precipitado. El coeficiente de escorrentía varía a lo largo del tiempo y es función de las características del terreno (naturaleza, vegetación, permeabilidad, inclinación, humedad inicial del suelo) y de la zona (temperatura, intensidad y duración de la precipitación, humedad relativa, etc.) (Mezkiritz, I. 2012).

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **A. MATERIALES**

#### **1. De campo**

Cámara fotográfica, GPS, Papelógrafos, grabadora, marcadores, libro de campo, barreno, infiltrómetroTurf-Tec, aforadores de caudal, varilla de infiltración, manómetros de glicerina, flexómetro.

#### **2. De laboratorio**

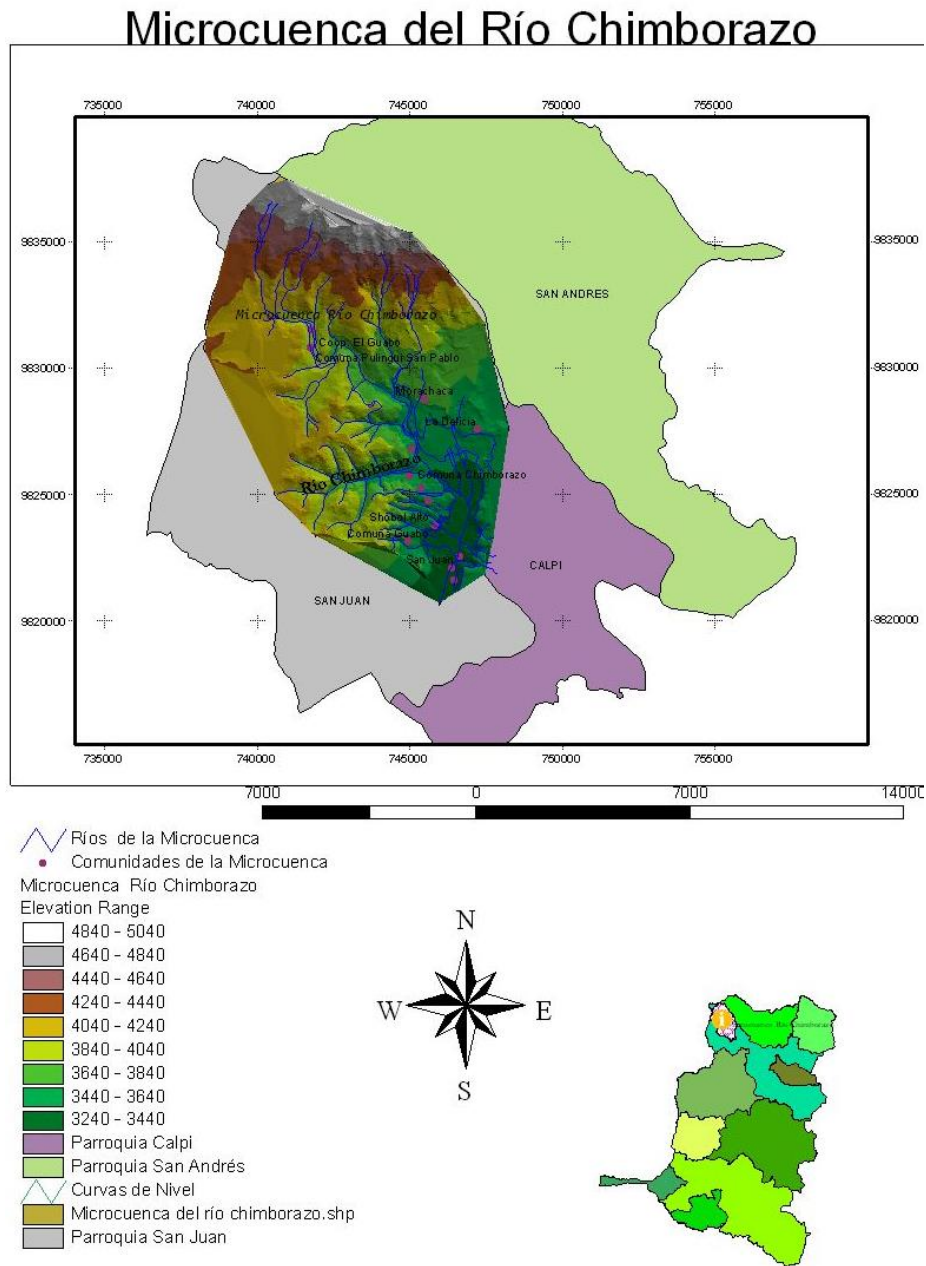
Estufa, balanza, cápsulas metálicas.

#### **3. De oficina**

Computador, fuentes bibliográficas, Herramienta Cristal 4.0

## B. METODOLOGÍA

### 1. Localización de la investigación



**Elaborado:** Martínez M. (2013)

## **2. Metodologías de la identificación de la vulnerabilidad y adaptación desde la comunidad.**

### **e. Herramienta CVCA**

1. Se levantó información primaria científica y comunitaria acerca del cambio climático, así como también los actores, políticas nacionales y parroquiales que pueden facilitar o limitar la adaptación.
2. En campo se aplicaron las herramientas participativas CVCA, con un grupo de 64 personas integrantes de las comunidades de la parroquia a fin de recopilar información acerca de las percepciones del cambio climático desde la comunidad.
3. Se compiló y analizaron los datos recabados y se ratificó dicha información con actores claves en entrevistas complementarias e información bibliográfica disponible.

### **f. Herramienta CRiSTAL**

1. Se procedió a correr la hoja electrónica de la herramienta CRiSTAL 4.0 para la identificación Comunitaria de riesgos, adaptación y medios de vida a partir de la información obtenida con la herramienta CVCA.

## **3. Metodologías para la caracterización de las tecnologías**

### **1. Contenido de humedad en el suelo mediante el método gravimétrico.**

1. Se colectaron las muestras de suelo en campo en la mitad de las parcelas seleccionadas a una profundidad de 15 y 30 cm con la ayuda de un barreno.
2. Las muestras se trasladaron al laboratorio para obtener su peso húmedo, el traslado de las muestras se las realizó en fundas plásticas a fin de que el vapor condensado se incluya en el peso húmedo de la muestra.
3. Las muestras húmedas pesadas se secaron en la estufa a 150 ° C por 24 horas para obtener su peso seco.

4. La diferencia de peso registrada se dividió para el peso seco del suelo, obteniendo así el contenido de humedad en relación a su peso seco. El contenido de humedad se calculó mediante la relación:

$$\theta \text{ masa } (\%) = \frac{\text{masa de agua}}{\text{masa de suelo seco}} \times 100$$

## 2. Variación del contenido de humedad

El método analítico para determinar la expresión matemática de variación o descenso del contenido de humedad  $\theta = a * t^b$ , que fue empleado en la presente investigación se basa en los mínimos cuadrados. El principio de este método consiste en determinar los parámetros que miden el grado de asociación correlativa entre las variables del contenido de humedad (Vol %) y el número de días transcurridos desde el último riego. Donde:

a = Es el contenido de humedad que tiene un suelo después del riego,

b = Es el exponente de la función y su magnitud varía entre 0 y -1,

t = Es el número de días transcurridos desde el último riego, y

$\theta$  = Es el contenido de humedad del suelo (Vol % ó masa %).

Este método consiste en aplicar logaritmos a la ecuación inicial:

$$\text{Log } \theta = \log a + b * \log t$$

Que también puede ser escrito de la forma:  $Y = N + b * X$

El mismo que corresponde a un modelo lineal típico, donde:

$Y = \log \theta$

$N = \log a$

$X = \log t$

Luego, aplicando la técnica de los mínimos cuadrados, se tiene que:

$$b = \frac{n \sum XiYi - \sum Xi \sum Yi}{n \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}$$

$$N = \frac{\sum Yi}{n} - b \frac{\sum Xi}{n}$$

Donde:

$n$  = Es el número de datos usados en el análisis.

Y  $a$  = antilogaritmo de  $N$

### 3. Cálculo de la velocidad de infiltración básica

Para determinar la velocidad de infiltración básica fue necesario calcular la velocidad de lámina infiltrada acumulada ( $I_{cum}$ ) e infiltración instantánea ( $I$ ).

Para obtener los parámetros mencionados se utilizó el método del cilindro infiltrómetro, para el cual fue necesario identificar en lugar representativo del terreno de acuerdo a una descripción previa. Posteriormente se procedió a introducir el cilindro infiltrómetro en el suelo y a colocar la cantidad suficiente agua para realizar las lecturas desde el nivel 0.

Una vez obtenido los valores de infiltración acumulada hasta los 10 cm, para los intervalos de tiempo de oportunidad determinados a 0,5 min, se procedió a calcular los parámetros de  $I$  y  $I_{cum}$  mediante el método de los mínimos cuadrados como en el caso del contenido de humedad en el suelo, obteniendo de esta manera las ecuaciones respectivas que  $I_{cum} = AT_0^B$ ,  $I = aT_0^b$ ; donde:

$I$  = Velocidad de infiltración ( $L.T^{-1}$ ) expresado en cm/hora

$T_0$  = Tiempo de oportunidad (tiempo de contacto del agua con el suelo) expresado en minutos.

$a$ = Coeficiente que representa la velocidad de infiltración para un  $T_0= 1$  min.

$b$ = Exponente que varía entre 0 y -1.

La infiltración básica ( $I_b$ ) responde a la expresión matemática  $I_b = aT_0^b$ , para un tiempo ( $T_b$ ) = -600\*b.

#### 4. Contenidos de materia orgánica y clase textural

En las parcelas se procedió a recoger muestras representativas en las parcelas seleccionadas y enviarlas al laboratorio de suelos de la ESPOCH para sus respectivos análisis.

#### 5. Caudales empleados en el riego

Para la determinación del caudal utilizado en el riego de las parcelas en estudio se procedió a seleccionar un tramo recto del canal al ingreso de la parcela donde las líneas de corriente sean lo más paralelas donde no existieron zonas con turbulencias o remolinos ni agua casi estancada y de poca profundidad donde las velocidades son muy bajas. Además la forma de la acequia de conducción deber ser lo más regular posible a fin de que el área de la sección transversal pueda ser calculada con mayor precisión. Posteriormente se procedió a sumergir la veleta del medidor de caudal al  $\frac{1}{2}$  del tirante de agua previamente medido para observar los valores de velocidad del agua obtenidos. Se realizaron 5 repeticiones para cada lectura a fin de establecer una media.

Se tomaron las lecturas de ancho de la base del canal y de la superficie para aplicar las fórmulas de área del trapecio o del rectángulo. Para obtener el caudal se procedió a multiplicar el valor de la velocidad en m/s por el área en  $m^2$ .



## V. RESULTADOS

### A. DESCRIPCIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO, PARROQUIA SAN JUAN.



**Fotografía 5.** Habitante de barrio san Francisco\_ San Juan, realizando sus actividades rutinarias.

#### 1. Microcuenca Del Río Chimborazo

La cuenca hidrográfica es considerada como una unidad territorial y ambiental delimitada por una línea divisoria de aguas, que tributa o alimenta a una red natural de drenaje, con una salida única. En su interior se encuentra una serie de elementos como el agua, la flora, fauna, el suelo y las personas, que actúan formando un sistema abierto e interdependiente (Calispa, F. 2000).

La cuenca hidrográfica puede dividirse en espacios definidos por la relación entre el drenaje superficial y la importancia que tiene con el curso principal. El trazo de la red hídrica es fundamental para delimitar los espacios en que se puede dividir la cuenca. A un

curso principal llega un afluente secundario, este comprende una subcuenca. Luego al curso principal de una subcuenca, llega un afluente terciario, este comprende una microcuenca, además están las quebradas que son cauces menores (World Vision. 2009 ).

La Microcuenca del Río Chimborazo es una Microcuenca alta ubicada en la zona de páramo pues, desde los deshielos mismos de la cumbre del nevado en los 6310 msnm se forma el Río Chimborazo, siendo la primera configuración hidrológica que atraviesa la parroquia de San Juan y se desplaza hasta los 2 900 msnm aproximadamente donde se une con el Río Sicalpa en las cercanías de la población de Cajabamba. También sus aguas alcanzan la ciudad de Riobamba con el nombre de Río Chibunga, que, siguiendo el curso al sur, forman el Río Chambo que alimenta finalmente la Cuenca hidrográfica del Pastaza (Garcés, D. 2010).

#### **a. Localización De La Microcuenca Del Río Chimborazo**

La microcuenca del Río Chimborazo está situada al Nor-este de la Provincia de Chimborazo a una distancia de 18 Kilómetros de la ciudad de Riobamba (zona 17 UTM) entre las coordenadas 9837092,23 - 9814890,79 N y 735554,19 - 748150,76 E. La microcuenca se encuentra desde los 3170 msnm hasta los 5000 msnm. Está constituida por un área total de 16 522 Ha. La microcuenca pertenece jurídicamente a la parroquia San Juan (Bustos, A. y Bustos. E. 2007).

#### **b. Parroquia San Juan**

##### **1. Superficie y población**

La parroquia San Juan de acuerdo con el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial en el año 2011, cuenta con una superficie de 23520,8 ha. Sus límites políticos son: al norte la parroquia San Andrés perteneciente al cantón Guano, al Sur la parroquia Villa La Unión perteneciente al cantón Colta, por el Este con la Parroquia Calpi, cantón Riobamba, y al Oeste la provincia de Bolívar.



**Fotografía 6.** Centro parroquial de San Juan. Abril 2013.

Según sus características de ubicación, las comunidades que integran la parroquia de San Juan se encuentran agrupadas en zonas: baja, media, alta y zona 1 (zona del la parte sur occidental que abastecen a la cuenca del río Conventillo) como se puede observar en Cuadro 5. (PDOT San Juan. 2011).

**Cuadro 5.** Asentamientos humanos que integran el territorio parroquial

NÚMERO	ASENTAMIENTO HUMANO	ZONA DE UBICACIÓN	POBLACION	SUPERFICIE (Ha)
1	Capilla Loma	Baja	154	169,15
2	Cantarilla	Baja	98	5,98
3	Pisicáz Alto y Bajo	Baja	377	278,63
4	San Francisco	Baja	593	4
5	San Vicente	Baja	217	5
6	Central	Baja	283	6
7	Santa Marianita	Baja	259	7
8	San Antonio de Rumi Pamba	Baja	265	140,45
9	Ballagán	Baja	151	285,47
10	Larca Loma	Baja	74	182,04
11	Chaupi Pomaló	Media	344	503,75
12	Calera Grande Pomaló	Media	364	2218,82
13	Calera Yumi	Media	112	193,53
14	Calerita Santa Rosa	Media	218	90,56
15	Calerita Baja	Media	91	22,71
16	Calera Shobol Pamba	Media	308	130,1
17	Shobol Llinllin	Media	622	851,46
18	Guabug	Media	669	430,01

19	La Delicia	Alta	267	174,83
20	Tambo Huasha	Alta	190	1113,48
21	Cooperativa Guabug (Santa Teresita)	Alta	72	1204,06
22	Santa Isabel	Alta	238	188,18
23	Chimborazo	Alta	208	2441,29
24	Guadalupe	Alta	145	167,88
25	Gallo Rumi	Zona 1	141	2565,65
26	Pungul	Zona 1	91	279
27	Pasguazo	Zona 1	99	871,76
28	Ganquis	Zona 1	131	2345,91
29	Pulingui San Pablo	Alta	61	2914,7
30	Chinigua	Alta	67	358,79
31	Chorrera Mirador	Alta	68	1652,57
	Propiedad privada + reserva Chimborazo + Asociación Santa Rosa de Guabug	Media y alta		1147,11
TOTAL			6384	23520,89

**Fuente:** PDOT San Juan. (2011).

Según el Censo de Población y Vivienda del año 2010, la población de la parroquia se encuentra en 7370 habitantes, de los cuales, el 47% corresponde a hombres y el 53% a mujeres, presentando un incremento poblacional, respecto al Censo del año 2001 del 7% (Cuadro 6). En la parroquia se aprecia una población mayoritariamente joven, siendo el 59,4% de la población personas de hasta 29 años de edad, donde el 23,6% de la población se encuentra entre 5 a 14 años.

**Cuadro 6.** Población total en la parroquia.

Grupos etáreos	Hombres		Mujeres		Total
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	
Menores de un año	63	0,85%	72	0,98%	135
Entre 1 y 4 años	284	3,85%	334	4,53%	618
Entre 5 y 9 años	410	5,56%	465	6,31%	875
Entre 10 y 14 años	445	6,04%	418	5,67%	863
Entre 15 y 19 años	370	5,02%	393	5,33%	763
Entre 20 y 24 años	308	4,18%	333	4,52%	641
Entre 25 y 29 años	200	2,71%	282	3,83%	482
Entre 30 y 34 años	177	2,40%	251	3,41%	428
Entre 35 y 39 años	163	2,21%	213	2,89%	376

Entre 40 y 44 años	160	2,17%	179	2,43%	339
Entre 45 y 49 años	136	1,85%	166	2,25%	302
Entre 50 y 54 años	127	1,72%	138	1,87%	265
Entre 55 y 59 años	131	1,78%	156	2,12%	287
Entre 60 y 64 años	129	1,75%	135	1,83%	264
Entre 65 y 69 años	124	1,68%	134	1,82%	258
Entre 70 y 74 años	90	1,22%	91	1,23%	181
Entre 75 y 79 años	53	0,72%	79	1,07%	132
Entre 80 y 84 años	46	0,62%	59	0,80%	105
Entre 85 y 89 años	21	0,28%	23	0,31%	44
Entre 90 y 94 años	4	0,05%	5	0,07%	9
De 95 años en adelante	1	0,01%	2	0,03%	3
<b>TOTAL</b>	<b>3442</b>	<b>46,70%</b>	<b>3928</b>	<b>53,30%</b>	<b>7370</b>

**Fuente:** PDOT San Juan. (2011)

## 2. Fuentes de ingresos familiares

La principal actividad productiva en la zona es la que tiene que ver con la agricultura, no obstante, la población entiende como agricultura a la actividad agropecuaria, ya que en todas las comunidades la actividad que predomina es la crianza de ganado para producción de leche (Cuadro 7.). Cabe destacar que el 16% de la población se dedica a más de una actividad productiva, combinando por ejemplo el empleo en el área de la construcción con la agricultura (PDOT San Juan. 2011).

**Cuadro 7.** Población económicamente activa por segmento de ocupación.

<b>Fuentes de ingresos familiares</b>	<b>Numero</b>	<b>Porcentaje</b>
Actividad agrícola	31	37,8%
Actividad pecuaria	7	8,5%
Actividades de construcción	11	13,4%
Actividades relacionadas con el comercio	3	3,7%
Actividades artesanales	6	7,3%
Empleados en el sector público	11	13,4%
Empleados en el sector privado	13	15,9%
<b>TOTAL</b>	<b>82</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** PDOT San Juan. (2011)

En cuanto al tema del trabajo en el sector privado, más del 50% son personas que trabajan como choferes de transporte público o volquetas, entre otros y el tema pecuario, corresponden a personas que se dedican exclusivamente a la crianza de ganado y especies menores, sin trabajar en la agricultura propiamente dicha (PDOT San Juan. 2011).

Las comunidades han manifestado que dentro de su estructura social interna existen en la parroquia un total de 8 organizaciones de regantes, 11 de agua entubada, 12 organizaciones deportivas, 3 que corresponden al seguro social campesino, 12 para producción y comercialización, 11 organizaciones de ahorro y crédito, 1 de grupos vulnerables y 17 organizaciones religiosas, siendo un total de 98 organizaciones internas existentes en la parroquia (PDOT San Juan. 2011).

Maqui maniachi era el presta mano y la mingas eran formas de organización para trabajos en forma comunal sin embargo señalan que en la actualidad ya no hay mucha gente para trabajar ya que en la actualidad la juventud solo estudia y ya no quieren trabajar (Taller CVCA. Grupo 4).

### **c. Características climáticas**

Según Chiriboga *et al.* (2007), citado por Rutz, O. (2009), la zona de San Juan está dentro de la zona climática “Ecuatorial de alta Montaña” con precipitaciones entre 750 y 2000 mm anuales y temperaturas entre los 4 y 14 °C. Con una humedad relativa que oscila entre el 75 y 80 %. Lo que se reporta en el Diagnóstico Participativo Comunitario del PDA-UOCIC.

De acuerdo con el análisis pluviométrico, la parroquia posee una media de precipitación de 663,3 mm anuales.

### **d. Hidrología**

De acuerdo al Plan de Desarrollo Local UCASAJ (1999), citado por González, J. (2007),

dentro de la microcuenca del río Chimborazo existen 21 fuentes importantes que permiten construir 27 canales de riego, los mismos que riegan 1750 ha, que corresponde al 8,75 % del área total de la parroquia San Juan.

Los ríos más importantes son: Chimborazo, La Calera, Culebrillas, Tililag, Ganquis. Entre las vertientes más importantes están: Chacaloma, Resgon, Guagra, Warmi Quishuar, Cari Quishuar, Ashpa Chaca, Muchuquera entre otros. El río Chimborazo cruza de norte a sur la parroquia San Juan, hasta el límite de la llanura de Liribamba. El río nace de los deshielos del Chimborazo y, en su recorrido, recibe las aguas de los ríos Mambuc – Calera, Ballagán y Pasguazo principalmente (González, J. 2007).

Según el Consejo Nacional de Recursos Hídricos la disminución del río Chimborazo entre 1986 y 2006 ha sido de 800 a 435 l/s, mismo que se lo utiliza en los primeros 13 Km. Por la planta hidroeléctrica de la Empresa Cemento Chimborazo y luego es destinado para riego para diferentes usuarios que se encuentran dentro de la microcuenca y fuera de esta zona (Bustos, A. y Bustos. E. 2007).

Entre las quebradas podemos mencionar las de Mablug, Ruellapogio grande, entre otras. Las fuentes de agua son utilizadas para consumo humano y riego y se encuentran localizadas en el ecosistema páramo (Bustos, A. y Bustos. E. 2007).

**Cuadro 8.** Distribución del recurso hídrico accesible para riego en la parroquia San Juan.

Comunidad	Nº de familias con acceso al agua de consumo humano y uso doméstico	Nº de beneficiarios con acceso al agua de riego	Nº de familias con acceso al agua para piscicultura	Nº de empresas que emplean agua como materia prima
Capilla Loma	73	51		
Cantarilla	25			
Pisicáz Alto y Bajo	60	81		
San Francisco	2250*			
San Vicente				
Central				
Santa Marianita	104			
San Antonio de Rumi Pamba	76			

Ballagán	70	75		
Larca Loma	19			
ChaupiPomalo	80	106		
Calera Grande Pomalo	150	135		
Calera Yumi	45	45		
Calerita Santa Rosa	80	35		
Calerita Baja	30	23		
Calera Shobol Pamba	130	113		
ShobolLlinllin	210			
Guabug	194	168		
La Delicia	58	111		
Tambo Huasha	85	81		
Cooperativa Guabug (Santa Teresita)	30	31		
Santa Isabel	70	30		
Chimborazo	150	247		
Guadalupe	30	22		
Gallo Rumi	38			
Pungul	15			
Pasguazo	18			
Ganquis	35			
Pulingui San Pablo	14			
Chinigua	16			
Chorrera Mirador	23	35		
Colegio Chimborazo			1	
Cemento Chimborazo				1
Aso. Santa Rosa		50		
UCASAJ		43		

**Fuente:** PDOT San Juan. (2011)

#### **e. Fisiografía y Suelos**

San Juan posee una topografía ondulada y quebrada, observando pendientes que alcanzan el 50% en los sectores de Gallo Rumi y Larca Loma, donde se observa una erosión fuerte; la mayoría de los suelos están cubiertos por una capa de vegetación a excepción de los suelos que se hallan cerca de las faldas del Chimborazo, los mismos que poseen muy poca



vegetación y son secos (PDOT San Juan. 2011). De acuerdo con lo citado por González, J. (2007), a partir del mapa de taxonomía de suelos realizado por el PRONAREG (1984), en general los suelos dentro de la microcuenca de río Chimborazo se dividen en 6 órdenes y cinco tipos principales.

**Cuadro 9.** Clasificación de suelos en la microcuenca del río Chimborazo.

<b>Orden</b>	<b>Extensión (ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Entisol	625	5,0
Inceptisol	8410	67,3
Mollisol	8	0,1
Nieve y hielo	925	7,4
Eriales o afloramientos rocosos	2522	20,2
<b>TOTAL</b>	<b>12491</b>	<b>100,0</b>

**Fuente:** González, J. (2007).

#### **f. Uso del suelo**

En la parroquia, la mayor extensión de suelo corresponde a zonas de páramo, el tipo predominante es pajonal, pero existen pequeños relictos de paramos de almohadilla y bosque de yagual. Lamentablemente, estas zonas en varias comunidades son utilizadas para pastoreo de ovinos y bovinos por la falta de terrenos aptos para el pastoreo en zonas bajas. Las comunidades de la zona y sus terrenos se encuentran entre 3100 y 4200 m.s.n.m. Con un porcentaje de más de 70% de la población que trabaja en la agricultura, aquella es la actividad productiva principal de la población de la parroquia de San Juan (Rutz, O. 2009).

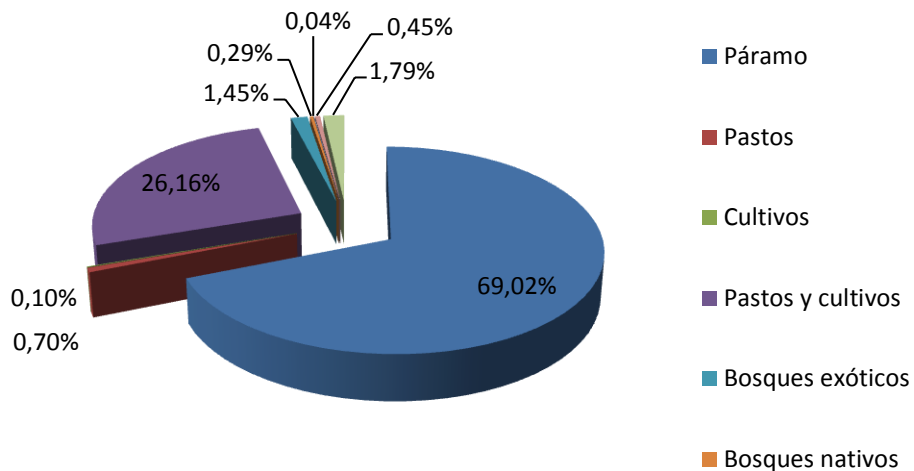
**Cuadro 10.** Uso actual del suelo en la parroquia.

<b>Uso actual del suelo</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
Páramo	16235,561	69,03%
Pastos	163,68	0,70%
Cultivos	23	0,10%
Pastos y cultivos	6152,712	26,16%
Bosques exóticos	341,294	1,45%

Bosques nativos	68,65	0,29%
Zonas erosionadas	8,9	0,04%
Zonas extractivas e industriales	105,288	0,45%
Zonas pobladas	421,801	1,79%
TOTAL	23520,886	100,00%

**Fuente:** PDOT San Juan. (2011)

Por otro lado, el modelo productivo de la parroquia se ha desarrollado hacia la producción pecuaria de leche, en todas las comunidades las familias se dedican a la producción láctea, utilizando un 30% del terreno disponible para cultivos de papa, haba y cebada principalmente. El cultivo forestal más importante es de pino, y los remanentes de bosques nativos son escasos. En cuanto a las zonas extractivas e industriales, corresponde a las minas de piedra caliza utilizadas en su mayor parte por la empresa Cemento Chimborazo (PDOT San Juan. 2011).



