



**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
ESCUELA DE POSGRADO**

Implementación de una metodología participativa de estrategias de adaptación al cambio climático en recursos hídricos en la parte alta de la cuenca del Río Reventado, Cartago, Costa Rica

Javier Esteban Carvajal Montoya

Trabajo de graduación sometido a consideración de la Escuela de Posgrado como requisito para optar por el grado de

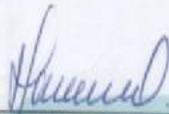
Máster en Práctica de Conservación de la Biodiversidad

Turrialba, Costa Rica 2014

Este trabajo de graduación ha sido aceptado en su presente forma por la División de Educación y el Programa de Posgrado del CATIE y aprobado por el Comité Asesor del estudiante, como requisito para optar por el grado de

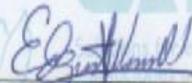
Máster en Práctica de la Conservación

FIRMANTES:

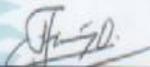


Jorge Faustino, Ph.D.
Director del Trabajo de Graduación

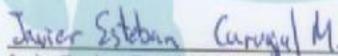
Niall McCarthen, Ph.D.
Miembro Comité Asesor



Eddy Romero, M.Sc.
Miembro Comité Asesor



Francisco Jiménez, Dr. Sc.
Decano del Programa de Posgrado



Javier Esteban Carvajal Montoya
Candidato

DEDICATORIA

A mis padres, porque todo lo que soy es por ellos,
porque mis sueños siempre se transformaron en los suyos

A mis hermanas y sobrinos, por ser lucecitas en mi vida

A Niall, por su mano extendida y apoyo a pesar de la distancia.

A mi novia Luisa Fernanda R. por ser la fuente de inspiración para amar lo que hago.

AGRADECIMIENTO

Este sueño de ampliar mis conocimientos y experiencias se dio gracias a varias manos, a las que quiero expresar mi agradecimiento:

Al Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos y al Instituto Ecohidrología de Davis California por el apoyo económico para la realización de mis estudios y por creer que el fortalecimiento del capital humano es el mejor camino para el desarrollo.

Al personal de posgrado y docentes de CATIE por su oferta académica, por darme las herramientas para promover la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible, y por generar esos espacios de intercambios con las culturas y el mundo.

Al SENARA y la Sociedad de Usuarios del Agua de la cuenca del Río Reventado por darme el auspicio para realizar mis estudios, y en especial a Eddy Romero y Mario Jiménez por facilitar mi involucramiento con el desarrollo rural.

A mi director de tesis Jorge Faustino, por ser guía, amigo por sus comentarios, contribuciones y sobre todo por las críticas constructivas que ayudaron a terminar este trabajo.

A mi tía Bertha Montoya porque, sin dudarlo, se arriesgó por la confianza en que terminaría este reto.

A todos aquellos hermanos catianos que de una u otra forma hicieron llevadera esta vida en el “domo verde”: Sebastián, Oriana, Pierre, Néstor, Sandra y a todos los egresados “chamanicos” de la promoción 2013-2014 por los momentos compartidos.

A todas aquellas personas que pusieron un granito de arena y que no aparecen en este texto pero que sin su ayuda este sueño no se habría hecho realidad.

Contenido

1. Resumen	1
2. Introducción.....	2
3. Justificación	4
4. Objetivos.....	5
4.1 Objetivo general.....	5
4.2 Objetivos específicos	5
5. Resultados esperados	6
6. Características generales de la cuenca del río Reventado	6
6.1 Cuenca hidrográfica	6
6.2 Ubicación de la cuenca del Río Reventado.....	6
6.3 Geología.....	7
6.4 Topografía.....	8
6.5 Pendiente.....	8
6.6 Suelos.....	9
6.7 Clima.....	10
6.8 Uso del Suelo y cobertura vegetal	10
6.9 Tenencia de la Tierra	10
6.10 Uso del recurso agua.....	11
7. Fases del proyecto	11
8. Metodología	13
8.1 Marco referencial	15
8.1.1 Estrategias de vida, medios de vida y capitales	15
8.1.2 Adaptación basada en ecosistemas AbE	17
8.1.3 Proceso participativo	19
8.2 Estrategia Operativa.....	19
8.2.1 Caracterización de la variabilidad climática e hidrológica	19
8.2.2 Identificación de medios de vida.....	21
8.2.3 Necesidades humanas fundamentales	22
8.2.4 Análisis de vulnerabilidad	22
8.2.5 Formulación de las Estrategias de adaptación al cambio climático	23
8.2.6 Análisis de la capacidad para ejecutar acciones de adaptación al cambio climático	23
8.2.7 Análisis de la información.....	24

9. Resultados.....	24
9.1 Plataforma de participación	24
9.2 Identificación de medios de vida y capitales de la comunidad.....	25
9.3 Capital natural.....	26
9.4 Capital humano	27
9.5 Capital social.....	29
9.6 Capital financiero.....	29
9.7 Capital político.....	30
9.8 Capital Físico	30
9.9 Capital Cultural.....	32
9.10 Estrategias y medios de vida.....	32
9.10.1 Papa	33
9.10.2 Cebolla	33
9.10.3 Canales de comercialización	34
9.11 Necesidades humanas fundamentales	34
9.12 Análisis de la Oferta de agua - Caudal.....	35
9.13 Análisis de la demanda hídrica para cada medio de vida	36
9.14 Balance entre oferta y demanda hídrica.....	37
9.15 Análisis de niveles de agua superficial y sus fluctuaciones.....	38
9.16 Análisis de Vulnerabilidad.....	39
9.17 Caracterización de la <i>exposición</i> definida por la variabilidad climática y por las percepciones de los horticultores	40
9.18 Análisis climático para cada una de las estaciones climáticas estudiadas.	40
9.18.1 Análisis climático Llano Grande.....	41
9.18.2 Análisis climático Sanatorio Durán.....	42
9.18.3 Análisis climático Tierra Blanca	43
9.18.4 Vientos	44
9.18.5 Humedad Relativa y Brillo Solar	44
9.19 Balance Hídrico para las diferentes zonas estudiadas por el método de Thornthwaite.....	44
9.20 Análisis exposición	45
9.21 Análisis Sensibilidad.....	48
10. Capacidad adaptativa.....	53

11. Prácticas de conservación de suelos efectuadas en la zona de estudio para los medios de vida analizados.....	55
12. Análisis de la capacidad para ejecutar las acciones de adaptación al cambio climático	56
13. Estrategia local de adaptación agrícola al cambio climático de la parte media alta de la cuenca del río Reventado.....	58
13.1 Resumen estrategias adaptación	59
14. Análisis de resultados y discusión	60
15. Alcances y Limitaciones.....	61
16. Lecciones aprendidas.....	62
17. Conclusiones.....	64
18. Recomendaciones	65
19. Bibliografía.....	67
20. Anexos.....	71

Lista de Cuadros

Cuadro 1. Ejemplo de estrategia de vida, medios de vida y capitales de la comunidad	16
Cuadro 2. Registros mínimos de caudal en cada río para el periodo de estudio	36
Cuadro 3. Registros máximos de caudal en cada río para el periodo de estudio.....	36
Cuadro 4. Demanda semanal de agua para una hectárea de extensión de los cultivos propuestos en el plan de cultivos del proyecto de riego de Llano Grande y Tierra Blanca	37
Cuadro 5. Concesiones otorgadas a cada uno de los SUA	37
Cuadro 6. Patrón “normal” del clima y cambios percibidos por los productores de la cuenca del río Reventado, Costa Rica.	48
Cuadro 7. Efectos ante la exposición del cambio climático sobre los medios de vida agrícolas de la cuenca del río Reventado, Costa Rica.	49
Cuadro 8. Aspectos socioeconómicos que influyen en la sensibilidad de los horticultores en la parte alta del río Reventado.	52
Cuadro 9. Acciones de adaptación al cambio climático realizadas por los medio de vida productivos en la parte alta de la cuenca del río Reventado, Costa Rica	54
Cuadro 10. Análisis del proceso de adaptación al cambio climático para los medios de vida agropecuarios identificados en la parte alta de la cuenca del río Reventado.....	57
Cuadro 11. Estrategias de adaptación adoptadas por los agricultores en la parte alta de la cuenca del Río Reventado.	59
Cuadro 12. Estrategias de adaptación que deben iniciar a implementar los agricultores en la parte alta de la cuenca del Río Reventado.	59

Lista de Anexos

Anexo 1. Mapa de Posición de Equipos de Clima e Hidrología	71
Anexo 2. Sitio de instalación de drivers	71
Anexo 3. Guía de entrevista a Sociedad de Usuarios del agua SUA y SENARA.....	72
Anexo 4. Guía de Talleres con productores	78
Anexo 5. Guía de taller con la participación de actores clave, horticultores y usuarios del agua.....	82
Anexo 6. Encuesta sobre necesidades humanas fundamentales.....	84
Anexo 7. Guía para el taller: formulación de las estrategias de adaptación al cambio climático	87
Anexo 8. Percepciones de los Horticultores.....	89
Anexo 9. Caudales.....	92
Anexo 10. Precipitación	95

ACRÓNIMOS

AbE	=	Adaptación basada en ecosistemas
ASHORI	=	Asociación de Horticultores de Irazú
Cobri-Surac	=	Corredor Biológico Ribereño Interurbano Cuenca Reventado-Agua Caliente
CATIE	=	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CNP	=	Consejo Nacional de Producción
EMVS	=	Enfoque de Medios de Vida Sostenibles
FAO	=	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación
GIZ	=	Agencia Alemana de cooperación técnica
ICE	=	Instituto Costarricense de Electricidad
IMN	=	Instituto Meteorológico Nacional
INTA	=	Instituto de Innovación Tecnología y Transferencia Agropecuaria
MAG	=	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MCC	=	Marco de Capitales de la Comunidad
MINAET	=	Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones
PNVI	=	Parque Nacional Volcán Irazú
SENARA	=	Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
SFE	=	Servicio Fitosanitario del Estado
SINAC	=	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
SUA	=	Sociedades de Usuarios de Agua
UCR	=	Universidad de Costa Rica

1. Resumen

En este trabajo se examina como y porque diferentes Sociedades de Usuarios de Agua para riego en la parte alta de la cuenca del Río Reventado, Cartago Costa Rica, establecen estrategias para adaptarse a la degradación de sus recursos hídricos. En esta zona de la Región Central de Costa Rica, el manejo de los bosques y los ríos es un requisito para satisfacer la necesidad de agua para riego. Sin embargo el manejo de estos recursos se complica ante cambios en las condiciones demográficas, económicas, sociales y biofísicas a las cuales sus residentes están expuestos, y en muchos casos, sin un adecuado acompañamiento del estado. Ante estos retos a los que se enfrentan los horticultores para proveer agua para el consumo de sus parcelas, es importante preguntarse: ¿Cuál es la situación de los recursos? ¿Cuál es el uso que se está dando a los recursos agua, suelo, flora y fauna? ¿Cuáles son los medios de vida predominantes y capitales con los que cuentan la población? ¿Quiénes tienen acceso o propiedad de esos recursos y los manejan? ¿Qué actividades productivas y reproductivas se practican en el territorio? ¿De qué manera el Cambio Climático afecta nuestra vida y nuestra tierra? ¿Cuál es la capacidad adaptativa de los pobladores según sus medios de vida? ¿Cómo es el clima y la hidrología en la cuenca y que entendemos por estos dos términos? ¿Cuáles son las prácticas o acciones que se podrían realizar para enfrentar el Cambio Climático? ¿Cómo ha cambiado el clima? Respondiendo a estas preguntas las estrategias locales de adaptación descritas en este trabajo se centraron en medios de vida agrícolas predominantes en la cuenca del Río Reventado, Costa Rica.

El proceso se realizó a través de procesos participativos que involucraron las percepciones de productores, instituciones gubernamentales y no gubernamentales del territorio. Además de esto se contó con datos climáticos para comparar con las percepciones de los horticultores. Los medios de vida predominantes en la zona de estudio fueron: cultivo de papa y cultivo de cebolla. Se determinó que existen cambios en el patrón de lluvias, duración de la canícula e intensidad de los vientos como tendencias de la variabilidad climática y como principales afectaciones la disminución de los rendimientos, aumento de los costos de producción y disminución de su calidad. Se identificaron posibles medidas de adaptación como: los sistemas de almacenamiento de agua en reservorios tanto artesanales como construidos, el manejo y conservación del suelo y del agua, semillas mejoradas genéticamente, variación de épocas de siembra, intercalar cultivos para el caso de papa y cebolla, mermas en las horas de riego y a determinadas horas, consciencia de cambio en los productores, procesos para agregar valor al producto como reducir intermediarios y acceder a otros mercados.

Los resultados muestran que una gran parte de las sociedades de usuarios del agua de la cuenca han decidido no solo distribuir el agua entre sus usuarios, sino que también han invertido tiempo y recursos financieros para adaptarse a la escasez de agua, incluyendo actividades de conservación de ecosistemas. La investigación muestra como ciertas características de los horticultores y su entorno son determinantes en las decisiones para implementar las estrategias de adaptación. Los factores clave que facilitan la adaptación

son la percepción de escasez de agua, la capacidad organizativa y la capacidad de las asociaciones para establecer conexiones políticas con autoridades locales, regionales y estatales.

Se construye un documento de estrategia local de adaptación al cambio climático que promuevan la capacidad local para manejar los recursos hídricos y los ecosistemas asociados, y así, poder enfrentar de una mejor manera los retos de futuros cambios socio-económicos y ambientales, incluyendo el cambio climático global.

Palabras clave: Cambio climático, medios de vida, percepciones, Río Reventado, vulnerabilidad, capacidad adaptativa, medidas de adaptación.

2. Introducción

La acción humana ha alterado el funcionamiento natural del sistema climático del planeta Tierra. Los posibles efectos son variados y afectan a todos los sectores. La magnitud de los cambios y la limitada capacidad de respuesta convierten a Mesoamérica en el área más vulnerable ante el cambio climático en la región tropical. Ante esta amenaza, se requiere información de alta calidad que permita comprender el alcance de los posibles efectos del cambio climático y diseñar estrategias para enfrentarlos (Cifuentes, 2010).

El cambio climático tendrá implicaciones importantes en los sistemas hídricos, que aumentarán la magnitud y frecuencia de eventos extremos como sequías e inundaciones e impactarán el abastecimiento de agua, el saneamiento, la producción de bienes y servicios y la economía en general (Gómez et al 2010). Estos factores, sumados al crecimiento de la población, la sobreexplotación de los recursos hídricos y la contaminación de fuentes inciden en un aumento en la demanda de agua y generan tensiones para garantizar la disponibilidad y calidad de este recurso (Vörösmarty et al. 2010).

El sector de recursos hídricos es de particular importancia cuando se analiza el cambio climático, debido a que las consecuencias esperadas de este fenómeno incluyen aumentos y disminuciones en la precipitación, así como cambios en su patrón estacional. Además, el agua es un vínculo entre el sistema natural y el sistema social (Echeverría, 2011).

Sumado a esto, la mayoría de las políticas definen tareas y metas clave pero no establecen responsables y recursos para su ejecución. Por lo tanto se hace necesario poner la Adaptación en el centro de los esfuerzos y construir de manera participativa estrategias, que permita a las personas más vulnerables al clima, prepararse y adaptarse a los impactos del cambio climático (Urueña y Zamora, 2013)

En este trabajo se abordó el cambio climático desde la perspectiva del recurso hídrico, para la zona Norte de Cartago Costa Rica, delimitando el área a la zona de la parte alta de la cuenca del Río Reventado. En este territorio, los efectos de la variabilidad climática se han manifestado de forma muy severa, como ha sido evidenciado durante este año 2014 debido a las fuertes sequías, tanto así que según reportes de algunos actores clave no se han reportado lluvias hasta el momento. Una alternativa para mejorar las condiciones de vida de la población es el correcto aprovechamiento del recurso agua, suelo, bosque y la biodiversidad.

En la zona norte de Cartago la producción de hortalizas alcanza el 80% del total correspondiente a Costa Rica (Ramírez et al, 2008a). La actividad hortícola genera empleos directos e indirectos en las diferentes fases de la producción, partiendo desde la siembra hasta el procesamiento y comercialización (SENARA, 2006). Además, para las familias es un componente de su seguridad alimentaria y aporta ingresos económicos que permiten satisfacer las necesidades básicas.

En la búsqueda de alternativas para mejorar la producción de hortalizas, se han establecido las Sociedades de Usuarios de Agua (SUA). Que tienen como finalidad la de utilizar agua previamente concesionada para fines de riego agrícola. Sin embargo, la demanda ha aumentado al nivel de superar la oferta de agua superficial de la región. Este aumento se debe principalmente al aumento del área regada ya que así se pueden obtener más cosechas al año y con ello mayores ingresos (SENARA, 2006).

A pesar de la importancia de la región en cuanto a producción de hortalizas, el uso del agua en la agricultura está limitado por las condiciones naturales y las normas legales. Para que los productores puedan utilizar el agua se tienen que adaptar al ciclo hidrológico y la variabilidad climática y además cumplir con la reglamentación que se imponga en cada región (Narváez, 2013)

La adaptación es el proceso enfocado en reducir la vulnerabilidad. El enfoque de vulnerabilidad propuesto por el IPCC incluye la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa. La exposición es en sí el cambio de las variables climáticas, la sensibilidad es el nivel y la condición en que el sistema es afectado por el cambio, y la capacidad adaptativa es el potencial del sistema para enfrentar al cambio (Marshall, 2009). De estos componentes la capacidad adaptativa es la que permite tener opciones y tomar decisiones a las comunidades que serán afectadas por el cambio climático. Bajo este enfoque se formularon las estrategias de adaptación al cambio climático en la cuenca hidrográfica del Río Reventado en Costa Rica, bajo el enfoque de medios de vida y de manera participativa.

En el presente estudio se exploraron las percepciones de cómo el cambio climático está afectando la producción agrícola en la parte alta de la cuenca del Río Reventado, involucrando participativamente a todos aquellos actores clave que hacen uso de esta. Para el componente de exposición, los cambios esperados en el clima (temperatura y precipitación) y los efectos directos (humedad del suelo, régimen de lluvias, caudales excesivos, etc.) se utilizaron modelos previamente construidos según escenarios

predominantes y con datos obtenidos con las estaciones climáticas y los instrumentos hidrológicos. Para determinar la sensibilidad se identificaron los efectos de la exposición sobre los diferentes medios de vida. En cuanto a la sensibilidad y la capacidad adaptativa la información se obtuvo a partir de talleres y entrevistas a actores clave. La elaboración de las Estrategias de Adaptación al Cambio Climático se hizo en conjunto con los actores clave tanto de instituciones como de Usuarios del agua presentes en la zona.

3. Justificación

Los ecosistemas acuáticos producen una variedad de beneficios económicos, incluyendo productos tales como madera, leña y plantas medicinales. Además proveen hábitats y lugares de reproducción para la vida silvestre. Los ecosistemas dependen de los flujos de agua, de las variaciones estacionales, de las fluctuaciones del nivel de la capa freática y se ven amenazados por una pobre calidad de agua (Cap-Net, GWP, 2005). La conservación y buen uso del agua no se limitan al recurso mismo, sino que también abarcan el estado de las fuentes y zonas de recarga hídrica: la vegetación circundante, la capacidad de penetración y retención del agua, la ausencia de contaminación en las fuentes, las prácticas culturales amigables con el ambiente (Prins y Kammerbauer 2009).

Las medidas destinadas a implementar una sólida gestión del agua constituyen medidas de adaptación ante las manifestaciones del cambio y la variabilidad climática. La capacidad de administrar los suelos, aguas y bosques fortalece la capacidad de recuperación ante los peligros actuales del cambio climático, al mismo tiempo que se desarrolla la capacidad de adaptación al cambio climático futuro (GWP, 2010).

La zona de estudio elegida para la elaboración del proyecto es la cuenca del Río Reventado. Las aguas del río Reventado nacen en las laderas del volcán Irazú, ubicada en la vertiente Atlántica, muy cerca de la división Continental, constituyendo su borde occidental superior parte de esta división. Este hecho influye en su climatología, ya que recibe influencia del clima de ambas vertientes (MINAE, 1996; Cortés y Oconitrillo, 1987).

En su connotación histórico-geográfica la cuenca del Reventado está asociada a eventos naturales, por lo que hay un potencial de amenaza múltiple presente, unido a problemas de inestabilidad de las laderas y degradación de los recursos suelo y agua. Los desequilibrios hídricos, las fuertes pendientes, y el mal uso de las tierras son factores que influyen en la degradación del suelo en la cuenca (Ramírez et al, 2008a).

La importancia a nivel nacional, de la Cuenca del Río Reventado se debe a su potencial hídrico ya que es una de las principales regiones productoras de hortalizas las cuales requieren altos consumos de agua aunados con cambios en el régimen de lluvias a lo largo del año. Esto conlleva a realizar solo una cosecha en el año con permanencia del

suelo desnudo durante el período seco. Además de esto para el sector agrícola, produce cerca del 90% de la papa y el 65% de la cebolla que se consume en Costa Rica (SENARA, 2006). La cercanía a las ciudades de Cartago y San José facilita la comercialización y adquisición de insumos.

Para resaltar las interacciones entre los ecosistemas y las comunidades humanas, este trabajo de adaptación generó información sobre las estrategias de vida actuales en las comunidades, así como de sus formas de organización social. Esto sirvió para identificar y seleccionar componentes ambientales (bióticos y abióticos) y socioeconómicos que permitan el desarrollo de estrategias de adaptación, mitigación y monitoreo al cambio climático. De esta manera, las acciones propuestas se pueden adecuar al contexto socioeconómico, cultural y político de la región; permitiendo cumplir con los parámetros técnicos apropiados; y ser viables a la luz de las condiciones culturales de los habitantes.

Es a través del SENARA que se realiza la solicitud de elaborar un documento que identifique y priorice medidas de adaptación y sugerencias para implementarlas en la cuenca del Río Reventado y con el apoyo del instituto ecohidrología para la recolección de datos climáticos e hidrológicos y así tener un análisis hidroclimatológico más robusto utilizando registros de estaciones representativas en la zona de estudio para dar una aproximación en determinar la variabilidad climática local.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Realizar un análisis a partir de datos climáticos-hidrológicos y medios de vida, permitiendo a los gestores de la cuenca, identificar, evaluar y priorizar estrategias adaptativas para gestionar la vulnerabilidad socio-ambiental ante posibles efectos del cambio climático.

4.2 Objetivos específicos

- Identificar las estrategias, necesidades humanas fundamentales y medios de vida, así como recursos de los productores de la cuenca del río Reventado, y el impacto de la variabilidad climática sobre los mismos.
- Analizar información recopilada de manera participativa sobre las percepciones de los cambios climáticos por parte de los horticultores, actores y comunidad en la parte alta de la cuenca del Río Reventado y compararla con datos climáticos actuales e históricos.
- A partir de los objetivos anteriores conocer las medidas de adaptación en el recurso hídrico actuales e identificar las futuras, para contribuir hacia al avance en la estrategia de adaptación al cambio climático en la parte alta de la cuenca del Río Reventado.

5. Resultados esperados

-Generación de proyecciones hidrológicas que contengan las características de variabilidad climática, así como las características hidrológicas de la región de estudio.

-Balance Hídrico de la parte alta de la cuenca del Río Reventado para el tiempo del presente estudio.

-Documento de viabilidad de Estrategias de Adaptación al Cambio Climático para la parte alta de la cuenca hidrográfica del Río Reventado, Cartago-Costa Rica, basada en la participación de los usuarios del agua y las instituciones: alcances y limitaciones, oportunidades y lecciones aprendidas.

-Análisis de los capitales y medios de vida de la parte alta de la cuenca del Río Reventado basado en el marco de los capitales.

6. Características generales de la cuenca del río Reventado

6.1 Cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica es una región natural donde el agua proveniente de las precipitaciones confluye a un cauce principal (Aparicio, 1992). Se integra no solo los cauces de ríos y arroyos, sino también el suelo, las comunidades, la cobertura sea vegetal o artificial y por ende las interacciones entre cada uno de estos elementos (Sánchez, 2003).

La cuenca hidrográfica es independiente de las divisiones administrativas y políticas. En ella se facilita la interacción entre los habitantes dado que comparten las fuentes de agua, caminos y en general se deben enfrentar a los mismos riesgos. Por esta razón se considera a la cuenca hidrográfica como la mínima unidad espacial ideal para la planificación y manejo de los recursos hídricos (Sánchez, 2003; IDEAM, 2008).

6.2 Ubicación de la cuenca del Río Reventado

La cuenca del Río Reventado, con una superficie de 2.227 hectáreas, es parte de la vertiente Caribe, muy cerca de la división Continental, constituyendo su borde occidental superior parte de esta división, entre las coordenadas geográficas 83° 51 28" a 83° 57 19" de longitud oeste y entre 9° 50 25" a 9° 58 28" de latitud norte, que corresponden al datan WGS84. La cuenca pertenece a la Región del Corredor Biológico Ribereño Interurbano Cuenca Reventado-Agua Caliente, dentro de este corredor en el extremo superior de la cuenca sobre los 2.700 m.s.n.m. se encuentra el Parque Nacional Volcán Irazú –PNVI. Políticamente se localiza en la zona Norte de la provincia de Cartago y abarca parte de los caseríos de Miraflores, Linda Vista, María Auxiliadora,

Barrio Nuevo, Unión, Barrio La Cruz, La Mora, Tierra Blanca, El Rodeo, Llano Grande (Figura 1).

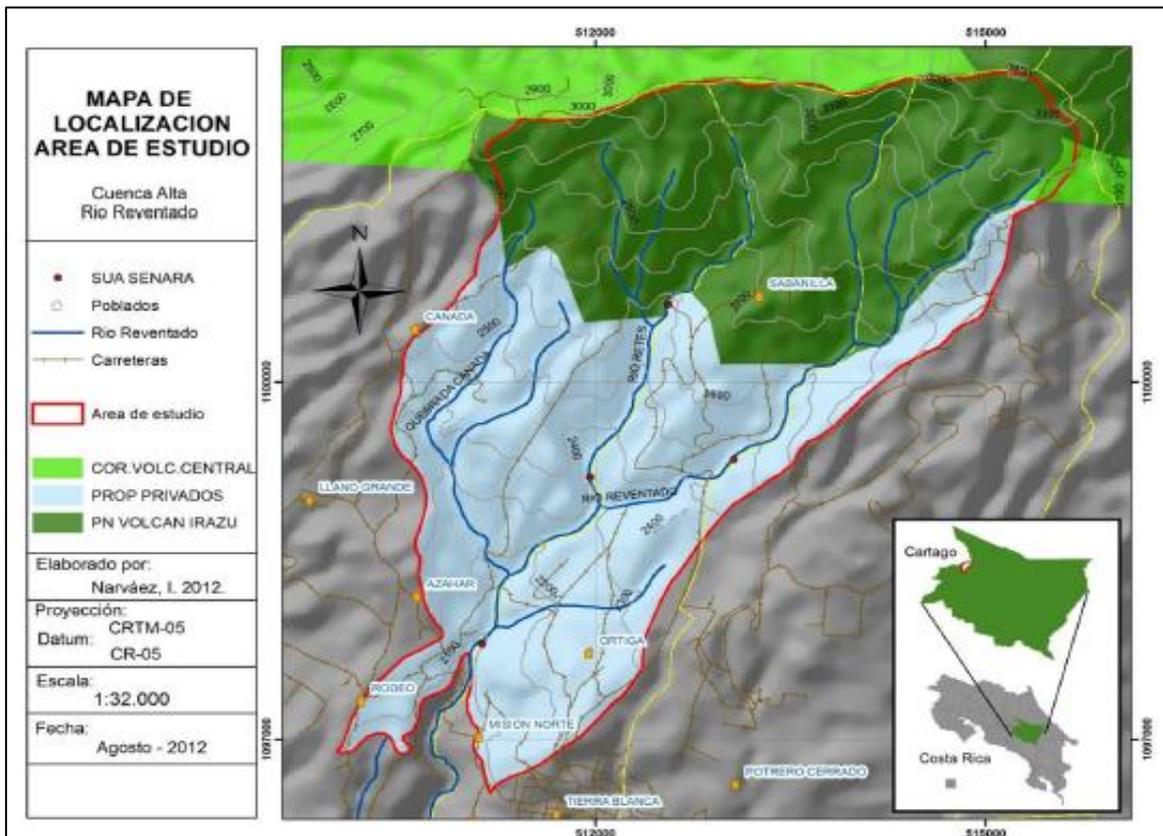


Figura 1. Localización Cuenca Río Reventado
 Fuente: Narváez 2013

6.3 Geología

La geología de la cuenca hace parte del grupo Irazú con las formaciones de Cervantes, Birrís, Samper y Reventado. Es una zona volcánica joven, cubierta por cenizas, presentando laderas inestables que generan deslizamientos en masa motivados por las lluvias o sismos (Figura 2) (Vahrson y Herrera, 1992; Ramírez et al, 2008b). En la zona aledaña al volcán Irazú se encuentra un sistema de fallas que han influido en la sismicidad de la región aumentando la inestabilidad de las laderas (Fernández et al, 1998). Las fallas más próximas a la cuenca del río Reventado son Tierra Blanca, Irazú y Las Nubes.

