



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA**

DIRECCION DE POSTGRADOS

**TESIS PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
MAGISTER EN AGRICULTURA SOSTENIBLE**

**TEMA: IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA
PRODUCCIÓN DE PAPA Y MAÍZ SUAVE EN LA COMUNIDAD
DE PULULAHUA.**

AUTORA: PILCO ORELLANA, ZOILA PATRICIA

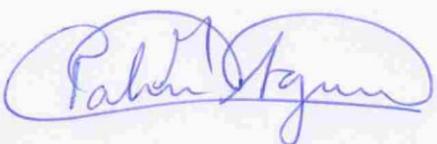
DIRECTORA: PATRICIA AGUIRRE Ph.D

**SANGOLQUÍ
2015**

CERTIFICADO

Certifico que el presente proyectos “IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN DE PAPA Y MAÍZ SUAVE EN LA COMUNID DE PULULAHUA”, fue desarrollado en su totalidad por la Ing. Zoila Patricia Pilco Orellana, bajo mi dirección.

Sangolquí, Agosto de 2015



Dra. Patricia Aguirre (Ph.D)

AUTORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente proyecto titulado “Impacto del cambio climático en la producción de maíz suave y papa en la comunidad del Pululahua”, ha sido desarrollada considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado el derecho intelectual de terceros considerándolos en citas a pie de página y como fuentes en el registro bibliográfico.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance del proyecto en mención.

Sangolquí, Agosto de 2015



Ing. Zoila Patricia Pilco Orellana

AUTORIZACIÓN

Yo, Zoila Patricia Pilco Orellana, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” a publicar en la biblioteca virtual de la Institución el presente trabajo “IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN DE PAPA Y MAÍZ SUAVE EN LA COMUNIDAD DE PULULAHUA”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, Agosto de 2015



Ing. Zoila Patricia Pilco Orellana

DEDICATORIA

A mi madre, que siempre me ha apoyado y ha creído en mí.

Patricia Pilco Orellana

AGRADECIMIENTOS

A la Corporación Grupo Randi Randi, por brindarme la oportunidad de desarrollar mi tesis, especialmente a David Suárez Duque, Susan Poats, Carina Estevéz y Limber Zambrano.

A mi directora de tesis, Patricia Aguirre, quien con su paciencia y dedicación de horas de trabajo, me guio para concluir este proceso.

Un agradecimiento especial a la comunidad de Pululahua, especialmente a los guardaparques de la Reserva Geobotánica Pululahua, Rosita, Celiano y Francisco, por brindarme información necesaria para esta investigación.

A la Sra. Consuelo Acosta por su paciencia, Fanny Chiluiza por su apoyo incondicional.

A mi madre por todo el tiempo de dedicación.

A mi amiga Cecilia Pérez que me ha apoyado en este proceso largo y a Lucy.

Patricia Pilco Orellana

INDICE DE CONTENIDOS

Abreviaturas	xiii
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	
1.1.- OBJETIVOS	3
1.1.1- Objetivo General.....	3
1.1.2.- Objetivos Específicos	3
1.1.3.- Hipótesis	3
1.2.- JUSTIFICACIÓN	4
CAPITULO II	6
MARCO TEÓRICO	
2.1.- Cambio Climático.....	6
2.2.- Impactos del Cambio Climático en la Región Andina.	7
2.3.- Importancia de la Agricultura en Ecuador.....	8
2.3.1. Maíz suave en el Ecuador	9
2.3.2. Papa en el Ecuador.....	12
2.5.- Cambio Climático en el Ecuador.....	12
CAPITULO III.....	20
METODOLOGÍA	
3.1.- Participantes.....	20
3.2.- Procedimiento	20
3.2.1. Diagnóstico	21
3.2.2. Impactos del cambio climático en la comunidad de Pululahua	22
3.2.3. Análisis de impacto del cambio climático en los cultivos de papa y maíz suave.....	24
3.2.4. Elaboración de las estrategias de adaptación y mitigación para la comunidad de Pululahua en la agricultura.	26
3.2.5. Descripción del área de estudio.....	26
CAPITULO IV.....	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1.- RESULTADOS	29
4.1.1.- Diagnóstico	29
4.1.1.2.- Información del PACC	30
4.1.2.- Impactos de cambios clima en la comunidad de Pululahua (Herramienta CRISTAL)	32
4.1.3. Impacto del cambio climático en los cultivos de papa y maíz a través del CROPWAT.	37
4.2. DISCUSIÓN	48
4.2.1. Análisis de los impactos del cambio climático a través de CRISTAL	48
4.2.2. Análisis de los impactos del cambio climático en los cultivos para el 2009 y 2010.....	52
4.2.3. Análisis del impacto del cambio climático en los cultivos de maíz y papa para el 2030	58