**Gráfica 1.** Uso del suelo en la parroquia San Juan

**Fuente:** PDOT San Juan. (2011).

**Cuadro 11.** Uso actual del suelo por comunidad en la parroquia.

Comunidad	Páramo	Pastos	Cultivos	Pastos y cultivos	Bosques exóticos	Bosques nativos	Zonas erosionadas	Zonas abandonadas	Zona rural amanzanada	Zonas extractivas e industriales	Centros poblados	TOTAL
Capilla Loma	0	0	0	132,62	31,13	0	0	0	0	0	5,4	169,15
Cantarilla	0	0	0	20,09	0,519	0	0	0	0	0	5,47	5,989
Pisicáz Alto y Bajo	0	0	0	251,76	10,87	0	0	0	0	0	16	278,63
Zona Urbana	0	0	0	514,45	1,55	0	8,9	0	68,1	0	0	593
San Antonio de Rumi Pamba	0	0	0	99,1	30	0	0	0	0	0	11,35	140,45
Ballagán	26,2	0	0	258	1,27	0	0	0	0	0	0	285,47
Larca Loma	0	0	0	163,87	16,87	0	0	0	0	0	1,3	182,04
ChaupiPomalo	148,74	0	0	339,35	8,1	0	0	0	0	0	7,56	503,75
Calera Grande Pomalo	1712,44	0	0	431,85	0	0	0	0	0	0	74,53	2218,82
Calera Yumi	86,4	0	0	83,38	0	0	0	0	0	0	23,75	193,53
Calerita Santa Rosa	0	0	0	90,56	0	0	0	0	0	0	0	90,56
Calerita Baja	0	0	0	19,112	2,87	0	0	0	0	0	0,72	22,71
Calera Shobol Pamba	0	0	0	106,8	0	0	0	0	0	0	23,3	130,1
ShobolLlinlín	371,2	0	0	436,16	0	0	0	0	0	15	29,1	851,46
Guabug	0	12	0	372,7	0	0	0	0	0	0	45,31	430,01
La Delicia	0	27,68	0	133	0	0	0	0	0	0	14,15	174,83
Tambo Huasha	297,2	124	0	667,18	5,1	0	0	0	0	0	20	1113,48
Cooperativa Guabug (Santa Teresita)	987,16	0	0	197,4	10,42	0	0	0	0	0	9,08	1204,06

Santa Isabel	46,36	0	0	125,8	0	0	0	0	0	0	16,02	188,18
Chimborazo	1876,74	0	0	184,98	21,03	0	0	0	0	0	38,4	2121,15
Santa Martha	0	0	0	11,8	0	0	0	0	0	0	2,6	14,4
Asociación Yanarumi	84,87	0	0	74,86	44,36	0	0	0	0	0	0	204,09
Asociación Cachipamba	15	0	0	82	1,5	0	0	0	0	3,148	0	101,648
Asociación Santa Rosa de Guabug	15	0	0	58,67	0,45	0	0	0	0	0	0	74,12
Guadalupe	78,24	0	0	81,38	3,26	0	0	0	0	0	5	167,88
Gallo Rumi	1715,84	0	0	722,16	74	53,65	0	0	0	0	0	2565,65
Pungul	78,2	0	0	193,9	6,9	0	0	0	0	0	0	279
Pasguazo	790,2	0	0	48,19	18,3	15	0	0	0	0	0	871,76
Ganquis	2264,5	0	0	63,61	400,8	0	0	0	0			
Pulingui San Pablo	2904,8	0	0	7,1	0	0	0	0	0			
Chinigua	283	23	52,795	358,795								
Chorrera Mirador	1563,921	0	0	86,8	0	0	0	0	0			
Propiedad Privada	117,21	0	0	114,17	0	0	0	0	0			
Reserva Chimborazo	772,27	0	0	0	0	0	0	0	0			
TOTAL	16235,561	163,68	23	6152,712	341,294	68,65	8,9	0	68,1			

**Fuente:** PDOT San Juan. (2011).

De acuerdo al Diagnóstico Participativo Comunitario del PDA-UOCIC (2006), es evidente que en los últimos 10 años principalmente en la Parroquia de San Juan, se han venido dando algunos cambios en el tema de Manejo y Conservación de los Recursos Naturales, especialmente en el recurso suelo, del 33% de suelos usados en la agricultura, solamente un 15% están protegidos o manejados adecuadamente, y de las 92 fuentes de agua identificadas en la zona, solo el 40% están con protección. Los páramos se han reducido un 50% sea por el avance de la frontera agrícola o por las quemas excesivas existentes en la zona, solo un 7% de plantaciones existentes en la zona son aprovechadas adecuadamente.

Según el Diagnóstico Participativo Comunitario del PDA-UOCIC (2006), en las comunidades del área de influencia de la UOCIC (21 de las 28 comunidades de la parroquia) se encuentran aproximadamente 1890 ha de páramos de los cuales el 53,6% constituye el páramo de origen vegetal *Stipas*, un 30% páramo de almohadillas y 16,4% son páramos de origen pantanoso, estos páramos se encuentra desde 3400 hasta los 4000 m. Sobre estos páramos, hasta unos 8 años atrás, hubo gran presión por los agricultores de la zona, por razones de explotación pecuaria, (sobre carga animal) esto generó un sobre pastoreo y quemas constantes.

Finalmente, en los últimos 10 años, un 60% de las comunidades ubicadas en la parte alta han emprendido procesos de manejo y conservación de los páramos, estas actividades responden a procesos de capacitación, socialización y concienciación comunitaria auspiciadas por instituciones dedicadas al manejo de recursos naturales que han trabajado en coordinación con las organizaciones del sector (Diagnóstico Participativo Comunitario del PDA-UOCIC 2006).

#### **g. Zonas de Vida y pisos altitudinales**

En la zona en estudio se han identificado dos zonas de vida:

Bosque seco montano bajo (bsMB): entre 2900 y 3200 msnm, precipitación anual 460 – 600 mm. Temperatura promedio 12°C

Bosque húmedo Montano Bajo (bhMB): entre 3200 y 3600 msnm, precipitación anual de 600 – 1200 mm. Temperatura promedio 12°C (PDOT San Juan. 2011).

En tanto que altitudinalmente se reconocen tres pisos agroecológicos en la zona; entre los 3400 a 4000 msnm la parte alta, dominada por el ecosistema de páramo y el área de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

Entre los 3200 a 3400 msnm se encuentra la parte media, área donde se localizan la mayoría de los asentamientos humanos o comunidades indígenas, destacándose en el paisaje de laderas los sistemas de cultivo con especies alto-andinas como papa, oca, melloco, quinua, cebada, mashua, y la crianza de alpacas, llamas, borregos y ganado bovino.

Entre los 2900 a 3200 msnm se desplaza la zona baja o de valle, dominada por una planicie donde se incrementa la diversidad de cultivos, destacándose la papa, zanahoria, haba, cebada, cebolla, brócoli, maíz, hortalizas y pastizales, todos cultivados bajo una relativa mejor infraestructura productiva como canales y sistemas de riego, vías de acceso, entre otras (Cueva, K., H. Alejandro y M. Zambrano Ed. 2011.).

#### **h. Recursos fitogenéticos**

La especie predominante en los páramos es la paja, utilizada principalmente como alimento de ganado ovino y bovino. En paramos de almohadilla ocurre lo mismo con las especies existentes. También existen especies utilizadas para medicina tales como la valeriana, y la chuquiragua principalmente (PDOT San Juan. 2011).

En ríos y quebradas, la variedad de especies utilizadas para la medicina y para alimento de ganado es abundante, en medicina se encuentran la malva, utilizada para problemas renales, al igual que la ortiga, cola de caballo, diente de león y llantén, el tipo utilizado para problemas del aparato respiratorio, el Guantug que es una planta con propiedades mágicas (sirve para alejar el mal), el mortiño, es comestible y otras especies, la menta para problemas estomacales, el berro para combatir la anemia, entre otras (PDOT San Juan. 2011).

*Mariana Remache, de la comunidad Santa Isabel señala que “Antes no eran tan frecuentes la enfermedades sin embargo en la actualidad debido a la influencia pesticidas químicos, las fábricas, y su nueva alimentación, les ha hecho más susceptibles”. Su alimentación en el pasado era a base de habas secas, mashua, millocos los mismo que han sido reemplazado en la actualidad por pan arroz sopa café coladas que señalan son menos nutritivos que antes.*

*La medicina se encontraba en nuestra propia PACHAMAMA; Borraja para los resfríos y para temperatura, Caballo chupa, escancel para bajar la fiebre, chicarea, arquitecta, amapola para hacer dormir a los niños y otras que en la actualidad han sido reemplazadas por medicina químico. Mariana Remache comunidad Santa Isabel.*

En zonas de producción, naturalmente crecen especies medicinales como manzanilla, popular para tratar dolores estomacales, marco y ruda que sirve para realizar las “limpias” y cultivadas se encuentran principalmente variedades de pastos, papas, haba, cebada, alfalfa y en menor cantidad oca, mashua, quinua (Cuadro 12) (PDOT San Juan. 2011).

**Cuadro 12.** Especies de flora presentes en las zonas de producción.

Nombre común	Nombre científico	Tipo de vegetación			Uso					
		Arbórea	Arbustiva	Herbácea	Alimentación humana	Alimentación animal de especies mayores	Alimentación animal de especies menores	Medicinal	Leña	Construcción de viviendas
Oca	<i>Oxalis tuberosa</i>		X		X					
Melloco	<i>Ullucus</i>		X		X					
Mashua	<i>Tropaeolum tuberosum</i>		X		X			X		
Ruda	<i>Ruta graveolens</i>		X					X		
Quinoa	<i>Chenopodium sp.</i>		X		X					
Marco	<i>Fraseria artemisioides</i>		X					X		
Manzanilla	<i>Matricaria chamomilla</i>			X				X		
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>		X		X					
Haba	<i>Vicia faba</i>		X		X					
Cebada	<i>Ordeum vulgare</i>		X		X					
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>		X		X	X	X			
Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>			X		X	X			
Trébol rojo	<i>Trifolium Rubens</i>			X		X	X			
Pasto azul	<i>Poa annua</i>			X		X				
Número total de especies reportadas						14				

**Fuente:** PDOT San Juan. (2011).



En zonas de bosques exóticos se encuentran pocas especies que sirven para la medicina como la trinitaria, tzelec y calaguala. Las especies arbóreas presentes son eucalipto y pino, y variedades de hongos (cuadro 8).

**Cuadro 13.** Especies de flora presentes en las zonas de bosque.

Nombre común	Nombre científico	Tipo de vegetación			Uso					
		Arbórea	Arbustiva	Herbácea	Alimentación humana	Alimentación animal de especies mayores	Alimentación animal de especies menores	Medicinal	Leña	Construcción de viviendas
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	X							X	X
Pino	<i>Pinus spp.</i>	X							X	X
Yagual	<i>Polylepis incana</i>	X							X	
Paja			X							
Hongos				X						
Pugpug				X						
Musgo				X						
Trinitaria	<i>Otholobium mexicanum</i>			X				X		
Tzelemo				X				X		
Calaguala	<i>Polypodium calaguala</i>			X				X		
Número total de especies reportadas					10					

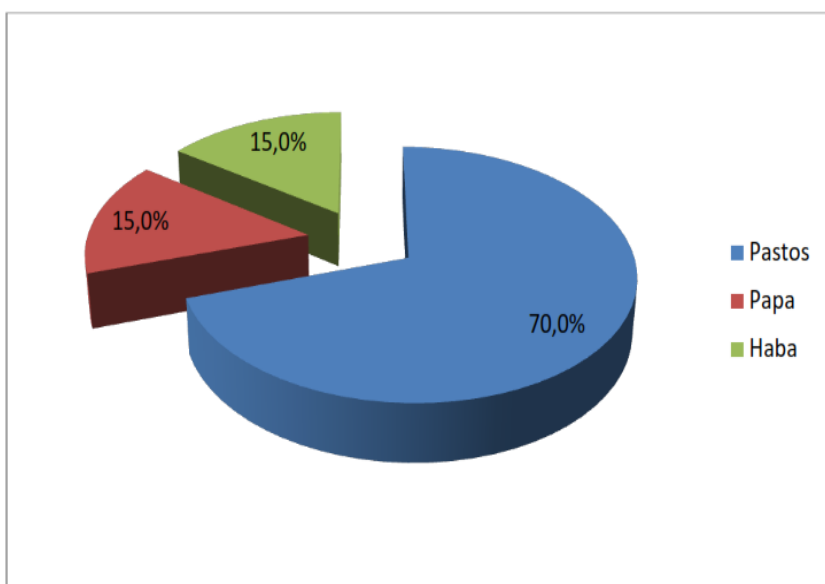
**Fuente:** PDOT San Juan. (2011)

**Modificado por:** Martínez, M. (2013)

### i. Oferta productiva de la parroquia

Cultivo	Rendimiento (Tm/ha)	Superficie (ha)	Volumen de oferta (Tm)
Pastos		3865	0
Papa	12	828	9936
Haba	0,4	828	331

Fuente: PDOT San Juan. (2011)



**Gráfica 2.** Superficie dedicada a la producción agrícola en la parroquia

Fuente: PDOT San Juan. (2011)

Como lo muestra el gráfico, la parroquia tiene una gran vocación por la producción ganadera, por lo que el 70% de los suelos dedicados a la agricultura son para producción de pastos son utilizados para el pastoreo de ganado bovino y ovino principalmente. Del 30% restante, el 50% es utilizado para la producción de papa y el otro 50% para el cultivo de haba, según lo manifiestan los habitantes, no obstante, estos últimos son rotativos de un año al siguiente y suele alternarse con la producción en menor escala de cebada y zanahoria (PDOT San Juan. 2011).

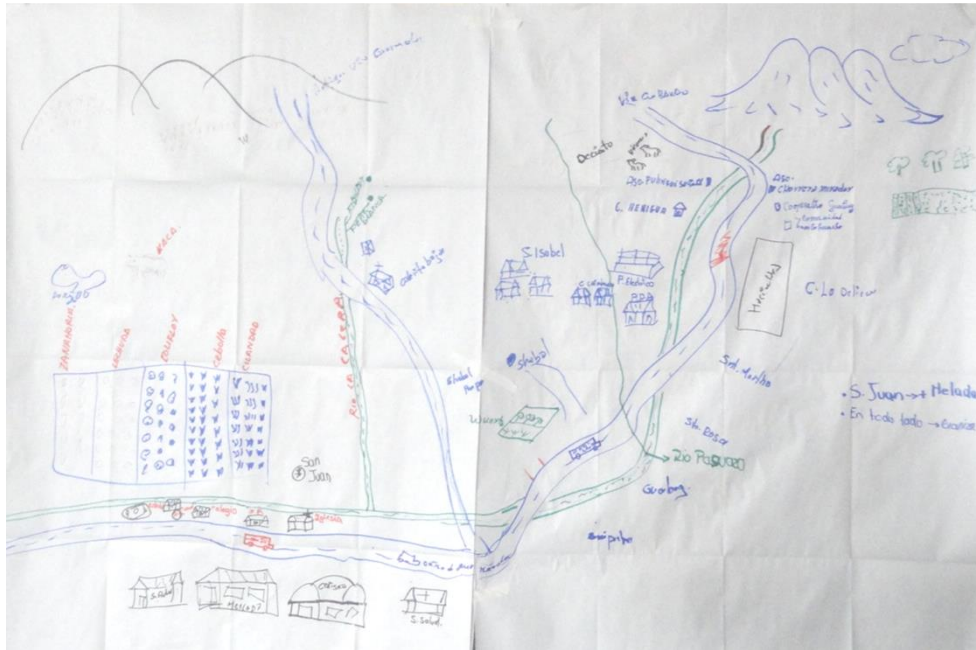
## **B. ANÁLISIS DE CAPACIDADES Y VULNERABILIDAD CLIMÁTICA EN LAMICROCUEENCA DEL RÍO CHIMBORAZO, PARROQUIA SAN JUAN PROVINCIA DE CHIMBORAZO.**

### **1. Herramienta CVCA**

El taller se desarrolló en el salón de actos de la Junta parroquial de San Juan, con la presencia de 64 comuneros; 20 mujeres y 44 hombres de distintos grupos etarios comprendidos entre los 20 y 70 años, pertenecientes a 21 comunidades de la parte alta, media y baja de la microcuenca del Río Chimborazo, Parroquia San Juan, quienes participaron en grupos de trabajo abordando las distintas temáticas de las herramientas para conocer sus percepciones acerca de las áreas y recursos más vulnerables a amenazas climáticas en un mapeo de amenazas, los períodos y las estrategias de subsistencia en dichos eventos a través de calendarios estacionales, una cronología histórica que recogió las tendencias y los cambios en el transcurso del tiempo y una matriz de vulnerabilidad en la se identificaron las principales amenazas a las que están expuestos, además de los actores que se han involucrado e intervenido en las comunidades.

Al finalizar se realizó una plenaria de socialización y de intercambio de experiencias referente a las temáticas de las herramientas y al uso y manejo del agua en la microcuenca. Los resultados obtenidos de las herramientas se detallan a continuación:

### a. Herramienta Mapeo de amenazas



**Fotografía 7.** Ubicación de las amenazas en la Microcuenca del Río Chimborazo.

Los participantes del taller conciben a su parroquia de la siguiente manera:

Para acceder a la cabecera parroquial cuentan con una vía de primer orden la misma que atraviesa toda la parroquia, y los conduce hacia la ciudad de Riobamba al sur y a la ciudad de Guaranda hacia el norte sin embargo para acceder a las distintas comunidades y asociaciones ubicadas a lo largo de la micro cuenca, las vías son de segundo orden.

En la parroquia San Juan cuentan con varias organizaciones sociales y políticas, organizadas y distribuidas fundamentalmente cerca de la vía de acceso principal, tales como la Junta Parroquial, la iglesia, casa comunal, cancha deportiva, una casa comunal y una escuela de instrucción primaria, colegio, dispensario médico entre otros.

Para los pobladores de la microcuenca indican que el nevado Chimborazo se encuentra a la cabeza de la parroquia y es la fuente de recurso vital “agua”, ellos indican que a partir de sus deshielos y los afluentes existentes a través de la microcuenca se forma el río que lleva

el mismo nombre que el nevado y se constituye la fuente principal del recurso para las actividades humanas y agropecuarias. Además señalan que el agua para ellos representa un todo en la vida misma, ya que gracias a ella logran producir sus parcelas y terrenos, con cultivos principales, así como desarrollar actividades agropecuarias dedicadas a la crianza de especies menores, ganado, ovejas entre otros. Existe una estrecha relación entre el agua y el asentamiento de poblaciones rurales por simple lógica, pues ha dado paso a la consolidación de comunidades y asociaciones, con diferentes nombres y necesidades sentidas. Necesidades que de alguna manera se relacionan al desarrollo de actividades económicas privadas, tales como la presencia de la Empresa “Cemento Chimborazo”, a la cual hacen responsable por la disminución de agua para las poblaciones ubicadas en la parte baja de la micro cuenca, pues señalan que ellos logran una gran captación. Sin embargo hoy en día las comunidades de la parte alta también empiezan a sentir esta disminución de agua, es decir ellos son los que se sienten más afectados, pues manifiestan que el agua es poca y aducen esto a que *“el clima esta cambiado, ya no llueve como antes, y nuestros cultivos son más afectados por las heladas”*, no obstante creen que es indispensable partir desde las fuentes de agua para saber que sucede, pues sienten además que existe un abandono de políticas u organizaciones que les ayuden a manejar dicho problema, ellos afirman que los trabajos o investigaciones ha sido enfocado en la parte media y baja de la microcuenca. Las actividades económicas generadas por la empresa antes mencionadas, también han sido causa de provocar deslaves o derrumbos por la extracción de la caliza como materia prima, dejando montañas vulnerables a cualquier embate de la naturaleza, hechos que ya han ocurrido en la comunidad Calerita Baja.

Se sienten vulnerables a cualquier fenómeno de carácter natural que se pueda presentar, ya no conciben una zona segura como tal, pues los cambios son evidentes, aunque hoy en día algunas personas comienzan a tener iniciativa propia de querer hacer algo por mejorar la situación existente, tal como plantar especies nativa a fin de lograr captar agua, afirman que ello es producto de la experiencia mas no de guías técnicas, como hoy en día se viene promoviendo. Creen importante conocer y capacitarse sobre el manejo y pago de servicios ambientales, como recompensa a la conservación del páramo.

De acuerdo los miembros de las comunidades manifiestan que las partes altas de la

microcuenca son las más expuestas a los eventos extremos relacionados con Heladas y granizadas, en tanto que las partes bajas a sequías. Sin embargo estas eventualidades climáticas se hacen presentes en toda la microcuenca en distintas épocas.

## b. Calendarios estacionales

De acuerdo con los resultados de los integrantes de las comunidades, que se presenta en la Tabla 1 se puede evidenciar que le dan mucha importancia a las fiestas, principalmente a la de San Juan, la misma que se celebra desde fines del mes de mayo hasta inicios de mes de julio. Las épocas de siembra son en los meses de Mayo, Junio y Octubre principalmente. Los meses de más riegos de eventualidades climáticas se presentan entre agosto a diciembre, siendo los principales riesgos; sequías, fríos intensos en los meses agosto y septiembre, fuertes vientos en el mes de agosto y las Heladas del veranillo del Niño en el mes de Diciembre. Sin embargo estas fechas no son fijas debido a los agentes climáticos se han tomado ciertas medidas y variaciones.

**Tabla 1.** Calendario Estacional de la Microcuenca del Río Chimborazo.

Eventos	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
<b>Fiestas importantes</b>												
Año nuevo	X											
Carnaval		X										
Semana Santa			X									
Día de la madre					X							
Día del niño												
San Juan						X						
Día del padre						X						
Finados											X	
Navidad												X
<b>Épocas de siembra</b>												
Siembra de habas					X							
Siembra de papas					X	X						
<b>Eventualidades climáticas</b>												
Heladas												X
Vientos								X				
Lluvias										X		
Sequías								X	X			
Mucho frío								X	X			
<b>Prácticas Asociadas a los eventos climáticos</b>												
<b>Búsqueda de agua</b>												
Cuidado del agua	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Escasez de alimentos								X	X			
Migración												X
Fiebre aftosa		X			X							
Gripes								X				X

Quema de pajonales								X	X				
Migración de jóvenes								X	X				
Cosechas								X	X				
Colocación de espanta pájaros								X			X	X	
Mingas									X				
Incrementos de producción de leche								X					
Deportes entre comunidades	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Taller CVCA (2013)

**c. Cronología Histórica**

Realizando una retrospectiva en el tiempo con los comuneros de la MRCH se pudo obtener la siguiente información acerca de sus actividades y cambios que se han producido en los últimos 53 años.



**Fotografía 8.** Cronología histórica de la microcuenca del Río Chimborazo.

## 1. Período 1960-1990

En los páramos “cerro” había gran diversidad de conejos, venados, lobos, zorros, bosques de yagual y todo era cubierto por pajonales, no existían especies forestales introducidas.

La agricultura se basaba en el abonado de los suelos en forma natural con estiércoles de sus animales, no se utilizaban plaguicidas. Los principales cultivos eran; haba riñón (llamada así por su forma muy parecida a un riñón), Haba trigueña y Guagra haba, además de cebada dorada, María Juana, común y la de dos filas (Malta). En el año 1970 señalan los comuneros que se cosechaba trigo común, morocho, quinua blanca y morada, papa cacho, oro piña uvilla, pera leona, ashcuchaqui, tulca roja y blanca, ovaleña, lenteja y arveja en la parte baja. Las siembras las realizaban en los meses de octubre y noviembre.

La tenencia de tierras poseía una distribución media de 1 a 2 Ha en la parte alta. En el año de 1970 se parcela la hacienda Rumipamba verde. Su alimentación se basaba en Colada de máchica (Harina de cebada o morocho), Chapo (la máchica se consume cruda diluida en agua o leche), cariucho de papas, mellocos, mashuas (cocinadas), carne de res ahumada o se secada en el sol, carne de borrego, chochos, Tasno de habas (Habas tostadas y luego cocinadas). A partir de 1980 señalan que se empezó a modificar la alimentación con la introducción de fideos, harinas, canguil en lugar de tostado.

Las estructura familiar hasta el año de 1980 estaba integrada entre 14 a 16 miembros el número de hijos por familia era menores a 12. Se considera que su nivel de organización fue mejor en estas épocas, no había presidentes en las comunidades y no cualquier persona podía ser dirigente, para alcanza dicha dignidad tenía que hacer fiestas y estos eran muy cumplidos con sus cargos y responsabilidades encomendadas.

Los instrumentos musicales que utilizaban era el pingullo (instrumento de viento de origen incaico) y el bombo (instrumento de percusión ancestral, relacionado con los latidos de la pachamama) con los que animaban sus fiestas.



La movilización antes de 1960 se la realizaba a pie y en los mejores casos con caballos o burros. Para comercializar el ganado se movilizaban a pie hasta la ciudad de Riobamba.

Las viviendas hasta los años 1970 principalmente en la parte alta se los conocían como “Chaqui huasis” eran construidas bajo el nivel del suelo con materiales como chaguarqueros (escapo floral del cabuyo), paja y soguillas, las camas eran elaboradas con chaguarqueros. A partir del año 1970 se utilizan materiales como tapias y adobes y se las construye sobre el nivel, se consideran la mejor casa de la época. A partir de 1985 hasta 1990 se emplean materiales como el bloque con techos fabricados.



**Fotografía 9.** Chaqui Huasi. Comunidad Chorrera Mirador.

Como se había manifestado anteriormente la paja era la vegetación predominante de la microcuenca sin embargo en los años comprendidos entre 1965 a 1972 la Misión Andina del Ecuador introduce especies de Eucalipto en la parte media de la microcuenca. El desarrollo forestal con pino en el año de 1980 fue propiciada por la empresa mixta de desarrollo forestal EMDEFOR quienes junto con la FAO implementan los primeros bosques de pino.

En el año 1970 señalan que los ríos eran grandes, los meses de mayor precipitación eran Febrero, Marzo, Abril y Mayo, pero los meses de junio, Julio y Agosto eran los de veranos fuertes, en los meses de Noviembre existía la presencia de vientos abajo y en el mes de

agosto vientos para arriba. La neblina en algunos casos era permanente en ciertas épocas hasta por 15 días en el día y la noche. En los meses de Junio-Septiembre se aprovechaba para la cosecha de Habas, trigo, cebada, quinua mellocos, ocas, zanahoria y remolacha. Los combustible que utilizaban para preparar sus alimentos y calentar las casas eran Leña, paja y en algunos casos el estiércol del ganado.

## 2. 1990-2013

A partir de 1990, en la microcuenca se promueve la forestación con árboles nativos y en la comunidad la calera se implementa cortinas rompimientos. Esta nueva forma de forestación le permitía obtener leña, retener la humedad en el suelo y obtener abono orgánico.

Para la construcción de viviendas se empieza a utilizar ladrillos. Los cultivos en la gran mayoría se mantiene y su economía se mantiene con la moneda oficial de la época en sures. A partir del año 1990 se empiezan a utilizar los pesticidas en la agricultura y en el año de 1995 el INIAP introduce el uso de fertilizantes a los sistemas agrícolas.

En el período comprendido entre 1990 hasta el 2000 se incrementan las heladas y sequías. En el año 1998 se tiene fuertes precipitaciones, en 1999 el inicio del proceso eruptivo de volcán Tungurahua, el cambio de moneda del sucre al dólar, los bajos precios del mercado y el minifundio generaron un debilitamiento de su economía lo que generaron un proceso migratorio y un cambio de sistemas productivos.

A partir del año 2000 disminuye el número de productos cultivados quedando aquellos que son de consumo masivo como; la papa, habas y cebada. Se reemplaza la actividad agrícola por la pecuaria que consideran más rentable al ser menos susceptible a eventualidades climáticas como las sequías, heladas y a las caídas de ceniza. A esta década el promedio de área cultivables alcanzan desde un la media hectárea hasta un medio solar (880 m<sup>2</sup> aprox.) y consideran que los precios de los predios se mantienen.

La actividad pecuaria les genera un promedio superior 10 litros por vaca, ya que señalan es más accesible la asistencia técnica. La dieta alimenticia tradicional se ve reemplazada por el fideo, el arroz, el pan, el canguil y la harina y a partir del año 2000 también se incorporan la avena, las salchichas entre otros productos del mundo moderno.

En el año 2000 en la comunidad la Delicia y en el 2007 en la comunidad Chimborazo se implementan sistemas de riego para satisfacer los déficits hídricos ocasionados por la disminución en las precipitaciones.

En el presente año indican que la precipitación en la parte alta se mantiene, sin embargo en la parte baja han disminuido, sin embargo se mantiene los mismos períodos de siembra.

## **2. Matriz de Vulnerabilidad**

De acuerdo con los integrantes del grupo de trabajo se pudieron identificar los siguientes recursos en la microcuenca:

Los cultivos, las personas, los bosques, el agua, la tierra, el páramo, el ganado, el aire. Consideran que todos son parte de la Pachamama y cada uno desempeña un papel importante.