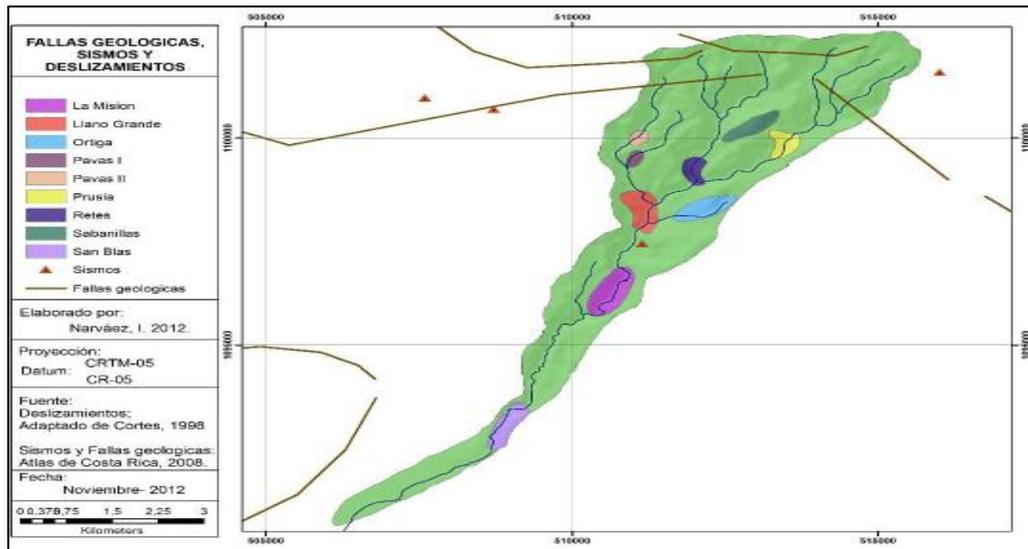


Figura 2. Deslizamientos en masa Río Reventado.

Fuente: Narváez 2013

6.4 Topografía

La cuenca del río Reventado tiene una forma alargada con mayor concentración de superficie en la parte alta entre los 2000 y 3000 m.s.n.m, con un valor de coeficiente de compacidad de 1.947 (Narváez, 2013).

6.5 Pendiente

Las pendientes de la cuenca del río Reventado en general son fuertes (Figura 3). La mayor parte del área sobrepasa los 15° a lo largo de las riberas de los cauces se concentran los mayores valores de pendientes con rangos que van desde 35° hasta 55°. Este tipo de accidentes geográficos hacen que se presenten deslizamientos, en algunos lugares de la cuenca existen pendientes mayores de 70° (Narváez, 2013).

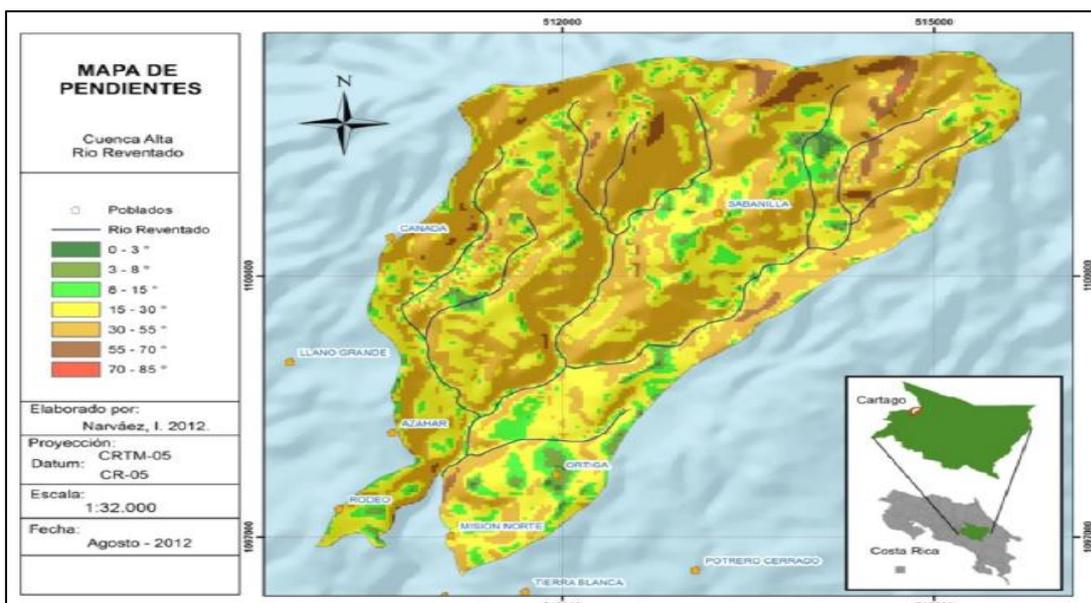


Figura 3. Mapa de Pendientes de Río Reventado

Fuente: Narváez 2013

El perfil longitudinal del cauce de la Figura 4 muestra que el río Reventado mantiene constante la pendiente a lo largo del recorrido. Esto aunado con la forma, distribución de la superficie y el efecto de impermeabilización a corto plazo causado por las cenizas volcánicas, hacen que exista alta escorrentía superficial al momento de las lluvias de poca duración (Cortés, 1997).

Por otra parte, las altas pendientes asociadas con el continuo laboreo incrementan el riesgo de erosión hídrica y/o eólica. La primera se puede dar a causa de lluvias intensas o sistemas de riego inadecuados y la segunda tiene relevancia debido a que la zona se caracteriza por tener continua presencia de vientos, causando erosión eólica y desecamiento de los suelos. De acuerdo con Muñoz (2002) la velocidad del viento tiene una relación inversa con la cantidad de precipitación, es decir, cuando se presentan temporadas secas la velocidad del viento es mayor generando amenaza de erosión a lo largo de todo el año.

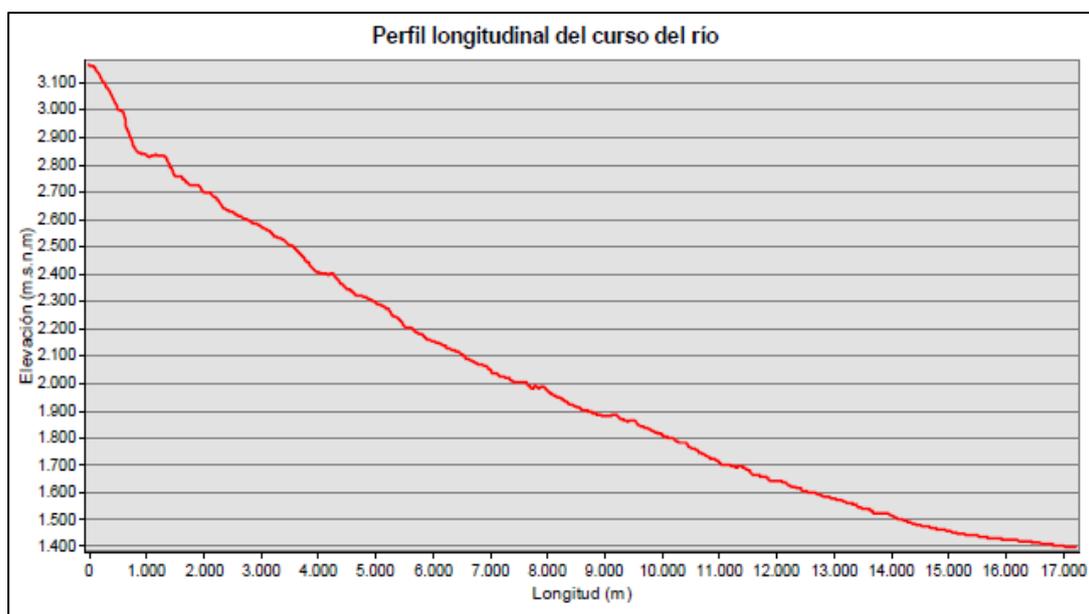


Figura 4. Perfil longitudinal del Río Reventado.

Fuente: Narváez 2013

6.6 Suelos

Los suelos de la cuenca del río Reventado son derivados de cenizas volcánicas y han estado bajo la influencia de las cenizas, brechas y fragmentos de lava como consecuencia de la cercanía del cráter del volcán Irazú (Ramírez et al, 2008b). Son suelos profundos y de buena fertilidad impactados por erosión hídrica que se agudiza en época de lluvia y se relaciona con las prácticas de preparación de suelo que dejan el suelo descubierto (Alvarado et al, 2001; Ramírez et al, 2008b). A pesar de los impactos erosivos superficiales se han mantenido condiciones adecuadas para la producción y

esto se ha convertido en un factor que desmotiva a los productores para realizar prácticas de conservación de los suelos (SENARA, 2006).

6.7 Clima

Los meses de noviembre, diciembre y enero se presentan frentes fríos provenientes del atlántico. Febrero, marzo y abril son de época seca, mayo y junio es la primera etapa de la época lluviosa. Julio se presenta un corto período de verano conocido como el “veranillo de San Juan”. Agosto, septiembre y octubre es la segunda etapa de la época lluviosa que es más intensa que la primera. Este período comprendido entre mayo y octubre tiene influencia del pacífico. La cuenca presenta precipitaciones máximas de 2100 mm y mínimas de 1500 mm, para la temperatura se tiene un registro mínimo de 7°C y un máximo de 17°C (Laporte, 2012, Narváez 2013).

6.8 Uso del Suelo y cobertura vegetal

Según Narváez 2013, el bosque es el que más área ocupa a lo largo de cuatro años, presentando una disminución de más de 100 ha hasta 2011. Relacionado con la disminución del área correspondiente a cercas vivas y bosques de galería en la parte baja de la cuenca principalmente entre 1978 y 1998.

Los cultivos conforman el segundo grupo en lo que respecta a la superficie cubierta. Presentan una dinámica muy oscilante, con reducciones del área hasta 2005, y a partir de este momento hasta 2011 aumenta, superando el área inicial de 1978.

Las pasturas se concentran en la parte alta de la cuenca y tienden a aumentar, mostrando disminución en 2011. Las clases Urbano/carreteras y suelo desnudo en los cuatro años analizados corresponden a menos del 1% del área.

Los invernaderos se empiezan a notar desde el año de 1998, con un crecimiento rápido para la producción de flores, hortalizas y mini vegetales, aunque la mayor cantidad se concentran en el área de Llano Grande. Los invernaderos están distribuidos en menor número dentro o cerca de la cuenca del río Reventado (SENARA, 2006).

En términos de producción las tierras de la zona norte de Cartago tienen vocación agrícola, donde se produce de forma intensiva cultivos como papa, cebolla y remolacha principalmente. La producción de estos se hace en la misma área de manera consecutiva, dando descanso al suelo solo cuando por condiciones climáticas es imposible sembrar. Esto ocurre cuando hay ausencia de precipitaciones y se carece de sistemas de riego, al disponer de sistemas de riego la producción se hace permanente a lo largo del año limitando al máximo la recuperación de los suelos. La producción intensiva se va acentuando con la segmentación de las propiedades a causa de la venta y conformación de pequeñas fincas.

6.9 Tenencia de la Tierra

La mayoría de las tierras pertenecen a pequeños y medianos productores, algunas inscritas a nombre de una persona u familia, otras como consorcios familiares y algunos terrenos son dados en calidad de arrendamiento. Las organizaciones comunales y las

asociaciones de productores son muchas y agrupadas según la actividad principal. Todas trabajan conjuntamente con instituciones estatales y no gubernamentales para mejorar sus sistemas productivos y como medida para afrontar las constantes crisis del sector.

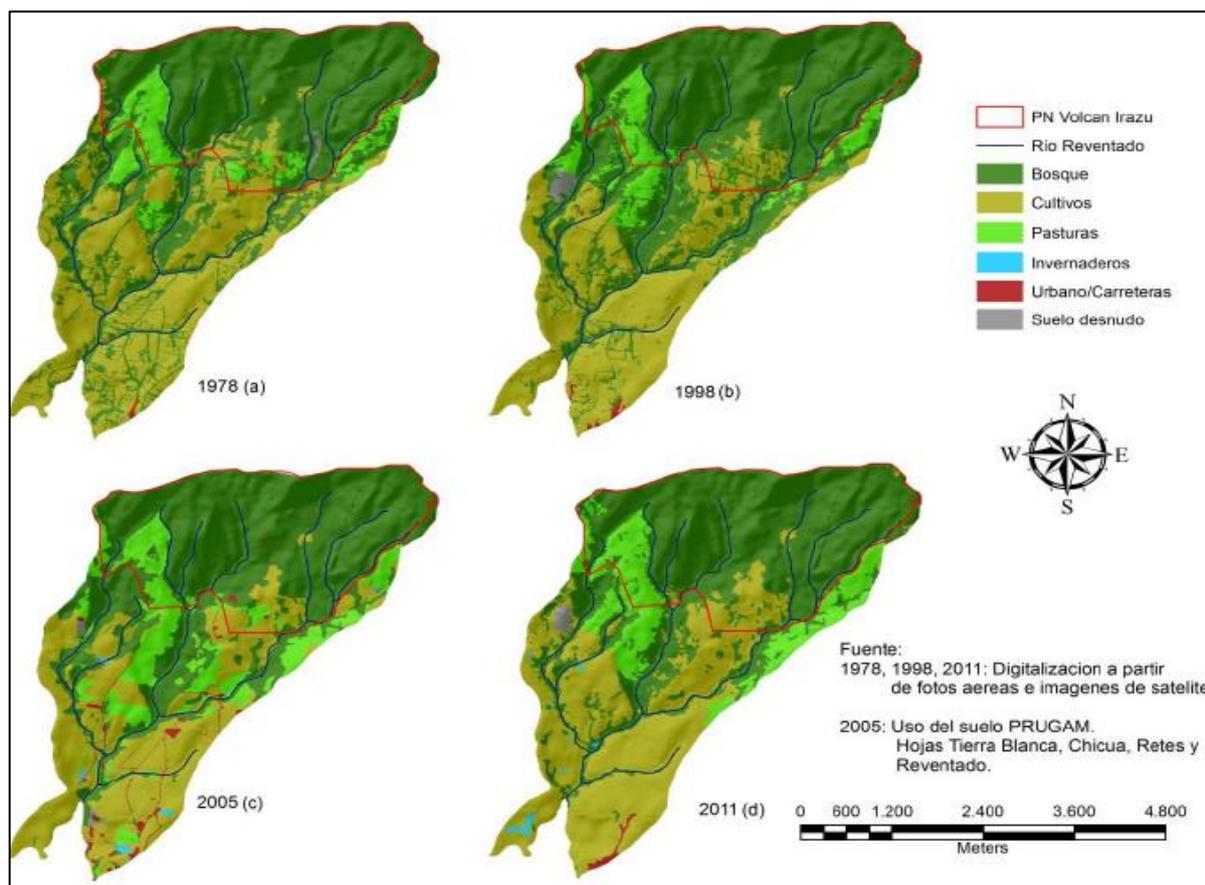


Figura 5. Usos del suelo 1978, 1998, 2005 y 2011.

Fuente: Narváez, 2013

6.10 Uso del recurso agua

El uso del recurso hídrico en la cuenca del Río Reventado es mayormente agrícola con agricultura temporal y uso de riego (Ramírez et al, 2008a). Asimismo, existen comunidades que requieren agua para consumo doméstico y establecen acueductos, como el caso de Tierra Blanca (Narváez, 2013)

Los cultivos principales son papa y cebolla, con rotaciones de remolacha, lechuga, zanahoria, brócoli, coliflor, entre otros. El 85 % de las fincas de la zona son pequeñas con una superficie inferior a 5 hectáreas, asimismo, la mayoría de los productores son propietarios de las fincas donde trabajan (Ramírez et al, 2008a).

7. Fases del proyecto

El proyecto fue desarrollado de Junio a Noviembre de 2014 bajo un enfoque de trabajo cualitativo y cuantitativo que consiste en el análisis de los datos obtenidos con las estaciones climáticas, drivers y sensores. El método cualitativo consistió en: revisión y análisis de documentos y registros, anotaciones y guías de campo, observación directa y

recorridos de campo, diálogos abiertos investigador-participante, entrevistas semi-estructuradas, talleres, y la investigación acción participativa. Este estudio se enfocó y se tomó como referencia en la rueda del aprendizaje de Senge (2004) y adaptado por (Prado, 2011) y por (Urueña y Zamora, 2013), que define tres fases: 1) un análisis situacional, que consiste en la recolección de información secundaria para ubicarse en el contexto, 2) planificación e implementación de acciones en campo y 3) Procesamiento, análisis de datos, 4) Formulación de la estrategia y presentación de resultados. Para la recopilación de información fue necesario elaborar protocolos de entrevista semiestructurada y observación, así como también el diseño de talleres participativos.

Siendo el objetivo general del trabajo elaborar un documento que contenga unas estrategias de adaptación al cambio climático en la parte alta de la cuenca del Río Reventado se elaboraron las siguientes preguntas orientadoras que apunten a recopilar la información necesaria:

1. ¿Cuál es la situación y uso de los recursos agua, suelo, flora y fauna, y quienes lo manejan?
2. ¿Cuáles son los medios de vida predominantes y capitales con los que cuentan la población?
3. ¿Qué actividades productivas y reproductivas se practican en el territorio?
4. ¿Cómo ha cambiado el clima y de qué manera afecta nuestra vida y nuestra tierra?
5. ¿Cuál es la capacidad adaptativa de los pobladores según sus medios de vida?
6. ¿Cuáles son las prácticas o acciones que se podrían realizar para enfrentar el CC?

A partir de lo anterior se elaboró un cuadro resumen con la metodología que se presenta a continuación:

8. Metodología

Etapa	Paso	Descripción	Proceso metodológico	Herramientas
Análisis situacional	Identificación de medios de vida y necesidades humanas fundamentales	Descripción de actividades productivas y reproductivas predominante en el territorio delimitado. Conocer la perspectiva de los pobladores y técnicos sobre las condiciones de los capitales de la comunidad y las necesidades humanas fundamentales.	Revisión bibliográfica Entrevistas y encuestas a actores claves	Información secundaria. Observación directa, entrevistas y encuestas a actores clave sobre sus estrategias, medios de vida y recursos.
Análisis de Vulnerabilidad	Exposición	Establecimiento de los cambios esperados en el clima (temperatura y precipitación) y sus efectos directos (humedad del suelo, caudales, etc.)	Colecta de registros de al menos 30 años de datos climáticos. Analizar las percepciones y tendencia de los Registros con lo cual se elaboran Mapas de exposición.	Primer Taller (Línea de tiempo, calendario estacional), Instrumentos
	Sensibilidad	Identificación de los territorios más afectados, efectos de la exposición sobre los diferentes medios de vida y alternativas para reducir la sensibilidad	Presentación y validación de los resultados de entrevistas a actores clave	

	Capacidad adaptativa	Identificación de acciones que se realizan para adaptarse a los cambios.	Entrevistas a actores clave	climáticos e Hidrológicos.
Estrategias de adaptación al cambio climático	Formulación de la Estrategia	Se acuerda participativamente con las personas miembros de las Sociedades de Usuarios de Agua (SUA) los aspectos a priorizar con base en los resultados de sensibilidad y capacidad adaptativa.	Taller participativo	Taller 2 (mapeo de actores, priorización de estrategias de adaptación)
	Validación de las estrategias de adaptación al cambio climático	Con la información del paso anterior se redacta un documento corto de las Estrategias locales de adaptación al cambio climático.	Taller de validación	Taller 2 (Escenario tendencial al 2025, listado de estrategias de adaptación al cambio climático)

La metodología planteada para el trabajo se categoriza en dos apartados: el marco referencial y la estrategia operativa.

El Marco Referencial muestra los enfoques y conceptos seleccionados a utilizar, mientras que la Estrategia Operativa muestra más las cuestiones de método y puesta en práctica.

8.1 Marco referencial

El presente trabajo se basó en experiencias previas de formulación de Estrategias de adaptación al cambio climático (Prado, 2011). Al agregar el enfoque del Marco de Capitales de la Comunidad (MCC) junto con el de Medios y Estrategias de vida, se podrá realizar un efectivo análisis de la dinámica territorial, su composición, recursos predominantes, usos de suelo y principales actividades que permitan satisfacer las necesidades fundamentales de las personas que habitan el territorio.

A continuación una descripción de los conceptos y enfoques a utilizar para el desarrollo de la propuesta:

8.1.1 Estrategias de vida, medios de vida y capitales

Las estrategias y medios de vida están relacionados con las actividades o que hacer de las personas, familias, comunidades u otros conjuntos mayores de ellas que se quieran considerar. Se enfoca en los análisis de los recursos que tiene la comunidad. Los recursos son los bienes materiales e inmateriales, servicios o elementos con que cuenta el individuo, la familia, la comunidad o cualquier otro grupo social o territorial para poder desarrollar sus medio de vida (actividades) productivas y reproductivas. Los medios de vida se definen como las actividades que las personas realizan para satisfacer sus necesidades. La estrategia de vida es el conjunto de acciones (o medios de vida) que realiza una familia (o unidad equivalente) para satisfacer sus necesidades humanas fundamentales. (Imbach 2012).

El enfoque de medios de vida revisa la condición e interacción de los capitales natural, social, humano, físico y financiero, sin embargo Flora et ál (2004) y Gutiérrez-Montes (2005) recalcan la importancia de los capitales político y cultural así como los procesos que se dan para la construcción de cada capital y sus interacciones. El enfoque de medios de vida y el marco de los capitales permite analizar las potencialidades y limitaciones de cada recurso, la sinergia, interacción e interdependencia entre los diferentes recursos, ya que si un recurso se fortalece en riesgo de otro puede no sostenerse la equidad social, económica y ambiental (DFID 1999, Flora et ál. 2004), (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ejemplo de estrategia de vida, medios de vida y capitales de la comunidad

Capital		Medios de vida	Estrategia de vida
<i>Humano</i>	Habitantes saludables con conocimientos de Agricultura.	Cultivo de subsistencia para autoconsumo y venta de remanente	Pequeños parceleros que producen cultivos de autoconsumo que combinan con ganado menor estabulado y migraciones estacionales a la cosecha de café.
<i>Social</i>	Grupos organizados para mejoramiento animal		
<i>Cultural</i>	Producción de la parcela para autoconsumo.		
<i>Natural</i>	Parcela de tierra, semillas, agua para riego.		
<i>Financiero</i>	Dinero venta		
<i>Construido</i>	Vivienda		
<i>Humano</i>	Hombre joven, saludable, conocimientos agrícolas	Migración estacional a la cosecha de café en país limítrofe	
<i>Social</i>	Conexiones para cruzar la frontera y conseguir el empleo		
<i>Financiero</i>	Ahorros para solventar los gastos de traslado		
<i>Infraestructura</i>	Caminos que facilitan el paso de transporte Público para llegar cruzar frontera.		
<i>Humano</i>	Familia saludable a cargo de los animales de la granja.	Ganado que produce carne, abono, ahorro para	
<i>Natural</i>	Animales, tierras comunales para pastoreo		
<i>Social</i>	Comunidad organizada para permitir pastoreo		

<i>Financiero</i>	Dinero de venta de animales	situaciones	
<i>Cultural</i>	Tradición de pastoreo y vida comunitaria	difíciles	

Elaborado por: Imbach (2010)

8.1.2 Adaptación basada en ecosistemas AbE

En el presente proyecto se pretende destacar el papel preponderante de los ecosistemas –y de los servicios ecosistémicos– como herramientas que mejoran la capacidad adaptativa de las comunidades humanas no sólo frente al cambio climático, sino también frente a eventos propiciados por la variabilidad climática. Así, las estrategias de adaptación, mitigación y monitoreo sustentadas en el enfoque AbE e identificadas a través del análisis de vulnerabilidad integral, deben internalizar la vulnerabilidad de los ecosistemas al cambio climático y los efectos de la misma hacia las poblaciones humanas que se benefician de los ecosistemas (Andrade et al., 2010).

El siguiente esquema ilustra cómo se complementan los marcos conceptuales de sistemas complejos y el de la AbE. Además, muestra que la interacción entre componentes principales del sistema es determinante para estudiar el comportamiento del sistema de la cuenca del Río Reventado, tomando en cuenta los condicionantes externos que tienen injerencia en el mismo. Dentro de estas interacciones se encuentra la dinámica que explica la Abe, es decir como los ecosistemas ayudan a hacer frente a los condicionantes externos, a través de los servicios que prestan y los beneficios de estos a las comunidades.

El esquema también considera que los subsistemas están influenciados por condiciones de contorno, como las tendencias climáticas y las políticas públicas relacionadas con los recursos naturales y el entorno socioeconómico de las comunidades. Este último componente incluye el uso de suelo y los modelos de producción agroindustrial predominantes en la región.

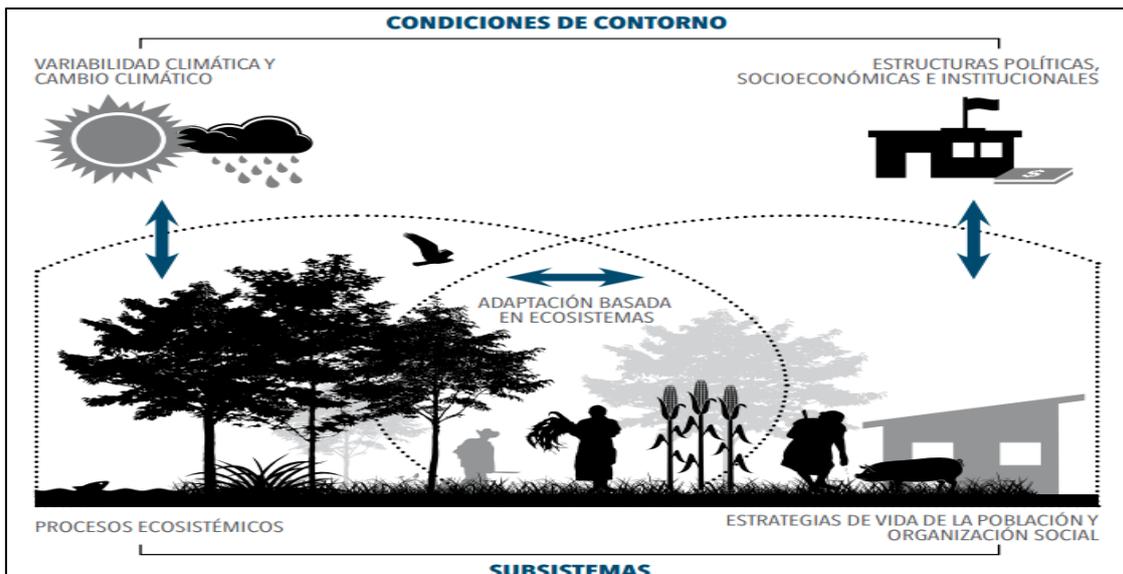


Figura 6. Esquema de análisis de Vulnerabilidad.