4.3. Elaboración de las estrategias de adaptación para la comunidad de Pululahua para los cultivos de maíz suave y papa.	64
4.3.1. Estrategias actuales y futuras de adaptación.	64
4.3.2. Plan de adaptación al cambio climático para la comunidad de Pululahua.....	66
4.3.2.1. Introducción y alcance	66
4.3.3.2. Objetivos	68
4.3.3.3. Marco lógico	68
CAPITULO V	73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1. CONCLUSIONES	73
5.2. RECOMENDACIONES	74
LITERATURA CITADA.....	75
ANEXOS	79

Índice de figuras

Figura 1 Participación del PIB de maíz suave seco en el PIB nacional y el PIB agrícola en el Ecuador en el período 2002-2009	10
Figura 2 Zonificación del cultivo de maíz suave seco en el Ecuador en 2009.....	11
Figura 3. Producción de papa en el 2011.	12
Figura 4. Evolución de los distintos escenarios IPCC SRES.....	18
Figura 5. Mapa de cobertura vegetal y localización de la Reserva Geobotánica Pululahua.	27
Figura 6. Cambio de temperatura y precipitación del modelo Echam4.....	31
Figura 7. Cambio de temperatura y precipitación del modelo Echam4.....	31
Figura 8. Impactos de la sequía, matriz CRISTAL.	32
Figura 9. Impactos del cambio del período de lluvias, matriz CRISTAL.	33
Figura 10. Impactos de los vientos fuertes, matriz CRISTAL.....	33
Figura 11. Principales recursos naturales de la población de la RGP, matriz CRISTAL.....	34
Figura 12. Principales recursos físicos de la población de la RGP, matriz CRISTAL	35
Figura 13. Principales recursos financieros de la población de la RGP. Matriz CRISTAL.	35
Figura 14. Principales recursos humanos de la población de la RGP. Matriz CRISTAL.....	36
Figura 15. Principales recursos sociales de la población de la RGP, matriz CRISTAL.....	36
Figura 16. Principales pérdidas en el cultivo de maíz y papa. 2009.....	49
Figura 17. Porcentaje de las principales pérdidas en el cultivo de maíz y papa en el 2010.....	50
Figura 18. Requerimiento de riego, precipitación efectiva y evapotranspiración del maíz. 2009.....	53
Figura 19. Requerimiento de riego, precipitación efectiva y evapotranspiración del maíz. 2010.	53
Figura 20. Requerimiento de riego, precipitación efectiva y evapotranspiración de la papa. 2009.....	54
Figura 21. Requerimiento de riego, precipitación efectiva y evapotranspiración de la papa. 2010.....	55
Figura 22. Kc en función de la evapotranspiración, requerimiento de riego y precipitación efectiva de maíz. 2009- 2010	56
Figura 23. Kc en función de la evapotranspiración, requerimiento de riego y precipitación efectiva de papa. 2009- 2010.....	57
Figura 24. Requerimiento de riego, precipitación efectiva y evapotranspiración del maíz. 2030.....	59
Figura 25. Requerimiento de riego, precipitación efectiva y evapotranspiración de la papa. 2030.....	60
Figura 26. Kc en función de la evapotranspiración, requerimiento de riego y precipitación efectiva de maíz. 2030.....	61
Figura 27. Rendimiento de maíz a nivel nacional y de la provincia de Pichincha. 2000-2012.....	62
Figura 28. Rendimiento de papa a nivel nacional y de la provincia de Pichincha. 2000-2012.....	63

Figura 29. Historias de requerimiento de riego de los cultivos de maíz y papa y proyección al 2030 para la comunidad de Pululahua. Pichincha.....	64
Figura 30. Importancia de los recursos para la implementación de estrategias para hacer frente a las amenazas climáticas.....	66