Sin embargo en la Microcuenca se han podido evidenciar ciertas amenazas que afectan a directamente a estos recursos e indirectamente a quienes dependen de ellos, los más importantes de los identificados son: de carácter antrópico la fábrica Cemento Chimborazo, Climáticos: heladas, granizadas, sequías, fuertes soles y vientos en ciertas épocas del año, retroceso glaciar del nevado Chimborazo, y naturales como los deslizamientos de tierra y la ceniza volcánica. De acuerdo con la matriz de vulnerabilidad se observa que el principal sistema afectado es el productivo agrícola, las personas como dependientes del mismo, el agua y el suelo, sin restarles la importancia a los demás, además estos sistemas son mas vulnerables a las amenazas tales como las sequías consecuencia de un disminución hídrica y un cambio brusco en la distribución de precipitaciones y la segunda amenaza de

importancia es un efecto antrópico generado por la fábrica Cemento Chimborazo la misma que de acuerdo con los comuneros ha generado un importante daño ambiental.

Además indican que de acuerdo a su cosmovisión también son importantes:

a. Sol

*El sol es el dador de claridad y calor a través de ellos maduran nuestros productos y permiten secar nuestras ropas (Taller CVCA. Grupo 4).*

b. Luna

*La Quilla es muy importante ya que nuestros antepasados sembraban de acuerdo a la estación de la luna. En la luna llena se podía realizar las labores culturales y sembrar, en tanto que en la tierna no realizaban labores culturales ni lavar prendas (Taller CVCA. Grupo 4).*

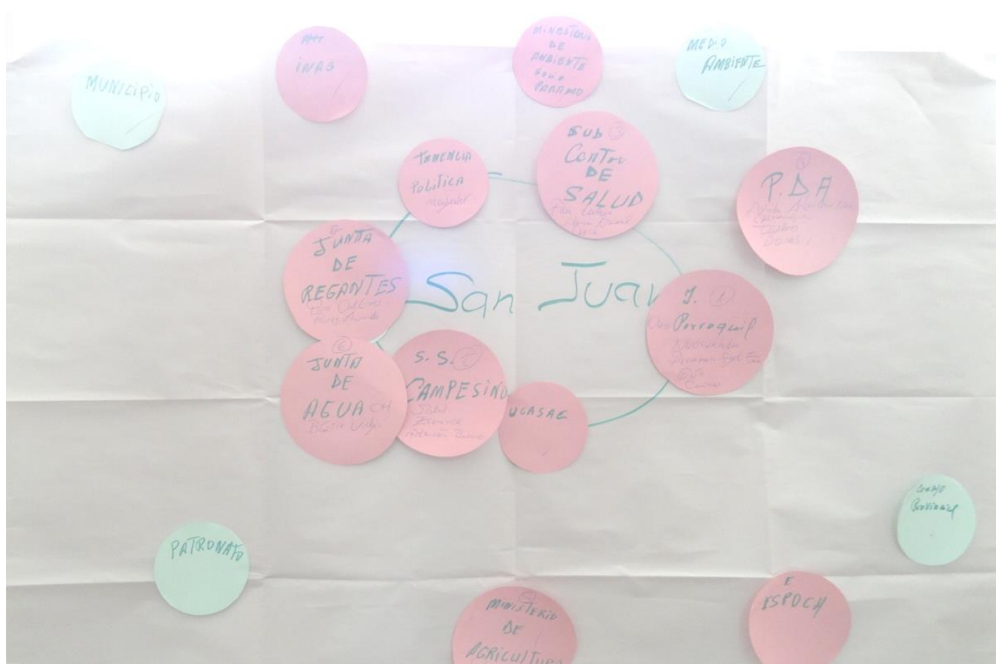
c. Fiestas tradicionales

Las fiestas tradicionales las realizaban en agradecimiento de PACHA MAMA. Un ejemplo de las fiestas tradicionales del lugar es la Fiesta de Pascuas en donde piden perdón a Dios. Estas fiestas aún se mantienen con la finalidad de mantener la cultura y tradición.

**d. Mapa de actores**

Los comuneros señalan que han venido trabajando durante muchos años múltiples instituciones, sin embargo de acuerdo con la herramienta utilizada se observa que la Institución más cercana es el GAD- Parroquial de San Juan, en segundo lugar se encuentra el seguro social Campesino, el Ministerio de Salud pública con sus subcentros de salud, la junta de regantes, la junta de agua, como un ente mediador la tenencia política.

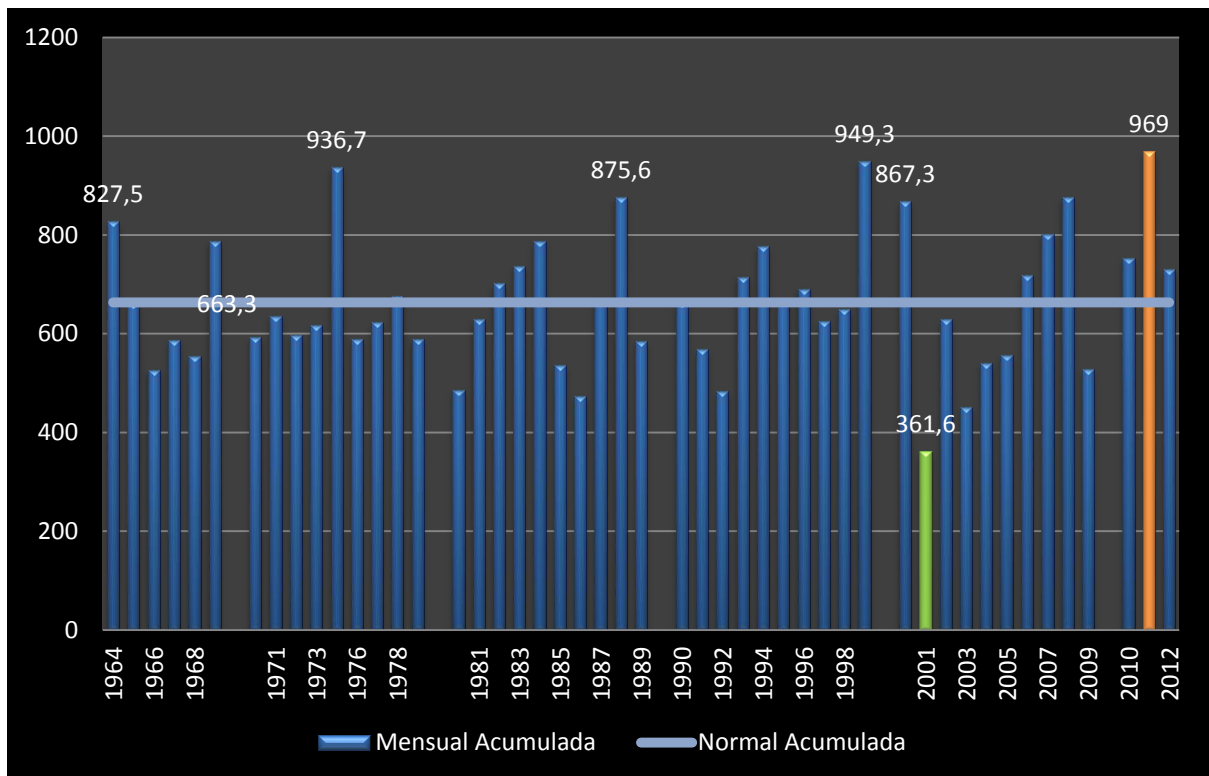
Como organizaciones e instituciones de apoyo tenemos el PDA, Ministerio de Agricultura Acuicultura y Pesca (MAGAP). Otras instituciones que también trabajan en la zona son: El GAD-Cantonal Riobamba, el Instituto nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP) el Ministerio del Ambiente (MAE) con el programa socio páramo e en la reserva faunística, La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), GAD-Provincial Chimborazo, y el Patronato.



**Fotografía 10.** Instituciones que trabajan en la Microcuenca del Río Chimborazo.

### **3. Análisis Pluviométrico En La Microcuenca**

De acuerdo con los datos de precipitación reportados por la estación pluviométrica M\_393 del INAMHI, ubicada en San Juan en las coordenadas 013735S y 784700W a 3220 msnm, instalada el 26 de septiembre de 1963 y que registra datos a partir del año 1964 hasta el año 2012 se ha podido observar el comportamiento pluviométrico de la MRCH.



**Gráfica 3.** Distribución acumulada de la precipitación (Enero -Diciembre) 1964-2012

**Fuente:** INAMHI. Data pluviométrica San Juan. (2013)

**Elaborado:** MARTÍNEZ, M. (2013)

De acuerdo con la data pluviométrica correspondiente al período comprendido entre 1964 hasta el año 2012, se pudo establecer que la media de precipitación en la MRCH es de 663,3 mm de precipitación. En función de este valor y según lo que se observa en la Gráfica 3. Se identifica que en los años de 1964, 1968, 1983-1985, 1989, 1993, 1994, 2001, 2006-2008 y 2010-2012 las precipitaciones acumuladas alcanzan valores superiores a la media acumulada multianual también denominada como Normal Acumulada. En tanto que en el resto de años se mantiene bajo la normal. Además se observa que los años con valores más altos de precipitación que sobrepasan los 800 mm son 1964, 1974, 1988, 1999, 2000, 2008 y 2011 y el año que posee la menor precipitación bajo los 400 mm de precipitación es en el año 2001. Esta información se confirma con lo citado por El Ministerio del ambiente (2012), quien señala que en el período de 2002 al 2007, las sequías causaron el 45% de las pérdidas en los cultivos transitorios y 11% en cultivos permanentes. La ausencia de lluvias entre septiembre 2009 y enero 2010 afectó aproximadamente al 98% del área cultivada de Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y

Chimborazo, al tiempo que el 2% fue declarado como pérdida total.

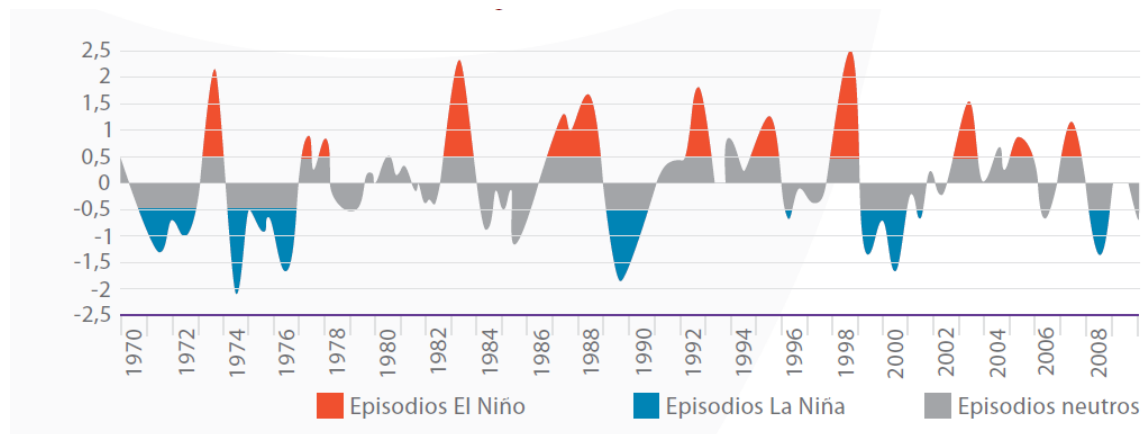
Es importante tomar en consideración que ciertas modificaciones pluviométricas fueron influenciadas por los fenómenos del Niño, también conocido como fenómeno ENOS (El Niño-Oscilación Sur) y de la Niña los mismos que de acuerdo con Comunidad Andina. (2009), se transforman en amenazas por incremento de las lluvias y en consecuencia generan inundaciones y movimientos en masa; déficit de lluvias que conducen a sequías e incendios forestales, cielos despejados y heladas. En el lapso de muchos años, los pescadores del Ecuador y Perú, han relacionado el comienzo de la estación de lluvias, con el avance de una corriente de aguas cálidas hacia la costa, y como generalmente ocurre en las últimas semanas de Diciembre, el nombre que se le dio fue el de Corriente de “El Niño”, por la cercanía a la fecha del Nacimiento del Niño Jesús, el cual ocurre irregularmente cada 4 o 5 años, y en ciertos casos, este tiempo se ha visto acortado a 2 años o prolongado hasta 10 años. Es un fenómeno de grandes repercusiones sobre la vida tanto del océano como del continente, ya que conlleva fuertes sequías e inundaciones (Sánchez, R. 2002).

Durante El Niño se ha observado mayor pérdida de los glaciares que en parte es compensada durante los eventos de La Niña. El aumento del nivel del mar en conjunción con vientos perpendiculares a la costa genera series de olas altas (marejadas), que causan inundaciones, erosión costera y hundimiento de pequeñas embarcaciones. Los cambios en las condiciones climáticas regionales se traducen en amenazas, según el tipo de fenómeno, para la agricultura y ganadería industrializadas y de supervivencia (seguridad alimentaria), la infraestructura vial, la disposición de agua potable y la capacidad de generación de energía hidroeléctrica, además que proliferan vectores de enfermedades asociadas con cambios ambientales temporales (Comunidad Andina. 2009).

Dado que los fenómenos El Niño y La Niña están asociados con el aumento o disminución anómalo de la temperatura superficial del mar, uno de los indicadores más utilizados para hacer seguimiento a estos fenómenos es el Índice del Niño Oceánico (ONI, por sus siglas en inglés), desarrollado por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Este índice es calculado a partir de mediciones de la temperatura superficial del mar en el

sector central del Pacífico tropical frente a las costas de Suramérica. En condiciones El Niño, el ONI debe ser igual o superior a +0,5 grados Celsius de anomalía, mientras que en condiciones La Niña, el ONI debe ser igual o inferior a -0,5 grados Celsius.

En la Figura 4.12 se presenta el comportamiento del índice durante el periodo 1970 – 2008 y se ilustran en rojo los episodios cálidos y en azul los episodios fríos. Los episodios con temperaturas superficiales del mar más cálidas se presentaron durante los años 1972-1973, 1982-1983 y 1998. En el caso de las temperaturas frías se pueden observar mayores incrementos en 1974, 1976 y 1989 y periodos prolongados de temperaturas anormalmente frías entre 1973-1976 y 1998-2000 (Comunidad Andina. 2009).



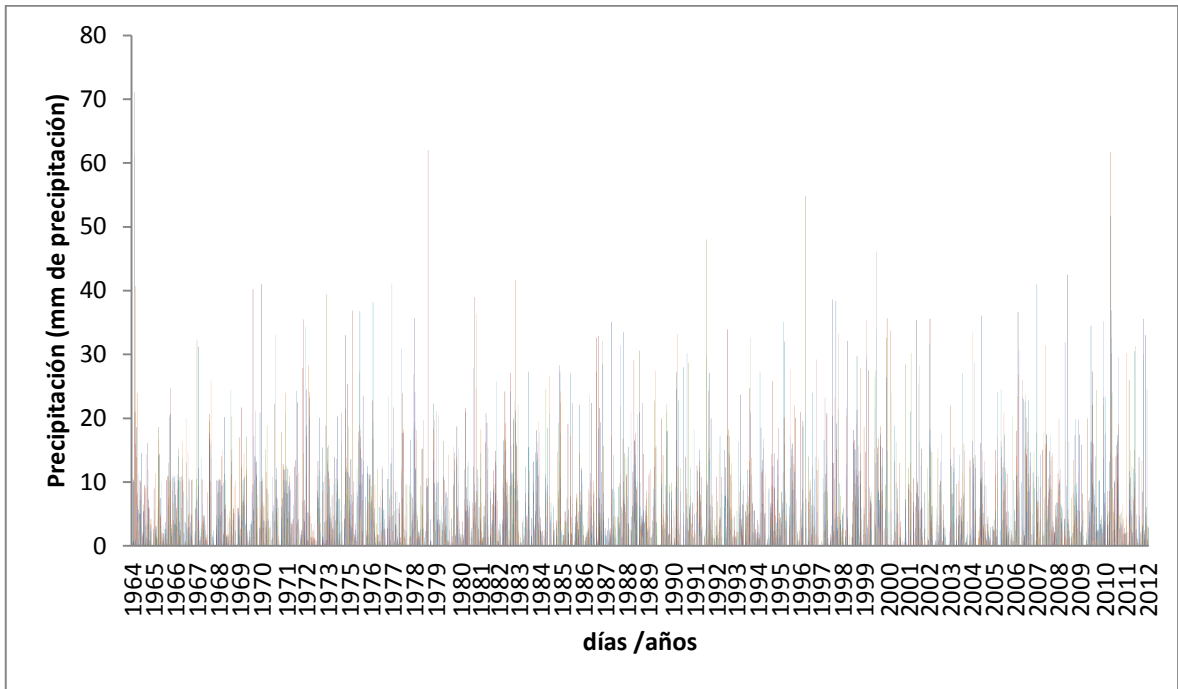
**Ilustración 3.** Índice de El Niño Oceánico, 1970-2008

**Fuente:** Comunidad Andina (2009).

Cabe resaltar que el evento EL Niño más fuerte registrado en este siglo ha sido el de los años 1982-1983, el cual fue calificado como extraordinariamente fuerte por los efectos causados a nivel mundial (Sánchez, R. 2002).

Con el objetivo de poder analizar más a detalle se presenta en la Gráfica 4. Precipitación diaria 1964-2012, las precipitaciones diarias a lo largo de los 49 años en estudio, donde se observa que las oscilaciones poseen un comportamiento normal en el período en estudio.

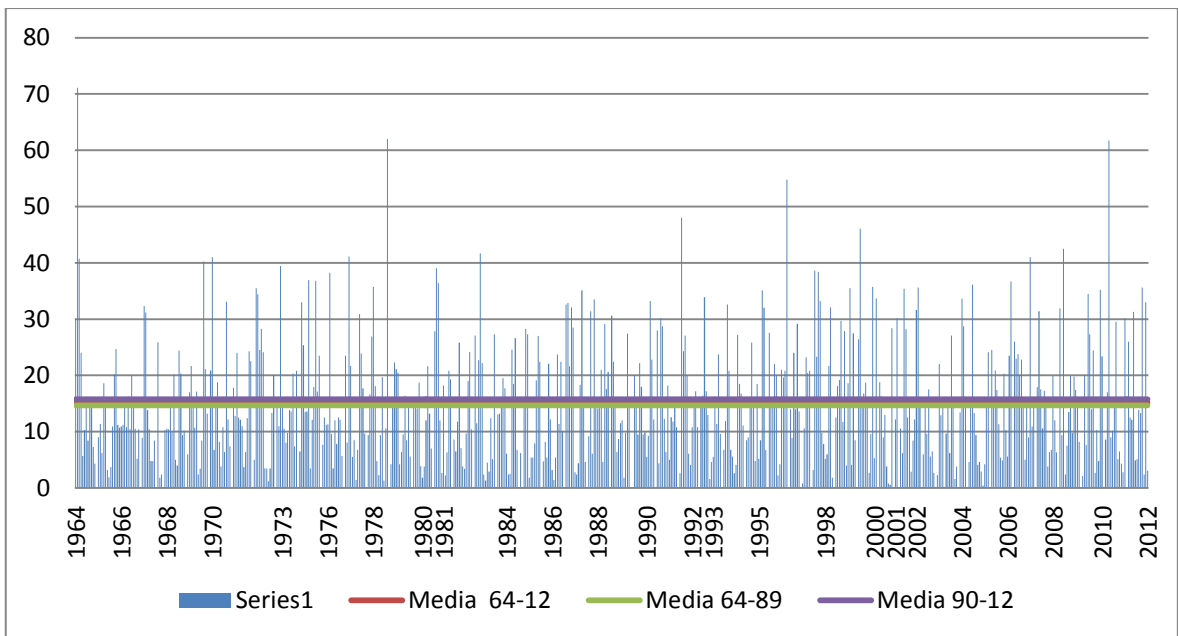




**Gráfica 4.** Precipitación diaria 1964-2012.

**Fuente:** INAMHI. Data pluviométrica San Juan.

**Elaborado:** MARTÍNEZ, M. (2013)

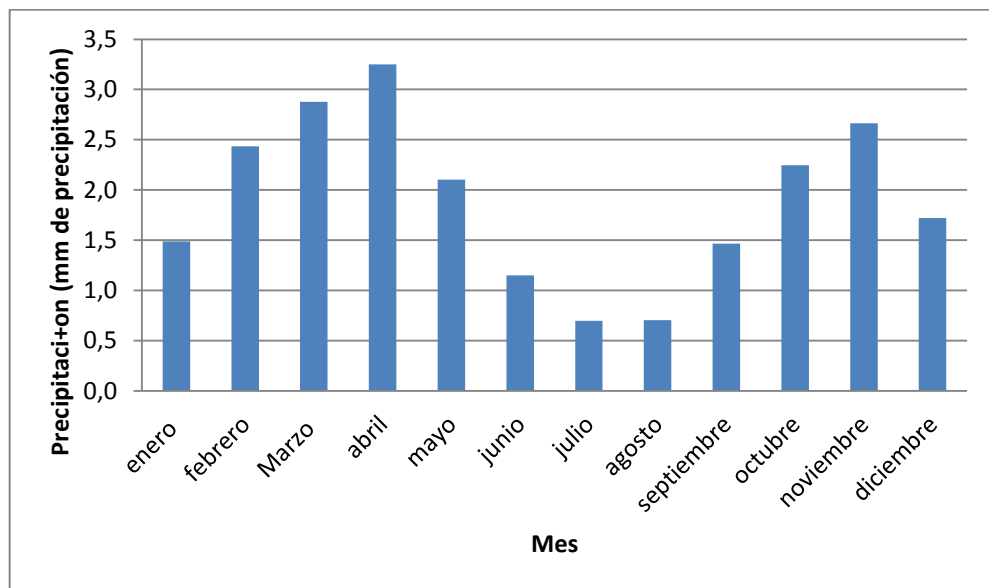


**Gráfica 5.** Precipitaciones máximas mensuales 1964-2012

**Fuente:** INAMHI. Data pluviométrica San Juan.

**Elaborado:** MARTÍNEZ, M. (2013)

Además se pueden observar las precipitaciones máximas mensuales registradas en 24 horas en el mismo período de las cuales se puede observar que existen valores que superan los 50 milímetros.



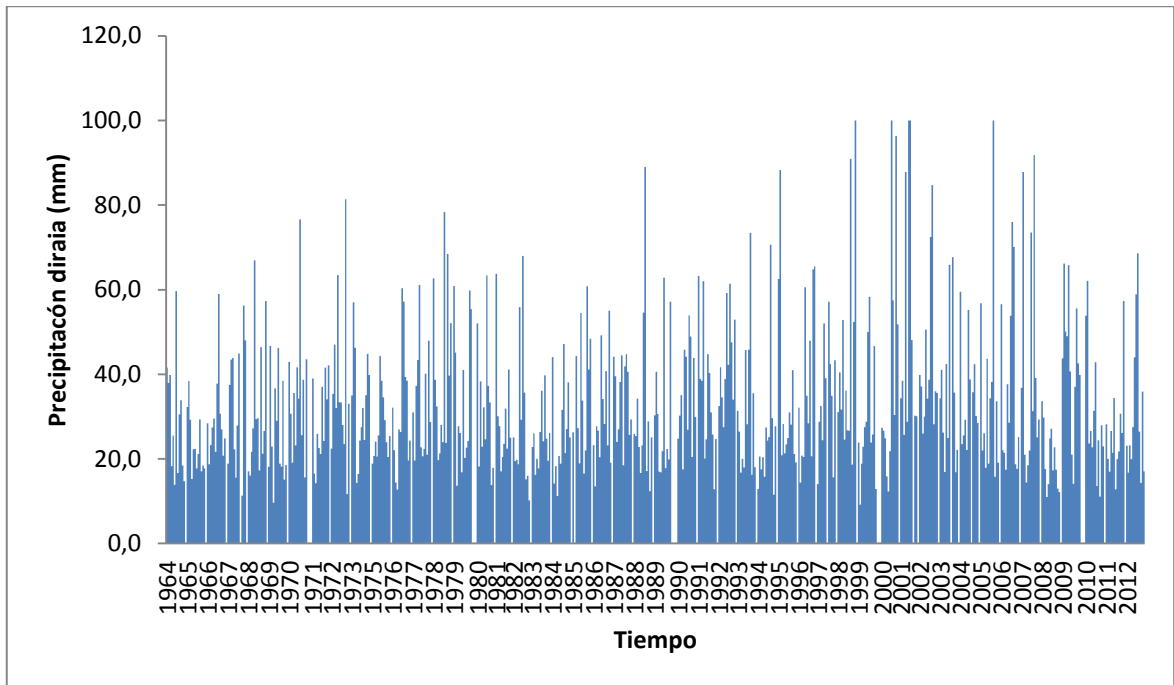
**Gráfica 6.** Precipitaciones medias mensuales 1964-2012

**Fuente:** INAMHI. Data pluviométrica San Juan.

Elaborado: MARTÍNEZ, M. (2013)

Sin embargo en las gráficas anteriores se puede observar que no existe una disminución considerable en cuanto a la cantidad de precipitación ya que a través del tiempo se mantiene oscilaciones periódicas de incremento y descenso en las precipitaciones, sin embargo en la Gráfica 7 se muestra que lo que existen son modificaciones en la distribución de las precipitaciones, para ello se realizó una relación entre la precipitación mensual acumulada la misma que corresponde al 100% y las precipitaciones diarias de dicho mes. De esta manera se puede observar que en el año 1988 y a partir de la década de los 90 hasta el año 2007, las precipitaciones en un día superan el 80% del total mensual, es decir la precipitación total que se distribuía en un mes ahora se concentra en menor tiempo generando problemas de inundaciones y procesos erosivos por la escorrentía y desabasteciendo del mismo en días subsiguientes. De esta manera se puede entonces demostrar que las variaciones en cuanto a la precipitación han sido en cuanto a la

distribución de la precipitación y que los períodos de sequía se atribuyen a estas eventualidades.



**Gráfica 7.** Modificaciones en la distribución de las precipitaciones 1964-2012

Elaborado: MARTÍNEZ, M. (2013)

**Fuente:** INAMHI. Data pluviométrica San Juan.

#### 4. Informe Del Contexto Climático herramienta Cristal 4.0

Amenaza	Impacto	Estrategia de respuesta
Heladas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño y pérdida de producción agrícola</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prácticas tradicionales y tecnificadas que disminuyan los efectos del evento climático.</li> </ul>
		<p>Prácticas tradicionales como:</p> <p><i>Métodos pasivos</i></p> <p>Planificación de siembras en los meses de septiembre y noviembre.</p> <p>Colocación de flores de zig-ze (<i>Cortatoria spp</i>) en las parcelas de cultivo.</p> <p>Rotaciones de cultivos.</p> <p>Enterrar un perro blanco muerto en medio de la parcela.</p> <p>Colocar recipientes con agua.</p> <p>Predicción de las heladas por observaciones nocturnas que les permite prepararse para los métodos activos.</p> <p><i>Métodos activos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quema de residuos de zigze (<i>Cortatoria spp.</i>) alrededor del cultivo.</li> <li>• Suministro de riego a las parcelas.</li> </ul> <p>Prácticas tecnificadas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empleo de variedades más tolerantes a heladas (Nativas).</li> </ul>
	Incremento de enfermedades respiratorias en niños y adultos.	Medicinal tradicional/ atención en centros de salud
	Pérdidas de Ingresos	Diversificación de ingresos
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades pecuarias, piscícolas y de procesamiento de lácteos en asociaciones.</li> <li>• Migración</li> <li>• Actividades turísticas.</li> </ul>

**Elaborado:** MARTÍNEZ, M. (2013)

**Fuente:** Taller CVCA. San Juan (2013) y Herramienta Cristal 4.0.

Amenaza	Impacto	Estrategia de respuesta	
Sequías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escasez de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prácticas de suministro y conservación del recurso agua mediante métodos tradicionales y tecnificados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de vertientes.</li> <li>• Implementación de sistemas agroforestales</li> <li>• Sistemas de riego tradicionales por gravedad como: Pishku chaqui, canterones y surcos.</li> <li>• Sistemas de riego tecnificados: Aspersión.</li> <li>• Sistemas de producción múltiple.</li> <li>• Terrazas de formación lenta para un mejor manejo del agua de riego en pendientes.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño y pérdida de producción agrícola</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de sistemas productivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha cambiado el sistema productivo agrícola por el pecuario.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conflicto/Tensión social</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organización social</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asociaciones, juntas, entre otras.</li> </ul>

**Elaborado:** MARTÍNEZ, M. (2013)

**Fuente:** Taller CVCA. San Juan (2013) y Herramienta Cristal 4.0.

Amenaza	Impacto	Estrategia de respuesta
Temporales de lluvia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erosión de suelos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prácticas de conservación de suelos con prácticas tradicionales y tecnificadas.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deslizamientos de tierra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reubicación de asentamientos humanos y sistemas productivos.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento de enfermedades respiratorias en niños y adultos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medicinal tradicional/ atención en centros de salud</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Protección del páramo y empleo de actividades menos agresivas para el ecosistema.</li> <li>Zanjas de desviación y recolección de agua lluvia.</li> <li>Sistemas agroforestales</li> <li>Terrazas de formación lenta</li> <li>Protección del suelo con pasturas.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Empleo de especies consideradas medicinales y de centros médicos ciertos casos.</li> </ul>

**Elaborado:** MARTÍNEZ, M. (2013)

**Fuente:** Taller CVCA. San Juan (2013) y Herramienta Cristal 4.0.

### **C. PRINCIPALES AMENAZAS EN LA MICROCUENCA Y LA ESTRATEGIAS DESDE EL SABER LOCAL**

En la presente investigación se presenta la experiencia de múltiples generaciones en la convivencia con la “Pachamama”, donde han subsistido durante muchos años en medio de eventos antrópicos y climáticos que son parte de la naturaleza misma pero que sin embargo señalan les afectan, pero han aprendido a convivir con ellos.