Extraído de: Programa de adaptación al cambio climático Región Central de la Sierra Madre Oriental, CONAP, GIZ.

8.1.2.1 Condiciones de entorno

Políticas públicas relacionadas con los recursos naturales, entorno socioeconómico y comunitario. Se refiere al estado actual de la estructura del sistema en términos socioeconómicos, políticos, ambientales y comunitarios, y el cual es clave al momento de explicar las relaciones socio-ecológicas de la población y su entorno: la armonía o desarmonía en el comportamiento de procesos socio-ecológicos.

Variabilidad climática y cambio climático. En la parte alta de la cuenca del Río Reventado las tendencias de cambio de temperatura y el régimen de lluvias y los escenarios climáticos, se interpretan como una condición de contorno del sistema porque explican las actitudes y capacidades de respuesta de la comunidad. Ello implica modificar o adaptar sus actividades productivas y adoptar estrategias de adaptación, mitigación y monitoreo.

8.1.2.2 Subsistemas

Procesos ecosistémicos. Se refiere a una relación dinámica entre las especies y entre estas y su entorno abiótico dentro de los límites de cada una de las comunidades humanas que asientan en la cuenca del Río Reventado. También considera las interacciones físicas, químicas y energéticas, de las que depende la provisión de servicios ecosistémicos.

Estrategias de vida de la población y organización social. Describe el tipo y las características de las actividades productivas, comerciales o de servicios que las comunidades pueden desempeñar, así como las decisiones que estas toman para procurar ingresos. Incorpora también las formas de organización de las comunidades humanas para el aprovechamiento y el manejo de los recursos naturales.

8.1.3 Proceso participativo

La participación de los diferentes actores locales e institucionales en este tipo de procesos, es fundamental para lograr que se tomen decisiones basadas en la realidad de las necesidades y prioridades de los miembros de las comunidades. Con este enfoque también trata de fomentar el empoderamiento de los actores en las decisiones tomadas en conjunto con el fin de que el esfuerzo sea lo más efectivo posible.

En la ejecución de este trabajo se consideró una participación activa e inclusiva. Activa por que los participantes fueron parte de la toma de datos, de análisis y de toma de decisión e inclusiva por que los resultados reflejan la visión de todos los grupos interesados: instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, grupos organizados de la sociedad civil, pobladores, hombres, mujeres y jóvenes.

8.2 Estrategia Operativa

Pasando ahora a la parte operativa del trabajo, la elaboración de las estrategias de adaptación al cambio climático en recursos hídricos se llevó a cabo dos etapas: preparación en gabinete (revisión de información secundaria) y trabajo de campo (recopilación de información primaria). Para realizar estas etapas se efectuó la utilización de métodos mixtos, lo que facilita combinar el detalle del trabajo de campo o lo que se entiende como métodos cualitativos con la posibilidad de generalización a partir de estudios cuantitativos, lo cual permite contextualizar los resultados de una mejor manera.

8.2.1 Caracterización de la variabilidad climática e hidrológica

8.2.1.1 Clima

La medición de las principales variables climáticas fue posible mediante los registros históricos de temperatura y precipitación desde 1935 hasta la fecha, de las estaciones ubicadas cerca de la cuenca del Río Reventado; con estos datos se elaboraron escenarios tendenciales y análisis de las épocas de mayor sequía y con mayores precipitaciones, con lo que se obtuvo un análisis de datos climáticos mucho más robusto y se determinó los factores que podrían influir en la definición de los escenarios climáticos, teniendo en cuenta la variación de la Temperatura y la Precipitación.

Las estaciones meteorológicas con las que se contó pertenecen al ICE y a IMN de Costa Rica, ubicadas cerca del centro de la cuenca y la frecuencia de registro de datos es diaria, las estaciones climáticas se encuentran ubicadas en: Sanatorio Durán, Tierra Blanca, Llano Grande.

Las estaciones tienen la capacidad de medir las siguientes variables:

- Precipitación diaria
- Temperatura del aire
- Humedad Relativa

- Velocidad y Dirección del viento
- Radiación solar

8.2.1.2 Drenaje

Con el fin de llevar a cabo un monitoreo del caudal o salidas desde la cuenca, se determinaron secciones de la cuenca para la instalación de 2 leveloggers y 1 barologger, con los que se llevaron a cabo mediciones automáticas del caudal cada minuto. El sensor de nivel piezómetro (Levelogger), es un instrumento registrador de datos absoluto, que mide la carga hidráulica sobre él y puede utilizarse para determinar niveles de agua superficial y subterránea así como la temperatura. Los niveles de agua son desplegados y compensados con las lecturas de presión con la ayuda de un registrador de presión (Barologger). Los sensores de medición se instalaron en colectores de agua y un vertedero que ya se encuentra en la cuenca construido por SENARA, esto para tener una mejor medición de estos equipos (Anexo 1,2). La respuesta de la cuenca a los eventos de precipitación, es representada mediante gráficas de separación hidrográfica del caudal básico y caudal de tormenta a partir de estas graficas se generaron las proyecciones para la época del estudio. Además, se hicieron mediciones manuales del caudal cada mes mediante el método de molinete de hélice, para así obtener representación de datos y corroborar con los datos automáticos. Las mediciones con el molinete consisten en medir las revoluciones en dos, tres o más puntos durante un minuto, a diversas profundidades a lo largo de una vertical y a partir de la superficie del agua, midiendo el ancho del río (figura 7), luego con los datos obtenidos se ingresaban a un algoritmo el cual arrojaba el dato real del caudal en litros por segundo.



Figura 7. Mediciones de caudal por medio del molinete de hélice.

Fuente: El Autor

8.2.1.3 Balance hídrico

Los Balances hidrológicos mensuales en un área de estudio son importantes debido a que se utilizan para elaborar calendarios agrícolas o para prevención de embalses pequeños para fines de riego. El método propuesto por Thornthwaite utiliza valores de precipitación mensual y temperaturas medias mensuales para determinar las pérdidas de agua y por ende la cantidad de agua disponible.

Método de Thornthwaite:

$$(\text{Mm/mes}) \text{ Etp} = 16 \left[\frac{l}{12} \right] \left[\frac{N}{30} \right] \left[\frac{10Ta}{I} \right]^a$$

Dónde:

l = duración del día (horas)

N = n° días en un mes

Ta = temperatura del aire media mensual (°C)

$$a = 6,75 \times 10^{-7} I^3 - 7,71 \times 10^{-5} I^2 + 1,79 \times 10^{-2} I + 0,49$$

Donde $I = \sum_1^{12} i$ para los 12 meses

$$i = \left[\frac{Ta}{5} \right]^{1,514}$$

La información colectada en la estación climática y la de las variables hidrológicas, permitió el cálculo del balance hídrico, de acuerdo con el método de Thornthwaite.

8.2.1.4 Frecuencia de descarga de datos

Los datos deben descargarse con una frecuencia de un mes. Si bien la capacidad de memoria de los sensores puede permitir que las visitas para descarga de datos puedan realizarse cada 2 o más meses, se enfatizó en la realización de una visita mensual debido a que los equipos necesitan mantenimiento.

8.2.2 Identificación de medios de vida

Se identificaron y caracterizaron las actividades productivas y reproductivas predominantes en el territorio delimitado. Esta información se recolectó de fuentes primarias como entrevistas a actores clave, grupos focales y encuestas a pobladores de las comunidades y técnicos involucrados en el territorio y fuentes secundarias como diagnósticos previos, documentos de proyectos, planes de manejo, entre otros.

Se aplicaron en total 30 entrevistas a actores clave que representan instituciones con conocimiento del tema de variabilidad y cambio climático o con experiencia de trabajo en el territorio y los principales medios de vida identificados previamente, así como otros temas relevantes, tales como la situación del agua para agricultura y la dinámica poblacional. Las entrevistas se basaron en una guía con una lista de preguntas o temas a ser cubiertos donde se obtiene información del contexto general en el que se ubica el territorio delimitado (Anexo 3).

Los talleres se realizaron con representantes de los diferentes medios de vida identificados en el territorio delimitado, también se realizaron con actores clave que cumplen un papel fundamental en la dinámica social, por ejemplo las SUA, SENARA, SINAC, MINAE, ICE entre otros. Para cada taller se desarrolló una guía de trabajo el cual contempla herramientas participativas (Anexo 4 y 5)

El objetivo de las entrevistas a actores claves fue conocer su percepción sobre las estrategias de vida en la zona, su relación con la dinámica climática y cuáles han sido las acciones de adaptación identificadas. Con la información se realizó un informe descriptivo que analiza cuáles son las estrategias de vida más comunes en las diferentes partes de la cuenca.

8.2.3 Necesidades humanas fundamentales

Se elaboró también una encuesta sencilla para conocer la perspectiva de los pobladores y técnicos sobre las condiciones de los capitales de la comunidad y las necesidades humanas fundamentales (Anexo 6).

8.2.4 Análisis de vulnerabilidad

A partir del análisis de la información del diagnóstico de los capitales, medios de vida, e información secundaria se analizaron los diferentes aspectos que determinan la vulnerabilidad del territorio y sus medios de vida identificados, frente al cambio climático.

La información generada y colectada fue presentada y validada en un primer taller realizado con la participación de actores clave, los horticultores y Usuarios del agua (Anexo 7).

8.2.4.1 Exposición

La exposición es el cambio en sí de las variables climáticas, sobre todo al aumento o disminución de temperatura y al cambio en la frecuencia, intensidad y distribución de la precipitación (Brooks 2003).

Con los datos obtenidos a partir de las estaciones climáticas y percepciones de la comunidad y productores obtenidas por medio de entrevistas, se determinaron los principales cambios en el clima (temperatura y precipitación) que se espera causen efectos directos sobre los medios de vida.

8.2.4.2 Sensibilidad

La sensibilidad es el nivel y la condición o aspectos en que el sistema es afectado por el cambio o la variabilidad climática (Brooks 2003).

Se realizaron mediante el reconocimiento de las características "no climáticas" (por ejemplo económicas, culturales y educativas) que limitan a las familias productoras a mejorar las condiciones de sus cultivos y su calidad de vida.

8.2.4.3 Capacidad adaptativa

Son el potencial, habilidades y recursos que tiene un sistema, básicamente sus pobladores organizaciones e instituciones, para hacer frente al cambio (Brooks 2003).

La sensibilidad es el nivel y la condición o aspectos en que el sistema es afectado por el cambio o la variabilidad climática.

Se recopilaron las acciones que realizan los pobladores sobre sus medios de vida para adaptarse a los cambios climáticos percibidos. Así mismo, se recolectaron las ideas o

posibles acciones que los pobladores consideran que deben tomar para enfrentar estas afectaciones. Esta información se obtuvo a partir de la percepción de los pobladores por medio de los talleres y entrevistas a actores clave.

8.2.5 Formulación de las Estrategias de adaptación al cambio climático

La formulación de las estrategias de adaptación al cambio climático se realizó en un segundo taller de manera participativa, donde el punto de partida fue la validación de las Estrategias de adaptación al cambio climático y posteriormente se desarrollaron actividades que promuevan la participación de los SUA para la toma de decisiones. A continuación se detallan los componentes de la Formulación de las Estrategias de adaptación al cambio climático.

8.2.6 Análisis de la capacidad para ejecutar acciones de adaptación al cambio climático

Es una metodología para analizar procesos de adaptación basada en el marco de los capitales o recursos de la comunidad. Explica cómo dependiendo del estado de los recursos o capitales una comunidad puede actuar o superar barreras para la adopción de medidas ante el cambio climático. Partiendo de la percepción del efecto de los cambios en el clima sobre los sistemas productivos y de infraestructura y las condiciones externas que pueden generar limitar la identificación e implementación de acciones para la adaptación al cambio climático.

El esquema de la figura 8, asume que el estímulo externo del clima provoca alteraciones en los sistemas productivos, naturales y de infraestructura (capital natural y construido), si este estímulo es percibido por los individuos y deciden actuar (cuando su capital cultural así lo permite), comienza un ciclo de procesos adaptativos. En las primeras fases del ciclo intervienen el capital humano y social, ya que estos determinan el avance según el conocimiento, habilidades y las redes sociales locales. Una vez que se ha definido la alteración, identificado acciones y tomado una decisión intervienen los capitales financieros y políticos que se refieren a los apoyos externos y los recursos con los que cuentan las familias para implementar una acción adaptativa y sostenerla a lo largo del tiempo (Prado e Imbach, 2010).

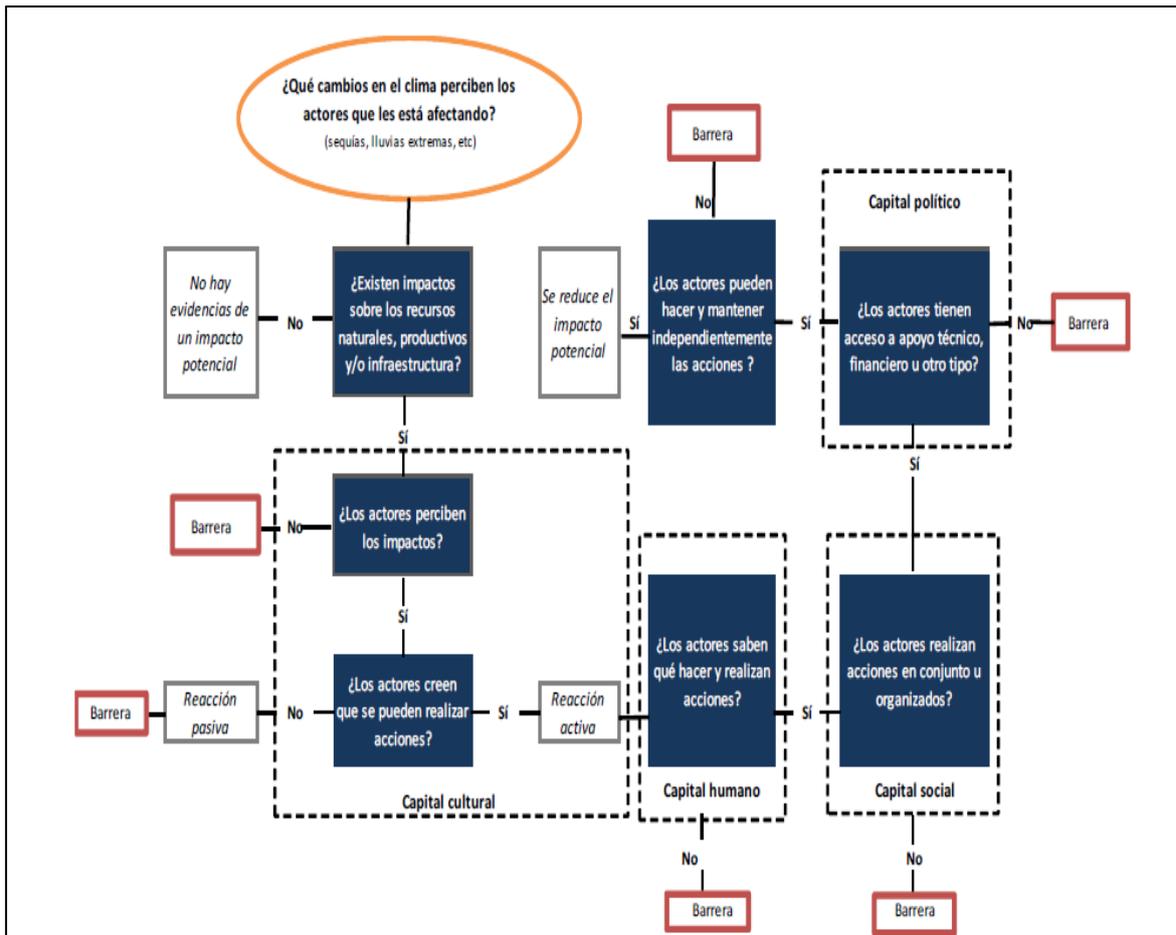


Figura 8. Diagrama para el análisis del proceso de adaptación e identificación de cuellos de botella (adaptado por Urueña y Zamora)

8.2.7 Análisis de la información

El análisis para la información de datos meteorológicos se hizo a través de medidas resumen de cada variable por año (temperatura y precipitación) para conocer el patrón del clima a lo largo del tiempo. Para la temperatura se usaron medias de los datos diarios, mientras que para la precipitación se usó la media de la sumatoria anual. De igual forma se obtuvo un promedio por mes para conocer la tendencia del clima a lo largo de las épocas del año y corroborar con el calendario estacional obtenido con los talleres. Finalmente para identificar una tendencia climática, se realizaron balances hídricos y proyecciones del caudal de la cuenca del Río Reventado.

Con los datos obtenidos de las entrevistas a actores claves y los talleres se realizaron análisis descriptivos, así como la triangulación con revisión bibliográfica.

9. Resultados

9.1 Plataforma de participación

La plataforma de participación está conformada por la Sociedad de Usuarios del agua del (SUA), el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento SENARA como actores del gobierno central, y por la Asociación de Horticultores del

volcán Irazú ASORI en representación de organizaciones locales. Este grupo de actores serán los gestores y ejecutores de las acciones de adaptación al cambio climático identificadas.

Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento, SENARA: su objetivo es la investigación, protección y fomento de los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos.

La Sociedad de Usuarios del Agua: está conformada por los horticultores de la zona, actualmente existen 26 SUA distribuidas en la región norte de Cartago (MINAET, 2012), de las cuales 13 utilizan agua del Río Reventado beneficiando a 350 productores con 386 hectáreas (SENARA, 2006). De estas 13 SUA, SENARA apoya directamente a 5 registradas como: SUA Sanatorio Duran, SUA Río Reventado, SUA El Rodeo de Tierra Blanca, SUA Turusal los Comunes de Llano Grande y SUA APOFLOR. Las cuales en total son 261 productores registrados formalmente.



Figura 9. Plataforma de participación

Fuente: El Autor

9.2 Identificación de medios de vida y capitales de la comunidad

De acuerdo a las condiciones de clima, pendiente y con los datos obtenidos de las entrevistas y por observación directa, se identificaron como medios de vida predominantes los cultivos de papa y cebolla.



Figura 10. Medios de Vida de la parte alta de la cuenca del Río Reventado.

Fuente: El Autor

A continuación se presenta la descripción de la situación de los capitales de las comunidades dentro de la zona de estudio.

9.3 Capital natural

La cuenca del Río Reventado se encuentra dentro del parque Nacional Volcán Irazú y también hace parte del corredor Biológico Cobri-Surac debido a su condición ecológica de mantener áreas no alteradas que preservan especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción como: el quetzal (*Pharomachrus mocinno*), pavon (*Oreophasis derbianus*), ocelote (*Felis pardalis*), puma (*Felis concolor*), jaguar (*Panthera onca*), entre otras especies más, la vegetación está dominada por el género *Quercus*, *Alnus acuminata* (Jaúl) y las familias Lauraceae, Melastomataceae, Araliaceae, Asteraceae principalmente (SENARA 2011). Además es un área privilegiada por los servicios ambientales que ofrece a la población como regulador local del clima, captación de agua e inclusive es una zona potencial para ecoturismo debido a los paisajes que ofrece el volcán y a sus bosques pre montanos en la parte más alta, los cuales están bien preservados. Los recursos hídricos más importantes son los ríos Reventado, Pavas, el Rodeo, Turusal, para los cultivos de hortalizas existe una alta demanda de agua la cual se adquiere directamente de estos ríos.

La actividad productiva se caracteriza por ser en pequeñas áreas en las que se combinan con la producción principalmente de cebolla y papa para la venta en su totalidad.

La producción se ha visto afectada por los cambios climáticos en los últimos años principalmente debido al fenómeno del niño ENSO y los bajos precios del mercado, con lo que influye en las prácticas de manejo y en los cambios de fechas para las cosechas y siembras.

Los productores adquieren las semillas de las hortalizas en los almacenes agropecuarios y por ser cultivos de ciclo corto se realizan hasta cuatro cosechas en el año y se siembra un mismo producto a la vez. La cebolla con ciclos de 3 a 5 meses, El rendimiento de la cebolla es calculado en base a manzanas (unidad de medida de área) 1 manzana = 7000 m², la producción por manzana es de 15.000 a 20.000 kilogramos y la producción de la zona equivale a 3.500.000 por año. Las plagas que atacan este cultivo son diversas y se clasifican según el lugar donde atacan la planta, teniendo como principal plaga la palomilla blanca y el Taltusa (*Orthogeomys heterodus*) que se come las raíces de la cebolla y la papa, para luchar contra estas plagas se utilizan productos químicos, los cuales son aplicados en la noche para tener un mejor efecto esto aumenta el costo de producción debido a que la mano de obra nocturna es mucho más costosa.

A pesar de depender de las lluvias para ciertas actividades de los cultivos, las prácticas como el uso de productos químicos como fertilizantes y pesticidas, afectan la calidad del suelo y de las fuentes de agua incluyendo las de consumo humano.



Figura 11. Capital Natural perteneciente a la parte alta de la cuenca del Río Reventado

Fuente: El Autor

9.4 Capital humano

De acuerdo a datos del INEC 2011 la población de Tierra Blanca donde pertenece la cuenca del río Reventado tiene una población total de aproximadamente 5.103 habitantes teniendo una concentración de un 82% netamente urbana. La mayoría de las familias asentadas en la región provienen de la misma zona.

En Llano Grande la población está en 4342 habitantes. Para ambos poblados el promedio de miembros por familia es de 4.5. El acceso a la educación es bueno y con una infraestructura adecuada, con personal capacitado y disponible. En la zona norte de Cartago el 75% de la población tiene un nivel básico de educación, 20% educación secundaria y solamente el 5% nivel superior (Ramírez *et al*, 2008a). En la región se encuentran centros de formación a nivel de primaria y secundaria y para tener acceso a educación superior es necesario desplazarse a Cartago o San José. Generalmente los profesionales no tienen afinidad con la actividad agrícola lo cual hace que busquen trabajo fuera de zona.

Cuentan con medios de transporte tanto personales como el servicio público de bus hasta la ciudad de Cartago (Ramírez *et al*, 2008a).

Los habitantes de la cuenca del río Reventado no han tenido como prioridad la educación con fines de encontrar mejores empleos, a razón de que la agricultura se ha mantenido como un sustento constante. Entre las razones asociadas a este comportamiento también está la necesidad de mano de obra en las fincas y la ascendencia o tradición agrícola que tienen los padres. Se da la situación que una persona inmediatamente termina sus estudios básicos se incorpora a los trabajos de la finca (IICA, 2000).

En las pequeñas propiedades se cultiva en la totalidad del área y del año para que sea económicamente rentable, cubriendo los costos de producción y los gastos de la familia. La mayor parte de las actividades son realizadas por los miembros de la familia ayudando a disminuir los costos en efectivo. Sin embargo, al momento de la cosecha y transporte se hacen contrataciones externas. (Narváez, 2013)

La zona cuenta con establecimientos de servicio básico de salud se hace por medio de EBAIS, el acceso a los servicios y medicamento es muy bueno según lo comentaron los horticultores en la encuesta de necesidades fundamentales, la principal afectación las enfermedades son la hipertensión y el azúcar para personas de edad avanzada principalmente.

El servicio de agua potable es prestado por la ASADA de Tierra Blanca (Figura 12), según la información de las entrevistas todos los hogares cuentan con sistema de agua domiciliar de buena calidad y apta para el consumo humano.

En general el apoyo en asistencia técnica para los productores es mínima , existen esfuerzos aislados como el ofrecido por una tienda agrícola y la casa matriz comercial del Zurco y ASOCAGRI que brinda asistencia en cuanto a implementos agrícolas y maquinaria, también algunos proyectos del MAG y UCR dan apoyo técnico orientado a productores de papa y cebolla en general. El INTA brinda aporte en materia de semillas de calidad, ya que en la zona la entidad tiene una instalación para sus investigaciones. SENARA colabora en lo que compete al riego y cambio climático. La asistencia a las capacitaciones es para todo el público, ambos géneros y sin distinguir grupos etarios.

En el caso de las mujeres en muchas ocasiones no pueden asistir a actividades de capacitación porque los horarios se cruzan con trabajos o por el cuidado de los niños.

Para las diferentes actividades agropecuarias la mano de obra es contratada en la misma zona, algunos horticultores que tienen hijos varones dentro de la familia, se encargan también de las labores en la finca, incluyendo adultos y niños, con actividades diferenciadas dependiendo de la edad. En algunos casos se contrata mano de obra proveniente de Nicaragua; estos llegan a la zona en épocas de cosecha de la papa y la cebolla que es la época donde mayor demanda de mano de obra se requiere. Las mujeres también son contratadas son requeridas principalmente en la siembra de los plantones para germinación y en el empaquetamiento del producto.



Figura 12. Tanque de ASADA de la comunidad de Tierra Blanca, Cartago, Costa Rica.

Fuente: El Autor

9.5 Capital social

En la zona existen organizaciones de trabajo comunitario, las SUA son una de ellas y ASHORI, en donde los horticultores de la comunidad se organizan y se legalizan para velar por el bienestar de su localidad y trabajar bajo el esquemas de comités o grupos de trabajo por temas de interés para la comunidad Las Sociedades de Usuarios de Agua por medio de SENARA, administran y manejan el servicio del recurso hídrico para el riego y las ASADAS para el consumo humano. ASHORI vela por los precios de las exportaciones para que los horticultores asociados tengan un precio considerable y justo al precio internacional.

Otras organizaciones locales son la asociación de jóvenes, asociación de mujeres, asociación de la iglesia y del cementerio.



Figura 13. Estructura física de la Asociación organizada de horticultores del volcán Irazú.

Fuente: El Autor

9.6 Capital financiero

La economía en la cuenca del río Reventado tradicionalmente se ha basado en la producción de hortalizas, aprovechando ciertas condiciones favorables como la temperatura y las características físicas de los suelos. No obstante, las anomalías climáticas, la continua influencia de corrientes de viento y la predominancia de suelos con texturas arenosas hacen que la dependencia de riego se incremente (SENARA, 2006).

En el total de entrevistas se encontró que los horticultores son los propietarios de la tierra, con áreas pequeñas rondando 1.5 ha. Los dueños de las fincas son en su mayoría hombres. Tienen acceso a crédito aquellos que tienen sustento para mantener el endeudamiento es decir con su tierra y propiedades, por este motivo muy pocos se atreven a adquirir este tipo de servicio con las entidades bancarias, no se conocen líneas

de crédito especiales, el capital financiero que usan para producir son las ganancias de las cosechas.

9.7 Capital político

El SENARA, ha designado un Coordinador Regional y un Coordinador de Proyectos, quienes son los encargados de gestionar los recursos institucionales necesarios para implementar los proyectos de riego de la región y dar apoyo técnico.

La gestión de los recursos hídricos se enmarca dentro de la Ley 216 de 1942 de aguas de Costa Rica, la cual está en proceso de actualización a cargo del nuevo gobierno. El MINAE es el ente encargado de otorgar los permisos para extracción de los recursos naturales y también de velar por la protección y salvaguardar la seguridad de estos. El SENARA es la entidad que otorga las concesiones de agua contando primero con la autorización del ICE, ya que la cuenca del Río Reventado esta priorizada para el aprovechamiento de centrales hidroeléctricas.