Índice de tablas

Tabla 1 Modelos climáticos para el Ecuador 14	
Tabla 2 Escenarios SRES.....	15
Tabla 3 Requerimiento de agua del cultivo de maíz para el año 1999.....	38
Tabla 4 Requerimiento de agua del cultivo de maíz para el año 2000.....	39
Tabla 5 Requerimiento de agua del cultivo de maíz para el año 2009.....	40
Tabla 6 Requerimiento de agua del cultivo de maíz para el año 2010.....	41
Tabla 7 Requerimiento de agua del cultivo de papa para el año 1999.....	42
Tabla 8 Requerimiento de agua del cultivo de papa para el año 2000.....	43
Tabla 9 Requerimiento de agua del cultivo de papa para el año 2009.....	43
Tabla 10 Requerimiento de agua del cultivo de papa para el año 2010.....	44
Tabla 11 Datos proyectados para 2030 a través de datos históricos de INAMHI 1990-2009 para los escenarios A2 y B2	45
Tabla 12 Requerimiento de agua del cultivo de maíz para el año 2030.....	46
Tabla 13 Requerimiento de agua del cultivo de papa para el año 2030.....	47
Tabla 14. Vulnerabilidad de los cultivos de maíz y papa de acuerdo al Kc en las fases fenológicas.2009-2010.....	57
Tabla 15. Amenazas, Impactos y Estrategias identificadas por el grupo focal.....	65
Tabla 16. Actividades para el plan de adaptación de la comunidad de Pululahua..	69
Tabla 17. Presupuesto del plan de adaptación de la comunidad de Pululahua.....	70
Tabla 18. Cronograma del plan de adaptación del a comunidad de Pululahua.....	72

Índice de anexos

Anexo 1. Encuesta dirigida a los agricultores-as para obtener información primaria.....	80
Anexo 2. Mapa participativo de la comunidad de Pululahua y sus medios de vida elaborado dentro de CRISTAL.....	87
Anexo 3. Marco lógico del plan de adaptación de la comunidad de Pululahua.....	88

Abreviaturas

ARCGIS	software en el campo de sistemas de información geográfica
CAN	Comunidad Andina de Naciones
CARE	
CC	Cambio climático
CGRR	Corporación Grupo Randi Randi
CMCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CRISTAL	Community-based Risk Screening Tool - Adaptation & Livelihoods, herramienta para la identificación Comunitaria de Riesgos - Adaptación y Medios de Vida
CROPWAT	(crop = cultivo; wat = agua), programa que utiliza el método de la FAO Penman-Monteith para determinar la evapotranspiración de los cultivos
ESPAC	Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua
IE-EE	Conjunto de escenarios de emisiones EMISIONES: En el contexto de cambio climático, se entiende por emisiones la liberación de gases de efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, en una zona y un período de tiempo específicos. , utilizados como base para la realización de proyecciones climáticas
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
FAO	Organización de las Naciones Unidas para l alimentación y la agricultura
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
IPCC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático
GEI	Gases de efecto invernadero
ODM	Objetivos de desarrollo del milenio
MAE	Ministerio del Ambiente del Ecuador
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca
PACC	Proyecto de Adaptación al cambio climático
PRECIS	Sistema de modelado regional Provisión de Climas Regionales para Estudios de Impactos (Providing Regional Climates for Impacts Studies
RGP	Reserva geobotánica Pululahua
SRES	Special Report on Emissions Scenarios, reporte especial de los escenarios de

emisiones

USAID

Agencia de los Estados Unidos para el desarrollo Internacional

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue analizar si existe un impacto en la producción de maíz y papa en la comunidad de Pululahua, frente al cambio climático, por lo que se recopiló información a través de la gente y se analizó con la matriz de CRISTAL, las principales amenazas climáticas fueron: sequia, cambio en el periodo de lluvias y vientos fuertes; los impactos de estas amenazas: la pérdida de los cultivos, biodiversidad, incremento de enfermedades en el ganado, menores ingresos, migración. A través del programa CROPWAT se sistematizó los datos meteorológicos, para realizar una proyección hacia el 2030, registrándose un déficit de agua, que afectara la producción de los cultivos de maíz suave y papa; finalmente se propone un plan de adaptación al cambio climático para la comunidad de Pululahua que permitan reducir la vulnerabilidad frente a la variabilidad climática.

Palabras claves: CAMBIO CLIMÁTICO, MAÍZ, PAPA, SEQUIA, ESCENARIOS, ADAPTACIÓN

ABSTRACT

Climate change affects agriculture in various ways, both social, economic and productive level, either in quality and quantity. The objective of this research was to analyze whether there is an impact on the production of corn and potatoes in the community of Pululahua , address climate change , so that information was collected through people and analyzed the crystal matrix , the major climatic hazards were drought , change in the period of rains and strong winds ; the impacts of these threats : loss of crops , biodiversity , increased livestock diseases , lower income , migration. Through the program CROPWAT weather data is systematized to make a projection 2030, recording a deficit of water, which affect the production of crops of soft corn and potato; finally a plan for adapting to climate change for the community of Pululahua to reduce vulnerability to climate variability is proposed.