**Fotografía 11.** Señora Olga Acán comentando acerca de los cambios climáticos observados en la microcuenca. Julio 2013.

Los resultados obtenidos de las herramientas se detallan a continuación:

#### **1. Intervención de Fábricas**

Los comuneros indican que las fábricas les genera un daño ambiental principalmente con

la contaminación del aire y el agua, además que parte de sus actividades extractivas de caliza en la parte media de la microcuenca les ha afectado ya que ha generado inestabilidad en los suelos provocando deslizamientos de tierra.

## 2. Heladas

Las heladas se constituyen como amenazas climáticas de gran importancia en la microcuenca ya que ocasionan daños totales o parciales en los cultivos generando pérdidas económicas en el lugar, las mismas que señalan en los últimos años son mucho más frecuentes.

En la actualidad existe una gran diferencia en cuanto a cambios climáticos, las heladas se han vuelto comunes al igual que las lluvias, en la antigüedad según las personas adultas, sabían cuándo va a llover, las heladas no existían. Los vientos se dan en cualquier momento (Taller CVCA San Juan. Grupo 2. , 2013. 19 de Mayo ).

La helada es un fenómeno atmosférico que se presenta cuando la temperatura del aire, existente en las cercanías del suelo, desciende por debajo de cero grados. Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el Sol (Carlos, G. 2010). Técnicamente, la palabra “helada” se refiere a la formación de cristales de hielo sobre las superficies, tanto por congelación del rocío como por un cambio de fase de vapor de agua a hielo; no obstante, la palabra es ampliamente utilizada por el público para describir un evento meteorológico cuando los cultivos y otras plantas experimentan daño por congelación. Los agricultores a menudo utilizan los términos “helada” y “congelación” de forma indistinta, con la definición vaga de “una temperatura del aire inferior o igual a 0 °C. Así mismo se utilizan los siguientes términos:

Helada Meteorológica: Se define como helada meteorológica a la ocurrencia de una temperatura mínima diaria que no supere los 0 ° C en abrigo meteorológico (medida a 1.5 m del suelo) (Carlos, G. 2010).



Helada Agronómica: En forma general, se define como el descenso de la temperatura del aire a niveles críticos para los cultivos, sin llegar necesariamente a 0°C (Carlos, G. 2010).

La concepción de los comuneros referente a las heladas las define como fríos extremos que quema (genera necrosis) y dañan a los cultivos.



**Fotografía 12.** Efecto de la helada en un cultivo de maíz y en un cultivo de papa en asocio con hortalizas.

La preocupación de los agricultores para proteger sus cultivos de las heladas se debe a las fuertes pérdidas económicas y naturales que pueden presentarse durante el ciclo agrícola (Carlos, G. 2010).

*“Cuando era niña caía papacara (nevadas fuertes) que tapaba todo y los animales no podían salir comer, al menos se tardaba un día en descongelar. Ahora ya no existen estos eventos Olga Acán Comunidad Chorrera Mirador”.*

La mayoría de los métodos de protección contra heladas están diseñados para proteger contra heladas por radiación. Los lugares más propensos a la formulación de heladas por radiación son tanto los valles como las cuencas, hondonadas próximas a las montañas, y las zonas de pampa (Carlos, G. 2010).

Los comuneros indican que pueden saber cuándo va a ocurrir una helada mirando el cielo en la noche; cuando el cielo está despejado con muchas estrellas saben que en la madrugada podrían ser afectados por un helada y de esta manera ellos están alerta para poder tomar acciones tales como quema de materiales en la parcela en horas de la madrugada o riego en el caso que dispongan de suministro de agua para irrigación. Ante lo cual Martínez, U. y Ruiz, M. (2005), señalan que en los casos de noches despejadas y sin viento la estratificación estable del aire cerca de la superficie conduce a que el aire más frío se encuentre cerca de la misma, aproximadamente a la altura de la parte superior del cultivo. Muchas veces una temperatura de 3 °C sobre cero en la casilla se traduce en temperaturas de 0 °C o inferiores a la altura del cultivo.

Otra estrategia que tenían era planificar las siembras para los meses de septiembre y noviembre, ya que esto les permite ajustar la fase fenológica de sus cultivos a las épocas conocidas como de riesgo de eventos climáticos y así evitar los daños en las etapas más susceptibles para la planta, ya que de acuerdo con el calendario estacional estos eventos climáticos se presentaban en el mes de diciembre (veranillo del Niño, asociado con las festividades de navidad). Sin embargo en la actualidad esta práctica se ha perdido ya que existe una irregularidad en el clima y se presentan las heladas en cualquier momento del ciclo de cultivo.

*La rotación de cultivos es otra de las técnicas que se empleaba para reducir los efectos de las heladas* (Juana Huelva – Tambo huasha). A su vez esta práctica puede estar relacionada con la tolerancia de ciertas especies a sufrir daños por las heladas ya de acuerdo con Carlos, G. (2010), la cantidad de daño depende de la sensibilidad del cultivo a la congelación en el momento de producirse el evento y del tiempo que la temperatura está por debajo de la temperatura “crítica de daño” ( $T_c$ ). Es decir no todos los vegetales acusan daños con temperaturas de 0 °C, algunos los tienen con menos temperatura y otros con temperaturas por encima del valor cero; también la sensibilidad a las bajas temperaturas depende del ciclo vegetativo del cultivo (estado fenológico). Por ejemplo, el trigo puede soportar varios grados bajo cero en sus primeras etapas, pero paulatinamente se hace más sensible y en la etapa de floración temperaturas del orden de 0 °C pueden resultar fatales (Martínez, U. y Ruiz, M. 2005).

Doña Mariana Ruiz – Comunidad Chimborazo indica que el mes de diciembre es el mes de fuertes heladas, ella manifiesta que para proteger a los cultivos de papas de las heladas, solían colocar flores de sigse en cada mata de papa, colocaban tarros con agua y solían quemar el sigse alrededor de sus parcelas. Algunas de estas técnicas lo hacen hasta la actualidad (Taller CVCA San Juan. Grupo 2. , 2013. 19 de Mayo ).



**Fotografía 13.** Práctica de protección de cultivos ante heladas en el cultivo de papa. Barrio San Francisco. San Juan. Junio 2013.



**Fotografía 14.** Práctica de protección de cultivos ante heladas en el cultivo de papa. Comunidad Shobol LLinlín. Junio 2013 (Martínez, M.)

*María Beatriz Sisa, Comunidad Santa Isabel manifiesta que enterraban excremento seco de ganado vacuno en las esquinas de su parcela, al excremento lo prendían fuego y luego*

*lo cubrían con tierra, durante la noche el excremento pasaba echando humo* (Taller CVCA San Juan. Grupo 2. , 2013. 19 de Mayo ). También entre una de las prácticas utilizadas indican que enterraban un perro blanco muerto en la mitad de la parcela y que esto a su vez evitaba los daños del evento climático en los cultivos.

Estas prácticas a su vez son una combinación de métodos pasivos y activos de protección de los cultivos de acuerdo con lo que señala CARLOS, G. (2010), los métodos pasivos son los que actúan en términos de prevención, normalmente para un periodo largo de tiempo y cuyas acciones son particularmente beneficiosas cuando se producen las condiciones de helada. Los métodos activos son temporales y requieren intensamente energía o trabajo, o ambos. Los métodos pasivos se relacionan con técnicas biológicas y ecológicas, e incluyen prácticas llevadas a cabo antes de las noches de helada para reducir el potencial de daño. Los métodos activos se basan en métodos físicos e intensivos desde el punto de vista energético. Requieren esfuerzo en el día previo o durante la noche de la helada. La protección activa incluye estufas, aspersores y máquinas de viento, que se usan durante la noche de helada para reemplazar las pérdidas de energía natural.

Las plantas protegidas están más calientes que el cielo despejado y, en consecuencia, aumentan la radiación de onda larga descendente durante la noche, además de reducir las pérdidas de calor por convección hacia el aire. Normalmente se utilizan las cubiertas con paja y materiales sintéticos. Debido a los costes de mano de obra, este método se utiliza principalmente en pequeñas plantaciones de plantas bajas que no requieren de una estructura sólida (Carlos, G. 2010).

La formación de nubes y nieblas artificiales se ha intentado mediante la formación de humo, quemando residuos baratos o, bien, mediante reacciones químicas que los produzcan. El método es poco eficaz y sólo sirve para heladas ligeras; sirve más de complemento que como sistema único de defensa (Martínez, U. y Ruiz, M. 2005).

La acción protectora cuando se queman materiales se debe a dos fenómenos complementarios: la emisión de radiación infrarroja al estar el aparato caliente, y el calentamiento del aire por conducción y convección (Martínez, U. y Ruiz, M. 2005).

Además las heladas no solamente ocasionan daño a los cultivos sino también a los seres humanos y animales. Si se recuerda que el calor corporal de 37° permite sobrevivir a los humanos de manera cómoda y sana, las variaciones por encima o por debajo de ésta provocan enfermedades como hipotermia y congelamiento o en caso contrario hipertermia si la temperatura es excesiva. El frío ambiental puede congelar la superficie del cuerpo, aumentar la presión arterial y exige un mayor esfuerzo al corazón. El enfriamiento del cuerpo también reduce la resistencia a las infecciones, desde un simple resfriado a enfermedades graves como la gripe. Además, las enfermedades infecciosas se transmiten fácilmente en el invierno, debido a que la gente se reúne en lugares cerrados (Carlos, G. 2010).

### **3. Escasez prolongada de precipitaciones y Sequías**

De acuerdo con los integrantes del taller señalan que el agua es parte esencial de su vida, de sus cultivos y animales. Indican que antes no era necesario suministrar agua a los cultivos mediante métodos artificiales, solamente se esperaban las lluvias, sin embargo en la actualidad debido a las sequías se a hecho necesario utilizar canales de riego, sequias entre otros métodos de conducción y suministro de agua para riego. Sin embargo no todos cuentan con este recurso e indican que cuando no se dispone de agua de riego existe pérdida de cultivos. *Sin agua no se podría vivir y tampoco producir. Las papas a veces llegan a la época de floración y se mueren por la sequía y por eso se pierde (Gerardo Aucancela. Asociación Santa Teresita).*

Los períodos de escasez prolongada de precipitación los mismo que puede genera estados de sequía, de acuerdo con los comuneros en décadas pasadas no eran tan frecuentes y las precipitaciones cubrían la demanda hídrica de los mismos. Sin embargo por el señalado en la línea de tiempo a partir de la década de los 90 estas eventualidades se han acentuado haciendo necesario la implementación de sistemas de riego para suministrar agua a los cultivos de forma artificial.

La definición internacional de sequía de acuerdo con (SAGARPA, 2006.)es una reducción temporal notable del agua y la humedad disponibles, por debajo de la cantidad normal o

esperada para un periodo dado.

La sequía agronómica para la agricultura de secano es el déficit de humedad de la tierra subsiguiente a una sequía meteorológica y que produce impactos negativos en la producción de la cosecha y/o en el crecimiento de vegetación natural. La sequía agronómica para la agricultura de regadío es la escasez de agua para abastecer a los sistemas de irrigación debido a la sequía en las aguas superficiales ó subterráneas que abastecen el uso agrícola (SAGARPA, 2006.).

Según lo mencionado por Bustos, A. y Bustos. E. (2007), estos problemas también se encuentran directamente relacionados con:

1. Disminución de caudales de agua para consumo humano y riego

**Causas:** El 17% de la población quema el páramo. El 23,25% de los campesinos utilizan el páramo para agricultura (avance de la frontera agrícola), 400 Ha del páramo del nevado Chimborazo han sido sembradas con pino radiata.

- El 97.93 L/s de caudal han sido concesionados a usuarios que no pertenecen a la microcuenca y representa el 19,09% del total adjudicado (Bustos, A. y Bustos. E. 2007).



**Fotografía 15.** Proceso erosivo generado por avance de la frontera agrícola. Comunidad Pulinguí San Pablo. Julio 2013.

Efectos

Pérdida de la biodiversidad, conflictos, condiciones de salud en riesgo (Bustos, A. y Bustos. E. 2007).

## 2. Inadecuada distribución del recurso hídrico para consumo humano y riego

Causas

- Existe un aprovechamiento deficiente del recurso hídrico (desperdicio).
- El 90% de las organizaciones campesinas no participan en la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado ni en la de Riego.
- Falta alimentación en el banco de datos del CNRH.
- El 85% de agua de riego se conduce a través de acequias, el 10% de canales son revestidos y el 5% de canales tienen revestimiento (déficit de sistemas apropiados).

Efectos

Incremento de conflictos por inequidad e ineficiencia, mayor demanda de agua de la población, baja producción agropecuaria, pobreza.



**Fotografía 16.** Conducción de agua en medio del páramo. Comunidad Chorrera Mirador.

En la actualidad para superar estas eventualidades climáticas asociadas a la disponibilidad de agua para los cultivos en condiciones de secano o bajo riego se realizan ciertas prácticas que permiten la subsistencia de los sistemas productivos.

Para los sistemas de producción en secano se han podido identificar prácticas como; la implementación de sistemas de producción mixta conocidos como sistemas silvopastoriles, los mismos que han sido impulsados por el programa Nacional de forestería del INIAP, o sistemas muchos más sencillos protegidos por especies forestales, principalmente nativas para así disminuir el efecto del viento y la evaporación del interior del sistema permitiendo mantener el agua disponible para el cultivo por más tiempo.



**Fotografía 17.** Sistema Silvopastoril. UCASAJ - INIAP. Comunidad Santa Isabel. Mayo 2013.

Otra práctica realizada es la siembra de aguas, proyecto impulsado por el Gobierno autónomo descentralizado Provincial de Chimborazo dentro del cual se construyeron 4 pozas para siembra de aguas en la parte media de la Microcuenca, 3 de las mismas en la comunidad Santa Isabel y 1 en la comunidad de Shobol Llinllín. El objetivo de proyecto fue el aprovechamiento de agua por escorrentía para aprovecharla en riego tecnificado en las comunidades mencionadas, sin embargo los comuneros señalan que no se pudieron cumplir con las expectativas del proyecto ya el tipo de suelo donde fueron construidas no fue el adecuado y la infiltración es muy alta por lo que en una de las pozas se utilizó



geomembrana material que permite almacenar el agua.

En los sistemas de producción bajo riego se han podido identificar prácticas de suministro de agua por gravedad siendo las más importantes canteros, canterones, y el Pishku chaqui y también presurizados como el riego por aspersión.



**Fotografía 18.** Suministro de agua a parcelas por gravedad, canterones y surcos. San Juan. Julio 2013.

El Pishku chaqui, es una práctica de suministro de agua en forma artificial, el mismo que a través de conducciones de agua en forma de una pata de pájaro (Pishku chaki del quichua que significa pata de pájaro) que se derivan de una conducción principal permite que el agua cubra toda la parcela permitiendo dotar de este recurso al cultivo. Esta práctica fue adoptada de los hacendados, pues antes eran los únicos sistemas que disponían de agua de riego. Los agricultores de las partes altas, no tenían agua de riego, esperaban de la lluvia para realizar la siembra En la actualidad se lo utiliza para el riego en sistemas productivos de pasto (Taller CVCA San Juan. Grupo 2. , 2013. 19 de Mayo ).



**Fotografía 19.** Sistema de Riego por Pishku Chaqui. Comunidad Shobol Llinllín. Mayo 2013.

Otra práctica que se realizaba en el lugar era la construcción de pozos al pie de las laderas para recoger el agua y luego utilizarlo para el riego, pero esto ya no se practica en la actualidad (Taller CVCA San Juan. Grupo 2. , 2013. 19 de Mayo ).

En la actualidad se pueden observar sistemas de terrazas de formación lenta, las mismas que poseen un sistema de distribución y recolección de agua de riego que contribuye a disminuir los efectos de degradación edáfica a consecuencia de un mal manejo de agua, además incorpora un sistema de policultivo el mismo que de acuerdo con su características ayuda a retener la humedad del suelo por su cobertura natural y contribuye a la diversificación de alternativas de consumo familiar.



**Fotografía 20.** Sistema de producción en terrazas. Barrio San Francisco, San Juan.

El riego por aspersión se concibe como una alternativa ante problemas hídricos ya que posee una eficiencia superior al riego por gravedad. Según lo manifestado por Mafla, E. y el tal. (2002), la eficiencia de un método de riego tiene mucho que ver con las pérdidas de agua. Si la pérdida es mucha hay que utilizar una mayor cantidad de agua para obtener el mismo resultado. Así señala entonces que el un sistema de riego por gravedad alcanza un 30-70% de eficiencia en tanto que un sistema de riego por aspersión posee entre un 80-85% de eficiencia. Además otra de las ventajas que se presentan al utilizar este sistema de riego es el ahorro de mano de obra cuando se ejecuta la labor de riego.

La comunidad Chimborazo ubicada en la parte media de la MRCH dispone de sistemas de riego por aspersión el mismo que implementó en el año 2007 y señalan que les ha brindado mejores beneficios que cuando utilizaban sistemas tradicionales de suministro de agua.



**Fotografía 21.** Sistema de Riego presurizado por aspersión. Comunidad Chimborazo. Agosto 2013.

Ante los cambios climáticos existentes y la intervención de Instituciones como el Ministerio del Ambiente MAE los integrantes de ciertas comunidades como lo es Chorrera Mirador en la actualidad son conscientes de la importancia de la preservación de los recurso y su manejo de agua va directamente encaminadas a la preservación del páramo y protección de fuentes de agua.



**Fotografía 22.** Sistema de protección mediante postes en las vertientes de agua. Comunidad Chorrera Mirador. Julio 2013

También señalan que para consumo humano antes recogían el agua de lluvia de los tejados de las casas, más cuando tuvieron acceso a sistemas de agua entubada o potable se dejó de realizar esta práctica.

#### **4. Fuertes precipitaciones**

Los comuneros indican que pueden saber cuando habría una precipitación al observar las nubes de color negro cubrir al nevado Chimborazo o cuando las golondrinas vuelan con dirección desde el Nevado Chimborazo hacia la ciudad de Riobamba. Otra forma de saber que las lluvias se acercan es escuchando el sonido que emiten las ranas. Cuando ya se manifiestan estos eventos algunos de los pobladores guardan leña así como también suelen realizar algunas labores como la elaboración de zanjás. Antes cuando se venía las fuertes lluvias, en minga solían realizar las zanjás de desviación, construían lo que ellos conocen como la acequia de coronación, llamadas así debido a que se las construían en parte alta de la parcela y en sus alrededores (Taller CVCA San Juan. Grupo 2. , 2013. 19 de Mayo ).

#### **5. Vientos fuertes**

Los vientos siempre llegan a san Juan por el oriente. Para evitar el volcamiento de los cultivos por los fuertes vientos, ellos siembran sigse en los mojones y especies forestales como cortinas rompe vientos. (Taller CVCA San Juan. Grupo 2. , 2013. 19 de Mayo ).

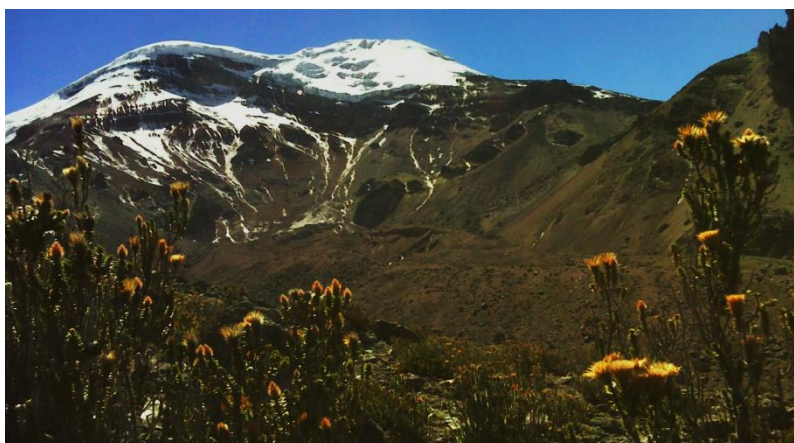


**Fotografía 23.** Sistema de cortinas rompe Vientos. Comunidad Shobol Llinllín.

*Además consideran que los bosques tiene mucha importancia ya que les permite obtener, leña, madera, estacas y en alguno casos para la caza además que las especies le sirven también como cortinas rompe vientos y a su vez le suministran abono, además señalan sirven para purificar el aire. Todavía señalan la existencia de especies forestales nativas (Taller CVCA. Grupo 4).*

## **6. Retroceso glaciar**

El retroceso glaciar es un problema que captura la atención de los grupos involucrados en a microcuenca ya que como Indican los comuneros antes el taita Chimborazo tenía mucha nieve, sin embargo con el paso de los años esta se va perdiendo ocasionando que los páramos aledaños se han vuelto mas secos. De acuerdo con el reporte de la Comunidad Andina. (2010), el nevado Chimborazo considerado una de las principales fuentes de agua de las vertientes que alimentan la cuenca del río Guayas, perdió el 23% de la superficie del casquete glaciar. La cuenca ubicada a más de 4600 m.s.n.m. perdió el 22% del área cubierta por glaciares lo que condujo a una reducción significativa de los caudales en los ríos generados por el deshielo del glaciar.



**Fotografía 24.** Nevado Chimborazo. Julio 2013.

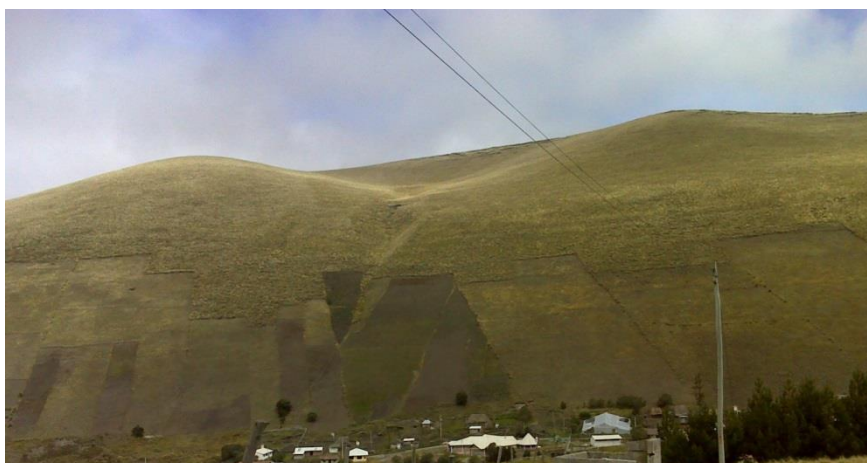
## **7. Plagas y enfermedades**

Indican que antes la agricultura era más limpia, no era necesario utilizar pesticidas y es a partir de los años 90 cuando se introducen estas prácticas de control químico.

## **8. Deterioro del Páramo**

*De acuerdo con los comuneros el páramo es el lugar donde existen plantas nativas: chuquirahua, arquitecta, valeriana, Mortiño, talahuala, tumbuso, tipillo, saramote, cajas, paja que es la especie más representativa a la que se la debe cuidar y no quemarla ya que es el lugar en donde se almacena el agua. Los comuneros indican que los páramos son lugares que les permite; Pastar borregos, llamingos, alpacas, ganado(Taller CVCA. Grupo 4).*

En la MRCH 9384 Ha son páramos, las mismas que según el uso potencial de suelos deben ser destinadas para áreas de conservación, de las cuales 2559,69 ha son parte del arenal del nevado Chimborazo y 925,72 ha han sido intervenidas para actividades agropecuarias y forestales las que representan el 37% del páramo; produciéndose un deterioro de este ecosistema frágil (Bustos, A. y Bustos. E. 2007).



**Fotografía 25.** Parcelas de cultivo en la Comunidad San Pablo Pulinguí.

#### Causas Específicas

- Deficiente conocimiento de la población sobre el Manejo del Páramo
- No aplicación de las Leyes Ambientales sobre zonas de Reserva y Parques Nacionales; y la Ley forestal
- El 17% de la población quema el páramo, el 23,25% de los campesinos utilizan el páramo para agricultura produciéndose el avance de la frontera agrícola.



**Fotografía 26.** Parcelas de cultivo en la Comunidad Chorrera Mirador.

Segovia, J. (2005), expresa que a nivel de los páramos en el Ecuador, se continúa realizando indiscriminadamente la quema de pajonales, con ello no sólo disminuye la

cobertura del suelo, sino también la capacidad de protección y retención de agua y reduce la diversidad biológica. Al quemar el pajonal se destruyen toda la vegetación que son las que absorben y retienen el agua; regulan las aguas lluvias y el descongelamiento de escarchas de hielo.

- Presencia de especies exóticas de flora y fauna.
- El pastoreo de los animales está distribuido en un 50% en el pastizal y el otro 50% alternan en el páramo y los pastizales. Todos los días los campesinos cambian de sitio a los animales en el páramo realizando el sistema de pastoreo rotativo diario por lo que no existe sobre pastoreo, sin embargo realizan los pobladores el pastoreo de ovinos y bovinos que son los causantes de destruir la biomasa vegetal con sus pezuñas y al consumir el alimento arrancan las plantas y sus raíces. Se acrecienta la eliminación de la cobertura vegetal del páramo en los bofedales y en la época de invierno (Bustos, A. y Bustos. E. 2007).

La resistencia mecánica de los Andosoles e Histosoles es muy baja. Al ser pisados estos suelos se compactan y pierden así su extraordinaria capacidad de retención de agua. La compactación es menor con los camélidos andinos que con ganado vacuno y bovino. El sobrepastoreo le deja al suelo sin protección contra el sol. Se seca la parte superficial del suelo en forma irreversible y se vuelve extremadamente vulnerable a la erosión hídrica y eólica (típica situación en la provincia de Chimborazo) (Buytaert, W. y *et al.* 2005).

- Aproximadamente 400 Hectáreas de los páramos del nevado Chimborazo han sido sembradas con pino radiata a una distancia promedio de 1m x 1 m; perjudicando a este ecosistema frágil perdiéndose la cobertura vegetal original, la biodiversidad biológica, disminuyendo los caudales de agua. La tercera parte de la población que corresponde al 32% aprendió sobre agricultura orgánica y la mayor parte de pobladores que corresponde al 68% carece de conocimientos en este tema (Bustos, A. y Bustos. E. 2007).



## 9. Erosión y degradación de suelos

*La Pachamama posee gran importancia en la cultura ya que es un ente generador de vida. Indican que la tierra les permite sembrar para producir ya que también son de tierra los hombres. Durante muchos años nos ha dado de comer pero ya los suelos están cansados ya no producen como antes, ahora se necesita del tractor, antes con el azadón, rastrillo, yunta abono natural era suficiente para producir (Taller CVCA. Grupo 4).*

Estudios del Programa de las Naciones Para el Medio Ambiente, estiman que en suelos de topografía y pendientes similares a las que tienen la microcuenca del río Chimborazo, se pierde aproximadamente unas 80 Ton/ha/año de suelo, por actividades antrópicas. Las zonas que están seriamente afectadas por la erosión son: Las laderas de Larca Loma, Guabug, Tambohuasha, Rumipamba, Pisicaz, Pungul, Puca Rumi, Chorrera Cóndor Mirador, en la Asoc. Pulingui San Pablo, las zonas donde se encuentran ubicadas estas organizaciones campesinas están seriamente erosionadas y representan el 25% de los suelos dedicados a las actividades agropecuarias y forestales; son 1758 has. una superficie de suelo bastante importante que perjudica a la mitad de la población asentada en la microcuenca (Bustos, A. y Bustos. E. 2007).