El SENARA con las SUA está ejecutando proyectos en la zona, en los cuales se destacan como logros hasta la fecha: proceso de socialización con los horticultores, fortalecimiento de las SUA con nuevos asociados, delimitación y planes de acción en las microcuencas y proyectos de riego por micro aspersión para productores.

En el caso de papa y cebolla, el MAG trabaja en la zona de Sanatorio Durán en Tierra Blanca en el mejoramiento genético y validación de la semilla en las fincas del área. Este trabajo se realiza por medio del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria -INTA-.

9.8 Capital Físico

El centro de población de Llano Grande y Tierra Blanca se caracteriza por presentar los siguientes rasgos:

- El suelo está ocupado predominantemente por actividades agrícolas.
- Tienen 50 o más viviendas agrupadas o contiguas y en general, la distancia entre ellas no es mayor a los 20 metros.
- Dispone de varios servicios como electricidad domiciliaria, agua potable, teléfono, servicio de transporte público, entre otros.
- Cuentan con algunos servicios como escuela, iglesia, centro de salud, puestos de salud, Agencia de Servicios Agropecuarios (MAG) Banco y Guardia Rural.

La zona del proyecto cuenta con una excelente red vial que comunica las áreas de producción con los mercados locales. Las carreteras principales son la autopista Florencio del Castillo San José – Cartago y la carretera Cartago– Llano Grande. Además existe una red de caminos municipales lastrados, transitables todo el año (SENARA 2011).

Llano Grande cuenta con todos los servicios públicos básicos considerados como bienes de consumo colectivo. Además, se encuentran emplazadas muchas empresas de insumos agrícolas incluyendo las de bandejas con plántulas de los cultivos tradicionales (como El Surco S.A) que también brindan asesoría técnica a sus clientes. Además, dispone de centros de atención básica en salud, centros educativos, suministro eléctrico y acueductos rurales, algunos administrados por un Comité local y otros por Acueductos y Alcantarillados (SENARA 2013).

Las características viales del sector de Llano Grande y Tierra Blanca la definen como un área de difícil trazado vial, pues los caminos se han construido con poco orden dejando una serie de calles estrechas y de poca continuidad entre ellas. Además por tratarse de una zona rocosa y en pendiente, se dificulta la construcción de las calles. Otra restricción para establecer circuitos de circulación es la existencia de una serie de ríos y acequias que corren de Norte a Sur, obligando a la construcción de pequeños puentes y alcantarillas para cruzarlos (SENARA 2011). Las vías secundarias según lo manifestaron en las entrevistas se encuentran en mal estado debido a la falta de mantenimiento y al abandono de los gobiernos locales.

Existen rutas de buses intermunicipales hacia tierra blanca siendo su ruta de llegada final en la parte alta del volcán Irazú, sin embargo, la mayoría de los horticultores y pobladores se desplazan en vehículos propios tipo 4x4 y pick up, que se usan tanto para el transporte de pasajeros como también de carga de sus cosechas.

La zona cuenta con un centro turístico llamado Sanatorio Durán el cual fue un hospital capacitado para el tratamiento de la tuberculosis y albergar alrededor de 300 pacientes.

Es importante resaltar que en las comunidades de Llano Grande y Tierra Blanca el acceso a servicios de electricidad y agua para consumo humano, al igual que la disposición de excretas en tanques sépticos o alcantarillado, asciende a más del 94% en todos los casos (INEC 2011). La población de Tierra Blanca y Llano Grande cuenta con agua potable a través de las tuberías de la ASADA la cual transporta el agua desde su tanque de almacenamiento (figura 14), el agua para riego de las SUA proviene principalmente de las concesiones que otorga el SENARA, que en invierno es transportada directamente en tuberías desde la cuenca mientras que en las épocas de verano cuando hay ausencia de lluvias y disminución del caudal, se utilizan reservorios para el almacenamiento del recurso. Los reservorios que mejor se aplican en esta zona son los reservorios tipo estanque (SENARA – MAG, 2010). Los horticultores de la cuenca también utilizan este sistema para almacenar agua de manera más artesanal como se aprecia en la figura 14.

En general la siembra de papa y cebolla no requiere de mucha maquinaria, pero si se requiere de un sistema de riego muy bien instalado. En las entrevistas se encontró que en el mayoría de los casos se utiliza riego por micro aspersión. En la zona Norte de Cartago se utiliza el aspersor Naan-Dan-501-U que en promedio puede tener una eficiencia de 85% en un sistema bien instalado.



Figura 14. Reservorios de proyecto de Riego de Tierra Blanca

Fuente: El Autor

9.9 Capital Cultural

Muy pocas prácticas culturales se realizan en la zona, principalmente celebran en las fiestas nacionales como es el caso de la Independencia y las ferias de Tierra Blanca, que se celebran finalizando el mes de Septiembre.

En el 80% de las entrevistas se encontró que no se realizan prácticas comunales para el bien de la comunidad como es el caso de mantenimiento de caminos, escuelas o colegios, también en las entrevistas algunos pobladores manifestaron que las tradiciones se han venido perdiendo: “ya no es como antes que se realizaban actividades deportivas y lúdicas en el centro de la comunidad, ya esto se ha perdido y la gente no tiene interés en participar”. También en las entrevistas mencionaron que existe un cierto grado de solidaridad entre vecinos pero las iniciativas de organizarse son pocas.

La mayoría de familias de la zona son costarricenses, unos pocos son de Nicaragua generalmente migran en busca de empleo como jornaleros en los cultivos.

La región predominante es la católica y los habitantes de la comunidad son muy devotos a estos cultos religiosos celebrados en el templo de la plaza central.

Los roles dentro del hogar y los sistemas productivos están marcados, los hombres son quienes generalmente se encargan del trabajo de la parcela mientras que las mujeres a las tareas del hogar y cuidado de los hijos.

9.10 Estrategias y medios de vida

La principal fuente de ingreso es la actividad agropecuaria ya sea por venta directa de los productos o por el trabajo desarrollado como jornaleros, contratando todos los meses del año gran cantidad de jornales para la cosechas y siembras de estos cultivos.

Algunas otras fuentes de ingreso son, la construcción, combinan la producción agrícola con actividades domésticas.

Los dos principales medios de vida se describen a continuación:

9.10.1 Papa

La producción de este tubérculo se da en las zonas altas de Cartago (Oreamuno, Alvarado y Cartago Central) y en el cantón de Zarceros en la provincia de Alajuela (SENARA 2011).

La producción de papa ha aumentado este año con respecto al 2011. Durante el 2011 alcanzó la cifra de 52.493 toneladas, mientras que para el 2012 se estima que la producción alcanzaría las 70.808 para llegar a un aumento de 35% de acuerdo al Sistema de Información e Inteligencia de Mercados del CNP.

La oferta de papa a nivel mayorista es muy estable, tiende a un leve incremento en relación a la oferta promedio anual en los meses de mayo, julio, agosto y octubre. En el caso de los precios, estos tienden a ubicarse por encima del promedio anual en los meses que van de noviembre a febrero del siguiente año.

La papa fresca que se importa tiene como destino el mercado del consumo fresco y la industria nacional. Para el 2010 el principal proveedor externo fue Canadá y en el 2011 Estados Unidos.

9.10.2 Cebolla

Las principales zonas productoras de cebolla son: Cartago Central, Oreamuno, Santa Ana y Bagaces.

La tendencia observada es que la oferta sobrepasa el promedio durante los meses de abril a noviembre, que son los meses en que los precios son menores al promedio. Mientras que entre diciembre y febrero los precios son superiores al promedio.

La producción estimada de cebolla alcanzó la cifra de 39.515 toneladas en el 2011, mientras que el consumo nacional mensual se estima en 3.000 toneladas y para el 2012 se espera una cosecha de 34.789 toneladas, o sea, 4.726 toneladas menos, según datos de los censos de producción. Así mismo, las importaciones han disminuido en 2.591 toneladas de enero a septiembre. En el 2011 se habían importado 5.045 toneladas y en este año la cifra es de 2.454 toneladas, en dicho período. Se puede inferir que si se logra equiparar la oferta disponible en el mercado con el consumo del producto, los precios podrán mantenerse más altos, sobre todo si se comparan con los de 2011.

Instituciones como el Consejo Nacional de Producción (CNP) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) a través del Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) y la Gerencia del Programa Nacional de Cebolla siguen con cuidado la intención de siembra en las distintas zonas de producción, con el fin de ir determinando las cuotas de importación con el objetivo de no desabastecer el mercado.

El principal proveedor de la cebolla importada es Nicaragua, con una participación en el total de importaciones del 70%. En el 2010 se importaron 5.587 toneladas y 5.250 toneladas en el año 2011.

Los productos son comercializados en el mercado local o directamente en los grandes distribuidores. En ambos casos existen intermediarios. Los precios dependen del mercado y varían dependiendo del mismo, siendo ASHORI los encargados de regular los precios con el gobierno.

El dinero proveniente de la venta de los productos lo usan principalmente para comprar otros alimentos y complementar la canasta básica, también para comprar ropa y otros productos.

9.10.3 Canales de comercialización

En el caso de la papa y la cebolla, la comercialización se realiza a intermediarios que compran en las fincas y lo distribuyen finalmente en mercados como CENADA, Borbón y Ferias del Agricultor, principalmente en la de Cartago.

Los diversos canales de comercialización presentan graves intervenciones de distorsiones por la cantidad de agentes intermediarios desde el campo hasta el consumidor.

Para los productos generados por las actividades agropecuarias en Llano Grande y Tierra Blanca, los canales de comercialización relevantes son los indirectos, ya que los productos hortícolas son vendidos a intermediarios en las fincas de los productores y estos se encargan de distribuirlos en los diferentes mercados.

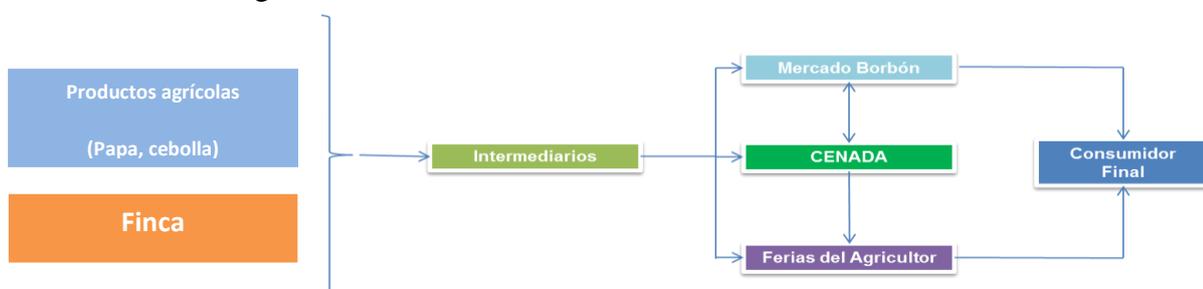


Figura 15. Canales de comercialización que utilizan los usuarios del proyecto de Riego Llano Grande y Tierra blanca.

9.11 Necesidades humanas fundamentales

Los productores perciben como satisfechas sus necesidades personales y de acción, excepto la necesidad de trabajo, que lo califican como regular. Esto está relacionado con las dificultades de la comercialización de su actividad productiva, las condiciones de empleo de la zona, el ingreso por las actividades productivas y el acceso a crédito debido a las condiciones de las entidades bancarias. Los hombres y las mujeres sienten un mayor nivel de satisfacción en las necesidades de alimentación, identidad, autoestima, participación, recreación, con una valoración buena, es decir se sienten identificados con su comunidad, según lo manifestado en la encuesta de necesidades humanas fundamentales Anexo 6.

En el caso de la identidad las personas de la comunidad se distinguen y conocen entre sí, pero manifestaron que las tradiciones culturales si se han perdido mucho, anteriormente se celebraban más seguidamente las fiestas y celebraciones culturales reuniendo a toda la comunidad y visitantes, al igual que las actividades recreativas las cuales ya no existen y no se realizan en la comunidad.

La participación fue calificada como regular manifestando que la distribución de tareas principalmente es el hombre en el campo y la mujer en el hogar y que en la zona existe aún mucho machismo, también se evidenció poco nivel de organización en la comunidad y escaso o nulo el acceso a programas y proyectos sin embargo esta SENARA y otras instituciones trabajando.

Todos los grupos coinciden en percibir como buena la libertad para elegir a sus representantes, y en la sensación de buena seguridad en la zona, que la califican como muy buena, dadas las condiciones de tranquilidad que se vive en la comunidad.

9.12 Análisis de la Oferta de agua - caudal

En el anexo 9 se tiene la cuadro de los caudales medidos con el molinete tipo hélice para el período de estudio también se tienen datos de caudal medidos bajo el mismo sistema para diferentes años realizados por el SENARA claramente lo que se refleja en las lluvias también es directamente proporcional en los caudales de los ríos, para los períodos que se realizó el estudio en el inicio se evidencia es donde se presenta más déficit hídrico los ríos se encuentran con mermas considerables y para las épocas de lluvia el aumento se ve proporcional en los resultados de los caudales realizados y en las gráficos de precipitación.

Un dato interesante y que vale la pena rescatar de las mediciones hechas, es que para todos los registros históricos de caudal en el río Reventado, se presentó el caudal más reducido de todos los años anteriores contando con registros desde 1965 Anexo 9 el cual corresponde al mes de Julio de 2014 con un caudal de 9,6 l/s, lo cual indica y corrobora que este es un año de muchas sequias y confirma las percepciones de los horticultores *”Aquí nunca han floreado los itabos y este año hubo tanto calor que florearon, igual se dio gran producción de aguacates cosa que no se daba antes”* *“Por el fenómeno del niño los ríos bajan”*.

El registro máximo con el que se cuenta hasta la fecha es de 391 l/s registrado en Agosto de 1984, comparado con el dato mínimo descrito anteriormente y analizando su gran diferencia significativa es debido a que el Río Reventado se ha caracterizado por presentar avenidas torrenciales cada ciertos períodos, de aquí deriva su nombre y está catalogado en al Comisión Nacional de Emergencias como un sistema básico de alerta temprana. Interesa destacar la cuenca del Río Reventado, especialmente por su connotación histórico – geográfica asociada a eventos naturales que inclusive influenció la evolución de los esquemas de la atención de las emergencias en el orden nacional, regional y local, específicamente por las erupciones del Volcán Irazú, y a las avalanchas e inundaciones que provocaron daños en las poblaciones de Taras en 1964 y 1965 CNE (Comisión Nacional de Emergencia, 1989), también lo descrito por Vahrson (1992)

sobre erupciones del Irazú con grandes cantidades de cenizas, que originaron un cambio violento del régimen hidrológico, intensas lluvias causaron crecidas y avalanchas, profundizando en la cuenca superior los cauces y provocando así deslizamientos. En la cuenca baja estas avalanchas provocan inundaciones y acumulaciones de los abanicos diferentes. Los deslizamientos activados por estos eventos actualmente muestran poca o ninguna actividad, pero el riesgo de repeticiones de estos eventos persiste (Vahrson, 1992).

No fue posible realizar las mediciones en algunas fechas para algunos ríos, como son el Rodeo y Pavas debido a la turbiedad de los ríos lo que impedía hacer las lecturas correctamente con el molinete y tampoco fue posible instalar los drivers en estos ríos incluyendo Retes, debido a la seguridad de los mismos, principalmente por este motivo no se cuentan con suficientes registros para estos dos ríos.

Los registros mínimos de caudal para cada subcuenca en el periodo de estudio fueron:

Cuadro 2. Registros mínimos de caudal en cada río para el periodo de estudio

Cuenca	fecha	Caudal l/s	latitud	longitud	altura
Pavas	18/09/2014	24.31	213.220	547.491	2201
Turusal	02/10/2014	25.65	214.235	548.524	2431
Rodeo	24/07/2014	21.5	213.219	547.491	2230
Retes	03/07/2014	12.3	215.099	548.859	2590
Reventado	03/07/2014	9.6	213.817	549.276	2558

Los registros máximos de caudal para cada subcuenca en el periodo de estudio fueron:

Cuadro 3. Registros máximos de caudal en cada río para el periodo de estudio

subcuenca	fecha	Caudal l/s	latitud	longitud	altura
Pavas	17/10/2014	49.75	213.220	547.491	2201
Turusal	18/11/2014	51.57	214.235	548.524	2431
Rodeo	18/09/2014	75.87	213.219	547.491	2230
Retes	31/10/2014	48.8	215.099	548.859	2590
Reventado	18/11/2014	77.86	213.817	549.276	2558

9.13 Análisis de la demanda hídrica para cada medio de vida

El agua requerida para cubrir las necesidades hídricas de los cultivos, es proporcional a lo largo de todo el año. En los meses de estiaje, el suministro de agua lo proporcionan los ríos cercanos a las fincas, siendo lo contrario en la estación lluviosa, donde la

mayoría del tiempo la regularidad de las lluvias permite prescindir de los sistemas de riego a presión. No obstante, durante la época de lluvia puede ser necesario aplicaciones leves de riego debido a fenómenos atmosféricos como el que se vivió en este año del Niño que pueden alterar la estacionalidad de un determinado mes. En el caso de la época seca es necesario conocer la certeza de la demanda real de los cultivos al fin de proveer adecuadamente de agua a todos los demandantes.

Para calcular los parámetros hídricos del proyecto, se utilizaron las demandas de agua semanal de los cultivos de hortalizas, que según la encuesta aplicada a los productores, son los cultivos que mayoritariamente se riegan.

Para determinar esta demanda de agua se utilizaron los datos físicos de suelo del “Estudio de Factibilidad del Proyecto Zona Norte y Este de Cartago, SENARA 2011”, los cuales para la zona de Llano Grande la demanda semanal de agua de cada cultivo se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Demanda semanal de agua para una hectárea de extensión de los cultivos propuestos en el plan de cultivos del proyecto de riego de Llano Grande y Tierra Blanca

Cultivo	Volumen (m ³ /riego/Ha)	Intervalo entre riegos (días)	Volumen total semanal (m ³)
Papa	114.6	Cada 3 días	229.2
Cebolla	114.6	Cada 3 días	229.2
Hortalizas	100	Cada 3 días	219.5

Las concesiones a los SUA están distribuidas como se muestran en la siguiente cuadro:

Cuadro 5. Concesiones otorgadas a cada uno de los SUA

Concesión	Volumen l/s
Pavas	10.56
Sanatorio	12.50
Rodeo	15.6
Reventado	35

9.14 Balance entre oferta y demanda hídrica

En la cuadro anterior se tiene el total concesionado para cada Sociedad de Usuarios de Agua para aprovechar los respectivos caudales en litros por segundo de los Ríos: Reventado, Turusal, Rodeo y Pavas. Según los datos obtenidos para las cuencas estudiadas y para la época en que más se requiere el uso de agua por parte de los SUA siendo los meses del verano de noviembre a marzo se tomara en este estudio como referencia los caudales medidos máximos obtenidos en la cuadro número 3, según estos datos las cuencas si alcanzan a suplir las necesidades de riego para cada una de las SUA ya que cuando ellos aprovechan el agua es pasada la época invernal y en plena época seca almacenan el agua en los reservorios instalados por el SENARA figura 14. Aunque para los periodos en que el caudal es mínimo si se complicaría un poco el suministro debido a que los caudales se han reducido en un alto nivel.

El Río Reventado es el más demandado, de los cuatro principales que abastecen la microcuenca de la parte alta. El mayor uso es para riego, destacando la mayor área para cultivo de hortalizas.

La quebrada el Rodeo es la segunda en importancia, debido a los diversos puntos de toma que suministra agua a todos los miembros de la Sociedad de Usuarios de Agua. El río Retes por su parte tiene un importante caudal a derivar para riego parcelario, este río espera su mayor descarga para regar 24.5 ha de hortalizas.

9.15 Análisis de niveles de agua superficial y sus fluctuaciones.

A continuación se presenta un hidrógrama de los niveles registrados en los ríos Reventado y Turusal.

Las fluctuaciones registradas en el río Reventado, muestran que entre la fecha 30/Julio/2014 a 19/Agosto/2014 es el periodo donde menos disponibilidad se presenta variando entre 61 y 64 centímetros luego se presenta ascenso en los niveles del agua, en los periodos 8/Agosto/2014 a 04/Octubre/2014 que corresponden a fluctuaciones estacionales, al inicio y final de las temporadas de lluvia y estiaje, realmente el ascenso que se presenta en la observación, obedece a que la respuesta es muy rápida, pocos días después de ocurrida la lluvia y a partir de 04/Octubre/2014 hasta el final del estudio permaneció constante fluctuando entre 79 y 81 centímetros de columna de agua respectivamente.

Esto concuerda con lo analizado en los niveles de caudal obtenidos para esta fecha mediante el método de molinete de hélice para este periodo el caudal era de 19.92 y al finalizar fue de 74.4 l/s, esto debido también a las fluctuaciones de las precipitaciones que se mostraran más adelante para cada uno de los meses.

Para la serie que le corresponde al río Turusal, se observa que no presenta aumentos, ni tampoco disminuye si no que permanece constante en el periodo de medición. Cabe aclarar que para esta medición se tardó un mes más para ser instalados los equipos, por lo tanto no se tienen los registros del Julio-Agosto.

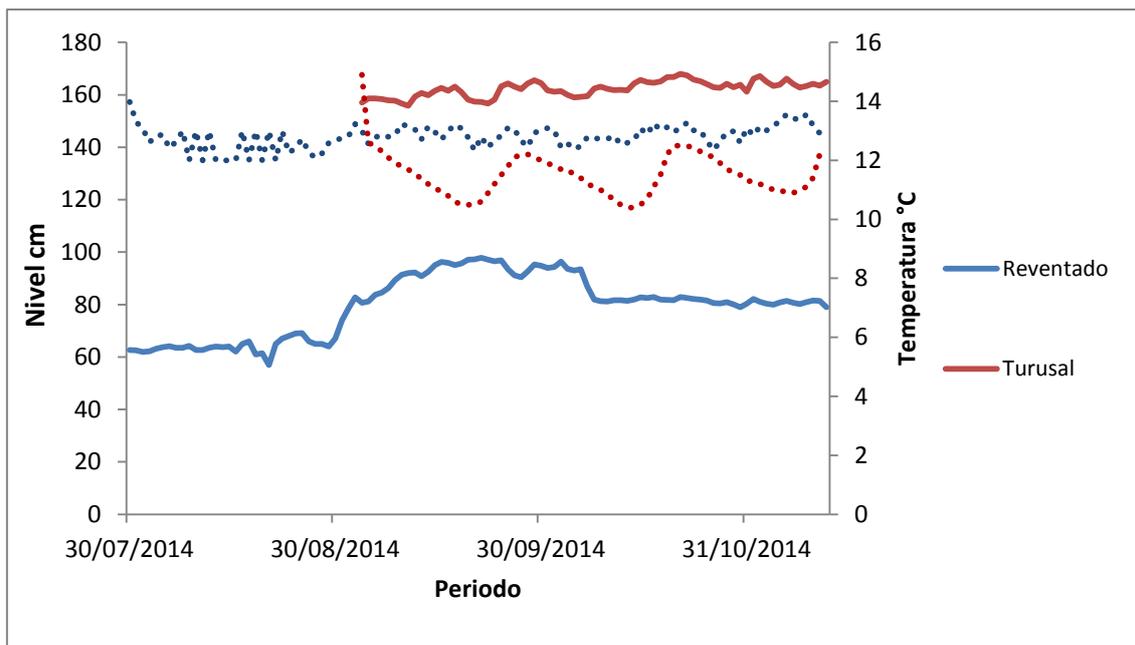


Figura 16. Niveles de agua superficial y temperatura para la época del presente estudio en los ríos Reventado y Turusal.

El gráfico anterior también muestra que la temperatura en el río Reventado es mayor que en la del río Turusal y que además presenta más variaciones que están entre los 10 y los 13 °C.

9.16 Análisis de Vulnerabilidad

El término vulnerabilidad que será tomado en este estudio, se define como “la exposición de una comunidad o sistema natural a un choque o estrés de variabilidad climática y a la condición de hacer frente al mismo”; es decir tiene un componente externo que es el clima y otro interno que es la condición (en dependencia de factores físicos, socioeconómicos y ambiental), y el nivel de respuesta del grupo (Brooks, 2003). Para el IPCC (2007), la vulnerabilidad depende de tres factores: la exposición y la sensibilidad, y la capacidad adaptativa, las cuales describiré a continuación con los resultados obtenidos.

Considerando los cambios en el uso del suelo (figura 5), la morfología de la cuenca, las fuentes de agua y variabilidad climática se puede ver que la vulnerabilidad de los habitantes de la cuenca del río Reventado es alta, ante eventos extremos de precipitación o sequía. Para asegurar el riego de las parcelas de los horticultores se requiere de organización y participación tanto local como de los gobiernos. La cuenca del río Reventado tiene alta importancia económica y la mayor parte de la población depende de actividades agrícolas.

9.17 Caracterización de la *exposición* definida por la variabilidad climática y por las percepciones de los horticultores

En cuanto al clima, los eventos extremos han aumentado tanto en frecuencia como en intensidad (IPCC, 2007). En Costa Rica estos eventos tienen implicaciones tanto en la precipitación como en la temperatura, asimismo, se prevén sequías (ProDUS, 2012). Para el caso de la región Central los eventos relacionados con la precipitación son de mayor magnitud en el Valle Oriental que en el Valle Occidental (IMN, 2008). A pesar de que los eventos extremos de precipitación aportan el 43% del agua del país, esto no conlleva a tener buenas reservas hídricas. Por el contrario, se generan grandes caudales por cortos períodos que son causantes de inundaciones (IMN, 2008).

En la Figura 17 se muestran las estimaciones de cambio para el período 2011 – 2040 en la vertiente del pacífico y la del atlántico. En la región caribe se estima aumento de la precipitación con marcada estacionalidad. Para la región central se estima menor precipitación que la actual y mayor intensidad en el período de verano, ubicado entre julio y agosto (IMN – MINAET, 2012). Es importante destacar que la intensificación del verano entre julio y agosto y la disminución de los frentes fríos en diciembre, tendrán impactos en la producción de la cuenca del río Reventado. Además, la intensificación de los vientos alisios acentúa la erosión eólica y desecamiento de los suelos, con afectaciones negativas en la eficiencia de riego. Estas condiciones limitan la producción agrícola y la hacen cada vez más dependiente del riego.

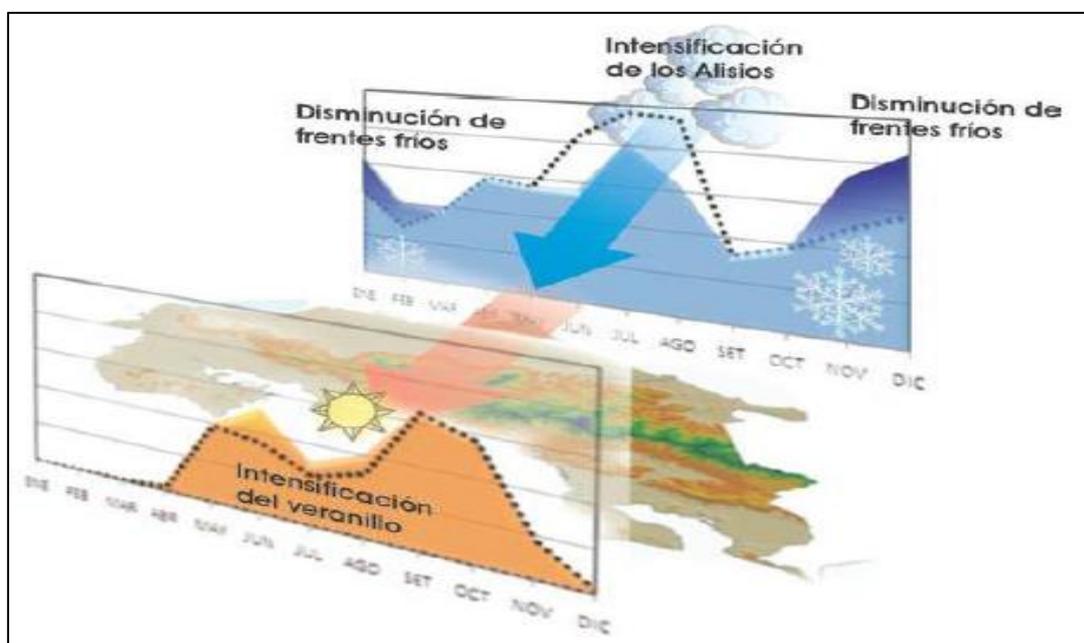


Figura 17. Estimación de cambios de clima 2011 - 2040.