Keywords: CLIMATE CHANGE, MAIZE, POTATO, DROUGHT, SCENARIOS, ADAPTATION.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), define el cambio climático como: “Cualquier cambio climático en el transcurso del tiempo, ya sea debido a su variabilidad natural o como resultado de la actividad humana”. Durante estos últimos años, la comunidad científica a nivel internacional, ha presentado evidencias del Cambio Climático a nivel global, que ha sido motivo de discusión y análisis. Frente a esta realidad se ha concentrado el trabajo o acciones en los países industrializados donde se genera la mayor parte de la contaminación, para contrarrestar esta realidad una de las opciones ha sido la firma de convenios para reducir las emisiones. Sin embargo a niveles geográficos de menor magnitud, es decir regional y local aún los estudios relativos al tema son escasos (IPCC, 2007).

En los últimos decenios se han destacado dos factores importantes sobre la relación entre el ser humano y el clima de la tierra, significativos de mencionar, las actividades humanas y la vulnerabilidad de las comunidades. En cuanto a la primera, han sido las actividades humanas o antropogénicas las que principalmente han incrementado las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI), que son los principales responsables del cambio del clima a nivel global y regional, paralelamente y paradójicamente con esto tenemos a algunas comunidades humanas que resultan más vulnerables debido al incremento y frecuencia de eventos extremos, como son: tormentas, inundaciones o sequías (Cáceres L, 2001).

En Ecuador aproximadamente desde el año 2000 se han realizado estudios relacionados con el cambio climático, algunos con relación a la biodiversidad en diferentes zonas de vida y otros con posibles escenarios y algunas estrategias frente a estos cambios. Sin embargo se hace necesario ir de lo general a lo particular, es decir ir del enfoque país hacia las comunidades y generar acciones frente a los posibles escenarios para el país (Cáceres L, 2001).

Hoy en día frente al cambio climático a nivel mundial, que ha sido provocado por el hombre y afecta tanto a países desarrollados como en vías de desarrollo, se hace importante generar información local y proponer acciones para la adaptación y/o mitigación de los efectos de cambio climático.

En el Ecuador la Reserva Geobotánica Pululahua (RGP) es un área protegida, con una característica única, se encuentra sobre un volcán activo y en el cráter vive la comunidad de Pululahua. Las características climáticas de la reserva son variables, las montañas constituyen el área protegida y la parte plana la comunidad agrícola, a pesar de estar dentro de un área protegida y cercana a la capital del Ecuador no dispone de ningún plan o estrategias para la comunidad, por estas razones se hace necesario iniciar investigaciones y proponer alternativas o medidas que ayuden a mitigar o adaptarse a los cambios en el clima que puedan influenciar en esta zona.

1.1.- OBJETIVOS

1.1.1- Objetivo General

Analizar el impacto del cambio climático en los cultivos de maíz y papa en la comunidad de Pululahua

1.1.2.- Objetivos Específicos

1.1.2.1 Realizar el diagnóstico agrícola participativo con énfasis en cambio climático de la comunidad del Pululahua.

1.1.2.2 Definir los impactos producidos por el cambio climático en los cultivos de maíz y papa de la comunidad de Pululahua.

1.1.2.3 Diseñar estrategias de adaptación y mitigación al impacto del cambio climático en los cultivos de maíz suave y papa de la comunidad de Pululahua

1.1.3.- Hipótesis

1.3.3.1.- La producción de maíz y papa de la comunidad de Pululahua no se verá afectada por el cambio climático.

1.3.3.2.- La producción de maíz y papa de la comunidad de Pululahua se verá afectada por el cambio climático.

1.2.- JUSTIFICACIÓN

Científicos y varios estudios afirman que el planeta se está calentando de una manera acelerada, debido principalmente al aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera, producto principalmente de las emisiones de las industrias y actividades humanas en general (IPCC, 2014). Se menciona que se registrarán cambios graduales principalmente en temperatura y pluviosidad, que causaran eventos extremos como sequías, olas de frío o de calor y los desastres naturales serán cada vez más frecuentes (Rojas y Blanch, 2009). Según el cuarto informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático las temperaturas globales promedio en superficie aumentaron $0.74 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ entre 1906 y el 2005. Para este siglo se tiene una predicción de aumento de temperatura global de 1.8 a 4°C (IPCC, 2007).