### Causas Específicas

- Mal manejo del Suelo

El 52% de los campesinos que poseen suelos con pendientes fuertes e irregulares de 12 - 25% y menor a 50%, aran a favor de la pendiente y de ellos el 63% utiliza el tractor produciéndose el arrastre de la capa cultivable. El 52% de los agricultores deja descansar el suelo más de 4 meses hasta 2 años perjudicando al suelo descubierto sin protección vegetal, causando la pérdida de nutrientes por agua, viento y sol; la desaparición de materia orgánica, la disminución de vida edáfica y el deterioro de la estructura del suelo. Los campesinos efectúan 9 técnicas de conservación de suelos, pero sólo el 15% de los suelos cuentan con estas obras, produciéndose la erosión eólica e hídrica, por la carencia de

asistencia técnica (Bustos, A. y Bustos. E. 2007)..

Efectos

Baja producción y productividad agropecuaria, pobreza y migración.

De las 7138,31 ha que corresponden a suelos dedicados a las actividades agropecuarias y forestales, las 652,72 ha son tierra dedicadas a la producción agrícola y el 50% de estos suelos se encuentran contaminados e infértiles que son 326, 36 ha superficie desuelo significativo que va en desmedro de la producción de la microcuenca (Bustos, A. y Bustos. E. 2007).

Causas Específicas:

El 32% de los agricultores aprendieron sobre agricultura orgánica, pero sin embargo el 94% continúan utilizando plaguicidas en la papa, haba y zanahoria.

El 95% utilizan abono químico en la papa; todos los agricultores ocupan el abono orgánico, porque el 78% de los agricultores fertilizan sus terrenos solo 2 veces al año. En cuanto a la forma de cultivo el 37% son monocultivo es una actividad negativa que contribuye notablemente al deterioro del suelo (a la pérdida de la fertilidad) y a una mayor susceptibilidad de los cultivos a plagas y enfermedades Uso agresivo de agroquímicos monocultivo, inadecuada asistencia técnica, mala utilización de fertilización y abonadura.

#### **D. CARACTERIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE USO RACIONAL DEL AGUA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMBORAZO**

Para la caracterización de los diferentes sistemas de uso de agua se escogieron ciertos lugares para proceder con su evaluación:

## 1. Parte alta. Comunidad Chorrera Mirador

En la parte alta de la microcuenca del Río Chimborazo se ha podido observar serios problemas erosivos asociados a los fuertes vientos que de acuerdo con los datos de la Reserva Faunística Chimborazo alcanzan hasta 40 Km/h, además de la práctica de actividades agropecuarias en zonas de alta pendiente con suelo de texturas medias.

En lo referente al uso del agua existen prácticas asociadas a la conservación de las fuentes de agua o vertientes y del páramo, ya que de acuerdo con los comuneros las diferentes capacitaciones que han recibido les ha permitido tomar conciencia y cuidar los recursos que los rodean.

En la comunidad Chorrera ubicada a 3800 msnm y con 68 habitantes de acuerdo con la información del POT y 100 habitantes según Juan Acán dirigente comunal, fue fundada en el año de 1975. Sus principales actividades económicas son: la crianza de alpacas, truchas y ganado bovino. Señalan que se cambió la actividad de crianza de borregos por el de las alpacas para disminuir el impacto que produce el pisoteo de los animales. Además se dedican a actividades agrícolas con cultivos de papa, habas y algo de cebada, sin embargo estos han sido sustituidos por pastos para las alpacas. Otras fuentes de ingresos son el turismo y las labores domésticas y artesanales.



**Fotografía 27.** Comunidad Chorrera Mirador. Julio 2013.

En las estribaciones del nevado Chimborazo existen 7 fuentes de agua de las cuales la

comunidad utiliza dos vertientes principales Curipogyo y Toliboza que abastecen de agua a las comunidades de Chorrera y Pulinguí, éstas se encuentran a 4208 msnm y 4203msnm en las coordenadas UTM 0740876 E ; 9833225 N y 741135 E ; 9833600 N.

De acuerdo con los comuneros, en el pasado el agua se conducía desde las vertientes a las comunidades a canal abierto, sin embargo debido a las características edáficas del lugar (Alta permeabilidad e infiltración), existían muchas pérdidas de caudal por lo que fue necesario entubar el agua en su conducción haciendo mucho más eficiente su utilización. En la actualidad el recorrido el agua desde las vertientes hasta la comunidad de chorrera mirador es de aproximadamente 2090 Km en línea recta.

Los principales usos del agua disponible es para consumo humano, abrevadero de las alpacas, piscicultura y sistemas productivos agropecuarios. Sin embargo señalan que debido a los cambios ambientales producidos en los últimos años manifestados en disminuciones de la precipitación, vientos más fuertes temperaturas más bajas, retroceso glaciario, ausencia de nevadas y los efectos generados sobre los sistemas productivos como la erosión, les ha llevado a realizar prácticas de conservación de las fuentes para garantizar el abastecimiento del recurso a lo largo del año ya que señalan que debido a la textura de sus suelos siempre es necesario el riego para poder producir.



**Fotografía 28.** Intersección de los caudales de agua provenientes de las vertientes Curipogyo y Toliboza. Comunidad Chorrera Mirador. Julio 2013.

Las prácticas de conservación constan de la utilización de protecciones naturales y físicas como lo es postes de madera con alambre de púas para evitar el ingreso de animales y deterioro de la vegetación circundante a las fuentes de agua, además se han implementado especies nativas como Yagual (*Polylepis racemosa*) para ayudar a mantener la capa edáfica, ya que debido al viento y la textura gruesa que poseen estos suelos los hace vulnerables a desplazamientos.



**Fotografía 29.** Reservorio para colecta de aguas de las vertientes y su posterior conducción. Julio 2013.



**Fotografía 30.** Vertientes de agua. Comunidad Chorrera Mirador. Julio 2013.

Además dentro de la propuesta de alternativas para un manejo sostenido de la tierra y los recursos en comunidad se implementó un sistema silvopastoril (Tabla 2) con la ayuda del INIAP, el mismo que involucra a toda la comunidad dentro de la propuesta de optimización de los recursos. Este fue establecido por la comunidad hace 3 años y está

conformado por especies de yagual (*Polylepis racemosa*) como especies arbóreas y pasto como especie forrajera.

**Tabla 2.** Características del sistema silvopastoril. Comunidad Chorrera Mirador.

<b>Sistema productivo</b>	<b>Forma de suministro de agua</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Ubicación geográfica (UTM)</b>	<b>Altitud (msnm)</b>	<b>Propietario</b>
Silvopastoril	Secano	6467	741139 E 9831690N	3991	Comunidad Chorrera

**Elaborado por:** MARTÍNEZ, M. (2013).

De acuerdo con Añazco (2000), y Kenny-Jordan (1999), citado por Gómez, M. (2007), consideran que la agroforestería es una alternativa para el uso y manejo sostenido de la tierra, en la cual se combinan árboles, con cultivos y animales. Esta actividad se practica desde hace mucho tiempo en forma tradicional. Su incorporación al mundo científico es reciente. Se fundamenta en conocimientos teórico -práctico con un enfoque multidisciplinario, en el cual se incluyen elementos de carácter social, económico, biológico y ambiental. Como lo señala Gómez, M. (2007), el manejo de sistemas agroforestales se realiza con fines de protección, producción o una combinación de ambos. Confines de protección un sistema agroforestal está orientado a la protección de la vivienda, cultivos y animales frente a condiciones climáticas adversas, como vientos y heladas; protección del suelo contra la erosión hídrica y mejoramiento del suelo (aporte de materia orgánica, fijación de nitrógeno, entre otros); protección del predio contra la entrada de personas y animales y protección de la parte alta de las cuencas hidrográficas, así como riveras y canales de riego.

Entre las estrategias de adaptación a eventos climáticos relacionados con la disponibilidad de agua en el suelo en sistemas de secano, de acuerdo con la FAO. (2011), se encuentra la capacidad de almacenamiento de agua del suelo, la mejora de la infiltración de agua y la reducción al mínimo de la evaporación mediante la cubierta orgánica del suelo. Por esta razón es importante dentro del concepto de sistemas agroforestales tomar en consideración las características edáficas para lo cual se pudo recabar la siguiente información tanto en campo como en laboratorio.

**Tabla 13.** Propiedades físicas y química del suelo en un sistema agroforestal en la Comunidad Chorrera Mirador.

<b>Materia orgánica (%)</b>	<b>Clase Textural</b>	<b>Velocidad básica de infiltración (mm/h)</b>	<b>Capacidad de campo <math>\theta_{mcc}</math> (%)</b>
<b>6,4 A</b>	Franca	1,8	24,67

**Elaborado por:** MARTÍNEZ, M. (2013).

Fuente de datos de Materia orgánica y clase textural: Análisis en laboratorio FRN-ESPOCH.

De acuerdo con la Tabla 13 se puede observar que el contenido de materia orgánica de este sistema es de 6,4 el mismo que se considera como alto y según Gómez, M. (2007), la presencia de los árboles puede contribuir a mejorar la productividad del suelo. Algunos de los mecanismos más importantes son: la fijación de nitrógeno, el reciclaje de nutrientes, la mejora en la eficiencia de uso de nutrimento, el mantenimiento de la materia orgánica y el control de la erosión. Otro parámetro importante para corroborar esta información es la textura del suelo la misma que corresponde a una clase franca.

Además otro parámetro importante de este suelo es la capacidad que posee para absorber agua conocida como velocidad de infiltración, la misma que posee un valor de 1,8mm/h y según lo que manifiestan Hargreaves, J y Merkle, G. (2000), un suelo de textura franca posee valores entre 10-20mm/h, y el valor obtenido hace referencia a un suelo arcilloso, sin embargo este suelo presente un porcentaje elevado de limo y sus características agrícolas pueden influencia dicho valor. Este valor es importante considerar ya que según el mismo autor la velocidad de infiltración también permite estimar la precipitación efectiva y junto con ella los valores de escurrimiento y erosión también determinadas por otros parámetros como la labranza, el tipo de manejo y la cobertura vegetal.

En lo referente a la capacidad de retención de humedad o también llamada capacidad de campo se observa que para este tipo de suelo fue de 24, 67% el mismo que se encuentra dentro del rango señalado por Vásquez, V. y *et al.* (2012), para suelos francos y que corresponde entre 18-26%. En el caso marchitez permanente en nuestro caso fue de 5 y el rango según el autor va de 8-12. Con estos valores entonces se pudo establecer que la humedad aprovechable en el sistema fue de 19,67. Relacionado con esto también se pudo

establecer la variación en el contenido de humedad del suelo para el sistema, en un período de 5 días consecutivos a dos profundidades (15 y 30 cm) (Tabla 4).

**Tabla 4.** Contenidos de humedad en el sistema silvopastoril ubicado en la comunidad de Chorrera Mirador, bajo secano.

Nº de días de tomada la muestra	Contenido de Humedad a 15cm (θ) (Vol, %)	Contenido de Humedad (θ). Ajustado a 15cm. (Vol, %)	Contenido de Humedad a 30cm (θ) (Vol, %)	Contenido de Humedad (θ). Ajustado a 30cm. (Vol, %)
1	7,06	7,08	12,73	12,81
2	6,28	6,01	11,53	11,04
3	5,11	5,47	9,58	10,12
4	5,06	5,11	9,43	9,52
5	5,02	4,85	9,32	9,07
Pérdida del contenido de humedad (Vol, %)			2,23%	3,73%

**Elaborado por:** MARTÍNEZ, M. (2013)

En la Tabla 4, donde se aprecia que la variación de humedad a 15 cm fue de 2,23% siendo inferior a la de 30 cm igual a 3,73 %. Hernández, S. y Gutierrez, M. (2002), explican que la presencia de árboles en un sistema reducen la temperatura del suelo, previniendo la pérdida de humedad, además en un experimento citado por el mismo autor se pudo observar que durante períodos de baja precipitación la presencia de la sombra provocada por las especies forestales ayudó a conservar la humedad en el suelo, permitiendo al pasto sucesivamente el acceso a nutrimentos y agua, sin embargo en períodos más lluviosos la presencia del árbol resultó menos ventajosa debido a que las condiciones permanentes de humedad en el suelo y el descenso de la temperatura facilitaron el crecimiento del pasto. Es así que el pasto que crece bajo la copa de los árboles se beneficia, al menos durante la estación seca, de la sombra y la humedad, la concentración de nutrimentos producto de la muerte de raíces y la ocurrencia de fauna huésped del árbol, del lavado de hojas y de la producción del mantillo (Hernández, S. y Gutierrez, M. 2002).

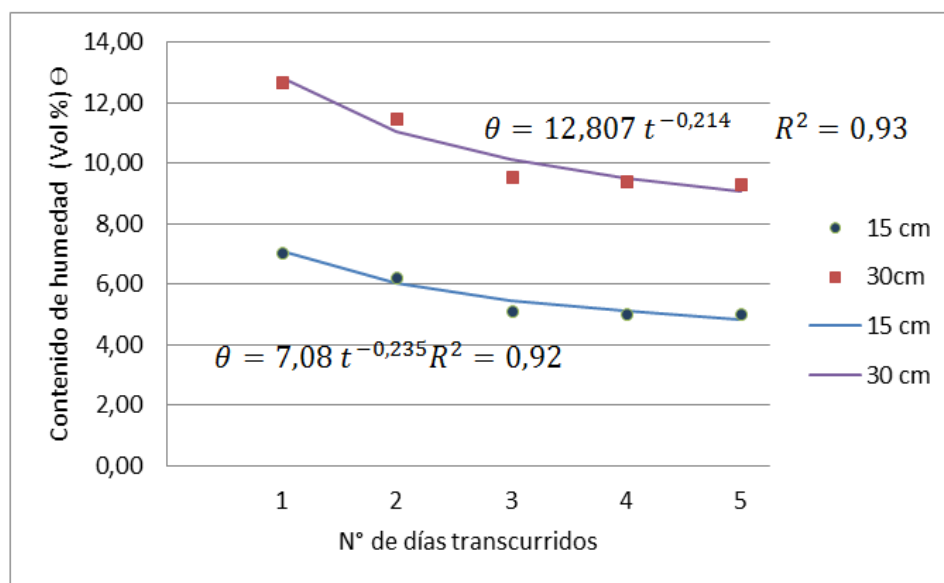
Otro factor importante a considerar en este contexto es la cobertura vegetal que



proporciona el pasto en el sistema ya que como lo manifiesta Benites, J y Castellanos, A. (2003), la presencia de una cobertura vegetal también reduce la pérdida directa de agua por la evaporación que se produce en las capas superiores del suelo, estableciendo mejores condiciones para la conservación de la humedad. Adicionalmente, la “lluvia horizontal”, por ejemplo la precipitación debida a la niebla y al rocío y a la interceptación por la vegetación, puede añadir una cantidad desconocida de agua al sistema hidrológico, especialmente donde haya presencia de bosquetes de especies arbustivas como *Polylepis racemosas* (Buytaert, W. 2006.).



**Fotografía 31.** Sistema silvopastoril en la comunidad Chorrera Mirador.



**Gráfica 8.** Determinación de la ecuación de descenso de humedad del suelo en el sistema silvopastoril. Comunidad Chorrera Mirador.

Como se muestra en la Gráfica 8 los valores diarios de contenido de humedad representados por puntos en la gráfica descienden progresivamente en el transcurso del tiempo lo cual permitió establecer la expresión matemática que determina el descenso del contenido de humedad a 15 como a 30 cm representada por una función exponencial y su correspondiente ecuación.

También se evaluaron los mismos parámetros en un área de pajonal y almohadillas donde se obtuvo la siguiente información:

**Tabla 5.** Propiedades físicas y química del suelo en un área de pajonal.

Sistema	Materia Orgánica (%)	Clase Textural	Velocidad básica de infiltración (mm/hora)
Pajonal	7,5 A	Franca	27

**Elaborado por:** MARTÍNEZ, M. (2013). Fuente de datos de Materia orgánica y clase textural: Análisis en laboratorio, FRN-ESPOCH.

El valor de materia orgánica es 7,5, el mismo que corresponde a un nivel alto y su clase textural al igual que en el sistema silvopastoril es franca. De acuerdo con Buytaert, W. y *et al.* (2006), los valores reportados de capacidad de infiltración están alrededor de 50 a 60 mm/h (Poulenard *et al.*, 2001) y 10 a 20 mm/h (Buytaert *et al.*, 2005). En el caso de este sistema de pajonal la velocidad de infiltración fue de 27 mm/h.

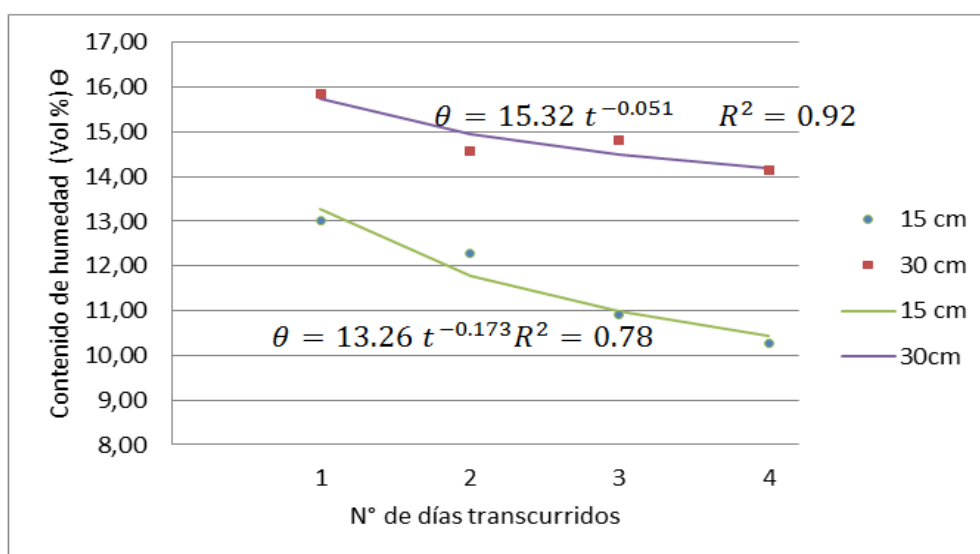
En lo referente a los contenidos de humedad en el sistema podemos notar que los valores obtenidos de pérdida de humedad son inferiores a los del sistema silvopastoril, tanto a 15 cm con 2,82% y a 30 cm con 1,55%. Esto puede atribuirse a que los suelos de pajonal poseen una capacidad de retención de agua muy alta (80-90 % en saturación) como un resultado de la baja densidad aparente y de la estructura abierta y porosa (Buytaert, W. y *et al.* 2005). Por otro lado, el consumo natural de agua en el páramo es muy bajo, debido a la predominancia de pajonales y de hierbas xerofíticas con características de baja evaporación, a pesar de la radiación alta a estas altitudes y latitudes. Las pocas estimaciones existentes de la evapotranspiración actual en el páramo están en el rango de cerca de 1 mm (3716 mm en la Sierra Nevada del Cocuy,) hasta cerca de 1.5 mm/día

Hofstede, 1995; Buytaert, (2004) citado por Buytaert, W. y *et al.* (2005).

**Tabla 6.** Contenidos de humedad en el sistema de pajonal en la comunidad de Chorrera Mirador, bajo secano.

Nº de días de tomada la muestra	Contenido de Humedad a 15cm ( $\theta$ ) (Vol, %)	Contenido de Humedad ( $\theta$ ). Ajustado a 15cm. (Vol, %)	Contenido de Humedad a 30cm ( $\theta$ ) (Vol, %)	Contenido de Humedad ( $\theta$ ). Ajustado a 30cm. (Vol, %)
1	12,98	13,26	15,86	15,74
2	12,31	11,76	14,59	14,95
3	10,92	10,97	14,80	14,50
4	10,25	10,44	14,13	14,19
Pérdida del contenido de humedad (Vol, %)		2,82%	1,55%	

Elaborado por: MARTÍNEZ, M. (2013)



**Gráfica 9.** Determinación de la ecuación de descenso de humedad del suelo en el sistema de pajonal. Comunidad Chorrera Mirador.

Como se muestra en la Gráfica 9 los valores diarios de contenido de humedad representados por puntos en la gráfica descienden progresivamente en el transcurso del tiempo, lo cual permitió establecer la expresión matemática que determina el descenso del

contenido de humedad a 15 como a 30 cm representada por una función exponencial y su correspondiente ecuación.

## **2. Parte Media Comunidades Shobol Llinllín, Santa Isabel y Chimborazo**

En la parte media de la Microcuenca de acuerdo con la versión de los comuneros la intervención ha sido reciente ya que estos predios eran propiedad de haciendas las mismas que fueron parceladas y habitadas por personas que vivían en las partes altas.

En la parte media se han evaluado varios sistemas referentes al uso racional del agua tales como el sistema Pishku chaqui, sistemas bajo riego por gravedad y presurizados, los mismos que de acuerdo con los comuneros les permite dotar de agua a sus sistemas de productivos en condiciones de déficit de precipitaciones y un sistema silvopastoril. Para su evaluación se designaron ciertos lugares en 3 comunidades como se detalla a continuación en la (Tabla 7)



**Fotografía 32.** Riego Pishku chaqui. Comunidad Shobol Llinllín

**Tabla 7.** Métodos de suministro de agua a los cultivos en la zona media de la MRCH.

<b>Sistema productivo</b>	<b>Método de suministro de agua</b>	<b>Comunidad</b>
<b>Pasto</b>	Gravedad-Pishku chaqui	Shobol Llinllín
<b>Pasto, papa, toronjil</b>	Gravedad-surcos	Chimborazo
<b>Pasto</b>	Presurizado-Aspersión	Chimborazo
<b>Silvopastoril</b>	Secano	Santa Isabel

**Elaborado:** Martínez, M. (2013)

**a. Sistema de producción de pasto bajo riego por gravedad mediante Pishku chaqui, Comunidad de Shobol Llinllín.**

La caracterización de este sistema se llevó a cabo en la comunidad Shobol Llinllín, en el predio del señor Juan Paca quien menciona que en este sistema de producción es la fuente principal de su economía familiar.

**Tabla 8.** Características del sistema de producción con el sistema de riego mediante Pishku chaqui.

Localidad	Sistema productivo	Forma de suministro de agua	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ubicación geográfica (UTM)	Altitud (msnm)	Propietario
Shobol Llinllín	Pasto	Sistema de riego Pishku chaqui	9501,81	745594 E 9825974 N	3346	Sr. Juan Paca

Elaborado: MARTÍNEZ, M. (2013)

El sistema está constituido por pasto anual; avena Rye grass, vicia y cebada, en el se pastorean 10 ganados vacunos productores de leche.



**Fotografía 33.** Sistema de producción pecuario. Shobol Llinllín. Julio 2013.

Las propiedades físicas y química del suelo son:

**Tabla 9.** Propiedades físicas y química del suelo de un sistema de producción con el sistema de riego mediante Pishku chaqui.

<b>Materia Orgánica (%)</b>	<b>Clase Textural</b>	<b>Velocidad básica de infiltración (mm/h)</b>	<b>Capacidad de campo <math>\theta_{mcc}</math> (%)</b>
6,8 A	Franca	14,6	19,83

**Elaborado:** MARTÍNEZ, M. (2013)

Este suelo posee un nivel alto de materia orgánica correspondiente a 6,8 % el mismo que en parte está relacionado con las clases textura franca a la cual corresponde y a la incorporación periódica de materia orgánica como abonos verdes que el propietario realiza.

La velocidad instantánea media de infiltración en el predio fue de 14,6 mm/hora en tanto que Hargreaves, G y Merkle, G. (2000), señalan que la infiltración básica para suelos francos se encuentra entre 10-20 mm/hora

Debido a las condiciones hídricas del sector ha sido necesario el suministro de agua mediante un método tradicional transmitido por generaciones, conocido como Pishku chaqui o pata de pájaro en español, el mismo que es ampliamente utilizado en el sector y la microcuencia ya que permite cubrir la superficie de cultivo con riego permitiendo el desarrollo del cultivo. Los turnos de riego asignados para la comunidad es los días viernes a partir de las 8 am, hora a la que los comuneros empiezan su jornada de irrigación. Para la irrigación del sistema se utilizan 37,12l/s, que son conducidos a través de una acequia principal de una longitud 152,515 m Cada cierta distancia se conduce una parte del caudal a una acequia secundaria y posteriormente este se divide en dos formando una figura de “y” invertida la cual se asemeja a una pata de pájaro y de ahí su nombre en quichua Pishku chaqui. El agua al finalizar su recorrido por las acequias terciarias empieza un movimiento por gravedad cubriendo la superficie del terreno por inundación. La duración del riego empieza a las 8 am y continúa hasta las 6 pm, utilizando un volumen de agua de 1301,76 m<sup>3</sup> los mismos que dan lugar a una lámina de riego promedio de 0,20 m (Tabla 10). Hay que considerar que tanto el caudal como el tiempo de riego son variables de acuerdo las necesidades de los usuarios, pero en el caso de la presente evaluación se obtuvieron los siguientes valores.

Podemos observar en la Tabla 10 las pérdidas de humedad en el transcurso de 5 días fue a los 2,74% a los 15cm y de 1,99% las mismas que resultas ser bajas y fácil restitución en el próximo riego, sin embargo hay que tomar en consideración el volumen total de agua que se utilizó para alcanzar un lamina de riego promedio en el suelo de 0,20m fueron 1301,06 m<sup>3</sup>.

**Tabla 10.** Características del riego por gravedad mediante Pishku chaqui.

Caudal de entrada aforado (l/s)	Caudal de salida (l/s)	Caudal neto para riego (l/s)	Tiempo de riego (s)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Profundidad de mojado (m)	Volumen Total de agua para el riego (m <sup>3</sup> )
37,12	0,96	17,94	36000	6594	0,20	1301,76

**Elaborado:** MARTÍNEZ, M. (2013)

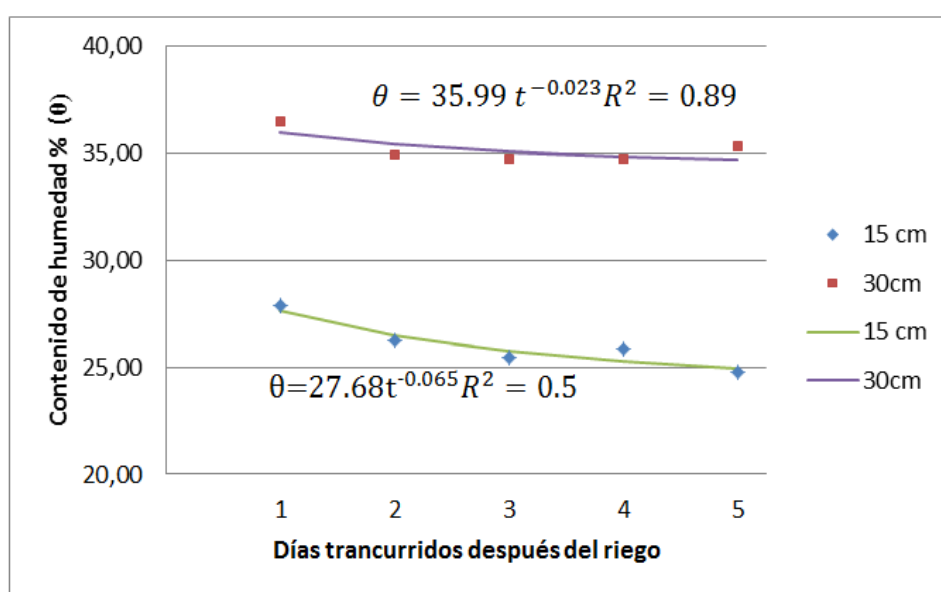
En (Tabla 10) se ha tomado un valor promedio de profundidad de mojado 0,20 m ya que debido a las características del riego no existe una uniformidad de cobertura, existiendo áreas que alcanzan mayores profundidades y en otros ésta apenas alcanza unos cuantos centímetros. Para el caso de nuestra evaluación en el lugar donde se tomaron las muestras la profundidad de mojado alcanzaba los 37 cm. Además en la Tabla 9 se muestra que le valor de capacidad de campo en el suelo es del 19,83% valor que se encuentra dentro del rango que presenta Hargreaves, G y Merkle, G. (2000), sin embargo los valores de humedad tanto a 15cm como a 30 cm superan el 25% a las 24 horas después del riego, es decir que el suelo se encuentra sobre su nivel normal de capacidad de retención. Sin embargo este factor puede influir directamente en la capacidad de almacenamiento de agua y explicar los valores obtenidos de pérdida de humedad.