Las líneas punteadas corresponden al clima futuro y las áreas coloreadas corresponden al clima actual

Fuente: IMN – MINAET, 2012

9.18 Análisis climático para cada una de las estaciones climáticas estudiadas.

Los datos analizados a continuación se detallan en el Anexo 10. Los datos son obtenidos gracias al ICE y los de la estación de Llano Grande son del IMN, a continuación se muestran los gráficos de precipitación y temperatura lo cual describe mejor la situación climática de la zona.

9.18.1 Análisis climático Llano Grande

El patrón promedio anual de precipitación está entre 1.400 y 1800 mm, presentándose una marcada estacionalidad a lo largo del año. Los meses de mayor precipitación son los meses de mayo y octubre (figura 18), este patrón estacional concuerda con los datos presentados por Narváez (2011). En la Figura 18 se observa que septiembre y octubre son los meses de mayor precipitación, mientras que julio tiene un descenso al igual que en los tres primeros meses del año, lo cual es denominado como la época de “canícula”. Es evidente también en la Figura 18, la disminución de la intensidad de la precipitación a medida que se avanza en el tiempo, por lo que los cambios percibidos por los horticultores de la zona concuerdan en cuanto al aumento de calor, debido a que ahora llueve menos, por ejemplo para las series del 2014 y comparándolas con las del 2010-2013, se nota considerablemente que está por debajo de las demás por lo que se puede tener un desabastecimiento en años venideros y por ende una merma del caudal de los ríos de los cuales los SUA hacen uso.

Igualmente sobre la figura 18, se podría decir que la variabilidad de temperatura a lo largo de los años de 1986-2011 y de 2006 a 2013, que es el tiempo en el que se tiene los registros, no ha sido tan marcada como la precipitación para la zona de Llano Grande). Sin embargo, tiende a haber una tendencia creciente. En la zona la temperatura depende de la estacionalidad, así se tiene que en la época lluviosa (mayo a octubre) la temperatura va de los 8°C a los 11,9°C mientras que en los meses secos (noviembre abril) hay una variación entre los 12,3°C y 18,2°C.

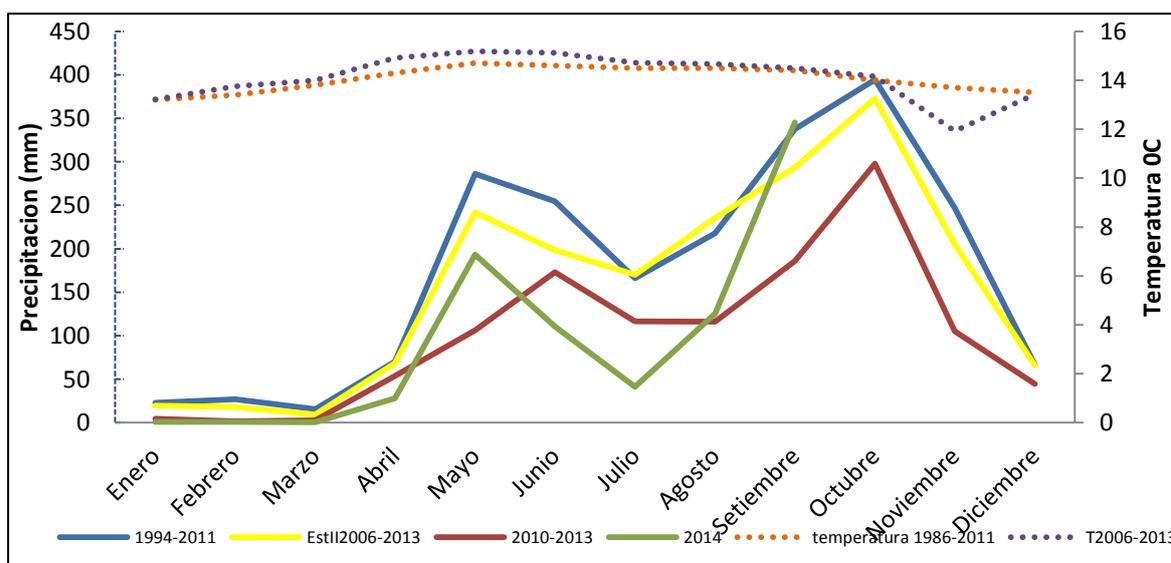


Figura 18. Medias de Precipitación y Temperatura para las estaciones de Llano grande.

9.18.2 Análisis climático Sanatorio Durán

Al analizar las medias mensuales de precipitación y temperatura, se determinó que han permanecido constantes a lo largo del tiempo. Sin embargo, los productores afirman que en la actualidad se presentan menos lluvias y más calor. Comparando estas percepciones con los análisis de los registros diarios de las tres estaciones con las que se contó en la investigación, estas dan evidencia de los cambios para cada mes. A pesar de que la precipitación permanece constante durante los períodos históricos analizados, se evidencia también una disminución de la misma. De esta forma se reportan los productores con relación a la frecuencia de lluvias y aumento del calor a partir de las percepciones encontradas.

En las series de Sanatorio Duran se tiene el registro de temperatura promedio para todas las épocas desde 1935-2014. Para esta serie se presenta un máximo de temperatura de 16,2 °C, presentada en la época de junio iniciando el segundo verano del año, la temperatura mínima está en 12,2 °C para el mes de enero, esto debido a que en la época seca se tienen noches más frías que cuando se presenta el invierno. Como se observa en la Figura19 la temperatura presenta comportamientos similares a los de la estación anteriormente estudiada como se puede notar a continuación.

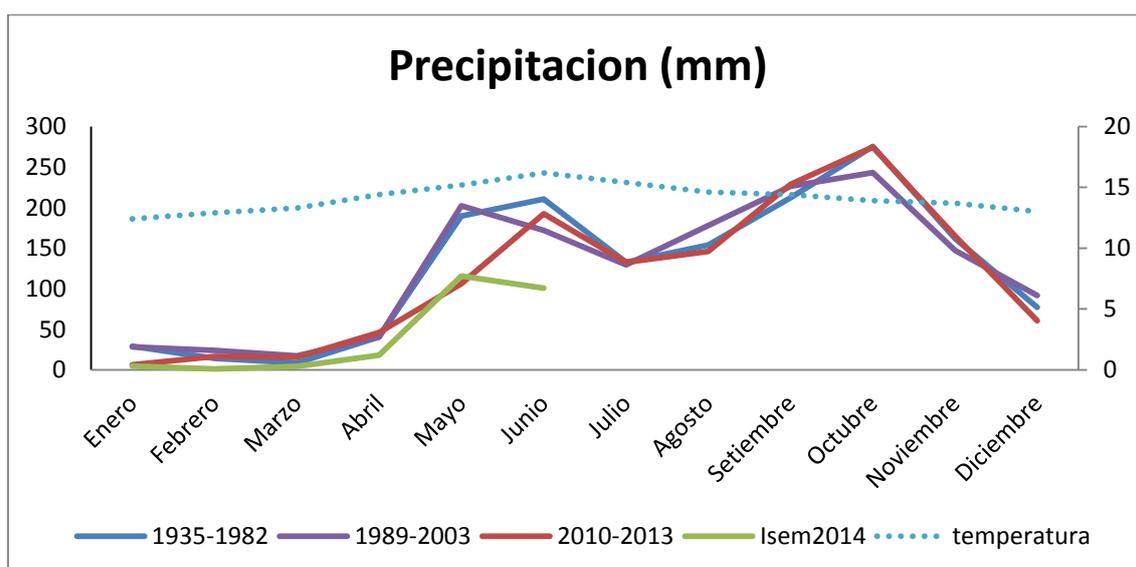


Figura 19. Precipitación promedio mensual para la estación de Sanatorio Durán.

Igualmente para la estación de Sanatorio Durán presenta la misma tendencia a los datos obtenidos por la estación de Llano Grande, con períodos secos en los tres primeros meses, e iniciando Mayo comienzan las lluvias, con un pequeño verano entre Julio y Agosto. Para el mes de Octubre, al igual que la estación de Llano Grande, se tiene un pico representando la lluvias marcadas para este mes, al igual que la conclusión anterior para los datos de Llano Grande, la serie para el 2014 de la estación de Sanatorio Durán, se encuentra por debajo de las demás, por lo que con las percepciones de los horticultores se corrobora una vez más el resultado de un año seco debido al fenómeno del niño, que se ha vivido durante todo este año.

9.18.3 Análisis climático Tierra Blanca

En la Figura 20 se tienen los registros de la estación del ICE de Tierra Blanca, para esta estación no se pudo contar con los registros del 1990-2010, pero para los que si se tienen registros se evidencia la misma tendencia de las dos anteriores, por lo que en la zona el clima es bastante uniforme, mostrando claramente los cambios durante los años secos al igual que las anteriores en el año 2014, se evidencia la disminución de las lluvias marcado por el período ENSO que se está viviendo actualmente.

En el caso de la Temperatura, se puede observar que tiene una tendencia similar a la manifestada por la precipitación, pues a mayor precipitación la temperatura disminuye, como se ve claramente en la figura 20 y mientras menor es la precipitación, la temperatura presenta un aumento considerable. También se puede ver en el figura 20, que los datos de Temperatura para lo que va corrido de este año 2014, ha sido muchísimo mayor el aumento de esta, corroborando las percepciones de algunos horticultores como: “ahora es más caliente el clima, el sol quema más que antes”, “si el calor sigue así ya no vamos a poder sembrar nada todo será un desierto”, conclusiones que coinciden con el estudio mencionado.

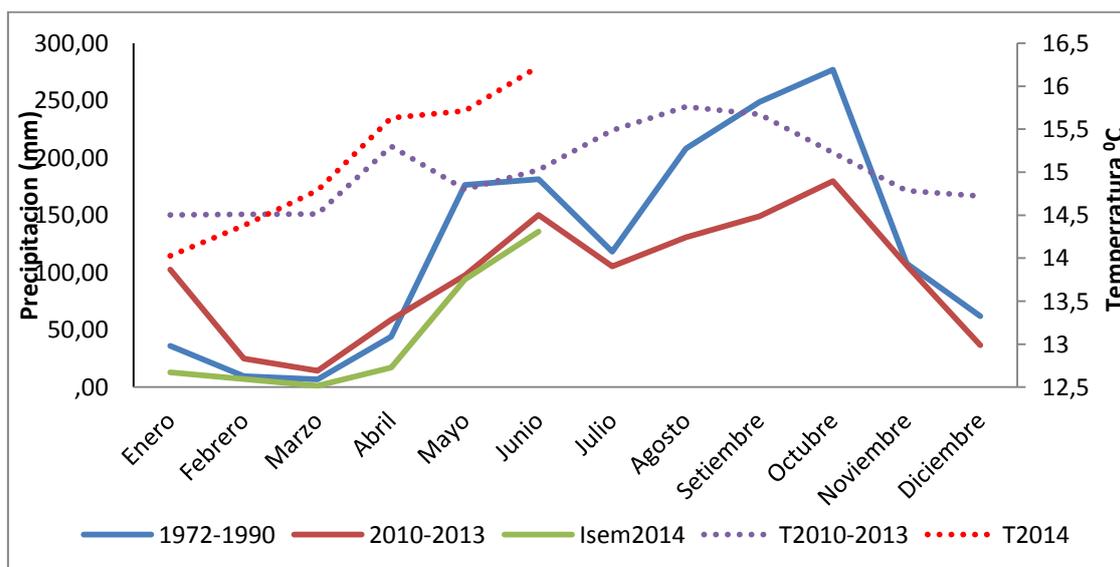


Figura 20. Precipitación promedio mensual para la estación de Tierra Blanca que pertenece al ICE.

En los datos de temperatura obtenidos para Llano Grande se observa que la temperatura permanece más constante, sin embargo, para los datos de temperatura de Tierra Blanca se observa que tiene más cambios a lo largo del tiempo y no permanece tan homogénea como la de la estación de Llano Grande, por lo que se puede concluir para este estudio, que entre diferentes zonas así parezca similar el clima, con los datos climáticos se nota la variación en el tiempo y en el espacio.

La mayoría de los encuestados percibe que actualmente hace más calor que en el pasado y atribuyen ciertos cambios en la producción agrícola, al aumento de la temperatura.

Cuando se les preguntó acerca del clima 99% del total de 30 encuestas realizadas (Anexo 3) respondieron que perciben que es más caliente de lo que era y añadieron que sienten que el sol está más fuerte. Todos estos reportaron que el calor está afectando los cultivos de manera adversa al secar las plantas y la tierra, y son frecuentes los comentarios que indican que el aumento de la temperatura ha sido extremo, como se puede ver en las percepciones presentadas en el anexo 8.

9.18.4 Vientos

La cuenca se encuentra muy poco afectada por los vientos alisos del Norte y los frentes fríos, está bajo la influencia de las ondas del este que provienen de la Vertiente Caribe. Según datos suministrados por el IMN en Tierra Blanca se registraron vientos de 11.5 a 23.5 k/h con dirección predominante hacia el este. Estos vientos son constantes en su dirección durante todo el año y al chocar con el sistema montañoso principal producen una disminución de las lluvias en el sotavento, lo cual caracteriza a la zona como la menos lluviosa dentro de la cuenca Reventazón - Parismina.

9.18.5 Humedad Relativa y Brillo Solar

Los valores de humedad relativa varían entre 74% para el mes de junio como valor mínimo y 86% para los meses de septiembre y noviembre como valor máximo. En cuanto al brillo solar el mínimo registrado es de 4.5 horas en época lluviosa, mientras que el máximo corresponde a 8.7 horas en la época seca.

9.19 Balance hídrico para las diferentes zonas estudiadas por el método de Thornthwaite.

El déficit o sequía obtenida con el promedio de precipitaciones entre Llano Grande y Tierra Blanca es muy similar al logrado con el promedio de la estación de Sanatorio Durán. Si se revisan los datos recolectados en las estaciones, ambas presentan valores muy similares en cada año y serie de registro. Caso contrario sucede entre el año 2010-2013 para Sanatorio Durán, donde los promedios varían más notoriamente, en el mes de Enero se añade un mes de superávit para la estación de Tierra Blanca, en la serie correspondiente 2010-2013, igualmente para diciembre, en la serie de Llano Grande 2006-2013. Comparando todas las series, las diferencias son más notorias en los meses de septiembre y octubre que son los meses donde más llueve, tanto para la serie de Sanatorio Durán como también para las demás.

Para la demanda hídrica en los cultivos se tiene evidencia de que el almacenamiento debe iniciarse a mediados de Septiembre que es cuando se tiene un superávit y así solventar los primeros meses, que es cuando el déficit hídrico está presente hasta el mes de mayo, como se observa en la figura 21 a continuación.

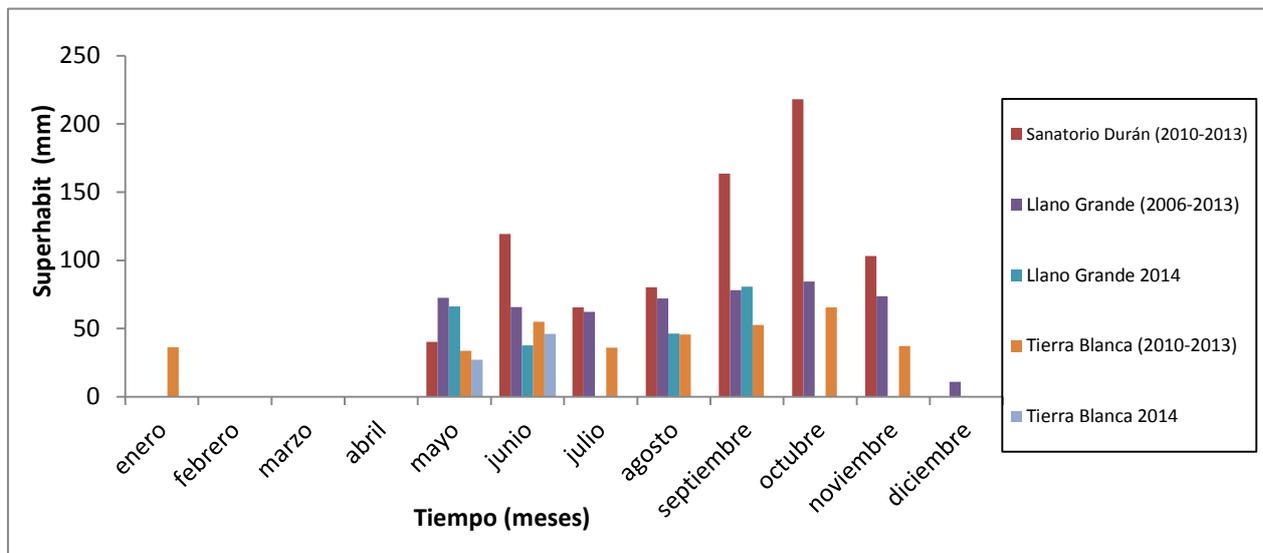


Figura 21. Relación de superávit hídrico para cada mes

Los resultados obtenidos mediante el método de Thornthwaite, permiten tener un panorama de los caudales brutos a derivar en un futuro embalse en la zona. El reservorio para este caso puede ser solo para proyectos de riego, o bien podría preverse más caudal en caso de escasez para otras actividades que no afecten directamente ni indirectamente la salud pública de los pobladores.

En conclusión, se puede ver en la Figura 21 que solamente entre los meses diciembre a mayo se presenta déficit hídrico, para los meses restantes hay exceso de humedad.

9.20 Análisis exposición

La variabilidad que se reporta en los datos anteriores se caracteriza principalmente al presentarse menos días con lluvias (más intensas que antes) e intervalos de varios días secos (Ver Anexo 8). De igual manera la temperatura ha permanecido constante y la percepción de más calor puede estar asociada con la ausencia de lluvia que favorece el aumento de los vientos y secamiento de los suelos y consecuente afectación a los cultivos. La reducción de las lluvias a la que hacen referencia los productores, se relaciona con el cambio en la frecuencia de precipitaciones a lo largo de cada mes, con poca afectación al volumen (IMN, 2008). Además, es posible que la ocurrencia o no de lluvias sea inconsistente con el calendario agrícola, siendo más impactante para los productores. También tiene implicaciones el aumento del área regada lo que genera competencia por el recurso a la vez que vuelve evidente la variabilidad climática (SENARA, 2006).

Por otra parte, al revisar el balance hídrico (Figura 21) se puede notar que la mayor parte del año presenta exceso de humedad. Sin embargo, este comportamiento no refleja

los cambios que manifiestan los productores, quienes afirman que en el pasado cuando iniciaban las lluvias estas sucedían a diario, permitiendo que los cultivos se desarrollen, y en la actualidad las lluvias suceden con más intensidad pero cada dos o tres días, afectando los cultivos hortícolas.

A pesar de los cambios en precipitación y temperatura percibidos por los productores, el uso del suelo en la Zona Norte de Cartago no ha cambiado con relación a la década de 1990 Figura 22. Hay predominancia de monocultivos agrícolas, viveros de flores y pasturas con alto consumo de agroquímicos (Astorga, 2007). Lo anterior aunado los problemas de erosión de los suelos a causa de las prácticas agronómicas inadecuadas y a factores climáticos adversos, ocasiona altos niveles de turbiedad y contaminación de las aguas del río Reventado (Astorga, 2007).

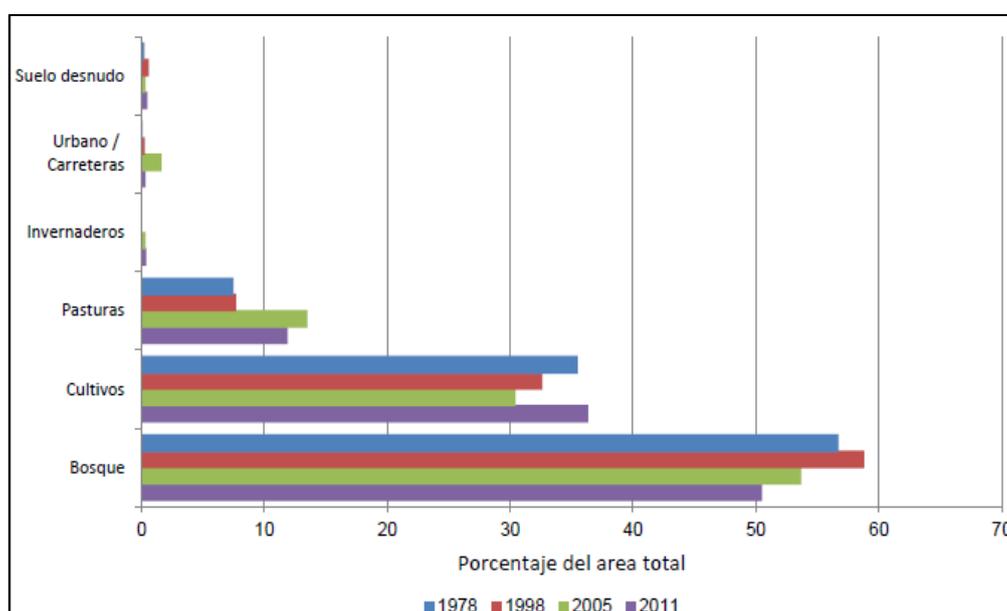


Figura 22. Superficie ocupada por cada uso en 1978, 1998, 2005 y 2011.

Fuente: Narváez, 2011

Además, La geología y topografía predominante en la cuenca del río Reventado genera alta susceptibilidad ante avenidas del río o deslizamientos en masa. Este tipo de sucesos se han venido dando como consecuencia de la proximidad de fallas geográficas, sismos y eventos climáticos extremos (Ramírez et al, 2008b). Por esta razón se puede encontrar áreas de cultivo sobre suelos inestables resultado de previos deslizamientos (Cortés, 1997). Estas condiciones llevan hasta un nivel económicamente no rentable el uso de reservorios profundos para extracción de agua para riego (SENARA, 2006). Además con la disminución de los bosques de galería se incrementa el riesgo de desbordamiento con consecuencias negativas para las áreas de cultivo y viviendas.

De acuerdo con el IMN (2008) la región central de Costa Rica se divide en Valle Occidental y Valle Oriental, en este último se encuentra la cuenca del río Reventado. Los dos valles presentan características climáticas diferentes pese a su cercanía. El Valle Occidental es más lluvioso (ver Figura 4) alcanzando 2300 mm, en cambio el

Valle Oriental tiene un máximo de 1700 mm. Sin embargo, en el lado oriental se presenta mayores lluvias en diciembre, enero y febrero como resultado de la influencia del caribe.

El Valle Central Occidental se encuentra en la vertiente del pacífico y el Valle Oriental se ubica en la vertiente del atlántico con proximidad a la divisoria continental de agua (IMN, 2008). No obstante reciben influencia tanto del pacífico como del caribe gracias a la configuración de las montañas que generan pasos o canales. El acceso desde el caribe hacia el Valle Oriental donde se encuentra el río Reventado fundamentalmente está conformado por la depresión del río Reventazón entre los volcanes Irazú y Turrialba lo que permite el acceso de los vientos alisios y frentes fríos durante los meses de diciembre y enero principalmente (IMN, 2008).

De acuerdo con Zapata et al (2007), las regiones con predominancia de vientos presentan disminuciones de la velocidad por cortos períodos de tiempo a lo largo del día (24 horas) y generalmente las menores velocidades se presentan en la noche. Concluyendo que el requerimiento hídrico de los cultivos se debe suplir en las noches o en cortos períodos de tiempo donde la velocidad se reduce. Sin embargo, en la cuenca alta de río Reventado es una práctica de difícil adopción, ya que implica altos costos al tener que utilizar sistemas automáticos operados por software especializado que aplique el riego en el momento indicado. Igualmente, se requiere que el volumen y presión de agua sea suficiente para mantener operativos todo el micro-aspersor de forma simultánea y así lograr cubrir las necesidades de riego en los cortos períodos de tiempo con ausencia de vientos.

Los horticultores de la parte alta de la cuenca del Río Reventado ya perciben algunos de estos cambios. En el cuadro 6 muestra los resultados de la percepción de los horticultores de un patrón "normal" del clima y los principales cambios observados en los últimos diez años. Los principales cambios en el clima a los cuales están expuestos son: aumento del calor y temperaturas sumado a la alteración en el patrón de lluvias en el inicio y finalización de la estación así como épocas secas prolongadas durante todo el año con poca presencia de lluvias, disminución del caudal de los ríos limitando así la utilización del recurso.

Los productores, además, mencionaron que cada vez escasea más el agua disponible para riego, lo que coincide con la percepción con los pobladores miembros de juntas de agua, quienes mencionaron que en época seca se debe racionar el agua distribuida todos los SUA. Pero esta escasez también se debe a la alta demanda, por la falta de infraestructura para una adecuada distribución y por la tasa de deforestación en la zona.

Cuadro 6. Patrón “normal” del clima y cambios percibidos por los productores de la cuenca del río Reventado, Costa Rica.

	Patrón “normal” del clima ¹	Cambios percibidos
Lluvias	La época lluviosa va de Julio a Noviembre, con lluvias más fuertes entre los meses de Septiembre y mediados de Octubre.	No se presentan lluvias intensas como antes el Invierno iniciaba a principios de Julio ahora llega un poco más tarde casi iniciando Agosto y con lluvias menos intensas y menos frecuentes. Se presentan algunas lluvias esporádicas durante los meses de marzo y abril, iniciando la época de lluvia a mediados de Junio hasta el mes de octubre. Estas lluvias no son uniformes, llueve por sectores en las partes altas. En septiembre y octubre las lluvias caen con mayor intensidad
Canícula	Entre 10 a 20 días en el mes de Julio.	Se ha iniciado a mediados de Junio y se ha extendido hasta Agosto, con más de 20 días.
Temperatura	Más caliente: entre Febrero y Mayo puede variar entre 15 a 20 °C. Más frío: Septiembre y Octubre, puede variar de 9 a 15 °C.	Las temperaturas han aumentado llegando hasta 20 °C en las zonas bajas y en las zonas más altas pueden llegar hasta 14 °C. Se percibe en general un aumento de temperatura durante todo el año, siendo el mes de Noviembre a Febrero más caluroso y el mes de Octubre más frío
Vientos	La velocidad del viento es mayor en los períodos secos y se reduce durante las lluvias, es decir son mayores en el mes de Febrero y Marzo.	En toda la época hay vientos fuertes en la zona debido a que hay más calor.

¹ Patrón “normal” del clima: se refiere al patrón de la época de lluvia y la época seca ideal para realizar las actividades agrícolas, sin alterar la producción y cosechas de los horticultores.

9.21 Análisis Sensibilidad

De los talleres se identificó que las afectaciones se pueden dar en el rendimiento del cultivo con disminuciones en las cosechas, en los costos de producción debido a la afectación de las plagas y por ende también en la calidad del producto. El Cuadro 7 describe los efectos percibidos por los horticultores para cada uno de los cambios en las

variables del clima a los que están expuestos. Como se puede observar, los cambios en el patrón de lluvias afecta el rendimiento de todos los cultivos. Sin embargo, los productores mencionaron tener mayores impactos donde los cambios en el patrón de lluvias, la extensión de la canícula y la aparición de vientos afectan el rendimiento de las cosechas.