Estos cambios en el clima del planeta causarán gran impacto a los sistemas naturales, ecosistemas y por ende a las comunidades humanas que dependen de estos. Habrá una disminución en la producción, se verán afectados los cultivos, los recursos y la seguridad alimentaria, causando mayor vulnerabilidad principalmente a las regiones pobres del planeta (Rojas et,al, 2009).

En la actualidad ya se están produciendo cambios ambientales a nivel regional, esto se puede observar con el incremento promedio de la temperatura del aire, el derretimiento de los glaciares, la elevación del nivel del mar y el aumento en concurrencia e intensidad de los desastres naturales. (Secretaria General de la Comunidad Andina, 2008).

La variabilidad del clima es uno de los mayores problemas que enfrentan actualmente las comunidades, que se caracterizan por tener medios de vida sensibles y dependientes de los recursos naturales (Rojas et,al, 2009). El cambio climático hará más frecuentes e intensos, los eventos climáticos extremos, por lo tanto requerirá desarrollar nuevas capacidades especialmente a nivel local, estos eventos climáticos extremos requerirá desarrollar nuevas capacidades locales, pero no empezando desde cero, sino construyendo sobre las experiencias existentes (Levine y Encinas, 2008).

Debido a esta vulnerabilidad climática, es necesario realizar estudios a nivel nacional, regional y local, para conocer cuáles son los riesgos naturales y la frecuencia de los eventos extremos; al comprender esto, las personas de una localidad podrán planificar y adaptarse a los cambios en el clima y así aprovechar las oportunidades y reducir los riesgos(USAID, 2007).

De acuerdo a datos del INEC para 2012, la actividad agrícola contribuye con el 6 % al PIB del Ecuador y representa el 40% de las exportaciones no petroleras del país. El sector agrícola es una importante fuente de trabajo en el campo y las superficies de terreno dedicadas a esta actividad son considerables. Aunque el aporte al PIB nacional es solo del 6%, el sector agrícola tiene gran importancia desde el punto de vista social. En la región Sierra los principales productos agrícolas, y que además son parte de la canasta básica constituyen la papa y el maíz suave (CIIFEN, 2014). En el caso del maíz suave seco, la superficie cosechada tiene una tasa de crecimiento negativa promedio igual a -4,74% en el período 2002-2009, sin embargo el ritmo de producción crece 0,22% anual, su rendimiento es de 0,44 TM/ha. En su mayoría son pequeños productores-as que tienen 1-2ha y en cultivos asociados con menos de 5ha (INEC, 2001).

En cuanto a la papa el 0.4% del territorio de uso agropecuario se dedica a la producción de papa que son aproximadamente 49719ha, se estima que existen 88.130 productores-as, de igual manera que para el maíz suave el 32.24% son pequeños productores con menos de 1 ha; el 29.54% producen solo papa y el 2.7% la cultivan en asociación; el promedio nacional es de es de 5.81 toneladas métricas por hectárea (INEC, 2001).

De lo expuesto anteriormente, se planteó la siguiente investigación, la comunidad de Pululahua reúne las características básicas de una zona agrícola de la región sierra del Ecuador, por lo que es una muestra de la agricultura de esta región; donde sus principales cultivos son el maíz y la papa, a pesar de sus cercanía a Quito, esta comunidad no dispone de ningún plan que haga frente al impacto del cambio climático por ello se hace necesario iniciar investigaciones que ayuden a mitigar o adaptarse al cambio climático que afecta a nivel mundial.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.- Cambio Climático.

El cambio climático ha conllevado a una presión constante sobre los recursos naturales renovables, especialmente suelos y aguas. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), en su Artículo 1, define "cambio climático" como: "un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables", generando impactos negativos relevantes en su estado, afectando la capacidad de respuesta para sostener la producción futura de alimentos; por lo tanto en el escenario actual de cambio climático supone mayor riesgo sobre la alimentación, principalmente de las poblaciones en países en desarrollo y muy específicamente en las poblaciones rurales, además se verán afectadas las fuentes de energía disponibles, y las funciones ambientales de los ecosistemas de los territorios en desarrollo (IPPC, 2002).