**Tabla 11.** Contenidos de humedad en el sistema productivo de pasto en la comunidad de Shobol Llinllín, bajo el sistema de riego Pishku chaqui.

Nº de días después del último Riego	Contenido de Humedad 15cm (θ) (Vol, %)	Contenido de Humedad (θ). Ajustado 15cm. (Vol, %)	Contenido de Humedad 30cm (θ) (Vol, %)	Contenido de Humedad (θ). Ajustado 30cm. (Vol, %)
1	27,82	27,68	36,44	35,99

2	26,28	26,47	34,95	35,42
3	25,44	25,78	34,65	35,09
4	25,88	25,31	34,67	34,86
5	24,77	24,94	35,34	34,68
Pérdida del contenido de humedad (Vol, %)		2,74	1,99	

Elaborado: MARTÍNEZ, M. (2013)



**Gráfica 10.** Determinación de la ecuación de descenso de humedad del suelo sistema productivo de pasto bajo el sistema de riego Pishku Chaqui.

Como se muestra en la Gráfica 10. los valores diarios de contenido de humedad representados por puntos en la gráfica descienden progresivamente en el transcurso del tiempo lo cual permitió establecer la expresión matemática que determina el descenso del contenido de humedad a 15 como a 30 cm representada por una función exponencial y su correspondiente ecuación.

#### b. Sistemas silvopastoriles UCASAJ

La Unión de Organizaciones Campesinas de San Juan “UCASAJ”, de acuerdo con datos



registrados en un diagnóstico participativo Grijalva, J. (2004) es una organización de segundo grado que está constituida por 17 comunidades campesinas con una población de 4871 habitantes.

Esta organización social posee una granja de propiedad comunal, la misma que se encuentra ubicada en la comunidad Santa Isabel (Tabla 12), donde entre el año 2002-2004 fue implementado un Sistema silvopastoril por INIAP como modelo de investigación /demostración de tecnología, constituido de árboles dispersos de yagual, quishuar y colle con una densidad de 400 árboles/ha, ubicados a 5x5m sobre una pastura mejorada donde se practica el pastoreo rotativo de vacas lecheras (Gijalva, J. y *et al.* 2010).



**Fotografía 34.** Sistema Silvopastoril. UCASAJ-INIAP. Comunidad Santa Isabel

**Tabla 12.** Características del sistema productivo silvopastoril en la comunidad de Santa Isabel, bajo secano.

Localidad	Sistema productivo	Forma de suministro de agua	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ubicación geográfica (UTM)	Altitud (msnm)	Propietario
Santa Isabel UCASAJ	Silvopastoril	Secano	4722,523	746681 E 9825441N	3403	UCASAJ – INIAP

Elaborado: MARTÍNEZ, M. (2013).

**Tabla 13.** Propiedades físicas y química del suelo en el sistema productivo silvopastoril en la comunidad de Santa Isabel, bajo secano.

<b>Sistema</b>	<b>Materia Orgánica (%)</b>	<b>Clase Textural</b>	<b>Velocidad básica de infiltración (mm/hora)</b>	<b>Capacidad de campo <math>\theta_{mcc}</math> (%)</b>
Pasto	5,7 M	Franca	21,42	20,67

**Elaborado por:** MARTÍNEZ, M. (2013). Fuente de datos de Materia orgánica y clase textural: Análisis en laboratorio.

La clase textural a la cual corresponde el suelo del sistema es franca y su nivel de materia orgánica es medio. La velocidad de infiltración es de 60,05 cm/hora la cual está relacionada con el nivel de compactación que el sistema posee ya que en el mismo se ha realizado actividad de pastoreo.

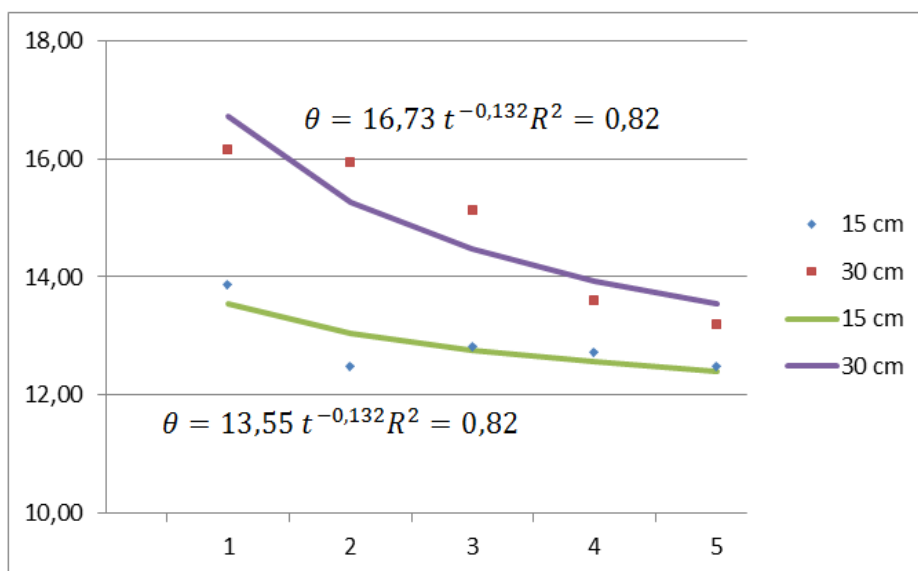
En lo referente al contenido de humedad este ha disminuido en 1,15% a los 15cm y 3,2% a los 30cm. La eficiencia hídrica de este sistema ya se explicó en el caso anterior. Es importante tomar en consideración que se podría atribuir una mayor pérdida de humedad a los 30 cm debido a la distribución del sistema radicular de las especies forestales y de pasto, ya que en ausencia de una fuente de agua, el contenido de humedad en la zona radicular del cultivo se reducirá como resultado del consumo de agua por el cultivo (FAO, 2006).

**Tabla 14.** Contenidos de humedad en el sistema productivo silvopastoril en la comunidad de Santa Isabel, bajo secano.

<b>N° de días de tomada la muestra</b>	<b>Contenido de Humedad a 15cm (<math>\theta</math>) (Vol, %)</b>	<b>Contenido de Humedad (<math>\theta</math>). Ajustado a 15cm. (Vol, %)</b>	<b>Contenido de Humedad a 30cm (<math>\theta</math>) (Vol, %)</b>	<b>Contenido de Humedad (<math>\theta</math>). Ajustado a 30cm. (Vol, %)</b>
1	13,85	13,55	16,16	16,73
2	12,47	13,04	15,94	15,27
3	12,82	12,76	15,12	14,48
4	12,72	12,56	13,59	13,94
5	12,47	12,40	13,18	13,53

Pérdida del contenido de humedad (Vol, %)	1,15	3,2
---	------	-----

Elaborado por: MARTÍNEZ, M. (2013)



**Gráfica 11.** Variación del contenido de humedad del suelo en el sistema silvopastoril. Comunidad Chorrera Mirador.

### c. Sistema de cultivo de toronjil bajo riego

Este sistema productivo está localizado en la comunidad Chimborazo (Tabla 15), cuenta con una extensión de 2335,355 m<sup>2</sup> de cultivo de toronjil, el mismo que es comercializado por un intermediario a una empresa de producción de aromáticas. Su manejo es netamente orgánico y debido a la rentabilidad de este cultivo su propietario menciona que puede ser una alternativa para incursionar en nuevas propuestas de producción.

El ciclo de cultivo en este lugar es de 4 meses y es muy recurrente de suministro de agua por lo que es necesario realizar los aportes de riego permanentemente. Este predio tiene acceso a un sistema de riego por gravedad en forma permanente.



**Fotografía 35.** Señor Manuel Cucuví realizando sus actividades en su parcela de toronjil. Junio. 2013.

**Tabla 15.** Características del sistema productivo

Localidad	Sistema productivo	Forma de suministro de agua	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ubicación geográfica (UTM)	Altitud (msnm)	Propietario
Comunidad Chimborazo	Toronjil	Riego por gravedad en surcos	2335,355	745654 E 9826070N	3352	Sr. Manuel Cucuví

**Elaborado por:** MARTÍNEZ, M. (2013).

Las características edáficas del lugar (Tabla 16) hacen referencia a un suelo de textura franca, con un nivel alto de materia orgánica el mismo que se atribuye a que el agricultor hace suministros periódicos de abono orgánico al terreno. Además el posee una capacidad de campo de 21%. Valore que de acuerdo con Vásquez, V. y *et al.* (s.a), se encuentra del rango para esta clase textural.

**Tabla 16.** Propiedades físicas y química del suelo en el sistema productivo de toronjil, en la comunidad Chimborazo, bajo el sistema de riego por surcos.

Sistema	Materia Orgánica (%)	Clase Textural	Velocidad básica de infiltración (cm/hora)	Capacidad de campo $\theta_{mcc}$ (%)
Toronjil	6,2 A	Franca	1,21	21

**Elaborado por:** MARTÍNEZ, M. (2013). Fuente de datos de Materia orgánica y clase textural: Análisis en laboratorio.

**Tabla 17.** Características del riego en el sistema productivo de toronjil, en la comunidad Chimborazo, bajo el sistema de riego por surcos.

<b>TEMPERATURA DEL AGUA</b>	<b>CAUDAL (l/s)</b>	<b>Tiempo de Riego (horas)</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Profundidad de mojado (m)</b>	<b>Volumen Total (m<sup>3</sup>)</b>
14,3 °C	18,72	12	2335,36	0,36	808,704

**Elaborado por:** MARTÍNEZ, M. (2013).

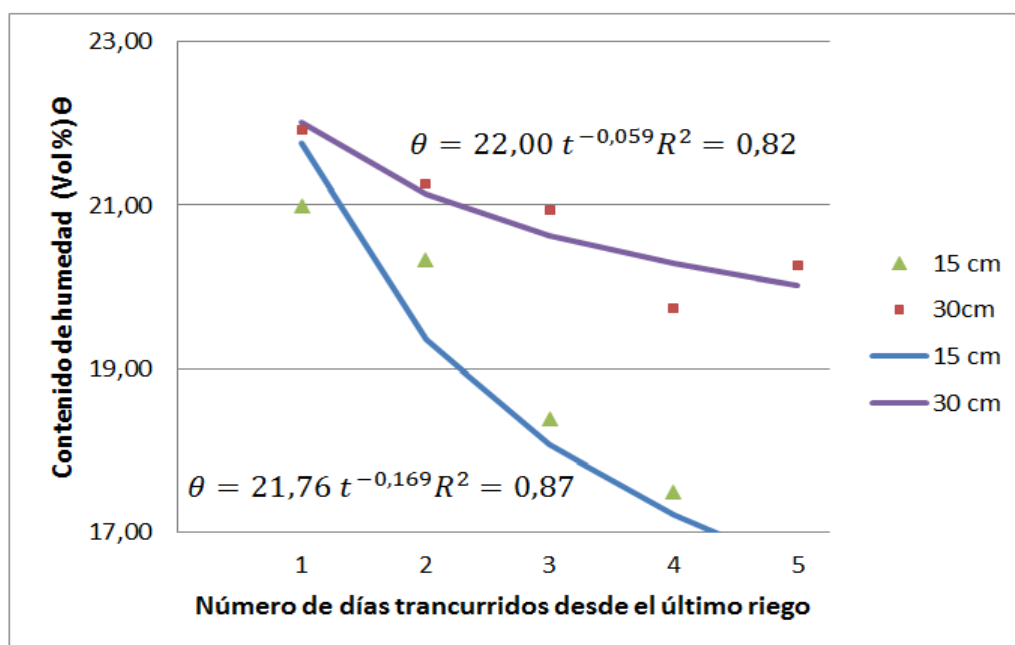
Para cubrir la demanda hídrica del cultivo el agricultor suministra al cultivo un total de 808,7 m<sup>3</sup> los mismos que generan un lámina promedio de 0,36 con un contenido de humedad mínimo, como se observa en la Tabla 18.

Además de acuerdo con lo que señala (Vásquez, V. y *et al.* s.a) un sistema de riego por gravedad a través de surcos en un terreno de texturas medias (francas), profundo y con una nivelación insuficiente como es el caso de la parcela en estudio alcanza una eficiencia entre el 30 y 50% siendo este valor importante para estimar la cantidad que se está perdiendo con fines de priorización del recurso. Sin embargo podemos observar que la pérdida de humedad entre un riego y otro fue de 5,19% a 15 cm y 1,99% a 30cm. En este caso es necesario tomar en consideración de la cobertura de la especie de cultivo y la evaporación, ya que según Vásquez, V. y *et al.*( s.a) no solo depende los elementos físicos (climáticos) que afectan a la evaporación, sino también de las características morfológicas y fisiológicas de la cobertura vegetal, del suelo y su nivel de humedad. En este caso se debe tomar en cuenta que la evaluación se realizó a los 15 días después del corte es decir el desarrollo vegetal era mínimo y eso pudo favorecer la dicha pérdida de humedad. Sin embargo a los 30 cm no existe una pérdida significativa de humedad la misma que fue influenciada por la humedad inicial que es alta y a las características edáficas de textura y contenido alto de materia orgánica.

**Tabla 18.** Contenidos de humedad en el sistema productivo de toronjil, en la comunidad Chimborazo, bajo el sistema de riego por surcos.

N° de días de tomada la muestra	Contenido de Humedad a 15cm ( $\theta$ ) (Vol, %)	Contenido de Humedad ( $\theta$ ). Ajustado a 15cm. (Vol, %)	Contenido de Humedad a 30cm ( $\theta$ ) (Vol, %)	Contenido de Humedad ( $\theta$ ). Ajustado a 30cm. (Vol, %)
1	20,99	21,76	21,91	22,00
2	20,33	19,35	21,26	21,13
3	18,39	18,06	20,93	20,63
4	17,50	17,21	19,72	20,28
5	15,79	16,57	20,25	20,02
Pérdida del contenido de humedad (Vol, %)		5,19	1,99	

Elaborado por: MARTÍNEZ, M. (2013)



**Gráfica 12.** Determinación de la ecuación de descenso de humedad del suelo en el sistema producción de toronjil.



**Fotografía 36.** Sistema productivo bajo riego por gravedad. Comunidad Chimborazo.

#### **d. Sistema productivo de pasto bajo sistema de riego por aspersión**

El sistema de producción de pasto que dispone de un sistema de riego por aspersión está localizado en la comunidad Chimborazo y que consta de una superficie de producción de 1321,017 m<sup>2</sup> como se muestra en la Tabla 19.



**Fotografía 37.** Riego por aspersión. Comunidad Chimborazo

**Tabla 19.** Características del sistema de producción de pasto en la Comunidad Chimborazo bajo el sistema de riego por aspersión.

<b>Localidad</b>	<b>Sistema productivo</b>	<b>Forma de suministro de agua</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Ubicación geográfica (UTM)</b>	<b>Altitud (msnm)</b>	<b>Propietario</b>
Comunidad Chimborazo	Pasto	Riego por aspersión	1321,017	745246 E 9826178N	3360	Sr. Francisco Cucuví

**Elaborado por:** Martínez M. (2013).

**Tabla 20.** Características de los aspersores utilizados en el sistema de riego por aspersión en el sistema de producción de pasto.

Aspersor	Presión en la boquilla (PSI)	Diámetro a 1 (m)	Caudal (l/s)	Caudal gpm	Intensidad pluviométrica (mm/h)	Tiempo de riego (horas)	Lámina de riego (mm)	Uniformidad de distribución (%)
Senninger 5023 - 2- 3/4" M Boquilla # 8x6	30	29,91		11,5	26,12	48	1253,702	
NaanDan 5022 3/4" H Boquilla 3,5x2,5 mm	58	26	0,3	5	13,3	48	638,400	88-92

**Elaborado por:** Martínez M. (2013)

**Fuente:** Datos de campo.

De acuerdo con la Tabla 20, y las especificaciones técnicas para cada uno de los aspersores, podemos observar que los aspersores utilizados en la parcela en estudio son de alta eficiencia que permiten una excelente distribución y uniformidad de irrigación (Mexichem Ecuador S.A. 2010) (NaanDan Irrigation Systems. 2005). Sin embargo el tiempo de riego es elevado ocasionando una lámina de riego que sobrepasa los 1000mm en el primer caso y los 500m para el segundo caso, valores que deben ser tomados en cuenta para la elaboración de un calendario de riegos a fin de suministrar la cantidad necesaria de agua para el cultivo y evitar una sobre utilización de agua.

Ya que como lo señala IICA,MAG, SENARA. (1992), los riegos entre cortes de pasto pueden ser 2 ó 3 dependiendo de la presión de pastores y de la velocidad de crecimiento del pasto, por lo que sugiere aplicar los riegos cada 12 a 15 días y con una lámina de 10 a 12 cm, en tanto que en el lugar los riegos se realizan semanales con láminas que sobrepasan los requerimientos para el cultivo.



### 3. Parte Baja

#### a. Sistema de terrazas de formación lenta. Barrio San Francisco cabecera parroquial San Juan.

En el barrio San Francisco ubicado en la parte sur de la cabecera parroquial (Tabla 21), se evaluó un sistema de terrazas de formación lenta, donde se encuentran varios sistemas en una forma integral. El área es de 0.984 Ha distribuidas en 21 subparcelas con diferentes cultivos como pasto, maíz, papa, alfalfa ,hortalizas las mismas que se encuentran en monocultivo asociaciones, policultivo y además existen parcelas en barbecho.



**Fotografía 38.** Sistema de producción en terrazas, San Juan. Junio 2013

Este sistema de acuerdo con la versión de los agricultores es un proceso de formación en un tiempo de aproximadamente 70 años donde a medida que se subdividían en parcelas y se realizan las actividades agrícolas se formaba el sistema de terrazas.

**Tabla 21.** Características del sistema productivo en terrazas. Barrio San Francisco. San Juan.

Localidad	Sistema productivo	Forma de suministro de agua	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ubicación geográfica (UTM)	Altitud (msnm)	Propietario
San Juan_ Barrio San Francisco	Terrazas	Gravedad	9843,34	748515 E 9819371 N	3241	Varios

**Elaborado por:** MARTÍNEZ, M. (2013)

Además es importante tener en consideración que en lugar la agricultura al ser netamente de consumo se realiza sin elementos externos; es decir se aprovechan sus propios recursos tales como la mano de obra propia, abonos orgánicos de los animales que se pastorean en el lugar y la incorporación de los residuos de cosechas, lo que les ha permitido alcanzar niveles medios en contenidos de materia orgánica en el suelo, una buena infiltración básica y hacer más sustentable la agricultura. Además que los efectos erosivos han sido mínimos por las prácticas de terrazas, la utilización de coberturas vegetales y un óptimo manejo del agua de riego

Las características edáficas parten de un mismo común sin embargo se pueden observar ciertas diferencia en algunas de sus propiedades como se muestra en la Tabla 22.

**Tabla 22.** Propiedades físicas y química del suelo en el sistema productivo en terrazas. Barrio San Francisco. San Juan.

Sistema	Materia Orgánica (%)	Clase Textural	Velocidad básica de infiltración (mm/hora)	Capacidad de campo $\theta_{mcc}$ (%)
Pasto	4,4 M	Franca	47,86	16,43
Maíz	4,2 M	Arenosa	4,51	
Papa	4,2 M		0,4	
Policultivo	3.8 M		0,2	

**Elaborado por:** MARTÍNEZ, M. (2013). Fuente de datos de Materia orgánica y clase textural: Análisis en laboratorio.

Este sistema está dotado por agua de riego por el sistema conocido como San Francisco-Capilla loma (en este lugar), el mismo que proviene del río Chimborazo. La bocatoma se encuentra en la comunidad Guabug, desde donde recorre 15 Km suministrando de agua a riego a los barrios de la cabecera parroquial y a la comunidad de Capilla loma. La particularidad de este sistema es que dentro del mismo existen varias formas de riego y cultivo de los cuales se escogieron 3 los más representativos como se observa en la Tabla 23.

**Tabla 23.** Métodos de suministro de agua a los cultivos en el sistema de terrazas.

<b>Sistema productivo</b>	<b>Método de suministro de agua</b>	<b>Superficie m<sup>2</sup></b>	<b>Propietario</b>
Pasto	Gravedad-Pishkuchaqui	904,13	Sr. Juan Pagalo
Papa	Gravedad-surcos	144,38	Sr. Baltasar Cutiupala
Maíz	Gravedad-Canterones	103,53	Sra. María Ramos
Policultivo	Gravedad-Canterones	933,44	Sr. Francisco Tenemuela

**Elaborado por:** MARTÍNEZ, M. (2013).

En este sistema las labores de irrigación empiezan a las 5:30 am con el cultivo de pasto y hasta las 6:45, hora a la que se empieza el riego de las demás parcelas hasta las 7:25 am. Lo más importante de este sistema es que se aprovecha al máximo el recurso agua, ya que al final de cada parcela se encuentra un tubo plástico o de cemento que permite conducir el agua remanente producto de la escorrentía a una sequía inferior que conduce el agua a otras parcelas. De igual manera al final del sistema de terrazas el agua remanente del riego de las parcelas con un caudal mínimo es transportado a un sistema productivo de pasto contiguo.

Los agricultores del sistema explican que para ellos el agua es muy importante ya que si bien es cierto antes podía cultivar sin necesidad de suministro de riego en la actualidad es necesario para poder producir y además disponen de un tiempo relativamente corto y de bajos caudales por lo que buscan que no se desperdicie el recurso y que todos los integrantes del sistema puedan aprovechar el mismo.

**Tabla 24.** Caudales aforados utilizados para la irrigación del sistema productivo en terrazas. San Juan.

<b>Sistema productivo</b>	<b>Método de suministro de agua</b>	<b>Superficie m<sup>2</sup></b>	<b>Caudal aforado utilizado para riego</b>	<b>Tiempo de riego (Horas:min)</b>	<b>Volumen total utilizado (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Profundidad media de la lámina de riego</b>
Canal principal 5:30 am – 6:45 am	Canal revestido		12	1hora15 min	86,4	
Pasto	Gravedad-	904,13	11,4	1hora15	51,3	0,30

	Pishkuchaqui			min		
Canal Secundario 6:45- 7:25	Canal sin revestimiento		13,5	40 min	32,4	
Canal Terciario 1 6:45- 7:25	Canal sin revestimiento		5,88	40 min	14,112	
Papa	Gravedad-surcos	144,38	1,08	35 min	2,268	0,20
Maíz	Gravedad-Canterones	103,53	2,64	35 min	5,544	0,25
Canal Terciario 2 6:45- 7:25	Canal sin revestimiento		6,75		14,175	
Policultivo	Gravedad-Canterones	933,44	2,76	30 min	4,968	0,15

**Elaborado por:** MARTÍNEZ, M. (2013)

Los agricultores mencionan que antes recibían un caudal de 20 l/s sin embargo en la actualidad este caudal ha sido reducido a casi la mitad con 13 l/s (Tabla 24), lo cual indican se debe a la época de sequía por la que atraviesan y a la mala distribución y desorganización de los beneficiarios aguas arriba ya que no respetan sus turnos de riego.



**Fotografía 39.** Drenaje de remanentes del agua utilizada en riego

Además en este sistema también se realizó las mediciones de contenidos de humedad luego del suministro de riego, y donde se pudieron obtener los siguientes resultados:

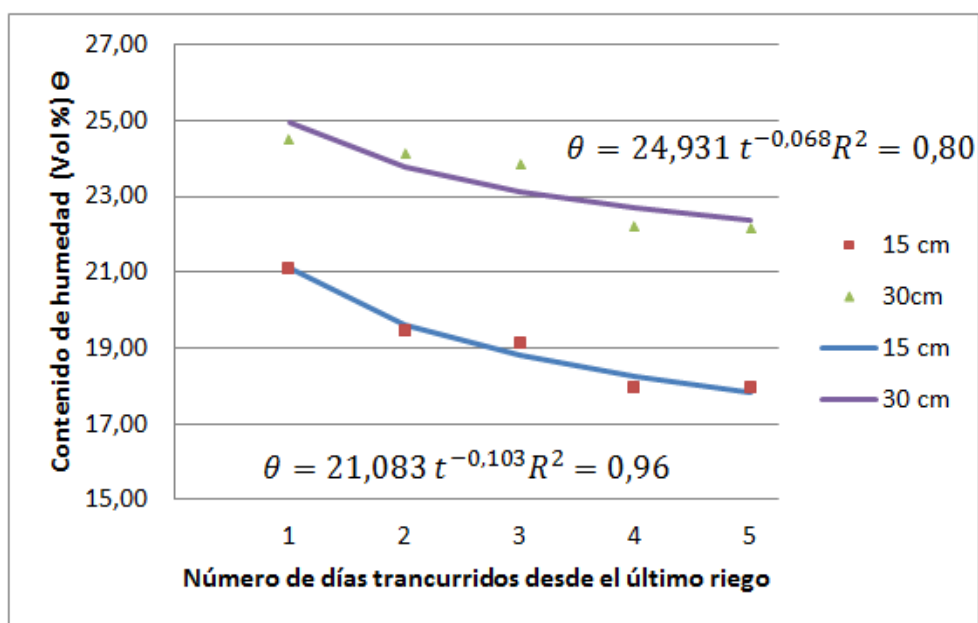
## 1. Pasto

Este sistema fue implementado 6 meses antes de la evaluación. En este sistema se practica la actividad ganadera en pastoreo de ganado bovino productor de leche.

**Tabla 25.** Contenidos de humedad en pasto ubicado en un sistema productivo en terrazas, en el Barrio San Francisco \_ San Juan, bajo riego por gravedad en surcos.

N° de días de tomada la muestra	Contenido de Humedad a 15cm (θ) (Vol, %)	Contenido de Humedad (θ). Ajustado a 15cm. (Vol, %)	Contenido de Humedad a 30cm (θ) (Vol, %)	Contenido de Humedad (θ). Ajustado a 30cm. (Vol, %)
1	21,09	21,08	21,08	24,93
2	19,50	19,62	19,62	23,79
3	19,14	18,82	18,82	23,14
4	17,97	18,27	18,27	22,70
	17,94	17,85	17,85	22,36
Pérdida del contenido de humedad (Vol, %)		3,23		2,57

Elaborado por: MARTÍNEZ, M. (2013)



**Gráfica 13.** Determinación de la ecuación de descenso de humedad del suelo en el sistema

de producción de pasto.

En este sistema al igual que como se había mencionado anteriormente la protección vegetal le permite disminuir las pérdidas de humedad, considerando así valores de 3,23% a 15 cm y de 2,57% a 30cm.

Como se muestra en los valores diarios de contenido de humedad representados por puntos en la gráfica descienden progresivamente en el transcurso del tiempo lo cual permitió establecer la expresión matemática que determina el descenso del contenido de humedad a 15 como a 30 cm representado por una función exponencial y su correspondiente ecuación.