Cuadro 7. Efectos ante la exposición del cambio climático sobre los medios de vida agrícolas de la cuenca del río Reventado, Costa Rica.

Medios de vida productivos				
	Productividad	Calidad de productos	Costos de producción	Recursos hídricos
Cambios en el patrón de lluvias	Disminución de la cosechas	Aumento de plagas como la palomilla, afectando el rendimiento.	Tanto aumento de insumos para combatir plagas.	Mayor requerimiento de concesión de agua, aumento de ilegales.
Extensión de la canícula		Aparición de plagas y enfermedades	Aumenta los costos de producción.	Disminución del caudal otorgado por la concesión, cambios en los horarios para riego, aumento de demanda por el recurso
Aparición de vientos fuertes	Sequedad de los suelos.	Vientos fuertes dañan la hojas de la papa y merma el rendimiento.		

De los recursos o capitales de las familias productoras en las entrevistas se tuvo el insumo para determinar los aspectos no climáticos para poder ajustar sus actividades ante los cambios climáticos. Los aspectos más relevantes encontrados son: actividades agrícolas, aspectos organizacionales e institucionales y gestión del recurso hídrico como se muestra en la cuadro 8.

En las actividades agrícolas se contemplan elementos relacionados que afectan directamente con la productividad, comercialización y costos de producción de los productores. En lo organizacional-institucional comprende aspectos de la gestión de las

instituciones presentes que inciden sobre los productores. En la gestión del recurso hídrico se toma en cuenta las situaciones que están perjudicando el recurso hídrico para el riego de cultivos.

	Natural	Humano	Social	Financiero	Cultural	Político	Infraestructura
Actividades Agrícolas	<p>-Agotamiento de suelos y resequedad de los mismos por la producción intensiva.</p> <p>-Contaminación de las fuentes de agua por los requerimientos de químicos para la producción.</p>	<p>-Falta de conocimiento para aplicar buenas practicas.</p> <p>-Temor y poco riesgo a innovar con otras actividades.</p>	<p>-Alta competencia en el mercado Internacional.</p> <p>-Las SUA no tienen a todos los productores de la zona dentro de su sociedad, por lo que se generan conflictos entre ilegales y legales.</p>	<p>-Dependencia del mercado mayorista Y la intermediación para comercializar sus productos.</p> <p>-Altos costos de producción por las actividades de riego, compra de insumos y mano de obra.</p> <p>-Poco y limitado acceso a créditos Pocas alternativas de generación de ingresos</p>	<p>-No hay festividades relacionadas a la Agricultura ni tampoco ferias de alimentos</p> <p>-Las familias consumen muy poco de los productos cosechados</p> <p>-Los productores no dan valor agregado al producto</p>	<p>-Existen programas de difusión de información climática para los productores y personas en general pero los productores no tienen la forma de acceder a estos.</p>	<p>-Mal estado de las vías secundarias.</p> <p>-Falta de un centro de acopio para los horticultores vinculados a ASHORI, según el presidente de ASHORI se tiene pensado construir uno ya se tienen los terrenos y planos para construir.</p>
Organización institucional		<p>-Falta capacitación para los miembros de las SUA en aspectos</p>	<p>-Falta de articulación de esfuerzos entre los actores y entre los ilegales para</p>	<p>-El SENARA cuenta con poco presupuesto para la ejecución de todos los proyectos.</p>		<p>-Falta sinergia entre las diferentes instituciones encargadas de velar por los</p>	

		legales, técnicos, de gestión hídrica y de cambio climático.	vincularse al proceso			recursos.	
Gestión del recurso Hídrico	-Alta demanda de agua para riego -Alta contaminación de las fuentes de agua por la cercanía de las parcelas -Deforestación en zonas de recarga por extracción de leña y tala ilegal.	-Falta fortalecimiento y capacidades en las SUA.	-Resistencia de algunos productores ante los programas o acciones que está ejecutando el SENARA.		-Falta de conciencia para conservar el recurso.	-Actualización de la ley de aguas para Costa Rica	-Faltan estructuras para una mejor distribución del agua para riego como desarena dores y reservorios de almacenamiento de agua

Cuadro 8. Aspectos socioeconómicos que influyen en la sensibilidad de los horticultores en la parte alta del río Reventado.

10. Capacidad adaptativa

Para analizar la capacidad adaptativa de los diferentes medios de vida se identificaron las prácticas y acciones de adaptación al cambio climático realizadas por las familias productoras. Se tomó de referencia la información recolectada para los capitales o recursos y las fortalezas y oportunidades obtenidos en las encuestas, entrevistas y talleres.

Se identificaron cinco tipos de acciones importantes realizadas entre los grupos productivos, que les ha permitido adaptarse de una u otra forma. Estas acciones son: prácticas de conservación de suelos, semillas mejoradas, uso de equipo para la producción y comercialización sin intermediarios. El cuadro 9 muestra cuáles medios de vida realizan estas acciones y bajo qué circunstancias, es decir si se realizan de forma individual, colectivamente o con apoyo externo.

La mayoría de acciones se realizan de forma individual y con apoyo externo de las instituciones. Se rescataron acciones individuales como las siembras a contorno de curvas de nivel, que muchos horticultores manifestaron en las entrevistas que las realizan en sus fincas. Vale la pena rescatar que las acciones que más se han usado en la zona y las que más han tenido un impacto eficiente han sido la construcción de reservorio de captación de agua. SENARA para este año instaló otro pozo en la zona con lo cual se suman dos de este tipo, además existen algunas experiencias de horticultores que han construido sus propios reservorios artesanales para el almacenamiento de agua en las épocas de sequía, Figura 14.

Todas las acciones mencionadas son importantes, pero son insuficientes para reducir los impactos actuales y potenciales. Es necesario que todos los productores ejecuten los diferentes tipos de acciones para mejorar el rendimiento, la calidad y disminuir los costos de producción cada uno de sus cultivos. Por consiguiente, es importante rescatar estas acciones y replicarlas, así como incentivar la acción colectiva donde se unan esfuerzos y se gestionen eficientemente los recursos.

En el primer taller los participantes mencionaron diferentes acciones a realizar para aumentar su capacidad adaptativa y reducir la vulnerabilidad al cambio climático, las cuales se describen en la siguiente cuadro.

Cuadro 9. Acciones de adaptación al cambio climático realizadas por los medio de vida productivos en la parte alta de la cuenca del río Reventado, Costa Rica

	Acciones Individuales	Acciones colectivas	Acciones con apoyo externo
Conservación de suelos	<p>Cebolla y papa:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Abono del suelo con gallinaza -Zanjas de escorrentía -Reforestación en áreas boscosas y quebradas -Cercos vivos -Manejo de basuras - Siembran en contorno a las curvas de nivel. 	Reforestación	-ASHORI plantación de árboles los cuales los facilita el MAG y el ICE La UCR ha hecho prácticas de tratamiento de suelos como curvas de nivel.
Selección de especies resistentes			-INTA y MAG seleccionan a través de sus ensayos las semillas mejoradas y de mejor genética resistentes a plagas y enfermedades
Sistemas de Riego	<ul style="list-style-type: none"> -Arreglan las fugas de agua. -Gastar menos agua Distribución equitativa del Agua. -Mejoras en sistema de Riego cambiando de Micro Aspersión a riego por goteo. -Algunos productores construyen reservorio artesanal con plásticos para almacenar agua para riego. 	-Organizarse en las SUA.	<p>-SENARA ha instalado en la zona el sistema de riego para los productores asociados a las SUA y así economizar y aprovechar mejor el recurso.</p> <p>-SENARA tiene dos reservorios de almacenamiento de agua para las épocas de verano con vertederos en las cuencas y sistemas de desarenadores.</p> <p>Las casas matrices como el ZURCO y ASOCAGRI capacitan y actualizan lo último en tecnología de sistemas de riego.</p>

Equipo para la producción	Aran con tractor		Las casas matriz el zurco y ASOAGRI envían ingenieros a las parcelas para asesorar a los productores sobre nuevas tecnologías en producción. -El MAG capacita a los productores para tener las medidas precisas de fungicidas y abonos.
Comercialización sin intermediarios	Papa y cebolla: Pueden vender el producto directamente a las mayoristas.	ASORI regula precios del mercado internacional con el gobierno y evalúa los tratados de libre comercio con otros países para que salgan beneficiados sus asociados.	Venta del producto en las ferias de mercado con apoyo de las alcaldías.

11. Prácticas de conservación de suelos efectuadas en la zona de estudio para los medios de vida analizados.

Los horticultores de la zona noreste de Cartago, están conscientes de la riqueza del recurso suelo que tienen para producir, por eso es común observar que utilizan prácticas agrícolas no conservacionistas en los cultivos de papa y cebolla, como es la preparación del terreno y siembra, al inicio de la estación lluviosa, con los surcos en sentido de la pendiente. De hecho, cuando se presentan las primeras lluvias fuertes, se comienza a erosionar el terreno y el suelo es arrastrado en grandes proporciones pendiente abajo, quedando las marcas de erosión hídrica en el terreno.

La mayoría de los horticultores tienen conciencia de estos problemas, pero no parece preocuparles mucho la pérdida de suelo fértil que están sufriendo año tras año, pues estos suelos son muy profundos, ricos en materia orgánica, lo que responde a la acumulación periódica de cenizas volcánicas que emana el Volcán Irazú, la cual renueva los suelos. En efecto, se ha observado en algunos sitios que estos suelos tienen el horizonte A, con espesores superiores a un metro.

También se observa que casi no existen obras de desagüe como acequias de ladera, canales de guardia, terrazas, para la evacuación del exceso de agua de escorrentía, en una manera ordenada y planificada, de tal forma, que recojan las aguas de los terrenos aledaños por medio de esas obras y esa agua de escorrentía pueda ser vertida en quebradas, drenajes naturales y ríos.

Cuando no se hace un manejo racional del suelo y el agua, se induce a la degradación del suelo y se reduce la calidad del mismo con la aplicación de técnicas de producción inadecuadas, en un afán de mantener la producción. La preparación de tierras en la agricultura bajo riego, se realiza cuando el suelo está en condiciones secas, y si se hace un inadecuado laboreo agrícola, puede provocarse mayor riesgo a la erosión y deterioro de las características físicas del suelo, como el desarrollo y grado de la estructura, densidad aparente, compactación, etc.

Las prácticas de conservación de suelos buscan aumentar o al menos sostener los rendimientos del suelo y conservar la fertilidad natural por el mayor tiempo posible. La pendiente de las áreas que están bajo riego, oscilan entre el 3 al 30% o más, y los cultivos que se siembran en la zona son de ciclo corto, lo que implica mayor mecanización agrícola o tracción animal para la preparación de las tierras, cuando la pendiente y pedregosidad del terreno lo permite. El uso del suelo es intensivo y casi no hay condiciones de "barbecho" o descanso entre una y otra siembra, y esta falta de período de reposo del suelo, no mejora el reciclamiento de nutrientes ni la población microbiana del suelo. En estas fincas es necesario llevar a cabo algunas prácticas de conservación de suelos y agua, pues la infraestructura de riego permitirá la siembra de cultivos durante todo el año, realizándose un uso intensivo del suelo. Las prácticas de manejo que se recomiendan en esta clase es labranza mínima, fertilización con base a análisis químico de suelo, aplicación de enmiendas, uso de abonos orgánicos, siembra en curvas de nivel, uso racional de maquinaria agrícola para la preparación de tierras, siembra en terrazas, hechura de canales de guardia, acequias de ladera, siembra de cortinas rompevientos, barreras vivas y otras prácticas de conservación de suelos que ayudarán a aminorar la degradación del suelo.

12. Análisis de la capacidad para ejecutar las acciones de adaptación al cambio climático

Para cada medio de vida productivo se realizó un análisis del proceso de adaptación. Se determinó cuáles son las limitantes para ejecutar y mantener acciones de adaptación a los cambios climáticos que impactan los productores.

En el cuadro 10 se detalla cada una de las preguntas realizadas para el análisis. Ante las tres primeras preguntas no existe ninguna barrera, para los diferentes medios de vida se perciben los cambios climáticos y los productores reconocen cuáles son los impactos en los cultivos. En el cuarto y quinto punto, los productores tienen una reacción activa ante la falta de capacidad de proponer posibles soluciones, algunos ya aplican alguna técnica para disminuir los impactos, otros mencionaron diferentes acciones a realizar pero manifestaron la necesidad de apoyo técnico y financiero. Por tanto, reconocen qué acciones se pueden hacer pero muy pocos tienen la capacidad de ejecutarlas.

En el siguiente punto, referente al acceso a apoyo externo, todos los productores tienen acceso a algún tipo de ayuda. Por ejemplo, cuentan con el apoyo técnico del SENARA, MAG, INTA, UCR, el MAG por medio del INTA dispone a los horticultores de la zona con semillas mejoradas para sus cultivos, la UCR hace prácticas, capacitándolos en temas de cambio climático y manejo de suelos, el SENARA aporta en todo lo que tiene

que ver en el riego de los cultivos y en la gestión del recurso hídrico. Los productores han logrado ejecutar acciones que contribuyan a disminuir los impactos al cambio climático. Con intermediación de SENARA tienen la capacidad para mantener en el tiempo la implementación de acciones de adaptación.

Tomando de referencia las barreras encontradas se puede concluir que los medios de vida productivos cuentan con la capacidad de sostener acciones de adaptación y disminuir los impactos potenciales.

Cuadro 10. Análisis del proceso de adaptación al cambio climático para los medios de vida agropecuarios identificados en la parte alta de la cuenca del río Reventado.

	Medios de vida Productivos	
	Papa	Cebolla
1. ¿Cuáles son los cambios climáticos que perciben los actores?	Cambios en el patrón de lluvias, extensión de la canícula, aparición de fuertes vientos, disminución del caudal de los ríos.	
2. ¿Existen impactos sobre los recursos naturales, productivos y/o infraestructura?	Impactos en el rendimiento, calidad de los productos y costos de producción, sequedad del suelo. Impactos en la disponibilidad y distribución del agua.	
3. ¿Los actores creen que se pueden realizar acciones?	La mayoría de actores tienen Reacción activa. Reconocen que se pueden realizar acciones pero manifiestan la necesidad de apoyo de financiamiento al pequeño y mediano agricultor por parte de las instancias gubernamentales, también capacitándolos para enfrentar los cambios climáticos.	
4. ¿Los actores saben qué hacer y realizan acciones?	Saben que hacer, Realizan acciones en adecuación del sistema de riego y fertirriego, quieren cambiar el tipo de sistema al sistema por goteo que es un poco más costoso pero hace rendir mucho más el agua, cambios de época en el calendario de siembra	
5. ¿Los actores realizan acciones en conjunto u organizados?	Existen grupos organizados principalmente las SUA y realizan acciones de adaptación colectivamente	
6. ¿Los actores tienen acceso a apoyo técnico, financiero u otro tipo?	Cuentan con el apoyo técnico del SENARA, MAG, INTA, UCR, CATIE. Pero es insuficiente para todo el territorio y hace falta la presencia y articulación de esfuerzos con otras instancias gubernamentales. ASHORI también apoya en la gestión de precios y venta del producto con cadenas internacionales.	
7. ¿Los actores pueden hacer y mantener independientemente las acciones?	Los actores con intermediación de SENARA tienen la capacidad para mantener en el tiempo la implementación de acciones de adaptación.	

13. Estrategia local de adaptación agrícola al cambio climático de la parte media y alta de la cuenca del río Reventado.

Las estrategias son el conjunto de acciones que responden a fortalecer la capacidad adaptativa local, enfocadas en los capitales de la comunidad y las etapas del ciclo de adaptación propuestas. Se han identificado los actores que actualmente están relacionados con los horticultores y en qué acciones podrían involucrarse, así como la oferta del estado enfatizada en que hay que fortalecer el capital humano y social de los grupos.

Para finalizar el proceso participativo, se identificaron y validaron estas valiosas estrategias en el taller 2 figura 23 mediante una votación en plenaria así, en una matriz se respondía para cada usuario a las preguntas: “¿Qué tan importante es para la SUA?”, “¿qué tan fácil sería implementarla?” y “¿qué grado de aceptación tendría?”

Respondiendo a estas preguntas se elaboró el siguiente cuadro el cual contiene el resumen de las principales estrategias de adaptación que se deben seguir implementando y en el cuadro número 12 se detallan las que se deben implementar para seguir con éxito en el proceso de adaptación.



Figura 23. Taller de identificación y validación de estrategias de adaptación al cambio climático en la parte alta de la cuenca del Río Reventado

13.1 Resumen estrategias adaptación

Cuadro 11. Estrategias de adaptación adoptadas por los agricultores en la parte alta de la cuenca del Río Reventado.

Tema	Estrategias de Adaptación
Conocimiento (tradicional y moderno)	Conocimiento sobre cultivos y semillas Formas de riego, uso de terrazas Redes sociales e instituciones tradicionales Complementar con tecnología y conocimiento moderno (microempresas, conocimiento de cultivos)
Diversificación Agrícola y económica	Rotación de Cultivos, variación en el calendario agrícola Diversificación de cultivos Diversificación de semillas (para diferentes épocas del año o resistentes a sequías y heladas) Crear bancos de germoplasma y parcelas de investigación con material genético selecto. (en proceso para papa)
Instituciones	Establecimiento de leyes, políticas e instituciones para enfrentar los efectos del cambio climático. Organización como productores, para mejorar la comunicación, tener mejores precios. Personería jurídica de las SUA
Gestión de Riesgo	Infraestructura: reservorios Manejo y resolución de conflictos
Manejo de Recursos Hídricos	Almacenamiento: inversión en infraestructura: reservorios, tanques, pozos y adopción de tecnologías para implementar sistemas de almacenamiento de agua más eficientes Protección: cercamiento de fuentes de agua, compra de predios, denuncias actividades ilícitas, adopción de prácticas para el manejo adecuado del suelo y bosques (control de erosión, conservación de suelos, reforestación, y conservación de bosques).

Cuadro 12. Estrategias de adaptación que deben iniciar a implementar los agricultores en la parte alta de la cuenca del Río Reventado.

Tema	Estrategias de Adaptación
Conocimiento (tradicional y moderno)	Transmitir el mensaje de cambio climático sobre la afectación del recurso hídrico a los pobladores Concientizar a los agricultores y la comunidad de la importancia de proteger y mejorar las prácticas agrícolas y de uso humano cerca y dentro de las fuentes de agua Educación, capacitación, desarrollo de capacidades (impulsar saberes tradicionales, tecnología y organización)
Instituciones	Fortalecimiento Institucional: instituciones locales como un importante recurso local y mecanismo de relación con instituciones a nivel nacional Infraestructura: muros de contención, canales de riego Apoyo de las instituciones hacia el sector productivo

	<p>Articulación de instituciones, cada uno con su rol, y coordinadas y trabajando con los productores</p> <p>Orientar más fondos para proyectos de conservación</p> <p>Buscar apoyo del estado para que proporcione capacitaciones sobre siembra y cultivos</p> <p>Buscar mecanismos para que los datos del estado del tiempo sean más accesibles a los productores.</p> <p>Incentivar la educación formal y no formal en temas agrícolas</p> <p>Vincular a las universidades y centros de investigación con programas de desarrollo rural en la región</p>
Gestión de Riesgo	<p>Campañas de información sobre cambio climático.</p> <p>Sistemas de información y pronósticos de clima.</p> <p>Limpiar en los trayectos de las tuberías, realizar recorridos por las fuentes de agua para conocer cuáles son los problemas que afectan directamente al agua disponible para los productores.</p> <p>Desarrollar un sistema financiero para atender eficientemente los impactos de eventos climáticos.</p>
Manejo de Recursos Hídricos	<p>Almacenamiento: inversión en infraestructura: canales de riego, sistema de riego por goteo</p> <p>Suministro: nuevas fuentes, mejora en sistemas de distribución (tuberías y canales) y concientización de ahorro agua, tales como sistemas de medidores (contadores) de agua para cada usuario</p> <p>Capturar agua de lluvia</p> <p>Protección y recuperación de ríos o quebradas para riego</p> <p>Regulación y capacitación sobre el uso racional del agua y especializadas para cada grupo de la cuenca (parte alta, media baja)</p> <p>Priorizar la gestión de proyectos de agua para los productores con mayor necesidad</p>

14. Análisis de resultados y discusión

Los productores de la parte alta de la cuenca del Río Reventado perciben que la variación en el clima se ha dado principalmente en la distribución y el inicio de la época de lluvia, la extensión del período de la canícula, el aumento de la temperatura y extensión de la época de vientos. Todos estos cambios afectan los cultivos negativamente.

Ante estas variaciones del clima, los principales efectos sobre los medios de vida agropecuarios identificados por los productores son: el aumento en los costos de producción, la disminución de la calidad, la disminución de rendimiento y hasta la pérdida de cultivos.

Las acciones para la Adaptación al Cambio Climático se realizan de manera coordinada con el SENARA y algunos de forma individual, los productores de cebolla y papa asociados a las SUA gestionan con el apoyo técnico y financiero de SENARA para la construcción de los reservorios de almacenamiento de agua, también capacitaciones y

en la parte legal para acceder a la concesión que otorga derechos y usos de riego. De manera individual se realizan prácticas de conservación de suelos y agua, donde también interviene apoyo externo.

Los productores no solo se ven afectados por las amenazas climáticas como sequías que los llevan a tener la pérdida total de sus cultivos, sino que se ven afectados por factores socioeconómicos como la falta de organización, falta de asistencia técnica, limitado acceso al crédito y el acceso a la tierra.

Los factores socioeconómicos como la inestabilidad de los precios, el acceso a créditos, el acceso a la tierra y el nivel de satisfacción de las Necesidades Humanas Fundamentales p.e. la seguridad, el trabajo, la salud y el ambiente saludable, hace que los grupos perciban en menor medida las afectaciones del cambio climático y así mismo puede incidir en la implementación de acciones de Adaptación al Cambio Climático.

A pesar que los medios de vida de los horticultores están ligados a cultivos de ciclo corto, es posible que los horticultores puedan implementar medidas de Adaptación al Cambio Climático por contar con recursos como ser dueños de la tierra, condiciones de seguridad, mercados fijos y algún tipo de apoyo de programas de entidades gubernamentales.

El clima en la zona está cambiando, evidencia de ello son las percepciones de los horticultores y los datos climáticos obtenidos en el presente estudio, aumento del calor y menos lluvias son las tendencias y así lo manifiestan los pobladores de la zona.

Los horticultores cuentan con sistemas de riego adecuados, se encuentran bien organizados y tienen sistemas de almacenamiento de agua con lo cual tienen la capacidad de adaptarse al cambio climático, su vulnerabilidad es baja y según el balance hídrico y los análisis de oferta y demanda de agua se encontró que tienen como solventar las épocas de sequía y los fenómenos del niño y niña que ocurren periódicamente.

15. Alcances y Limitaciones

En este trabajo se alcanzaron las tres recomendaciones que plantea Narváez 2012 en su informe.

Los resultados de este trabajo siguieron los aspectos de la metodología elaborada por Ureña y Zamora 2013 con algunas modificaciones, para la elaboración de Estrategias Locales de Adaptación al Cambio Climático para la inclusión en planes y programas de instituciones aplicada por diferentes entidades o tomadores de decisión, ajustándola a las condiciones del territorio de estudio.

Un aspecto favorable de este trabajo fue contar con datos climáticos e hidrológicos necesarios para analizar y comparar con las percepciones de los agricultores acerca del cambio climático.

Los resultados de la identificación de acciones de adaptación al cambio climático pueden ser usados para desarrollar proyectos que lleven al desarrollo de las acciones identificadas participativamente, como producto se detallan cada una de las estrategias de adaptación al cambio climático propuestas en el territorio las cuales son propicias según los medios de vida estudiados.

Las actividades se enfocaron en los medios de vida productivos, la participación de las mujeres en los diferentes talleres y entrevistas fue mínima, en las parcelas la principal representatividad de género está dada por los hombres, esto debido a que en la mayoría de los lugares visitados las mujeres se encontraban siempre en las labores domésticas del hogar, también porque las SUA están representadas en su totalidad por hombres y no existe representación femenina.

Debido a razones de seguridad no fue posible instalar la totalidad de los drivers con los que se contaba para el proyecto por lo que solo se instalaron dos de los seis que se tenían disponibles para la toma de datos.

Para el análisis social solo se tuvo en cuenta a los horticultores asociados de las SUA pero no a los "ilegales" los que no dan una cuota anual de concesión de agua no se tuvieron dentro de las actividades utilizadas en la metodología utilizada para este estudio.

La principal limitación del trabajo fue el tiempo asignado para el presente trabajo, aunque se contó con la colaboración y apoyo local e institucional para el cumplimiento del objetivo, es necesario tener más tiempo para presentar los resultados a la plataforma de participación con la que se realizó el estudio. Además de esto es necesario contar por lo menos con otra persona de las Maestrías prácticas en la facilitación.

16. Lecciones aprendidas

- ✓ Implementar diferentes tipos de agricultura y tecnología apropiada para cada lugar.
- ✓ Descentralizar la toma de decisiones: proceso tiene que ser local, participativo y coordinado (vulnerabilidad y capacidad para adaptarse varía mucho en diferentes lugares).
- ✓ Conocer la percepción de los técnicos y de los pobladores del territorio permite comparar y establecer, desde cada visión, si la satisfacción de las necesidades y las acciones que vienen desde afuera responde realmente a las necesidades identificadas desde la comunidad.
- ✓ Lograr que los actores se apropien de los procesos e incrementar la viabilidad y éxito de los proyectos en el largo plazo.
- ✓ Articular políticas públicas a través de normativas locales y presupuestos participativos.

- ✓ Mejorar la gobernabilidad de las instituciones coordinadoras de proyectos para lograr efectividad en las intervenciones.
- ✓ Incentivar la cooperación entre instituciones públicas y privadas.
- ✓ Impulsar capacidad de respuesta a variaciones climáticas a través de proyectos de desarrollo que apunten a disminuir vulnerabilidad de la población tomando en cuenta que existen diferentes niveles de capacidad adaptativa.
- ✓ Detener procesos de degradación de recursos naturales a través de prevención y conservación suelos, agua, bosques y otros ecosistemas.
- ✓ Incentivar más investigaciones académicas y transferencia de tecnología relacionadas a la adaptación al cambio climático.
- ✓ Utilizar metodologías basadas en el trabajo de campo para poder aprender y comparar casos de investigación aplicada.
- ✓ Realizar seguimiento y monitoreo de proyectos y casos de estudios sobre adaptación.
- ✓ Recopilar más información científica e información hidrometeorológica: caudales, temperatura, precipitación.
- ✓ Inventariar cambios en la flora, fauna y en los recursos hídricos.
- ✓ Complementar adaptaciones técnicas y de infraestructura con campañas de información, educación y capacitación.
- ✓ Anticipar conflictos, y gestionar soluciones.
- ✓ Fortalecer la organización social del agua.
- ✓ Enmarcar proyectos de adaptación dentro de una visión integral de manejo de recursos hídrico o el manejo de recursos en términos de cuencas hidrográficas, el cual en principio incorpora a todos los actores involucrados.
- ✓ Tomar en cuenta el rol que tiene la ciencia en los debates de cambio climático y adaptación como en los procesos políticos y toma de decisiones.
- ✓ Implementar mejores sistemas de transferencia de información científica para las poblaciones rurales y así potenciar el manejo de riesgo.
- ✓ La identificación de posibles acciones de adaptación al cambio climático durante del todo el proceso facilitó la priorización de acciones que son factibles de realizar con los recursos que cuentan la comunidad, las familias productoras y el apoyo institucional.