La 34ª Sesión de la Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, convocó a una Conferencia de alto nivel sobre la seguridad alimentaria mundial y los desafíos del cambio climático y la bioenergía, el objetivo será evaluar los retos a que se enfrentan los sectores alimentario y agrícola como consecuencia del cambio climático y la mayor demanda por biomasa para la producción de energía, con el fin de determinar las estrategias y mecanismos necesarios para asegurar la alimentación de la población, dentro de un contexto amplio a nivel mundial, regional y nacional. En particular, se consideran los siguientes ámbitos: adaptación y mitigación al cambio climático; los recursos hídricos; plagas y enfermedades transfronterizas; gestión del riesgo y catástrofes; bioenergía, política, mercados y comercio; perspectivas mundiales; pesquerías y diversidad biológica. Se prevé que la intensificación sostenible de la producción puede ser una respuesta al cambio climático en algunos agroecosistemas intervenidos, si se acompaña de un conjunto de políticas, incentivos, y tecnologías que permitan y/o promuevan un uso racional intensivo y sostenible de los recursos

naturales para asegurar alimentos a nivel local y nacional, en el marco de una producción económica y ambientalmente viable (FAO, 2008).

2.2.- Impactos del Cambio Climático en la Región Andina.

En las últimas décadas se observa un aceleramiento de las dinámicas de cambio que sufren los procesos climáticos, pudiendo constatarse variaciones en parámetros tales como temperaturas y precipitaciones medias, que conllevan a alteraciones positivas o negativas dependiendo de la perspectiva que se aplique. Por ejemplo, en algunos territorios estos cambios permitirán la introducción de nuevas especies para la producción, no obstante estas podrían determinar una nueva presión hacia los recursos naturales renovables. En otros, se limitará la existencia de especies productivas debido al incremento de los fenómenos de desertificación o se intensificarán los fenómenos de inundaciones, disminuyendo con esto la superficie destinada a ciertos sistemas productivos. En este sentido, para el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, 2007), los principales impactos previstos ocasionados por el cambio climático en la Región serán:

Durante los próximos 15 años, es muy probable que los glaciares intertropicales desaparezcan, reduciéndose la disponibilidad de agua y la generación de energía hidroeléctrica en Bolivia, Perú, Colombia y Ecuador.

Es probable que para la década de 2020, entre 7 y 77 millones de personas sufran la falta de abastecimiento de agua apropiado, mientras que en la segunda mitad del siglo la posible reducción de la disponibilidad de agua y la creciente demanda de una población cada vez mayor en la región, pudieran elevar estas cifras hasta los 60 millones y 150 millones, respectivamente.

En el futuro, es probable que aumente la frecuencia e intensidad de los huracanes en la Cuenca del Caribe. El aumento del número de personas con riesgo de sufrir hambrunas según el escenario de emisiones A2 del IE-EE es probable que sea de 5, 26 y 85 millones en los años 2020, 2050 y 2080, respectivamente, asumiendo que los efectos del CO₂ sean pocos o ninguno (FAO, 2008).

2.3.- Importancia de la Agricultura en Ecuador.

El sector agropecuario es y continuará siendo el verdadero motor productivo de la economía ecuatoriana, tiene enorme importancia económica y social. Es la actividad económica que más aporta al Producto Interno Bruto (PIB Total, es la segunda actividad generadora de divisas que corresponde al 37,94%, Las exportaciones no petroleras de enero a marzo del 2012, se situaron en 2.324,55 millones de dólares; de las cuales 1.114,15 millones de dólares el (47,9%) son de productos tradicionales y 1.210,40 millones de dólares (52,1%) en productos clasificados en no tradicionales (BCE, 2012). El sector agropecuario y pesquero tiene un papel muy relevante para el crecimiento y desarrollo económico y social del Ecuador, y es una actividad motor para la dinámica de otros sectores productivos. Esto se evidencia por la participación agropecuaria en el Producto Interno Bruto, que alcanza el 10,7% para el año 2008, siendo el segundo sector productor de bienes luego del petróleo. Además, este sector tiene una participación significativa en el comercio exterior que alcanza el 28% del total de exportaciones y el 9,3% del total de importaciones registradas el mismo año. Su importancia social también es evidente, ya que genera empleo para alrededor de 2'000.000 de hombres y mujeres, de la población económicamente activa agrícola (INEC, ESPAC. 2010)

De los resultados obtenidos del III Censo Nacional Agropecuario, culminado en el año 2000, demuestran una vez más la vocación agropecuaria del país. La superficie de tierra dedicada a la producción agropecuaria es 12'654.242 hectáreas, dividida en 842.910 unidades de producción agrícola; esta superficie tiene las siguientes características de uso de suelo: el 24% corresponde a superficie dedicada a cultivos permanentes, transitorios, barbecho y descanso, el 40% está destinado a pastos y páramos, y el 36% corresponden a bosques y otros usos.