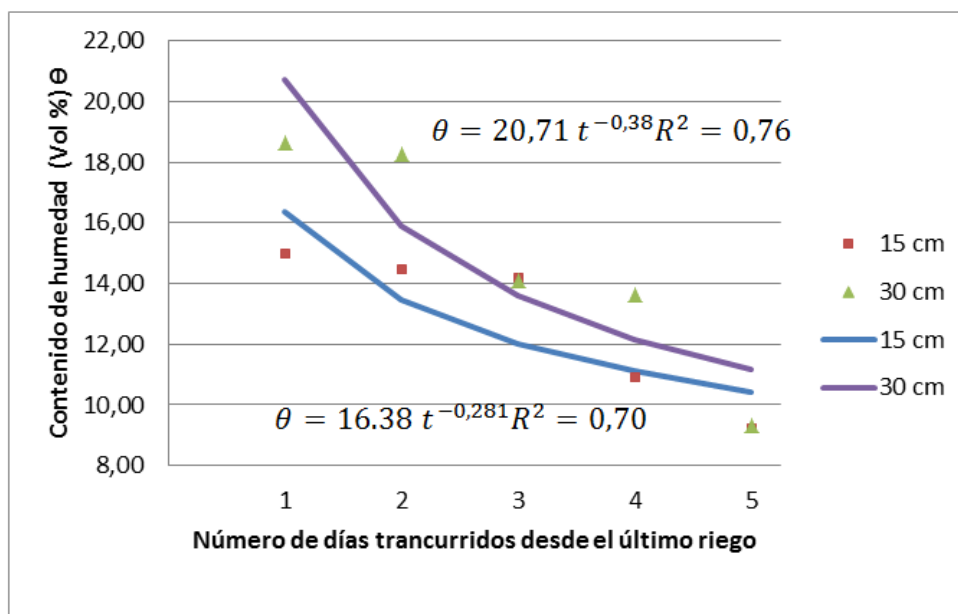
## 2. Maíz

Para el cultivo de maíz se pueden observar que las pérdidas de humedad son de 5,96% a 15 cm y de 9,55% y que las mimas de acuerdo con la gráfica se incrementan a partir del 3 día esto se debe a que se realizaron las actividades de aporque del cultivo ene se día permitiendo que exista una mayor evaporación por el movimiento y disposición del suelo.

**Tabla 26.** Contenidos de humedad en el cultivo de maíz en el sistema productivo en terrazas, en el barrio San Francisco San Juan comunidad de Chorrera Mirador, bajo secano.

N° de días de tomada la muestra	Contenido de Humedad a 15cm (θ) (Vol, %)	Contenido de Humedad (θ). Ajustado a 15cm. (Vol, %)	Contenido de Humedad a 30cm (θ) (Vol, %)	Contenido de Humedad (θ). Ajustado a 30cm. (Vol, %)
1	14,99	16,38	18,61	20,72
2	14,44	13,48	18,26	15,87
3	14,17	12,03	14,12	13,59
4	10,89	11,10	13,56	12,16
5	9,19	10,42	9,33	11,17
Pérdida del contenido de humedad (Vol, %)		5,96		9,55

Elaborado por: MARTÍNEZ, M. (2013)



**Gráfica 14.** Determinación de la ecuación de descenso de humedad del suelo en el sistema de producción de maíz.

Como se muestra en la Gráfica 14 los valores diarios de contenido de humedad representados por puntos en la gráfica descienden progresivamente en el transcurso del tiempo lo cual permitió establecer la expresión matemática que determina el descenso del contenido de humedad a 15 como a 30 cm representada por una función exponencial y su correspondiente ecuación.

### 3. Papa

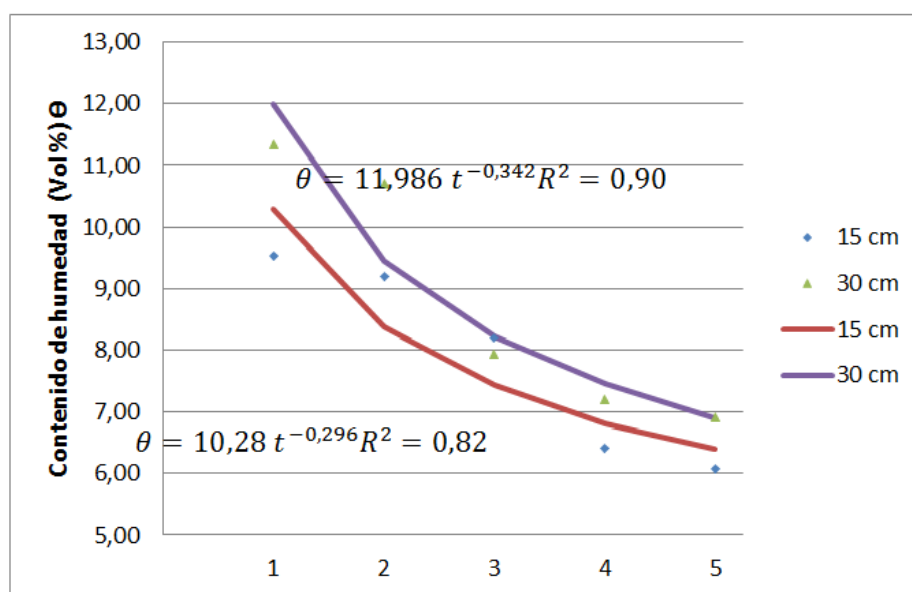
**Tabla 27.** Contenidos de humedad en el cultivo de papa ubicado en un sistema productivo en terrazas, en el Barrio San Francisco \_ San Juan, bajo riego por gravedad en surcos.

Nº de días de tomada la muestra	Contenido de Humedad a 15cm (θ) (Vol, %)	Contenido de Humedad (θ). Ajustado a 15cm. (Vol, %)	Contenido de Humedad a 30cm (θ) (Vol, %)	Contenido de Humedad (θ). Ajustado a 30cm. (Vol, %)
1	9,53	10,28	11,35	11,99
2	9,19	8,38	10,71	9,45
3	8,21	7,43	7,94	8,23

4	6,39	6,82	7,19	7,46
	6,06	6,39	6,93	6,91
Pérdida del contenido de humedad (Vol, %)				
	3,89		5,08	

**Elaborado por:** MARTÍNEZ, M. (2013)

En el cultivo de papa se observan pérdidas de humedad de 3,89% a 15 cm y de 5,08 % a 30cm, las misma que se atribuyen a que una semana antes de realizada la evaluación se había realizado un labor de deshierba del terreno ya que en el cultivo de papa el mismo que se encuentra en la fase fenológica de floración se ha incorporado hortalizas como col, lechuga de hoja y cilantro y debido a la textura gruesa del terreno y la intervención con las labores agrícolas e permite que la evaporación sea más alta.



**Gráfica 15.** Variación del contenido de en el cultivo de papa ubicado en un sistema productivo en terrazas, en el Barrio San Francisco \_ San Juan, bajo riego por gravedad en surcos.

#### 4. Policultivo

Este sistema involucra un asocio de especies leguminosas como alfalfa y arveja, hortalizas



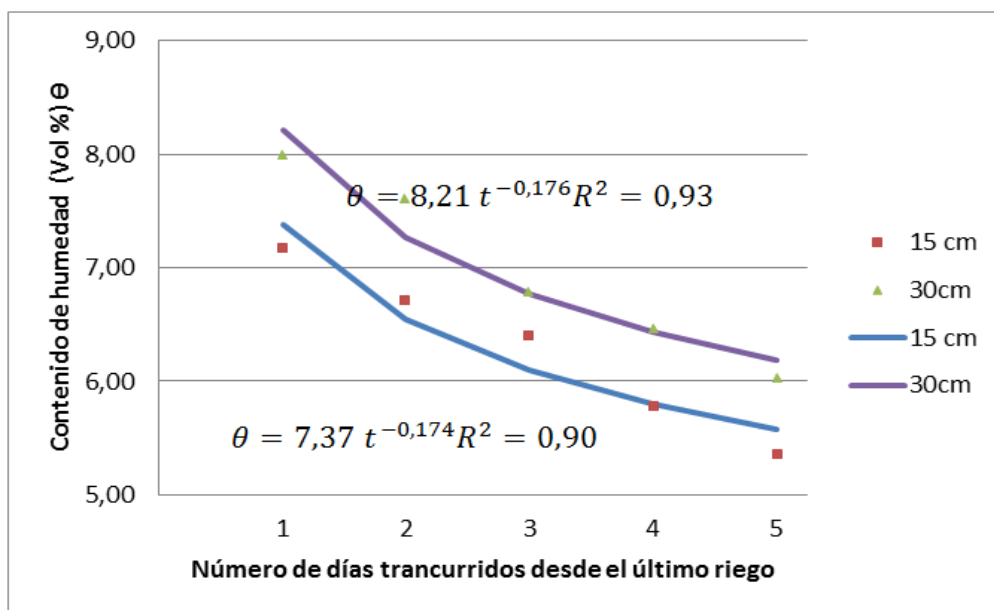
y pasto Rye grass.

**Tabla 28.** Contenidos de humedad en un policultivo ubicado en un sistema productivo en terrazas en el Barrio San Francisco \_ San Juan, bajo riego por gravedad en surcos.

N° de días de tomada la muestra	Contenido de Humedad a 15cm (θ) (Vol, %)	Contenido de Humedad (θ). Ajustado a 15cm. (Vol, %)	Contenido de Humedad a 30cm (θ) (Vol, %)	Contenido de Humedad (θ). Ajustado a 30cm. (Vol, %)
1	7,17	7,38	7,98	8,21
2	6,70	6,54	7,60	7,27
3	6,39	6,09	6,79	6,77
4	5,78	5,80	6,45	6,43
5	5,35	5,58	6,04	6,19
Pérdida del contenido de humedad (Vol, %)				
		1,80	2,02	

**Elaborado por:** MARTÍNEZ, M. (2013)

El fundamento por el cual menciona el propietario del cultivo se realiza un policultivo es que les permite diversificar su producción de consumo y evitar pérdidas por eventos climáticos como las heladas a la vez que se optimiza el uso del suelo y las pérdidas de humedad. De acuerdo con la (Tabla 28) el contenido de humedad inicial es sumamente bajo acercándose a su punto de marchitez permanente a pesar que se realizó una actividad de irrigación, sin embargo por la ubicación del cultivo al final del sistema de terrazas es limitado en el caudal de agua que recibe y en el lugar donde se tomó las muestras no recibió un aporte de agua, sin embargo se puede observar que en estas condiciones las pérdidas de humedad fueron de 1,80 % y 2,02%.



**Gráfica 16.** Determinación de la ecuación de descenso de humedad del suelo en el sistema de producción de pasto.

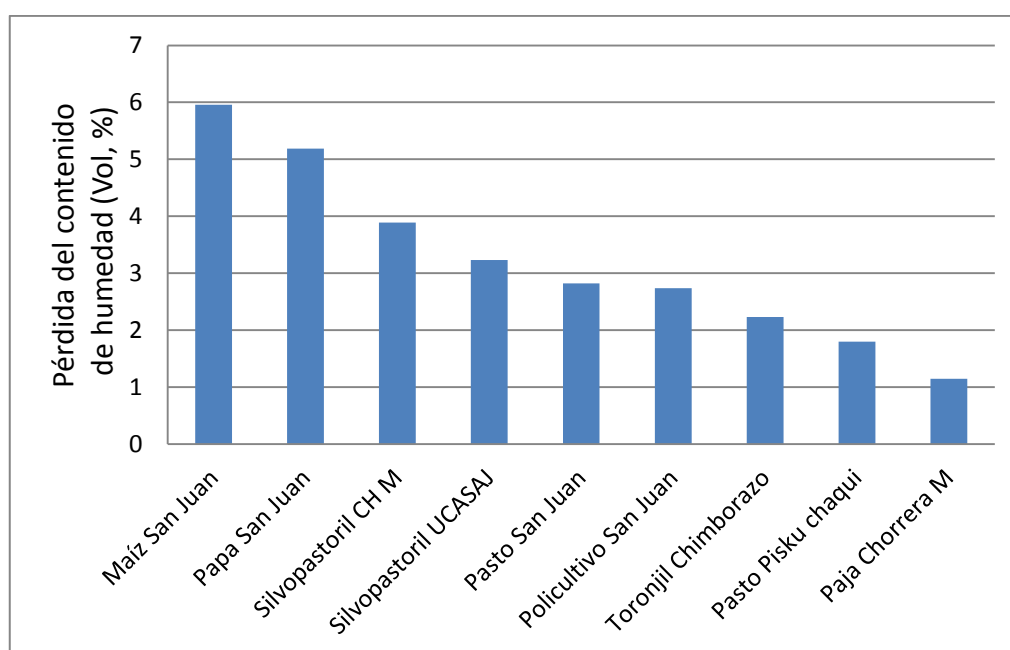
Como se muestra en la Gráfica 16 los valores diarios de contenido de humedad representados por puntos en la gráfica descienden progresivamente en el transcurso del tiempo lo cual permitió establecer la expresión matemática que determina el descenso del contenido de humedad a 15 como a 30 cm representada por una función exponencial y su correspondiente ecuación.

En un resumen general acerca de las pérdidas de humedad en los diferentes sistemas tenemos que cada sistema posee sus características propias y que sin embargo en lo referente a su capacidad de retención de humedad existen sus divergencias, en nuestro estudio se puede observar que factores como la cobertura vegetal, la protección de especies forestales y las láminas de riego juegan un papel importante a la hora de determinar una optimización del recurso agua en los sistemas de producción bajo riego o en secano. A continuación se presenta una tabla resumen y su correspondiente gráfica.

**Tabla 29.** Pérdida del contenido de humedad (Vol, %) a 15 cm de profundidad en los sistemas evaluados en la MRCH.

Lugar	Sistema de producción	Pérdida de humedad a 15 cm
San Juan	Maíz	5,96
Chimborazo	Toronjil	5,19
San Juan	Papa	3,89
San Juan	Pasto	3,23
Chorrera	Paja	2,82
Shobol Llinllín	Pasto	2,74
Chorrera	Silvopastoril	2,23
San Juan	Policultivo	1,8
UCASAJ	Silvopastoril	1,15

Elaborado por: MARTÍNEZ, M. (2013)



**Gráfica 17.** Pérdida del contenido de humedad (Vol, %) a 15 cm de profundidad en los sistemas evaluados en la MRCH.

Como se observa en la Tabla 29 y la gráfica Gráfica 17 los monocultivos como el maíz, toronjil y papa bajo suministro de riego por gravedad en canchales y surcos respectivamente se observa que poseen valores de pérdida de humedad de 3,89% para la

papa, 5,19% para el toronjil y de 5,96% para el maíz, siendo los valores más altos entre los sistemas evaluados. En el caso de los sistemas de producción de pasto bajo el sistema de riego Pishku chaqui se observan que los valores corresponden a 3,23% en el sistema de terrazas y de 2,74% en la comunidad de Shobol Llinllín, pudiendo explicar dicha divergencia por la lámina de riego promedio suministrada, la clase textural y el contenido de materia orgánica que en el primer caso corresponde a una textura franca con un contenido de materia orgánica de 6,8 y una lámina de riego promedio de 0,20 m, en tanto que para el sistema de producción de pasto en terrazas la clase textural corresponde a franca arenosa con un contenido de materia orgánica de 4,4% y una lámina media de riego de 0,30 m.

En el pajonal se observa una pérdida de humedad de 2,82% en el tiempo evaluado.

Para los sistemas forestales se puede evidenciar que en la comunidad de Chorrera la pérdida de humedad corresponde a 2,23% en tanto que para UCASAJ el valor es de apenas 1,15%. Esto puede deberse a las condiciones de alta ventosidad y que la cobertura que brindan las especies en el sistema de chorrera es inferior a la del sistema UCASAJ.

En el caso de policultivo ubicado en el sistema de terrazas en San Juan se observa que la pérdida de humedad es del 1,8% debido a la protección y disminución de la pérdida de humedad por evaporación.

Considerando que la pérdida de humedad a una profundidad de 30cm (Tabla 30 y Gráfica 18) está influenciada no solamente por los factores externos, sino también por la distribución del sistema radicular tenemos los siguientes valores:

Los monocultivos como el maíz, toronjil y papa bajo suministro de riego por gravedad en canchales y surcos respectivamente se observa que poseen valores de pérdida de humedad es de 5,08% para la papa, 1,99% para el toronjil y de 9,55% para el maíz, siendo los valores más altos entre los sistemas evaluados el de papa y el de toronjil. En el caso de los sistemas de producción de pasto bajo el sistema de riego Pishku chaqui se observan que

los valores corresponden a 2,57% en el sistema de terrazas y de de 1,99% en la comunidad de Shobol Llinllín.

En el pajonal se observa una pérdida de humedad de 1,55% siendo la más baja en los sistemas evaluados.

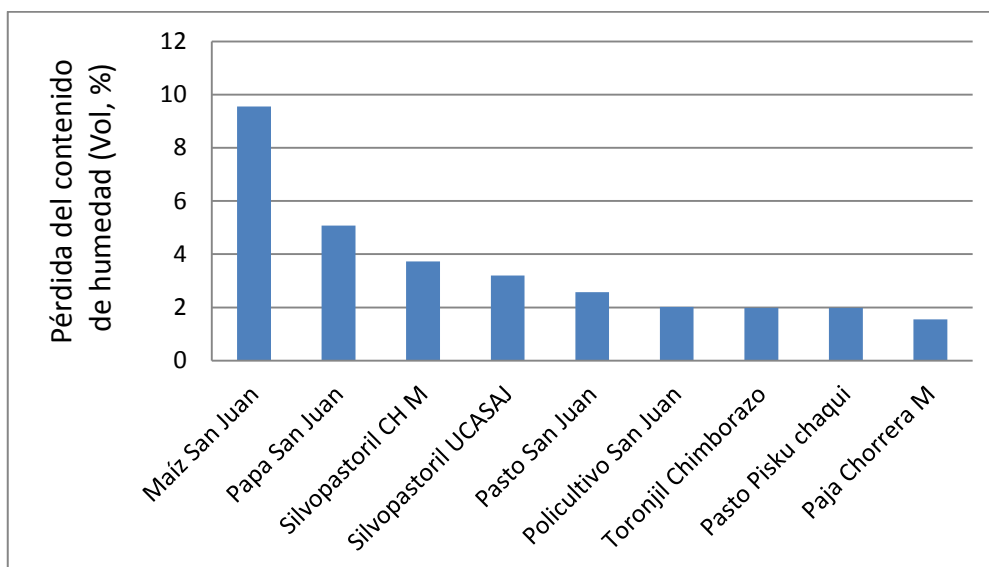
Para los sistemas forestales se puede evidenciar que en la comunidad de Chorrera la pérdida de humedad corresponde a 3,73% en tanto que para UCASAJ el valor es de apenas 3,2%.

En el caso de policultivo ubicado en el sistema de terrazas en San Juan se observa que la pérdida de humedad es del 2,2%.

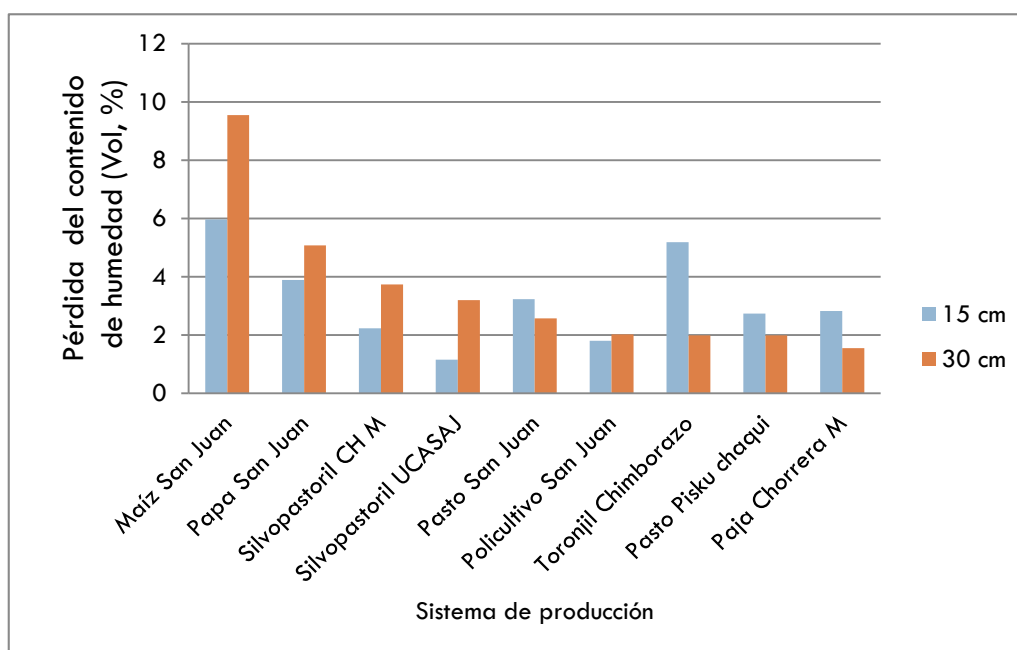
**Tabla 30.** Pérdida del contenido de humedad (Vol, %) a 30 cm de profundidad en los sistemas evaluados en la MRCH.

<b>Lugar</b>	<b>Sistema de producción</b>	<b>Pérdida de humedad a 30 cm</b>
<b>San Juan</b>	Maíz San Juan	9,55
<b>San Juan</b>	Papa San Juan	5,08
<b>Chorrera</b>	Silvopastoril CH M	3,73
<b>UCASAJ</b>	Silvopastoril UCASAJ	3,2
<b>San Juan</b>	Pasto San Juan	2,57
<b>San Juan</b>	Policultivo San Juan	2,02
<b>Chimborazo</b>	Toronjil Chimborazo	1,99
<b>Shobol Llinllín</b>	Pasto Pisku chaqui	1,99
<b>Chorrera</b>	Paja Chorrera M	1,55

Elaborado por: MARTÍNEZ, M. (2013)



**Gráfica 18.** Pérdida del contenido de humedad (Vol, %) a 30 cm de profundidad en los sistemas evaluados en la MRCH.



**Gráfica 19.** Pérdida del contenido de humedad (Vol, %) a 15 y 30 cm de profundidad en los sistemas evaluados en la MRCH.

De acuerdo con la Gráfica 19, podemos observar que las pérdidas de humedad en los sistemas de producción a 15 cm son superiores en los monocultivos de toronjil y en los sistemas de producción de pasto y paja en tanto que las pérdidas de humedad a 30 cm son superiores en el caso de monocultivos como el maíz, papa y en los sistemas silvopastoriles relacionándolos directamente con su profundidad y distribución radicular.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Mediante la utilización de la herramienta participativa CVCA y Cristal, se pudieron establecer las principales amenazas, impactos y las estrategias de respuesta de las comunidades para mitigar las eventualidades climáticas desde su cosmovisión. Las principales amenazas identificadas fueron: Sequías, heladas, temporales fuertes de precipitación generados por las modificaciones en la distribución pluviométrica, retroceso glaciar, fuertes vientos y además de eventos asociados como la erosión y la intervención antrópica que han generado escenarios de degradación de los recursos naturales de Microcuenca.
- Las prácticas de respuesta ante las eventualidades climáticas incluyen la adopción de tecnologías tradicionales y tecnificadas de manejo de agua, suelos y protección de cultivos ante heladas, cambio de sistemas productivos menos susceptibles, un tejido organizacional más fuerte para generar oportunidades de diversificación de ingresos, el uso de especies medicinales y la reubicación de asentamiento humanos. Técnico social
- En la microcuenca del río Chimborazo parroquia san Juan se identificaron tecnologías indígenas y campesinas para el uso racional del agua en sistemas productivos de secano y con riego que responden a las necesidades de aprovechar el recursos agua ante un eventual cambio de las condiciones climáticas, las mismas que involucran actividades de protección de vertientes mediante prácticas físicas y naturales, sistemas agroforestales, producción múltiple en terrazas y prácticas de suministro de agua a los cultivos por gravedad como canerones, caneros o serpentín y pishku chaqui, así como también mediante métodos tecnificados como aspersión.
- Una práctica empleada en el uso racional de agua en la microcuenca es la utilización de prácticas de protección de vertientes mediante métodos físicos como postes de madera y alambre de púas para evitar el ingreso de los animales y naturales especies nativas arbóreas como alternativas más adecuadas para recuperar las fuentes de agua y conservar el líquido vital.



- En cultivos de secano las alternativas identificadas responden a prácticas tradicionales de incorporación de especies forestales, como es el caso de sistemas silvopastoriles, donde se observó la influencia de las especies arbóreas en la conservación de la humedad disponible en el suelo en los dos sistemas ubicados en la comunidad de Chorrera y UCASAJ con valores de pérdida de humedad de 2,23% y 1,15% a 15 cm y 73% y 3,2% a 30 cm respectivamente. Otra estrategia que responde a cultivos de secano es la utilización de policultivos, que consiste en la intercalación de especies con diferentes requerimientos hídricos, que además de generar una cubierta natural del suelo, reduce la pérdida de humedad por evaporación, frente a sistemas de producción de monocultivo.
- En sistemas bajo riego se pudieron observar prácticas de riego por gravedad en monocultivos, pasto y policultivos, en donde se observó la influencia directa del volumen de agua suministrado a las parcelas. En el caso de monocultivos, maíz, papa y toronjil el sistema de riego empleado fue por gravedad en canchales y surcos, donde debido a factores climáticos y la exposición de mayor superficie a la evaporación fue donde se obtuvieron los valores más altos de pérdida de humedad entre los sistemas evaluados con valores a 15 cm de 3,89%, 5,19% y de 5,96% y a 30 cm de 5,08%, 1,99% y 9,55% para los cultivos de maíz, papa y toronjil respectivamente.
- En el caso de pasto, los sistemas evaluados se encuentran bajo el método tradicional de riego pishku chaqui donde se observó la influencia de la protección vegetal que provee el pasto frente a la evaporación y la cantidad de agua utilizada para el riego. En el sistema se registraron valores de pérdida de humedad a 15 cm de 3,23% y de 2,74% y a 30 cm de 2,57% y 1,99% para las comunidades de Shobol Llinllín y San Juan respectivamente. En el caso de policultivo ubicado en el sistema de terrazas en San Juan se observa que la pérdida de humedad es de 1,8% a 15 cm y 2,2% a 30cm.
- El páramo se constituye la mejor forma de conservación de agua en el suelo ya que por sus características edáficas y de cobertura vegetal en el estudio realizado poseen los valores más bajos de pérdida de humedad en el transcurso del tiempo con 2,82% a 15cm de profundidad y 1,15% a 30cm.

- Al realizar una caracterización del método de riego por aspersión se pudo observar que el sistema es eficiente por sus características, más no por su tiempo de riego que genera láminas superiores a los 500mm y se constituye en un desperdicio del recurso agua en el lugar en estudio no se utiliza bien
- El sistema de manejo de suelos de terrazas es el más eficiente en zonas de pendiente, pues optimiza el agua en la superficie mojada y evita el desperdicio de remanentes.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se debería trabajar a nivel de juntas de regantes de la parroquia, en la calendarización y determinación de turnos de riego a fin de evitar conflictos sociales asociados a la inequidad de distribución.
- Capacitar a los integrantes de la microcuenca en el uso y manejo del agua en los sistemas de secano y bajo irrigación a fin de generalizar una conciencia de uso racional del recurso.

## VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: identificar y caracterizar las tecnologías campesinas e indígenas en el uso racional del agua, empleadas en sistemas productivos de altura vulnerables a eventos climáticos extremos, en la Microcuenca del río Chimborazo, a fin de generar alternativas de adaptación frente a los efectos del cambio climático a partir del conocimiento local y el uso de prácticas que ha persistido a través del tiempo. En la investigación se utilizaron las herramientas CVCA y CRiSTAL, las mismas que junto con la data pluviométrica a partir del año 1964 permitieron obtener un enfoque real de la incidencia del cambio climático en la microcuenca y las prácticas que se han venido realizando en lo referente al uso racional del agua. Las prácticas identificadas en la microcuenca para el uso racional del agua, responden a diferentes necesidades de disponibilidad, acceso y preservación, las mismas que involucran actividades de protección de vertientes mediante prácticas físicas y naturales, sistemas agroforestales, producción múltiple en terrazas y prácticas de suministro de agua a los cultivos por gravedad como canterones, canteros o serpentín y Pishku chaqui, además mediante métodos tecnificados como aspersión. Además se evaluaron parámetros específicos de clase textural, velocidad de infiltración, contenidos de materia orgánica y variación de los contenidos de humedad del suelo a nivel de sistemas productivos de pasto, papa, toronjil, maíz, silvopastoriles y pajonal, Se concluye que: a 15 y 30 cm los monocultivos de maíz, papa y toronjil, poseen los valores de más altos de pérdida de humedad en tanto que con la presencia de pajonal, especies arbóreas y pasto disminuyen este efecto considerablemente.