17. Conclusiones

- Los Horticultores están expuestos a una marcada variabilidad climática y eventos extremos debido a su ubicación geográfica. Los fenómenos de El Niño y La Niña, son algunas de las causas de esta variabilidad climática.
- El análisis histórico de los datos climáticos de las estaciones presentan una tendencia negativa para la variable precipitación y una tendencia al incremento de la temperatura, lo que concuerda con estudios climáticos para esta zona.
- Los medios y estrategias de vida de las familias difieren en dependencia del contexto biofísico y socioeconómico actual e histórico, lo que justifica el análisis de la capacidad adaptativa local ya que estas diferencias marcan las dinámicas de los agricultores.
- Los impactos de las variables climáticas y eventos extremos se da, en primera instancia, sobre el capital natural. Presentándose una marcada pérdida de suelo y pérdidas de cosechas.
- La validación de las etapas del ciclo propuesto en campo (percepción, reacción, toma de decisión, implementación, y sostenimiento) fue efectiva ya que evidenció que la adaptación no es un estado adquirido con un solo tipo de intervención más bien es un proceso que parte del capital cultural (reacción) y requiere del capital humano, social, político y financiero para su concretización.
- La implementación de prácticas de conservación de suelo ha sido una acción de adaptación para evitar pérdidas de suelo sin embargo su eficiencia está condicionada a que se debe ser incorporada bajo un sistema de combinación de prácticas siendo las siembras a contorno de curvas de nivel, las prácticas identificadas como las que más realizan y las de mayor eficiencia.
- La metodología aplicada para el diagnóstico de la capacidad adaptativa con un enfoque en medios de vida y el ciclo de la adaptación, evidenció las limitantes y fortalezas de los grupos, en cada una de las etapas propuestas. La herramienta utilizada en la metodología incorporando y complementando un análisis cualitativo y cuantitativo hace concluir eficazmente con el diagnóstico.
- Los horticultores de la parte alta de la cuenca del Río Reventado presenta una baja vulnerabilidad debido a su alta capacidad adaptativa y baja sensibilidad.
- Se encontraron importantes fortalezas en la comprensión de la problemática, pero también algunos vacíos de información que requieren de más investigación para poder entender apropiadamente estos cambios ambientales y sociales.
- La importancia del papel que juegan las instituciones (Organizaciones comunitarias, gobiernos locales, políticas y leyes) y los retos para ajustarlas e Incluir en las decisiones a los distintos actores para mejorar la gobernabilidad e Implementación de estrategias.

- Incluir estrategias de adaptación como complemento de planes y proyectos de Desarrollo. Esto, a su vez, facilita la gestión de riesgos y la reducción de la vulnerabilidad frente a futuras dinámicas ambientales.
- Este estudio fue analizado y realizado a escala local y en el contexto de pequeños productores rurales. Esto refleja la importancia de lo local, no solo porque los efectos del cambio climático se sienten a ese nivel, sino porque finalmente son las comunidades quienes tendrán que adaptarse a los cambios futuros.
- Es necesario que se realicen estudios comparativos de proyectos y experiencias locales, para poder entender cuándo y por qué unas estrategias funciona.

18. Recomendaciones

Para los practicantes del desarrollo y la conservación se recomienda contar por lo menos con otra persona en la realización de un trabajo de estrategias de adaptación a nivel local, planificar todo muy bien antes de salir al campo a recolectar los datos y tener muy claro los resultados y productos esperados que se quieren alcanzar.

Se recomienda incluir en futuros análisis los otros medios de vida que hay en la zona, en este estudio se tuvieron en cuenta solo los dos principales.

Para el SENARA se recomienda seguir en ejecución de las estrategias de adaptación al cambio climático que le competen como institución reguladora del recurso hídrico, generar sinergias con otras instituciones de apoyo local en el territorio y dar seguimiento a las actividades y necesidades que los horticultores realizan para adaptarse al clima.

Debido al corto tiempo de estudio de la presente investigación y a que los instrumentos hidrológicos solo se usaron para la elaboración del proyecto, no fue posible contar con los suficientes datos de nivel para el caso de los leveloggers que se instalaron en los dos ríos, se recomienda a las SUA y al SENARA gestionar estos equipos para seguir detallando el comportamiento de estos ríos como principales suministradores del recurso para uso de riego en la zona.

Realizar una actividad de socialización de las estrategias de adaptación al cambio climático con los actores que participaron en la formulación y otras entidades en el que se puedan comprometer como grupo o plataforma para identificar vacíos de conocimiento así como acciones más sólidas frente al impacto de la variabilidad climática

Para los horticultores seguir organizados de la manera que actualmente están y seguir en la gestión de mejoras para sus sistemas de riego, preferiblemente cambiar el sistema por aspersión al sistema por goteo.

Integrar los ilegales en las diferentes SUA y así contar con más participación del total de horticultores en la asociación.

Buscar mecanismos para lograr la participación e inclusión de las mujeres tanto en la fase del análisis situacional como de planeación y establecer si los impactos del cambio climático en sus labores y vidas son diferentes.

19. Bibliografía

- Alvarado A, Bertsch F, Bornemiza E, Cabalceta G, Forsythe W, Henríquez C, Mata R, Molina E y Salas R. 2001. Suelos derivados de cenizas volcánicas (Andisoles) de Costa Rica. ACCS (Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo). San José, CR. 111 p.
- Andrade Perez, A., Herrera Fernandez, B. y Cazzolla Gatti, R. (eds.) 2010. Building Resilience to Climate Change: Ecosystem-based adaptation and lessons from the field Gland, Switzerland: UICN. 164 pp.
- Aparicio, F. 1992. Fundamentos de hidrología de superficie. Editorial Limusa SA de CV, México DF. 291 p.
- Arias, M. 1999. Triangulación metodológica: sus principios, alcances y limitaciones. Revista Electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación Social - REDHECS 4(1):37-57.
- Arrellano Monterrosas, J. 2009. Arellano Monterrosas, J. La Gestión Integral del Recurso Hídrico en cuencas : Una estrategia para reducir la vulnerabilidad ante inundaciones en la Sierra Madre de Chiapas, México.
- Astorga, Y. 2007. Estado de la nación en desarrollo humano sostenible. Estado de la Nación, Décimo tercer informe. 35 p.
- Baltodano, A. 2012. Insumos para la definición de estrategias de gestión del recurso hídrico en zonas vulnerables a cambio climático: Percepciones y escenarios de uso del agua en Guanacaste, Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 107 p.
- Brooks, N. 2003. Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework. Norwich, UK, Tyndall Centre for Climate Change Research. 20 p. (Working Paper 38).
- Cifuentes, M. 2010. ABC del cambio climático en Mesoamérica. Serie técnica. Informe técnico No 383. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 71p.
- Comisión nacional de Áreas naturales Protegidas - Deutsche gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (giZ) gmbH. 2013, Programa de Adaptación al Cambio Climático Región Central de la Sierra Madre Oriental. CONANP, giZ. México.

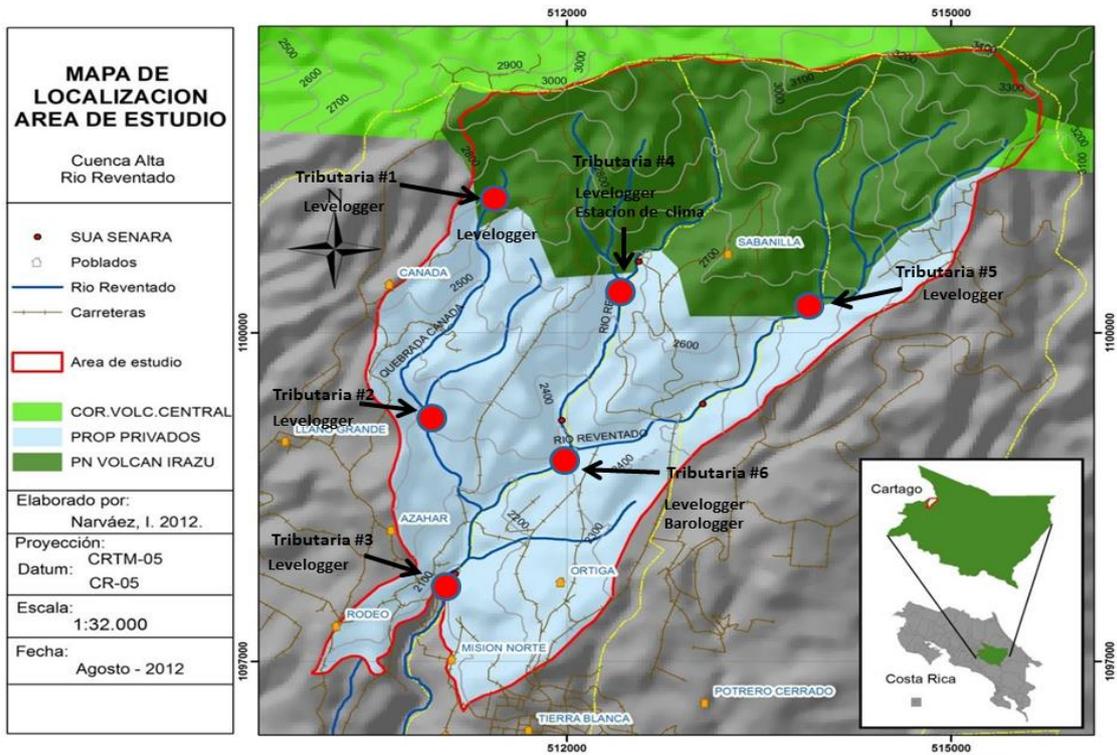
- Cornelis Prins, Hans Kammerbauer, 2009. Análisis y abordaje de conflictos en cogestión de cuencas y recursos hídricos. Serie técnica. Boletín técnico no. 39 CATIE, Asdi. Turrialba. CR. 56 p.
- Cortes, V. 1997. Impacto de las cenizas del volcán Irazú, en la cuenca del Río Reventado durante 1963 – 1965, Costa Rica. Geografía Aplicada y Desarrollo, 17(35). 36-50 p.
- CNE (Comisión Nacional de Emergencia), 1989 Boletín técnico, Consultado el 30 de Octubre de 2014. Disponible en <http://www.cne.go.cr/CEDO-CRID/pdf/spa/doc1363/doc1363-contenido.pdf>
- Department for International Development (DFID). 1999. Sustainable livelihoods guidance sheets. London, UK, DFID. 50p.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. (2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Echeverría, J. 2011 Evaluación de la Vulnerabilidad Futura del Sistema Hídrico al Cambio Climático. IMN-MINAET, PNUD. San José, Costa Rica. 88 p.
- Flora, J; Emery, M; Fey, S; Bregendahl, C. 2005. Community capitals: a tool for evaluating strategic interventions and projects (en line). NCRCRD (Centro Regional Centro Norte para del Desarrollo Rural, US). 2 p.
- Geilfus, F. 1998. Ochenta herramientas para el desarrollo participativo: Diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. San José, Costa Rica, IICA. 217 p.
- Gómez,R., C. Herron.,M. López. Editores. 2010. Retos y oportunidades en adaptación al cambio climático en materia de agua: elementos para una agenda regional. Diálogo Regional de Política de América Latina y el Caribe. Cancún, México. 31 p.
- Gutiérrez-Montes, I (*et ál*). 2012. Capitales de la comunidad y la conservación de los recursos naturales: El caso del Corredor Biológico Tenorio-Miravalles. 134p
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura, CR). 2001. Capacitación de jóvenes horticultores de Tierra Blanca de Cartago: Sistematización de una Experiencia de Formación de Capital Humano y Análisis de su Importancia en el Diseño de Líneas de Acción Estratégicas para el Desarrollo Rural Sostenible. IICA. San José. CR. 82 p.
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudio Ambientales – CO). 2008. Guía técnico científica para la ordenación de las cuencas hidrográficas en Colombia. Segunda versión. IDEAM. Bogotá – CO. 92 p.

- INEC Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica, Censo 2011. Cifras preliminares de población y vivienda.
- Imbach A., Prado P. 2013. Diseño e implementación de una metodología participativa de diagnóstico de la capacidad adaptativa a la variabilidad climática en la cuenca del Cahuacán, México. En prep. Turrialba, CR.
- Imbach A.C. 2012. Estrategias de vida: Analizando las conexiones entre la satisfacción de las necesidades humanas fundamentales y los recursos de las comunidades rurales. Geolatina Ediciones. CR. 55 p.
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional). 2008. Clima, Variabilidad y Cambio Climático en Costa Rica. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. IMN-CRRH- MINAET-PNUD. San José, CR. 75 p.
- IISD (International Institute for Sustainable Development, CA); Intercooperation (Swiss Foundation for Development and International Cooperation, CH); SEI (Stockholm Environment Institute, SE). 2009. CRISTAL: Herramienta para la identificación comunitaria de riesgos adaptación y medios de vida (en línea). Ed. A Hammill. 44 p. (Manual CRISTAL Versión 5). Consultado 20 jul. 2014. Disponible en www.iisd.org/cristaltool/download.aspx
- Marshall N.A., Marshall P.A., Tamelander J., Obura D., Malleret-King D. y Cinner J.E. 2009. A framework for social adaptation to climate change, sustaining tropical coastal communities and industries. Gland, Switzerland, IUCN V+ 36 pp. Disponible en: Switzerland, IUCN. v + 36 pp. Consultado el 2 de Junio de 2014 Disponible en: <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2010-022.pdf>
- MINAE (Ministerio del Ambiente y Energía, CR). 1996. Comisión de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca río Reventado. Sistema Nacional de Áreas de Conservación Cuencas Hidrográficas. Proyecto de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del río Reventado. San José, CR. 27 p.
- Muñoz, A. 2002. Variación estacional del viento en Costa Rica y su relación con los regímenes de lluvia. Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos 9(1). 1 – 13.
- Narváez. 2013. Percepción sobre la tendencia de caudales, precipitación, temperatura y cambio de uso del suelo con relación al uso y manejo del agua en la zona norte de Cartago, Costa Rica, Tesis Mag. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Prado, P. F. 2011. Diseño e implementación de una metodología participativa de diagnóstico de la capacidad adaptativa a la variabilidad climática en la cuenca del Cahuacán, México. Tesis Mag Sc. Turrialba, CR, CATIE. 122 p.
- Ramírez, L; Alvarado, A; Pujol, R; Brenes, LG. 2008b. Caracterización física de cuenca del río Reventado, Cartago, Costa Rica. Agronomía costarricense, 32(2). 73 – 92.

- Red Internacional para el Desarrollo de Capacidades en la Gestión Integrada del Recurso Hídrico -Cap-Net, Global Water Partnership -GWP, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD, 2005. Planes de gestión integrada del recurso hídrico, Manual de capacitación y guía operacional, Marzo 2005
- Sánchez, V. 2003. Gestión Ambiental Participativa de Microcuencas. Primera edición. Heredia, CR. Editorial EUNA. 289 p.
- Sadoff C, Muller M. 2010. La Gestión del Agua, la Seguridad Hídrica y la Adaptación al Cambio Climático: efectos anticipados y respuestas esenciales. Global Water Partnership (GWP) – Comité Técnico (TEC). Background Papers, No. 14.
- SENARA (Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento, CR). 2006. Estudio de factibilidad técnica del proyecto de riego zona norte y este de Cartago. SENARA. Costa Rica. 227 p.
- SENARA (Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento, CR). 2011. Estudio de Factibilidad del Proyecto de Llano Grande.
- Senge, P. 2004. La Quinta Disciplina Edit. Granica, 2da. Reimpresión. Argentina, Buenos Aires.
- Urueña, O. Zamora, A. 2013. Estrategia Local de adaptación al cambio climático en una cuenca hidrográfica de un país de Centroamérica, Tesis Mag. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Vahrson W y Herrera N. 1992. Deslizamientos en la cuenca media y superior del río Reventado, Cartago, Costa Rica. Revista geográfica de América Central no. 25 – 26. 171 – 192 p.
- Vörösmarty, C.J., Green, P., Salisbury, J., Lammers, R.B. 2000. Global water resources: Vulnerability from climate change and population growth. Science 289(5477): 284-288

20. Anexos

Anexo 1. Mapa de Posición de Equipos de Clima e Hidrología



Anexo 2. Sitio de instalación de drivers



Anexo 3. Guía de entrevista a Sociedad de Usuarios del agua SUA y SENARA

Objetivos

Conocer la percepción de Sociedad de Usuarios del agua SUA, funcionarios de SINAC y SENARA sobre la agricultura y de las características socioeconómicas de las comunidades de la región.

Conocer acciones promovidas por las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que apoyan la capacidad adaptativa local

Conocer acciones individuales o colectivas realizadas que contribuyan a la capacidad adaptativa local

Participantes: SUA, técnicos, extensionistas, investigadores y funcionarios de organizaciones gubernamentales de nivel nacional y local y ONG que conozcan el contexto de la región.

Tiempo estimado: 1 hora y media

Protocolo de encuesta semi-estructurada para productores

Mi nombre es Javier Esteban Carvajal Montoya, estudiante de Maestría del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE, estoy desarrollando mi trabajo de graduación:

Antes de iniciar deseo aclararle algunos aspectos importantes:

- Su participación en esta entrevista es totalmente voluntaria.
- Sus respuestas son anónimas
- Si en algún momento se incomoda y no quiere continuar, por favor me lo hace saber.
- Si desea alguna explicación adicional por favor no dude en preguntarme.
- Tomaremos notas (fotos y/o grabación) de nuestra entrevista para no perder la información y poderla analizar, esperamos que esto no le incomode. Si le incomoda, por favor me lo hace saber.

La entrevista forma parte de un estudio que hace el seguimiento de estudios anteriores, para profundizar en aspectos relacionados al agua para uso agrícola, sus conflictos y oportunidades.

El estudio tiene como objetivo entender mejor cuales son los factores que afectan en la disponibilidad del agua para uso agrícola. Entendiendo que estamos en una época de continuos cambios, y nos interesa conocer como en general los productores agrícolas perciben estos cambios, cuáles son sus fortalezas y como utilizan sus oportunidades. Los resultados serán discutidos en talleres con ustedes y con expertos en el tema de desarrollo y trataremos con ustedes definir recomendaciones que les podrían ayudar a prepararse mejor para la producción agrícola.

Después de esta entrevista, entre Septiembre y octubre de 2014, organizaremos un taller para discutir los resultados.

1 El entrevistado es:

1. Dueño _____

2. Administrador _____

3. Otro _____

Tel:

2 Edad: _____ años

1. M 2. F

3 Cuál es su nivel educativo alcanzado?

1. Ninguno
2. Primaria incompleta
3. Ciclo común
4. Bachillerato
5. Universidad

4 Estado civil

1. Soltero (a)
2. Unión libre
3. Casado (a)
4. Divorciado (a)
5. Viudo (a)

5 Su familia vive dentro de la finca?

1. SI:
2. NO:

6 Cuantos son los Hijos ____ Hijas ____ miembros de la familia Otro_____

CARACTERISTICAS DE LA PROPIEDAD		
7	Nombre de la propiedad	_____ _____
8	Área de la propiedad	1. Superficie _____
9	Hace cuánto tiempo tiene la propiedad?	Años:
10	Cuál ha sido el uso histórico del suelo?	_____ _____
11	A qué comunidad pertenece?	1. Poblado: 2. Distrito: 3. Cantón: 4. Provincia:

		Lat: _____ Lon: _____
--	--	--------------------------

USOS DEL SUELO – RIEGO						
Cultivo / uso del suelo	Área total (ha)	Área regada (ha)	Rend.	Riego /Consumo de agua	Tipo de Riego	Concesión (si-no, volumen)
Otros:						
Otros:						
12 Paga una tarifa de agua?	1. SI: 2. NO:			Cuánto, promedio:		

PRACTICAS DE ALMACENAMIENTO DE AGUAS

13 Aplica algún tipo de práctica de almacenamiento de agua 1. SI:
2. NO (pasar a la pregunta 17):

14) Cuáles?	De que material está construido (superficie)

15) Ha recibido capacitación formal para la implementación y manejo de estas prácticas? 1. SI:
2. NO:

De quien: _____

16 Como financio la construcción de las obras? 1. Dinero propio
2. Préstamo
3. Donación
4. Proyecto comunitario
5. Otro

17 Porque no ha implementado ninguna practica para almacenamiento de agua?

1. Falta de recursos económicos
 2. La propiedad no es mía
 3. No conozco obras de almacenamiento
 4. Otro

18 Ha presentado solicitudes de concesión de aguas?

1. SI:
 2. NO:

19 Fue aprobada su solicitud?

1. SI:
 2. NO:
 3. Por qué? _____

LOCALIZACION DE LA FINCA: MICROCUENCA Y TOMA DE AGUA		
20 Su finca está cerca de alguna quebrada o río?	1. SI: 2. NO:	
21 Ha tenido problemas con el abastecimiento de agua?	1. SI: 2. NO:	
22 Que hace cuando la cantidad de agua no es suficiente?		
23 Que hace cuando el abastecimiento de agua se interrumpe inesperadamente?		
24 Qué medidas preventivas toma para disminuir los efectos de los períodos donde hay poco suministro de agua?		
25 Considera fácil o difícil enfrentar los problemas de abastecimiento de agua?		
26 Estaría dispuesto a pagar un costo superior por otras fuentes de agua?	1. SI: 2. NO:	

PERCEPCION

- 27 Considera usted que el clima en los últimos 20 años ha cambiado? 1. Nada 2. poco 3. mucho
- Porque?
- 28 Que es lo que más ha cambiado? 1 Temperatura 2. Precipitación
- 29 En la actualidad existe? 1 Más lluvia 2. Menos lluvia 3 Más calor 4. Menos calor
- Porque?
- 30 Considera que ha cambiado la cantidad de agua de los ríos o quebradas? 1. Nada 2. Poco 3. Mucho
- Porque?
- 31 En la actualidad existe? 1 Más agua 2. Menos agua
- 32 Considera que la variación del clima ha afectado la calidad del agua que utiliza? 6. Nada 7. Poco 8. mucho
- Porque?
- 33 Considera que la variación del clima ha afectado la cantidad del agua que utiliza? 1. Nada 2 Poco 3 mucho
- Porque?
- 34 Considera que la variación del clima ha afectado la calidad del suelo? 1 Nada 2 Poco 3 mucho

Porque?

35	Cuanto ha disminuido el área apta para cultivo?	1 Nada 2 -0.25 ha 3 0.5 ha	4 0.75 ha 5 +0.75 ha
----	---	----------------------------------	-------------------------

Porque?

36 A que considera que se deba estos cambios?

Aspecto social y humano

37 ¿Qué otras organizaciones locales existen?(ADI, Asociación de mujeres, etc.) ¿Qué beneficios dan?

38 ¿Qué tipo de apoyo técnico se ofrece a los productores agrícolas en la zona?

39 ¿Hay programas de extensión o capacitación en la zona? ¿Se han incluido aspectos del cambio climático?¿Quiénes los dan?

40 ¿Quiénes pueden asistir a las capacitaciones? ¿Cuáles son los requisitos para asistir o recibirlas? ¿Hay capacitaciones para hombres y mujeres?

Adaptación

41 ¿A qué tipo de tecnologías (semillas mejoradas, sistemas de riego etc.) tiene acceso? ¿Quiénes ofrecen estos servicios?

42 ¿La comunidad tiene prácticas de trabajo comunitario?

43 ¿Qué % de los productores contrata mano de obra?

44 ¿de dónde vienen esos trabajadores?

45 ¿qué % trabaja con la familia?

46 ¿Qué ha pasado cuando han sucedido estos eventos, que hicieron los productores? (indagar por adaptaciones como cambios en épocas de siembra, cambio de cultivos o variedades, cambios de prácticas agrícolas, cambios en la distribución del trabajo, indagar por impactos como pérdida parcial o total de cosechas, pérdida de ingresos, migración) De las cosas que hicieron ¿Qué funciono y que no?

47 Cuando hay emergencias, ya sean climáticas o no ¿la población local se ha organizado? ¿con que resultados?

48 ¿Hay acciones colectivas para evitar o enfrentar los impactos de los eventos climáticos? ¿Cuáles? ¿Dónde se han realizado? ¿Quiénes participan?

49 ¿Se han hecho prácticas para la conservación del agua y suelo? ¿Quiénes las han implementado? ¿Cuáles y adonde?

50 ¿Qué recursos tienen los productores para adoptar nuevas prácticas? ¿Qué recursos se necesitan? ¿Cree que podrían conseguirlos?

51 ¿Qué grupos de productores requieren mayor o menor apoyo financiero?

52 ¿Hay crédito para los productores agrícolas? ¿Es fácil conseguirlo?

Anexo 4. Guía de Talleres con productores

Objetivos

Conocer la visión que los productores tienen sobre el territorio

Identificar las actividades productivas, situación del agua y los efectos del cambio climático en los cultivos

Conocer y analizar el comportamiento del clima en un año normal y sus cambios según la perspectiva de los productores.

Conocer las actividades productivas que se realizan a lo largo de un año y quiénes se involucran en dichas actividades.

Analizar mediante una línea del tiempo los eventos climáticos (sequías, lluvias extremas) y su intensidad, sus efectos en los cultivos y la disponibilidad del agua, e intensidad y las estrategias locales (cambios de prácticas) según la perspectiva de los productores

Participantes: mínimo seis productores de los medios de vida predominantes en la cuenca.

Tiempo estimado: 3 horas

Agenda: Actividad	Materiales	Tiempo
1. Explicar el objetivo de la visita y la agenda		15 min

2. Mapa: Realizar un mapa de la zona donde se ubicarán las respuestas de las preguntas orientadores	Papelotes, marcadores de diferentes colores, cinta, cámara fotográfica, mapa a escala del territorio definido	1 hora
Refrigerio		
2. Calendario anual: Construir una matriz con los meses del año donde se señala el patrón normal del clima, las actividades productivas que se realizan y en donde ha habido cambios.	Papelotes, marcadores de diferentes colores, cinta, cámara fotográfica	40 min
3. Línea del tiempo: Construir una matriz para detallar el año de los eventos climáticos extremos, la amenaza, intensidad, los impactos, las estrategias locales utilizadas y quienes les apoyaron y el facilitador se guía mediante preguntas orientadoras	Papelotes, marcadores de diferentes colores, cinta, cámara fotográfica	40 min

Método de trabajo

Presentación

Buenos días (buenas tardes), durante las siguientes horas vamos a conversar sobre diferentes cosas para conocer las actividades que ustedes desarrollan como productores de (cebolla, papa, remolacha, zanahoria, fresa, manejadores del recurso agua). (Presentación de la agenda)

Mapa de la zona

Reunir el grupo de personas y explicarles el objetivo y en qué va consistir el mapa.

Revisar el croquis con un punto de referencia. Primero ubicar los ríos, caminos, comunidades, áreas de bosque, montañas y cultivos

Una vez revisado este mapa, se les pide que contesten las siguientes preguntas y que ubiquen en el mapa las respuestas que se puedan.

¿A qué actividades se dedican los hombres y las mujeres?

¿Cómo se combinan estas actividades? (si combinan su actividad agrícola y trabajan como jornaleros)

¿Por qué se combinan de esta forma?

¿Qué recursos son necesarios para desarrollar las actividades productivas?

¿El acceso y control de los recursos es igual para hombres y mujeres?

¿Qué cosas les dificultan o les ayudan que desarrollen el cultivo de (papa y cebolla) y obtener beneficios? (listado de procesos no climáticos, por ejemplo: plagas, enfermedades, precios de venta, cadena de comercialización, acceso de mercados) qué cosas los ayudan?

Se acuerdan símbolos para ubicar los aspectos relevantes y realizar una leyenda de su significado

Se toman apuntes de todas las respuestas y fotos del mapa finalizado.