En la Sierra, cuya estructura socioeconómica es distinta de la Costa, los principales cultivos alimenticios incluyen: el maíz suave (247.000 ha), la papa (49.250 ha), el fréjol (70.000 ha), los cereales menores como el trigo, la cebada y la avena (100.000 ha), las leguminosas como arveja, haba y lenteja (32.000 ha) y cultivos andinos como: oca, melloco, quinua, mashua u otros (10.000 ha).

2.3.1. Maíz suave en el Ecuador

A nivel nacional para el análisis de este producto siempre se toma en cuenta los dos tipos de maíz que se producen en Ecuador: maíz duro seco y maíz suave seco, debido a la facilidad de comparación con las estadísticas internacionales, para la contabilidad de la producción de maíz internacional, son tomadas solo estas dos especies (INEC, 2009).

Según datos del INEC, a nivel nacional la superficie cosechada de maíz duro presenta una tasa media de crecimiento de -0,66% entre 2002 y 2011. En el 2011 se observa una reducción de 10,53%. La producción presenta una tasa promedio de crecimiento de 5,9% entre 2002 y 2011, el 2011 presenta una tasa de variación de -4,36% respecto al año anterior.

A continuación se hace un recuento de la situación del maíz suave seco a nivel del país que se cultiva en la región sierra y que es al cual se refiere esta investigación. La producción anual para el 2009 fue de 43.284 TM de maíz suave seco. A nivel del Ecuador, este cultivo representa uno de los más importantes para salvaguardar la seguridad alimentaria, tanto por el consumo per cápita como el consumo animal a través de balanceados y por ser uno de los productos más cultivados por los-as agricultores-as y es parte de la canasta básica del país según, INEC.

Por hacer una referencia a nivel de la CAN, el Perú tiene el mejor rendimiento en la producción de maíz con 2,73 TM/ha. Colombia le sigue muy de cerca con 2,53 TM/ha, Bolivia por su parte produce 2,39 TM/ha, Ecuador por su parte por su parte posee el rendimiento más bajo con 1,79 TM/ha. En el caso del maíz suave seco, la evolución del PIB de este producto es creciente y equivalente a una tasa promedio mensual de 5,45%. En el PIB agrícola tiene una participación promedio de 0,07% y en el PIB Nacional su participación es ínfima (INEC, 2009).

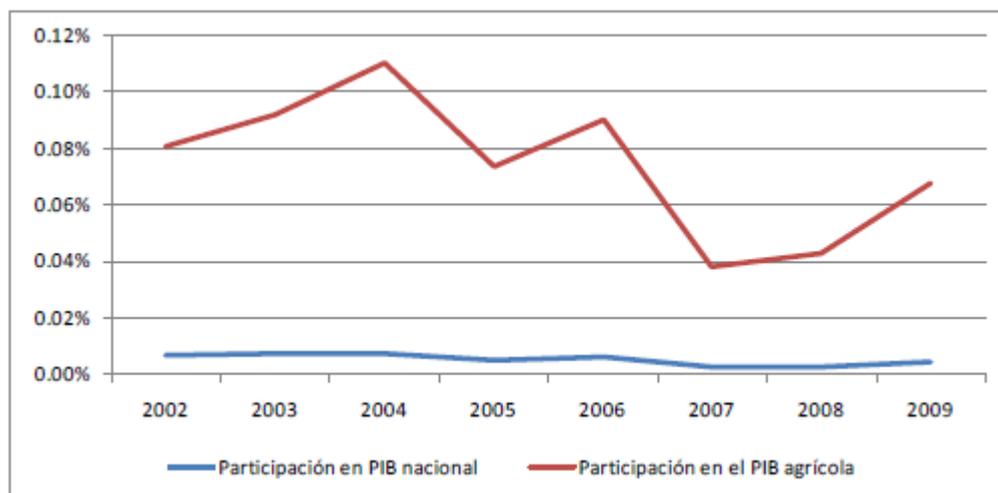


Figura 1 Participación del PIB de maíz suave seco en el PIB nacional y el PIB agrícola en el Ecuador en el período 2002-2009

Fuente: BCE, CAN, ESPAC
Elaboración: ESAG

La superficie cosechada tiene una tasa de crecimiento negativa promedio igual a -4,74% en el período 2002-2009. La producción crece a un ritmo de 0,22% anual. El rendimiento de este tipo de maíz tiene un promedio de 0,44 TM/Ha y una tasa de crecimiento de 5,21%.

En lo referente a la zonificación del maíz suave seco, las provincias donde hay una mayor presencia son: Bolívar y Cotopaxi, con el 31,81% y 21,78% de la producción nacional respectivamente. La tercera provincia en importancia es Azuay con 19,37% del total nacional.