## **IX. ABSTRACT**

This research aims to: identify and to characterize peasant and indigenous technologies in the rational use of water used in production systems of altitude vulnerable to extreme climatic events, in the of watershed from the Chimborazo River in order to generate an alternative adaptation from the effects of climate change from local knowledge and use of practices that has persisted over time. "In the research the tools that were used were CRiSTAL and CVCA, the same along with the rainfall data from the year 1964 were allowed to get a real focus of the impact of climate change on the watershed and practices that have been carried out in concerning the rational use of water. The practices identified in the watershed for the rational use of water, meet different needs of availability, access and preservation, involving the same watershed protection activities through physical and natural practices, agroforestry systems, terraced multiple production and supply practices water to crops by gravity canterones, flowerbeds or serpentín and Pishku chaqui, besides using technically advances methods like sprinkling. Besides specific textural class parameters, infiltration rate, organic matter content and variation of soil moisture content level productive pasture systems, potato, lemon balm, corn, forest grazing and grassland were evaluated. It is concluded that: 15 and 30 cm monocultures maize, potato and lemon balm, have higher values of moisture loss while the presence of grassland, pasture and tree species significantly decrease this effect.



## **X. BIBLIOGRAFÍA**

### **XI.**

ALBÁN, M. y PRÓCEL, A. 2012. "Informe sobre el estado y calidad de las políticas públicas sobre cambio climático y desarrollo en Ecuador. Sector agropecuario y forestal". Consultado el 22 de Marzo de 2013. Disponible en: [www.intercambioclimatico.com/articulos/](http://www.intercambioclimatico.com/articulos/)

ALCOBENDAS, P. 2012. "Los Riegos por superficie". Universidad de Castilla la Mancha. Disponible en: [www.uclm.es/area/ing\\_rural/Hidraulica/PresentacionesPDF\\_STR/RiegosAPie.pdf](http://www.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/PresentacionesPDF_STR/RiegosAPie.pdf)

ALTIERI, M. 2012. "¿Por que estudiar la agricultura tradicional? Agroecología y Desarrollo." Revista de CLADES. Marzo 1991. Disponible en: [www.ecaths1.s3.amazonaws.com/sociologiaagraria/TP2apunte1.pdf](http://www.ecaths1.s3.amazonaws.com/sociologiaagraria/TP2apunte1.pdf)

ALTIERI, M. y *et al.* 2009. "Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas". Consultado el 19 de Marzo de 2013. Disponible en: [www.agroeco.org/socla/pdfs/leisa-campesino-cambio-climatico.pdf](http://www.agroeco.org/socla/pdfs/leisa-campesino-cambio-climatico.pdf)

ALTIERI, M. y *et al.* 2009. "Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas". Consultado el 19 de Marzo de 2013. Disponible en: [www.agroeco.org/socla/pdfs/LEISA-cambioclimatico.doc](http://www.agroeco.org/socla/pdfs/LEISA-cambioclimatico.doc).

AMAT y LEÓN, C. y *et al.* 2008. "El Cambio Climático no tiene fronteras. Impacto del Cambio Climático en la Comunidad Andina." Secretaría General de la Comunidad Andina. Lima Perú. Consultado el 21 de Mayo de 2013. Disponible en: [www.comunidadandina.org/public/libro\\_cambioclimatico1.pdf](http://www.comunidadandina.org/public/libro_cambioclimatico1.pdf)

BENITES, J y CASTELLANOS, A. 2003. "Mejorando la humedad del suelo con agricultura de conservación ". LEISA revista de agroecología. Setiembre 2003. Volumen 18. Número 3. Disponible en: [www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/2-usando-todas-las-gotas-de-agua/mejorando-la-humedad-del-suelo-con-agricultura-de](http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/2-usando-todas-las-gotas-de-agua/mejorando-la-humedad-del-suelo-con-agricultura-de)

- BENITES, J. 2012. "Lucha contra la desertificación: Tecnologías tradicionales de uso sostenible del agua y del suelo". LEISA revista de agroecología. Diciembre 2012. Volumen 28. Número 4. Disponible en: [www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/desertificacion/tecnologias-tradicionales-de-uso-sostenible-del-agua-y-del-suelo](http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/desertificacion/tecnologias-tradicionales-de-uso-sostenible-del-agua-y-del-suelo)
- BIOANDES. 2008. "Plan de Ordenamiento Territorial de la micro-cuenca del Río Chimborazo. Parroquia San Juan." Disponible en: [www.ecociencia.org/archivos/FINALPOT\\_Ecopar2008.07.11-100225.pdf](http://www.ecociencia.org/archivos/FINALPOT_Ecopar2008.07.11-100225.pdf)
- BUSTOS, A. y BUSTOS. E. 2007. CEAS. "La protección de la microcuenca del río Chimborazo; a través de la implementación del plan de Manejo ambiental, participativo y sustentable de los Recursos agua y suelo"
- BUYTAERT, W. 2006. "Hidrología del páramo andino. Propiedades, importancia y vulnerabilidad". Disponible en: [www.condesan.org/portal/sites/default/files/publicaciones/archivos/buytaert-et-al-2006-hidrologia\\_del\\_paramo\\_andino-propiedades\\_importancia\\_y\\_vulnerabilidad.PDF](http://www.condesan.org/portal/sites/default/files/publicaciones/archivos/buytaert-et-al-2006-hidrologia_del_paramo_andino-propiedades_importancia_y_vulnerabilidad.PDF)
- BUYTAERT, W. y *et al.* 2005. "Hidrología del páramo. Importancia, propiedades y vulnerabilidad". Disponible en: [www.paramo.cc.ic.ac.uk/pubs/ES/Hidroparamo.pdf](http://www.paramo.cc.ic.ac.uk/pubs/ES/Hidroparamo.pdf).
- CALISPA, F. 2000. "Caracterización de los suelos, Ecosistemas y las Cuenca Hidrográficas." CAMAREN, Coordinación CARE. Editorial. RISPER GRAF. Quito- Ecuador.: 136-137 pp.
- CAMILOAGA, F. 2012. "Cosecha de agua y crianza de alpacas". LEISA revista de agroecología. Diciembre 2012. Volumen 28. Número 4. Disponible en: [www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/desertificacion/agua-y-alpacas](http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/desertificacion/agua-y-alpacas)
- CARE. 2010. "Manual para el Análisis de Capacidad y Vulnerabilidad Climática". Consultado el 21 de Marzo de 2013. Disponible en:

[www.careclimatechange.org/tk/integration/es/enlaces\\_rapidos/herramientas/vulnerabilidad\\_al\\_clima.html](http://www.careclimatechange.org/tk/integration/es/enlaces_rapidos/herramientas/vulnerabilidad_al_clima.html)

- CARLOS, G. 2010. "Las Heladas en Perú y en el mundo". Monografía. Universidad Continental de Ciencias e Ingeniería. Huancayo Perú. Consultado el 30 de Julio de 2013, Disponible en: [www.academia.edu/1770180/Las\\_heladas\\_en\\_el\\_Peru\\_y\\_el\\_mundo](http://www.academia.edu/1770180/Las_heladas_en_el_Peru_y_el_mundo)
- CARTAGENA, Y. 2006. "Física de suelos". Estación Experimental "Santa Catalina". Departamento De Manejo De Suelos y Aguas. Quito – Ecuador. 3,11,18pp.
- CEPAL. 1999. "Tendencias actuales de la gestión del agua en América Latina y el Caribe". Naciones Unidas. Consultado el 21 de Mayo de 2013. Disponible en: [www.eclac.org/publicaciones/xml/1/19751/lc11180s.pdf](http://www.eclac.org/publicaciones/xml/1/19751/lc11180s.pdf)
- CITRA. 2010. "Infiltración de agua en el suelo. Material divulgativo del proyecto servicio de programación y optimización del uso del agua de riego." Universidad de TALCA. Santiago de Chile. Disponible en: [www.sepor.cl/informacion\\_cartillas/S106\\_Cartilla\\_Infiltracion\\_del\\_agua\\_en\\_el\\_suelo.pdf](http://www.sepor.cl/informacion_cartillas/S106_Cartilla_Infiltracion_del_agua_en_el_suelo.pdf)
- COMUNIDAD ANDINA. 2009. "El Niño y la Niña". Consultado el 03 de Abril de 2013. 3,4pp. Disponible en: [www.comunidadandina.org/public/Atlas\\_13\\_El\\_Nino\\_y\\_La\\_Nina.pdf](http://www.comunidadandina.org/public/Atlas_13_El_Nino_y_La_Nina.pdf)
- COPA-COGECA. "El agua y la agricultura en el contexto de un clima cambiante." Consultado el 30 de Abril de 2013. Disponible en: [www.copa-cogeca.eu/img/user/file/FT\\_EN/DOC/5660ES.pdf](http://www.copa-cogeca.eu/img/user/file/FT_EN/DOC/5660ES.pdf)
- COREL, A. y *et al.* 2011. "Obtención de agua a partir de la niebla en el Montenegro y en otros lugares del litoral Mediterráneo." Consultado el 17 de Mayo de 2013, de 1-3pp. Disponible en: [www.ceam.es/press/2012/divulgameteo\\_120116.pdf](http://www.ceam.es/press/2012/divulgameteo_120116.pdf)



- COTLÉR, H. Y FREGOSO, A. 2008. "Sistemas de producción agropecuarios". Consultado el 02 de mayo de 2013. Disponible en: [www.ine.gob.mx/emapas/download/lch\\_sistemas\\_de\\_produccion.pdf](http://www.ine.gob.mx/emapas/download/lch_sistemas_de_produccion.pdf)
- CUESTA, F. 2008. "Posibles efectos del calentamiento global sobre el nicho climático de algunas especies en los Andes Tropicales". CONDESAN-Proyecto Páramo Andino. University of Texas at Austin. EcoCiencia. Consultado el 21 de Mayo de 2013. Disponible en: [cmsdata.iucn.org/downloads/especiesandestropicales.pdf](http://cmsdata.iucn.org/downloads/especiesandestropicales.pdf)
- CUEVA, K., H. ALEJANDRO Y M. ZAMBRANO ED. 2011. "Seguridad Alimentaria y Conocimiento Local. Mujeres y agrobiodiversidad en la microcuenca del Río Chimborazo". Programa BioAndes, EcoCiencia, Corporación Ecopar. Quito, Ecuador.
- DENEVAN, V. 2002. #Cultivate Landscapes of native Amazonia and the Andes." Oxford University. Great Britan-Inglaterra. 142 pp.
- FAO, 2002. "La gente y el agua". Consultado el 21 de Mayo de 2013. Disponible en: [www.fao.org/docrep/005/Y3918S/y3918s08.htm](http://www.fao.org/docrep/005/Y3918S/y3918s08.htm)
- FAO. 2003. "Descubrir el Potencial del Agua para la Agricultura". Departamento de Desarrollo Sosoenible. Capítulo 6. Modernización del manejo del agua de riego. Disponible en: [www.fao.org/docrep/006/y4525s/y4525s09.htm#bm9](http://www.fao.org/docrep/006/y4525s/y4525s09.htm#bm9)
- FAO. 2006 . Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos . Roma- Italia.
- FAO. 2008. "El cambio climático, las plagas y las enfermedades transfronterizas". Consultado el 24 de Abril de 2013 Disponible en: [www.ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0142s/i0142S06.pdf](http://www.ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0142s/i0142S06.pdf)
- FAO. 2011. "Cultivos para crecer. Cultivos y Variedades." Capítulo IV. Consultado el 18 de Mayo de 2013. Disponible en: [www.fao.org/docrep/014/i2215s/i2215s.pdf](http://www.fao.org/docrep/014/i2215s/i2215s.pdf)

- FAO. 2012 . "Agua y cultivos. Logrando el uso óptimo del agua en la agricultura". Consultado el 23 de 04 de 2013. Disponible en: [www.ftp.fao.org/agl/aglw/docs/cropsdrops\\_s.pdf](http://www.ftp.fao.org/agl/aglw/docs/cropsdrops_s.pdf)
- FLAR. 2007. "Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego. Cosecha de Agua" Una Oportunidad Estratégica" 2-4 pp. ali, Valle del Cauca. Colombia. Consultado el 31 de Mayo de 2013. Disponible en: [www.flar.org/index.php/en/component/content/article/1-latest-news/1472-cosecha-de-agua-una-oportunidad-estrategica](http://www.flar.org/index.php/en/component/content/article/1-latest-news/1472-cosecha-de-agua-una-oportunidad-estrategica)
- FLORÍNDEZ, A. Y GALLARDO, M. 2010 . "Propuestas para el Manejo del Agua en Zonas de Ladera". Obtenido de LEISA revista de agroecología 26.3. Octubre 2010. Disponible en: [www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/agua-ecosistemas-y-agricultura/propuestas-para-el-manejo-del-agua-en-zonas-de](http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/agua-ecosistemas-y-agricultura/propuestas-para-el-manejo-del-agua-en-zonas-de)
- GARCÉS, D. 2010. "Gestión ambiental Integral para el manejo y conservación del páramo de la Microcuenca del río Chimborazo." Riobamba- Ecuador: Tesis de grado. Universidad Nacional de Chimborazo. Escuela de Ingeniería ambiental.
- GIJALVA, J. y *et al.* 2010. "Arboles y Arbustos para la Conservacion de Microcuencas y Adaptacion al Cambio Climático. Microcuenca del Río Chimborazo." Boletín divulgativo N°369. Programa Nacional de Forestería del INIAP. . Quito, Ecuador, 24 p.: Editorial NINA Comunicaciones.
- GÓMEZ, M. 2007. "Evaluación de alterntivas silvopastoriles utilizando: Yagual (*Polylepis racemosa*), Quishuar (*Buddleja incana*) y Colle (*Buddleja coriacea*); en la microcuenca del Río Chimborazo". Escuela Politécnica del ejército. Tesis de grado. Ingeniería agropecuaria. Consultado el 27 de Agosto de 2013. Disponible en: [www.repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2498/1/T-ESPE-IASA%20II-002012.pdf](http://www.repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2498/1/T-ESPE-IASA%20II-002012.pdf)

- GONZÁLEZ, J. 2007. "Evaluación de tres sistemas silvopastoriles para la gestión sostenible de los recursos naturales de la microcuenca del Río Chimborazo." Tesis de grado para obtener el título de ingeniero agrónomo. Riobamba-Ecuador.
- GRIJALVA, J. 2004. "Experimentación campesina y alternativas silvopastoriles en zonas de montaña. Construyendo caminos hacia el desarrollo sostenible en los Andes ecuatorianos." Boletín técnico N° 116. INIAP . Quito- Ecuador. 41 pp.
- GTZ. 2009. Manual de capacitación. El cambio climático influye en la agricultura. La agricultura influye en el cambio climático. Disponible en: [www.riesgocambioclimatico.org/biblioteca/archivos/DC1010.pdf](http://www.riesgocambioclimatico.org/biblioteca/archivos/DC1010.pdf)
- HARGREAVES, G. Y MERKLEY, G. 2000. "Fundamentos del Riego" Un texto de Tecnología aplicada para la enseñanza del riego a nivel intermedio. Centro Internacional del Riego. Universidad Estatal de Utah. Utah Estados Unidos: Water Resources Publications, LLC.
- HERNÁNDEZ, S. Y GUTIERREZ, M. 2002. Manejo de sistemas agrosilvopastoriles. 76-77pp. Disponible en: [www.r4d.dfid.gov.uk/PDF/Outputs/R6606q.pdf](http://www.r4d.dfid.gov.uk/PDF/Outputs/R6606q.pdf)
- IBRAHIM, M. 2010. Sistemas Silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centro América. Disponible en: [www.ucof.mx/revaia/portal/pdf/2013/sept/5.pdf](http://www.ucof.mx/revaia/portal/pdf/2013/sept/5.pdf)
- IICA y GSAAC . 2006. "Las amunas de Huarochirí. Recarga a acuíferos en los Andes" Lima-Perú. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. Gestión social del agua y ambiente en cuencas. Embajada Real de los países bajos. Consultado el 29 de Mayo de 2013. Disponible en: [www.infoandina.org/sites/default/files/recursos/Amunas\\_HUarochiri.pdf](http://www.infoandina.org/sites/default/files/recursos/Amunas_HUarochiri.pdf)
- IPCC. 2001. "Cambio Climático 2001: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II, y III al Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Anexo B. Glosario de Términos. Ginebra-Suiza.

- IRC. 2004. "Uso eficiente del agua". Obtenido el 08 de Marzo de 2013. Disponible en: [www.irc.nl/content/download/11496/168599/.../TOP12\\_UsoEficiente.pdf](http://www.irc.nl/content/download/11496/168599/.../TOP12_UsoEficiente.pdf)
- ISSD y *et al.* 2009. "Herramienta para la identificación Comunitaria de Riegos- Adaptación y Medios de Vida." "International Institute for Sustainable Development (issd). Intercooperation. Stockholm Enviroment Institue (SEI). Unión Internacional para la conservación de la naturaleza (UICN). "CRISTAL. Versión 4.0. Manual del usuario. Traducción al Español. Consultado el 30 de Abril de 2013, de Disponible en: [www.careclimatechange.org/tk/integration/es/enlaces\\_rapidos/herramientas/medios\\_de\\_subsistencia.html](http://www.careclimatechange.org/tk/integration/es/enlaces_rapidos/herramientas/medios_de_subsistencia.html)
- JUNTA DE ANDALUCÍA. 2007. "Riego por Aspersión. Obtenido de Unidad didáctica. Fundamentos básicos del riego por aspersión. Tipos de sistemas y componentes." Módulo 3. Disponible en: [www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/sar/contents/es/info/docs/guiaDidactica/riegoAspersion.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/sar/contents/es/info/docs/guiaDidactica/riegoAspersion.pdf)
- LEÓN, C. Y PIONCE, J. 2010. "Análisis comparativo de técnicas tradicionales y modernas en el manejo de suelos y agua de riego a nivel predial en las comunidades Cuatro Esquinas y Calera Grande". Universidad Nacional de Chimborazo. Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Ambiental. Proyecto de Investigación. Riobamba- Ecuador.
- MAE. 2012. "Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025". Consultado el 01 de Mayo de 2013 Disponible en:
- MAFLA, E. Y EL TAL. 2002. El riego, la producción y el mercado. Programa de capacitación a campesinos y campesinas.CAMAREN.CESSA. Disponible en: [www.aguaycambioclimatico.info/CESA/CESA\\_AG\\_0050.pdf](http://www.aguaycambioclimatico.info/CESA/CESA_AG_0050.pdf)
- MARENGO, J.Y ET. AL. 2012. "Cambio Climático: Evidencias y futuros escenarios en la Región Andina" .Consultado el 30 de Abril de 2013. Disponible en: [www.iai.int/files/communications/...and.../primeras\\_paginas.pdf](http://www.iai.int/files/communications/...and.../primeras_paginas.pdf)

- MARK, G. 2006. "Tracing tropical Andean glaciers over space and time: Some lessons and transdisciplinary implications". Consultado el 29 de Abril de 2013. Disponible en: [www.bprc.osu.edu/glacierchange/papers/2008%20GlobPlanChange.pdf](http://www.bprc.osu.edu/glacierchange/papers/2008%20GlobPlanChange.pdf)
- MARTÍNEZ, U. Y RUIZ, M. 2005. "Riesgos de las heladas en la agricultura para la región sureste de estado de Coahuila". Consultado el 06 de Agosto de 2013, de Instituto Nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. México. Disponible en: [www.biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/430/224.pdf?sequence=1](http://www.biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/430/224.pdf?sequence=1)
- MEZKIRITZ, I. 2012. " Determinación de la capacidad de almacenamiento superficial de agua en un suelo sometido a diferentes labores agrícolas". Universidad pública de Navarra. Disponible en: [www.academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/5943/577864.pdf?sequence=1](http://www.academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/5943/577864.pdf?sequence=1)
- MINISTERIO DE AMBIENTE. 2012 . "Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025". Consultado el 01 de Mayo de 2013
- MONGIL, J Y MARTÍNEZ A. 2007. "Técnicas de recolección de agua y de oasisificación para el desarrollo de la agricultura y la restauración forestal en Regiones desfavorecidas." Cuadernos Geográfico 67-80pp. Consultado el 31 de Mayo de 2013. Disponible en: [www.ugr.es/~cuadgeo/docs/articulos/040/040-004.pdf](http://www.ugr.es/~cuadgeo/docs/articulos/040/040-004.pdf)
- NOORDHOLLAND DE JONG, J. y *et al.* 2009. "Hacia una visión integral del riego andino". Camaren.org 1-2pp. Consultado el 01 de Junio de 2013. Disponible en: [www.camaren.org/hacia-una-vision-integral-del-riego-andino-2/](http://www.camaren.org/hacia-una-vision-integral-del-riego-andino-2/)
- OLIVARES, B. 2009. Características de interés agrícola de la precipitación en la agricultura de secano. . Consultado de INIA Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Anzoátegui. 25-27pp. Disponible en:

[www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/inia\\_divulga/numero14/id14\\_olivares\\_b.pdf](http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/inia_divulga/numero14/id14_olivares_b.pdf)

- PARRY, M. 2007. "Resumen Técnico. Cambio Climático 2007. Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Aportes del Grupo II al Cuarto Informe de Evaluación del panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático. Consultado el 18 de Marzo de 2013. Disponible en: [www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-ts-sp.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-ts-sp.pdf)
- PDOT San Juan. 2011. "Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de San Juan". San Juan -Provincia de Chimborazo.
- PERALVO, N y *et al.* 2010. "Adaptación en Sistemas Productivos Andinos a los efectos del Cambio Climático: Revisión y síntesis del estado del conocimiento". Consultado el 18 de Marzo de 2013. Disponible en: [www.condesan.org/portal/sites/default/files/publicaciones/archivos/adaptacion\\_sistemas\\_productivos\\_0.pdf](http://www.condesan.org/portal/sites/default/files/publicaciones/archivos/adaptacion_sistemas_productivos_0.pdf)
- PLUVIÓMETRO.COM. 2013. "Agricultura y pluviómetro." Disponible en: [www.pluviometro.com/temasdivul/agri.html](http://www.pluviometro.com/temasdivul/agri.html)
- PNUD. 2008. "Adaptación al Cambio Climático: El nuevo desafío para el desarrollo en el mundo en desarrollo. Ginebra, Suiza." Disponible en: [www.undpcc.org/undpcc/files/docs/publications/submitted/UNDP\\_Adaptation\\_final\\_sp.pdf](http://www.undpcc.org/undpcc/files/docs/publications/submitted/UNDP_Adaptation_final_sp.pdf)
- RENDÓN, B. 2013. "La tecnificación del riego parcelario". Consultado de Ampliar la concepción de la tecnificación del riego. CESA. Foro de los Recursos Hídricos. Disponible en: [www.camaren.org/files/2013/04/tecnificacionriego.pdf](http://www.camaren.org/files/2013/04/tecnificacionriego.pdf)
- RODRÍGUEZ, A. 2007. "Cambio climático, agua y agricultura." COMUNIICA. Desarrollo Rural Sostenible-IICA. Edición N° I, II Etapa.

- ROJAS, R. 2010. "Cambio Climático y Producción agropecuaria". Consultado el 22 de Mayo de 2013. Disponible en: [www.epocaecologica.com/ediciones/17/cambio\\_climatico.pdf](http://www.epocaecologica.com/ediciones/17/cambio_climatico.pdf).
- ROUANET, J. 2007. Rotaciones de Cultivos y sus Beneficios para la Agricultura del Sur. Consultado de Fundación Chile. Santiago, Chile 18-19 pp. Disponible en: [www.sap.uchile.cl/descargas/rotaciones/Rotaciones%20de%20cultivos%20y%20sus%20beneficios.pdf](http://www.sap.uchile.cl/descargas/rotaciones/Rotaciones%20de%20cultivos%20y%20sus%20beneficios.pdf)
- RUSSO, R. 1993. Los sistemas agrosilvopastoriles en el contexto de una agricultura sostenible. Consultado de IX Congreso agronómico Nacional. "La Agricultura de hoy, para la Costa Rica del mañana". San José, Costa Rica del 18 al 22 de octubre de 1993. Disponible en: [www.mag.go.cr/congreso\\_agronomico\\_ix/A01-1277-48.pdf](http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_ix/A01-1277-48.pdf)
- RUF, T. y NUÑEZ, P. 1991. Funcionamiento del riego particular en los Andes Ecuatorianos. "Enfoque histórico del riego tradicional en los andes ecuatorianos." Ministerio de agricultura y Ganadería, CONADE-INHERI-ORSTOM. 1-12pp. Disponible en: [www.horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers08-10/010042838.pdf](http://www.horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers08-10/010042838.pdf)
- RUTZ, O. 2009. "Las relaciones entre agrobiodiversidad y diversidad de estrategias de vida en el caso de la Microcuenca del Río Chimborazo, Ecuador." Consultado el 31 de Enero de 2013, de Tesis de Diploma presentada a la Facultad de Filosofía-Ciencias Naturales de la Universidad de Berna, Suiza. 23pp.
- SAGARPA. 2006. "Monitoreo de Sequía un Concepto desde el punto de vista de SAGARPA". Consultado el 06 de Agosto de 2013, de Subsecretaría de Agricultura-INIFAP:. Disponible en: [www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/cmb/drought/workshops/2006/20061018/1161196200.pdf](http://www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/cmb/drought/workshops/2006/20061018/1161196200.pdf)
- SAGARPA. 2011. "Subsecretaría de desarrollo local. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. Sistema de Riego Localizado".Goteo-

- Microaspersión. Disponible en:  
[www.coussa.mx/Docs/Serv/FICHA\\_TEC\\_SIST-RIEGO-LOCALIZADO.pdf](http://www.coussa.mx/Docs/Serv/FICHA_TEC_SIST-RIEGO-LOCALIZADO.pdf)
- SÁNCHEZ, R. 2002. El fenómeno del niño. Disponible en:  
[www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/.../CAPITULO%201.doc](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/.../CAPITULO%201.doc)
- SEGOVIA, J. 2005. Mmódulo de cuencas. ESPOCH-PUCESI. Riobamba.
- SENAGUA y DED. 2009. Problemática y conflictos sobre los recursos hídricos por efectos del cambio climatico.Consultado el 21 de Mayo de 2013, de Estudio exploratorio. [www.utpl.edu.ec/obsa/wp-content/uploads/2012/09/3\\_ded-senagua\\_capt-0\\_resumen-ejecutivo.pdf](http://www.utpl.edu.ec/obsa/wp-content/uploads/2012/09/3_ded-senagua_capt-0_resumen-ejecutivo.pdf)
- TALLER CVCA SAN JUAN. GRUPO 2. 2013. Taller de Aplicación de la herramienta CVCA. Calendarios Estacionales. San Juan- Chimborazo. 19 de Mayo.
- TALLER CVCA. GRUPO 4. 2013. Taller de Aplicación de la herramienta CVCA. Calendarios Estacionales. San Juan- Chimborazo. 19 de Mayo
- VÁSQUEZ, V. y *et al.* Principios básicos del Riego. UNALM. Instituto internacional de Riegos. Lima- Perú. FIRMART S.A.C..
- WGP. 2000. "Global Water Partnership. Agua para el siglo XXI: de la visión a la acción." Consultado el 21 de 05 de 2013. Disponible en:  
[www.gwp.org/Global/The%20Challenge/Resource%20material/FFA%20regional%20summary%20SAM%20Spanish.pdf](http://www.gwp.org/Global/The%20Challenge/Resource%20material/FFA%20regional%20summary%20SAM%20Spanish.pdf)
- WORLD VISION. 2009 . "Cuencas hidrográficas. Primer Programa regional de capacitación en gobernanza ambiental de zonas Costero-Marinas, Ciudad de Panamá." Conceptos básicos de cuencas. Disponible en:  
[www.pnuma.org/gobernanza/cd/Biblioteca/Capacitacion%20cuencas/Modulo](http://www.pnuma.org/gobernanza/cd/Biblioteca/Capacitacion%20cuencas/Modulo)





## **XII. ANEXOS**

### **ANEXO 1. Resultados de los análisis de suelo.**

Uso de agua	Cultivo	% Materia Orgánica		Textura
Shobol Llinllín	Pasto	4,4	M	Arena Franca
San Juan	Papa	4,2	M	Arena Franca
San Juan	Maíz	4,2	M	Arena Franca
San Juan	Policultivo	3,8	M	Arena Franca
Chimborazo	Toronjil	6,2	A	Franca
Chimborazo	Pasto	6,8	A	Franca
UCASAJ	Sistema silvopastoril	5,7	M	Franca
Chorrera	Paja	7,5	A	Franca
Chorrera	Pasto	5,7	M	Franca
Chorrera	Sistema silvopastoril	6,4	A	Franca

**Fuente:** laboratorio de suelos FRN-ESPOCH

### **ANEXO 2. Actividades en campo**

#### **Entrevistas con los comuneros**



**Mediciones de velocidad de infiltración**



**Aforo de caudales**



**Toma de muestras de humedad del suelo**