Calendario anual

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Patrón normal del clima												
Actividades productivas (por género y por grupo étnico)												
¿Qué ha cambiado en el clima?												
¿Qué ha cambiado en las actividades productivas?												

2. Reunir el grupo de personas y explicarles el objetivo y en qué va consistir la dinámica.

3. Realizar las siguientes preguntas generadoras y ubicar dentro del calendario los patrones normales del clima y las actividades productivas se realizan.

Efectos del cambio climático en el cultivo (exposición e impacto potencial)

¿Qué es lo más importante del clima para el cultivo de (cebolla, papa, remolacha, zanahoria, fresa)? (que llueva, que haga sol)

¿Cómo es el clima en un año “normal”? (cuándo llueve, cuándo hace más calor, cuándo hace menos calor, escribir la información en el calendario) ¿Durante los últimos años han habido años no normales?

¿Qué actividades agrícolas se relacionan con el comportamiento del clima en un año normal?

¿Cuáles han sido los cambios en el comportamiento del clima en los últimos años?
¿Cuáles han sido los efectos de estos cambios en el cultivo (cebolla, papa, remolacha, zanahoria, fresa)? ¿han sido positivos o negativos?

¿Cuál es la producción de su cultivo en un año normal?, ¿cuánto produce cuando hay menos lluvia o más lluvia?

¿Hay otros efectos importantes para ustedes? (por ejemplo: disponibilidad de agua potable)

¿Estos cambios climáticos han afectado de igual manera a los hombres y mujeres y diversos grupos de edad? (explorar si hay otros grupos en la población, más o menos sensibles a los efectos del cambio del clima)

¿Qué cambios esperan en el clima a futuro?, ¿en qué los puede afectar esos cambios?

Para las estrategias de adaptación (en el caso de que el calendario anual y la línea del tiempo se realicen en dos grupos de trabajo)

¿Qué recursos son necesarios para enfrentar estos cambios en el clima?

¿Se han implementado prácticas para la conservación de suelo y agua? ¿cuáles y a dónde? (dibujarlas en el mapa de la actividad 1)

¿Quiénes han implementado estas prácticas? ¿por qué?

¿Qué otras cosas se han hecho para enfrentar los cambios que ha habido en el clima en el cultivo de (papa, cebolla)?

Línea del tiempo (exposición, impacto potencial y capacidad adaptativa)

Reunir el grupo de personas y explicarles el objetivo y en qué va consistir el calendario. Considerar aspectos de conocimiento tradicional que aplican para la decisión de manejo del cultivo

2. Dibujar en un papelote la siguiente matriz:

Año	Amenazas	Intensidad	Tendencia	Impactos	Estrategias locales de enfrentamiento	Apoyo externo
¿Cuándo se dio el evento?	¿Qué fue lo que sucedió?	¿Qué tan fuerte fue el evento?	¿Qué tan frecuente se presentan estos eventos?	¿Cómo les ha afectado esta situación? (a los productores y a los cultivos)	¿Qué hicieron al respecto?	¿Quiénes les apoyaron ante esta situación?

3. Desarrollar las siguientes preguntas orientadoras

¿Cuáles eventos climáticos los han afectado más?

¿Cuál es la frecuencia e intensidad de los eventos?

¿En qué los ha afectado los eventos climáticos extremos? (impactos en los diferentes recursos, mencionar si ha traído cambios positivos en la organización u otros aspectos)

¿Qué ha hecho la comunidad para enfrentar o evitar los impactos de estos eventos? (estrategias)

¿Cuáles organizaciones los han apoyado en eventos extremos? (apoyo externo)

¿Cuáles de las acciones han sido apoyadas por instituciones? (apoyo externo)

Con estos apoyos ¿qué ha funcionado mejor? ¿por qué? (explorar si el acceso a la ayuda externa estuvo bien distribuido, se consideraron los intereses locales, etc.)

Se toman apuntes de todas las respuestas y fotos de la matriz

Anexo 5. Guía de taller con la participación de actores clave, horticultores y usuarios del agua

Participantes: Actores clave, horticultores y usuarios del agua

Objetivos:

Conocer e identificar a los participantes

Conocer los antecedentes de conformación de la organización, motivaciones, la situación actual y acontecimientos importantes

Identificar los principales actores, relaciones, redes, alianzas, roles, apoyos, alianzas, inclinación de grupos de poder para el cumplimiento del objetivo de la organización

- Obtener información sobre la coordinación, toma de decisiones, resolución de conflictos, plan de trabajo, acciones de rutina y forma de comunicarse con los asociados que tiene la organización.

Agenda:

Actividades	Tiempo
Presentación	15 min
Construcción línea de tiempo. Con los participantes reconstruir cómo ha sido el proceso de constitución y trabajo de la organización	40 min
Refrigerio	15 min
Mapeo de actores. El grupo identifica los actores del sector y su relación para el cumplimiento del objetivo de la organización	45 min

Preguntas orientadoras

Construcción línea de tiempo

1. ¿En qué año empezó la organización a intervenir en el territorio?
2. Antes de la intervención ¿quiénes eran los tomadores de decisiones dentro del territorio?
3. ¿Qué actores o instituciones estaban presentes en la zona?
4. ¿Cuándo se conforma la organización?, ¿cómo lograron conformarse?
5. ¿Qué acciones han realizado como organización?, ¿en qué momento?

Mapeo de actores

6. ¿Cuáles actores se relacionan con la organización?
7. ¿Cómo es la relación con cada uno de los actores?
8. ¿Cómo es la comunicación con cada uno de estos actores?
9. ¿Cuáles de los actores ayudan a alcanzar los objetivos de la organización?

10. ¿Han recibido capacitaciones?, ¿en qué temas?, ¿cuándo?
11. ¿Cuáles son las reglas o normas que deben de cumplirse dentro de la organización que favorecen para alcanzar los objetivos?
12. ¿Cuál es el objetivo y los propósitos del consejo de cuenca?
13. ¿Cuál es la importancia de la organización en la zona?
14. ¿Cómo se toman las decisiones dentro de la organización?
15. ¿Cómo se resuelven los conflictos dentro de la organización?
16. ¿Cómo se comunican los miembros de la organización?
17. ¿Cuentan con planes de trabajo o de acción?
18. ¿Qué les motiva al integrarse a la organización?, ¿en qué les ha beneficiado?

Anexo 6. Encuesta sobre necesidades humanas fundamentales

Saludo, la siguiente es una encuesta sobre las necesidades básicas de su comunidad. Esta información será utilizada como base para conocer la situación actual de la zona para implementar medidas de adaptación al cambio climático.

Sus respuestas serán anónimas y serán analizadas junto a las de otras personas. Según su experiencia y criterio, usted decidirá cuáles preguntas desea contestar y cuáles no. ¿Está de acuerdo?						
ALDEA: _____						
FECHA: _____						
A QUÉ SE DEDICA: _____ HOMBRE: _____ MUJER: _____						
Necesidades fundamentales		Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
Afecto	1. Cómo es la relación entre vecinos?					
Afecto	2. Cómo es la relación familiar?					
Alimentación	3. Cómo considera la alimentación de su familia?					

Ambiente saludable	4. Cómo es la disponibilidad de agua para consumo?					
Ambiente saludable	5. Cuán tan saludable es el ambiente que los rodea (agua, aire, naturaleza)?					
Ambiente saludable	6. Cómo es el manejo de las basuras?					
Ambiente saludable	7. Cómo es el transporte para salir y llegar de su comunidad?					
Autoestima	8. Cómo califica la felicidad de las familias?					
Comunicación	9. Cómo son las vías de acceso de su comunidad o cantón?					
Conocimiento	10. Cómo es el acceso a la educación en su comunidad?					
Conocimiento	11. Cómo considera que es la educación que reciben los jóvenes de la comunidad?					
Conocimiento	12. Cómo es el acceso a capacitaciones y asistencia técnica?					
Conocimiento	13. Cómo es el acceso a la información de programas y proyectos en la comunidad?					
Conocimiento	14.Cuál es el estado de las escuelas de su comunidad?					
Identidad	15. Cómo es la identificación de las personas con su comunidad?					
Identidad	16. Cómo considera la conservación de tradiciones y cultura de la comunidad?					
Libertad	17. Cómo califica la libertad de elegir a sus representantes?					

Participación	18. Cómo es el nivel de organización de la comunidad?					
Participación	19. Cómo considera que es la distribución de las tareas domésticas y productivas entre hombres y mujeres?					
Participación	20. Cómo considera el acceso a programas y proyectos?					
Recreación	21. Cómo califica las actividades recreativas de la comunidad?					
Resguardo	22.Cuál es estado de la viviendas de la comunidad?					
Resguardo	23. Cómo es el acceso a adquirir vestimenta?					
Salud	24. Cómo es el acceso a servicios médicos?					
Salud	25. Cómo es el acceso a medicina?					
Salud	26. Cómo es la salud de las personas de la comunidad?					
Salud	27. Cómo es el manejo de las aguas negras?					
Salud	28. Cómo es el acceso al agua potable para el consumo humano?					
Salud	29. Cómo es la calidad del agua para el consumo?					
Seguridad	30. Cómo califica la tranquilidad y seguridad de su comunidad?					
Trabajo	31. Cómo es el acceso a la tierra para producir?					
Trabajo	32. Cómo es el empleo en la					

	zona?					
Trabajo	33. cómo es el aporte de las remesas a la familia?					
Trabajo	34. cómo el ingreso por las actividades productivas?					
Trabajo	35. Cómo considera la comercialización de su actividad productiva?					
Trabajo	36. Cómo considera que es el acceso a crédito para la producción?					

Anexo 7. Guía para el taller: formulación de las estrategias de adaptación al cambio climático

Objetivos:

Validar un análisis de estrategias de adaptación al cambio climático con los participantes para lograr medidas de adaptación al cambio climático.

Identificar participativamente aspectos prioritarios y acciones para mejorar la capacidad adaptativa del territorio.

Participantes: Representantes de entidades institucional y local, actores clave, horticultores y usuarios del agua

Tiempo estimado: 4 horas

Agenda: Actividad	Materiales	Tiempo
1. Breve presentación de los participantes, procedencia, entidad que representan y expectativa de cada uno	Etiquetas para nombres	15 min
2. Presentación del resumen de los alcances obtenidos hasta el momento	Presentación Power Point, proyector	15 min
3. Escenario pesimista en el 2025	Papelotes, tarjetas, marcadores	1 hora
4. Identificación de aspectos	Papelotes, cinta,	30 min

clave o prioritarios	calcomanías	
ALMUERZO	45 min	
5. Actividad de cierre del taller	20 min	

Método de trabajo:

Presentación de los alcances obtenidos

Se presenta la síntesis del análisis de los alcances obtenidos hasta el momento para desarrollar el taller 2.

Validación de Estrategias de adaptación al cambio climático.

El análisis de Estrategias de adaptación al cambio climático se realizó sobre los aspectos que tienen los habitantes del territorio para tomar medidas de adaptación frente al cambio climático. Se presenta por ejes temáticos.

Se divide a los participantes en grupos. A cada grupo le corresponde analizar un de Estrategias de adaptación al cambio climático por eje temático, el cual discuten y llegan a un acuerdo para cambiar o añadir información.

Dos representantes de cada grupo exponen la información de cada Estrategias de adaptación al cambio climático y los cambios hechos anteriormente al resto de participantes para que ellos también validen la información.

Escenario pesimista al 2025

Se trabaja con los grupos antes definidos.

A partir de la información validada de Estrategias de adaptación al cambio climático contestan la pregunta: ¿Qué pasará en 10 o 15 años si no hacemos nada?

Los participantes escriben sus ideas en tarjetas y las pegan en los papelotes.

Dos representantes de cada grupo exponen el escenario al resto de participantes.

Aspectos clave

En plenaria los participantes contestan: ¿Qué aspectos son más urgentes para adaptarse al cambio climático?

Los facilitadores escriben las ideas en tarjetas y las pegan en el papelote.

Los participantes se les entregan cuatro stickers o calcomanías, donde votan por los aspectos que consideran prioritarios. Los participantes deciden cuántos votos le dan a cada aspecto.

Se seleccionan los cinco aspectos que tienen mayor cantidad de votos.

Actividad de cierre

A cada participante llena una hoja de evaluación del proceso por parte de los facilitadores y que incluye las siguientes preguntas:

¿Qué cosas considera importantes para poder desarrollar este tipo de iniciativas o proyectos?

¿Qué considera que estuvo bien?

¿Qué mantendría?

¿Qué cambiaría?

Anexo 8. Percepciones de los Horticultores

Percepciones presentadas en la el trabajo realizado por Narváez 2013

“Antes había más árboles y más potreros, y los dueños eran pocos, hace 25 años tal vez eran 5 y nosotros éramos peones. Cuando existió coope-tierrablanca les vendió a pequeños productores”

“Una finca se ha dividido entre 15 y 17 dueños, antes eran potreros y con linderos de árboles y cercas vivas”

“Allá aquella zona del volcán arriba, cuando yo era carajillo todo eso era una montaña y véalo ahora, lo que tiene es papas”

“Se ha talado pero para tener donde trabajar y dar sustento a la familia pese a estar conscientes de lo malo de la deforestación.”

“Antes menor producción pero limpia sin herbicidas, ahora se usa herbicidas y demás generando monocultivos”

“Estamos sujetos a la naturaleza, ella es la que nos da el agua y nos la quita, años atrás lo que era un mayo, un junio eran lluvias que corrían las aguas”

“Estamos hablando de que esto no es ni 1 ha para el alimento de toda mi familia”

“El que se cansa es uno, el que se muere es uno, la tierra no se va a cansar, dependiendo como la maneje”

“Antes los cultivos tenían malezas y es ahí donde estaban las plagas, ahora con las herbicidas no se deja malezas es cuando se van contra los cultivos”

“Antes el río se escuchaba y era necesario atravesarlo a caballo. Ahora no se escucha nada y se lo puede pasar pisando las piedras”

“Es grande la diferencia de ver el cebollar bajo un árbol y a pleno sol, el primero esta amarillo y pequeño en cambio al sol esta verde y más grande”

“periódicamente llueve, cada ocho días pero un poquitico”

*“Estos de terrenos no se dejan descansar, no se deja enyerbar, ni se incorporar hierbas. Como son pedacitos pequeños los que tenemos, no hay espacio para darnos ese lujo
“El nivel de agroquímicos usados si ha cambiado un montón, ahora se echa mucho, ahora si no se hecha agroquímico no se produce”*

“A lo largo de todo el año hay vientos, porque ya no hay nada que lo detenga, como montañas o árboles”

“De octubre en adelante aparecen los temporales que vienen del atlántico, casi no llegan a Tierra Blanca”

”Es mejor regar áreas pequeñas para mantener mejor la humedad”

”La gente busca ampliar el área de producción, pero sin considerar que el agua no es suficiente para regar. El mal riego es muy común bajo esta causa”

”Si se riega a las 6 am con 3 horas, en la tarde puede estar ya seco”

”Para que con un micro-aspersor se riegue bien se debe mantener aprox 3 horas”

”No ha habido capacitaciones en manejo del riego, como para determinar la cantidad de agua debe tener el terreno”

”Se ha probado goteros y se mantiene en proyecto, en Tierra Blanca por el sistema de siembra hace necesario el movimiento permanente de los suelos. Lo que implica mayores trabajos de desinstalación e instalación. Inclusive se tiene algunos inconvenientes con los micro-aspersores al momento de las cosechas”

“Controlar la humedad con hidrómetro, falta de capacitación y tecnología a los productores”

Percepción de los Productores encontradas en el presente estudio.

”Aquí nunca han floreado los itabos y este año hubo Tanto calor que florearon, igual se dio gran producción de aguacates cosa que no se daba antes”

“El cambio climático se ha intensificado en la zona debido al calentamiento global y a la deforestación”

“Los ríos se han secado más hay menos lluvias y más vientos”.

“Por los fenómenos del Niño las estaciones ya no están en el tiempo que deberían estar”

“Se ha llovido pero en el año han caído 5 aguacerillos pequeños no es como los aguaceros de antes”

“Por el fenómeno del niño los ríos bajan”

“Esto es a nivel mundial a las malas prácticas que se el ser humano está haciendo al planeta”

“Este año no ha caído ni una gota de agua en nuestra parcela ya estamos casi a mitad de año”

“La calidad del suelo no se ha visto afectado en mi finca porque eso está en uno en la forma de trabajar yo por ejemplo en mi finca tiro gallinaza y materia orgánica para tener un buen manejo del suelo y alimentarlo”

“Ahora hay menos agua en las lluvias y en los ríos hay más escases de agua debido al calentamiento global”

“Estos cambios climáticos es por culpa de todos por tanta contaminación.”

“La variación del clima se debe a la aireación que ofrecen los arboles ahora hay mucha deforestación en vez de sembrar se cortan por esto hay más calor y sumado a esto el uso de tractores que compactan los suelos y los vuelven más secos”.

“El calentamiento de hoy en día se debe a la deforestación y a los gases que salen de las fábricas y los vehículos”

“Las sequias por falta de lluvias hace que se polvorice más el suelo se vuelve más arenoso al haber poca humedad cuesta más controlas las plagas”

“Los nacimientos se han reducido y aquí arriba llueve muy poco también mucha gente ha pagado agua y los que roban hacen que se reduzca el caudal a los que pagamos”

“Antes eran más definidas las estaciones ahora no ahora la tierra se ha vuelto más seca y más dura para trabajar”

“La falta de agua y tanto sol es porque hacen falta árboles para la sombra ahora hay mucha deforestación y las leyes no se cumplen MINAE no hace que se cumplan”.

“Por las faltas de lluvias el suelo se ha secado la tierra no produce lo que tiene que producir”

“Por la falta de lluvias se han visto reducidos los manantiales”

“El clima de hoy en día ya no es igual hay menos agua”

“La falta de agua se debe al calentamiento global debido a la deforestación si hay menos lluvia no se pueden tratar las enfermedades del suelo al estar más secos hay que usar más fungicidas”

“No alcanzan las horas de riego concesionadas para cubrir lo que se tiene sembrado debido a la falta de lluvias no hay agua”.

“ahora es más caliente el clima, el sol quema más que antes”

“si el calor sigue así ya no vamos a poder sembrar nada todo será un desierto”

“Existe menos lluvias y más veranos”.

Anexo 9. Caudales

cuenca	fecha	caudal (l/s)	Latitud	Longitud	altura
Reventado	16/03/1965	227	212.900	547.600	2558
	29/04/1977	130	211.800	547.150	2558
	26/03/1979	25	213.900	549.350	2558
	26/03/1979	104	213.900	549.350	2558
	27/03/1979	76	205.400	542.750	2558
	27/03/1979	128	202.700	543.000	2558
	31/03/1980	182	205.000	542.555	2558
	31/03/1980	185	205.100	542.600	2558
	31/03/1980	173	206.350	543.800	2558
	31/03/1980	143	202.700	543.000	2558
	27/03/1984	154	202.700	543.000	2558
	03/04/1984	127	202.700	543.000	2558
	17/04/1984	125	202.700	543.000	2558
	02/05/1984	104	202.700	543.000	2558
	09/06/1984	384	202.700	543.000	2558
	27/07/1984	364	202.700	543.000	2558
	17/08/1984	391	202.700	543.000	2558
	05/09/1984	176	202.700	543.000	2558
	03/10/1984	498	202.700	543.000	2558
	10/10/1984	164	202.700	543.000	2558
	24/10/1984	622	202.700	543.000	2558
	22/02/1985	386	202.700	543.000	2558
	14/03/1985	341	202.700	543.000	2558
	15/05/1985	281	202.700	543.000	2558
	05/06/1985	325	202.700	543.000	2558
	03/07/1985	234	202.700	543.000	2558
	24/07/1985	200	202.700	543.000	2558
	14/08/1985	314	202.700	543.000	2558

23/01/1989	88.84	213.900	549.350	2558
06/03/1989	50	213.900	549.350	2558
13/12/1989	66.51	213.900	549.350	2558
26/04/1990	16.13	213.900	549.350	2558
31/05/1990	31.2	213.900	549.350	2558
24/09/1990	57.05	213.900	549.350	2558
17/05/1991	10.05	213.900	549.350	2558
30/07/1991	39.33	213.900	549.350	2558
31/10/1991	105.75	213.900	549.350	2558
11/05/1992	31.41	213.900	549.350	2558
03/07/1992	26.52	213.900	549.350	2558
06/08/1992	24.08	213.900	549.350	2558
04/09/1992	27.62	213.900	549.350	2558
06/10/1992	53.35	213.900	549.350	2558
04/11/1992	67.2	213.900	549.350	2558
09/12/1992	46.21	213.900	549.350	2558
07/01/1993	44.65	213.900	549.350	2558
04/02/1993	21.19	213.900	549.350	2558
05/03/1993	19.14	213.900	549.350	2558
15/04/1993	19	211.750	547.170	2558
05/05/1993	18.44	213.900	549.350	2558
08/06/1993	76.8	213.900	549.350	2558
06/07/1993	108.06	213.900	549.350	2558
10/08/1993	157.37	213.900	549.350	2558
24/09/1993	99.6	213.900	549.350	2558
21/10/1993	102.42	213.900	549.350	2558
07/02/1994	44	213.900	549.350	2558
03/03/1994	28.84	213.900	549.350	2558
04/04/1994	26.99	213.900	549.350	2558
07/04/1994	48.89	211.750	547.170	2558
05/05/1994	82.05	211.750	547.170	2558
05/05/1994	48.49	213.900	549.350	2558
06/06/1994	37.41	213.900	549.350	2558
06/06/1994	69.62	211.750	547.170	2558
09/12/1994	301.83	211.750	547.170	2558
09/01/1995	168.75	211.750	547.170	2558
14/02/1995	105.22	211.750	547.170	2558
14/02/1995	98.23	210.800	547.050	2558
09/03/1995	83.69	210.800	547.050	2558
04/04/1995	55.17	210.800	547.050	2558
09/05/1995	126.55	210.800	547.050	2558

	09/01/1996	266.17	211.750	547.170	2558
	12/03/1996	186.75	211.750	547.170	2558
	08/01/1997	225.41	211.750	547.170	2558
	08/01/1997	97.99	213.900	549.350	2558
	19/05/2000	52.38	213.900	549.350	2558
	16/05/2001	260.5	211.750	547.170	2558
	19/05/2000	52.38	213.900	549.350	2558
	22/03/2001	39.42	213.900	549.350	2558
	22/03/2001	26.32	213.900	549.300	2558
	07/05/2001	16.81	213.900	549.300	2558
	16/05/2001	260.50	211.750	547.170	2558
	10/02/2004	78.15	213.817	549.276	2558
	18/03/2004	24.44	213.817	549.276	2558
	13/04/2004	51.9	213.817	549.276	2558
	22/04/2009	90.29	212.754	547.637	2558
	25/02/2010	131.05	213.896	549.330	2558
	17/03/2010	34.98	213.896	549.330	2558
	17/03/2010	36.77	214.044	549.330	2558
	18/03/2010	9.76	213.116	547.800	2558
	09/03/2011	84.94	213.817	549.276	2558
	03/07/2014	9.6	213.817	549.276	2558
	24/07/2014	19.92	213.817	549.276	2558
	18/09/2014	29.66	213.817	549.276	2558
	03/10/2014	41.76	213.817	549.276	2558
	17/10/2014	73.38	213.817	549.276	2558
	31/10/2014	62,6	213.600	548.350	2590
	12/11/2014	74,04	213.600	548.350	2590
	18/11/2014	77.86	213.600	548.350	2590
Retes	09/05/1995	29.93	213.600	548.350	2590
	09/05/1995	29.93	213.600	548.350	2590
	09/01/1996	48.15	213.600	548.350	2590
	09/01/1996	48.15	213.600	548.350	2590
	12/03/1996	34.13	213.600	548.350	2590
	26/04/1999	51.53	213.600	548.350	2590
	19/02/2001	22.04	213.600	548.300	2590
	19/02/2001	54.03	215.300	548.900	2590
	16/01/2001	11.69	215.300	548.900	2590
	22/03/2001	5.30	214.300	548.550	2590
	22/03/2001	22.48	215.300	548.900	2590
	07/05/2001	16.30	215.099	548.859	2590
	18/03/2004	40.31	213.600	548.350	2590

	18/03/2004	43.22	215.099	548.859	2590
	13/04/2004	24.79	215.099	548.859	2590
	25/03/2014	5.66	215.099	548.859	2590
	03/07/2014	12.3	215.099	548.859	2590
	24/07/2014	25.98	215.099	548.859	2590
	18/09/2014	30.31	215.099	548.859	2590
	17/10/2014	37.67	215.099	548.859	2590
	31/10/2014	48.8	215.099	548.859	2590
	12/11/2014	34	215.099	548.859	2590
	18/11/2014	33.30	215.099	548.859	2590
Turusal	18/03/2004	41.69	214.235	548.524	2431
	24/07/2014	29.46	214.235	548.524	2431
	19/09/2014	27.38	214.235	548.524	2431
	02/10/2014	25.65	214.235	548.524	2431
	17/10/2014	45.72	214.235	548.524	2431
	31/10/2014	52.29	214.235	548.524	2431
	12/11/2014	50.78	214.235	548.524	2431
	18/11/2014	51.57	214.235	548.524	2431
Pavas	31/01/2002	2.77	213.200	547.500	2201
	31/01/2002	1.1	214.550	547.250	2201
	13/04/2004	11.38	214.660	547.450	2201
	22/04/2009	20.18	213.197	547.491	2201
	18/03/2010	4.14	213.052	547.648	2201
	18/09/2014	24.31	213.220	547.491	2201
	03/10/2014	24.9	213.220	547.491	2201
	17/10/2014	49.75	213.220	547.491	2201
	31/10/2014	36.7	213.220	547.491	2201
	12/11/2014	30.75	213.220	547.491	2201
18/11/2014	27.40	213.220	547.491	2201	
el Rodeo	24/07/2014	21.5	213.219	547.491	2230
	18/09/2014	75.87	213.219	547.491	2230

Anexo 10. Precipitación

Datos promedio de precipitación de la estación de Sanatorio Duran.

	Período	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic	total
promedio	1935-1982	29,3	14,2	8,7	40,5	189,6	210,5	132,6	154	212,1	275,5	161,8	77	2918,1
promedio	1989-2003	28,2	24,0	17,3	40,6	202,3	172,0	129,4	178,0	226,3	243,2	147,3	91,6	1500,0
promedio	2010-2013	6,3	16,7	15,6	46,2	106,4	192,4	132,7	146,1	228,5	274,7	164,9	60,5	1390,9

promedio	2014Isem	4,9	1,3	4,3	18	115,7	100,6							
----------	----------	-----	-----	-----	----	-------	-------	--	--	--	--	--	--	--

Datos promedio precipitación de la estación de Llano Grande

	Período	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
promedio	1994-2011	23	26,9	15,7	70,1	286,1	254,5	166	218	337,7	394,4	246,7	66,6	2105,7
promedio	2010-2013	4,6	1,5	2,6	53,7	106,1	173,2	116,6	116,0	185,7	297,8	105,2	44,4	1207,6
promedio	esII2006-2013	19,5	17,9	9,3	68,5	241,7	198,4	170,2	235,5	293,6	372,7	205,00	65,7	1898,5
promedio	2014	0,7	0,7	0,6	28,2	193,2	110,7	41,3	125,3	345,3				1472,4

Datos promedio precipitación de la estación de Tierra Blanca

	Período	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
promedio	1972-1990	36,0	9,7	6,8	44,2	176,3	181,3	118,3	208,1	248,7	276,8	107,8	61,8	1475,8
promedio	2010-2013	102,6	24,7	14,3	58,9	97,4	150,2	105,3	130,7	149,0	179,8	106,1	36,5	1155,9
promedio	2014	12,8	7	1,1	17,1	93,9	135,6							