En lo que se refiere a exportaciones e importaciones de maíz, estas están enfocadas al maíz duro seco que se produce en la costa; en cuanto al consumo per cápita promedio de maíz en el Ecuador es de 82,86 Kg/persona/año. El consumo por habitante ha crecido a una tasa promedio del 1,4% anual en el periodo analizado (INEC, 2009).

2.3.2. Papa en el Ecuador.

A pesar de que la superficie cosechada de papa presenta un decrecimiento del 1,62% entre 2002 y 2011, sin embargo, la producción presenta una tasa promedio de crecimiento de 5,23% entre 2002 y 2011. El cultivo de papa se encuentra principalmente en la región Sierra, durante el 2011 las provincias de Chimborazo, Cotopaxi y Carchi sumaron el 65,3% de la Superficie Total Cosechada de este producto. Carchi es la provincia de mayor cultivo de papa, con una participación del 31,61% a nivel nacional, seguido de Cotopaxi con 19,16% y Chimborazo con 14,12% de la producción nacional (ESPAC, 2011).



Figura 4. Producción de papa en el 2011.

Fuente: ESPAC. 2011

En lo que se refiere a la provincia de Pichincha en el año 2002 la superficie cosechada fueron 2334 ha y para el 2011 la superficie fue a 3521ha. En cuanto a la producción en el 2002 fue de 12797TM y en el 2011 se incrementó a 34975TM.

2.5.- Cambio Climático en el Ecuador.

A lo largo de los últimos años a nivel mundial se vienen realizando modelos climáticos para conocer los posibles escenarios en determinados número de años de acuerdo principalmente con las actividades antropogénicas, el Ecuador no está

fuera de este contexto, en esta sección se presenta los modelos climáticos para el país.

La función del IPCC, consiste en analizar, objetiva y abiertamente, la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender los elementos científicos del riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus posibles repercusiones y las posibilidades de adaptación y atenuación al mismo.

Los modelos serán más o menos confiables de acuerdo a las limitaciones del conocimiento científico, de la capacidad de representar los fenómenos físicos en una escala apropiada, y de la capacidad de las computadoras. Estos modelos relacionan la atmósfera, los océanos, la criosfera, la tierra y la biosfera, tanto vertical como horizontalmente en una serie de cuadrículas tridimensionales que dividen al globo terráqueo en capas y cuadrículas.

Entonces estos trabajos realizados a nivel mundial son útiles, sin embargo, es fundamental la estimación de los efectos a nivel local. En este sentido, las herramientas más utilizadas son los llamados modelos climáticos globales para la generación de Escenarios Climáticos, los cuales son descripciones espaciales y temporales, físicamente consistentes, de rangos plausibles de las condiciones climáticas futuras, basadas en un cierto número de suposiciones y en la actual comprensión científica del sistema climático (Labraga, 1998).

Estos modelos llegan a tener resoluciones que oscilan entre los 250 y los 600 km por lado, en la atmosfera de 10 a 20 capas verticales y en océanos a veces hasta 30 capas. Como resultado se tiene, que su resolución es bastante amplia, en particular para estimar los impactos y muchos procesos físicos (por ejemplo, las nubes) ocurren en escalas más pequeñas y no pueden modelarse apropiadamente.

Además, los modelos simulan mecanismos de retroalimentación entre componentes del sistema climático, como vapor de agua - calentamiento, nubes - radiación, circulación oceánica - hielo - albedo. Por esta razón, diversos modelos pueden simular respuestas muy distintas a similares forzamientos, debido a la forma en que cada uno modela ciertos procesos y retroalimentaciones (IPCC, 2007). Por otro lado, los modelos tienen resoluciones entre 5 y 100 km; es decir, tienen dominios más pequeños pero de mayor resolución, lo cual permite llevar a cabo simulaciones a gran escala (MAE, 2011).

Según Muñoz (2010) para el Ecuador se han producido tres modelos dinámicos de alta resolución espacial para estudios de Escenarios de Cambio Climático: el PRECIS (Centella & Bezanilla, 2008), el ETA (Rodrigues Soares & Marengo, 2008) y el TL959 (Kusonoki et al., 2008), citados por Muñoz (2010), describió el clima presente que hacen estos escenarios, comparando sus resultados con los de la base de datos Climate Research Unit de la East Anglia University de Reino Unido, además revisó las previsiones de cada modelo y escenario para el futuro (a largo plazo en el PRECIS y ETA, y a corto plazo para el caso del TL959), de modo independiente y mancomunado, esto último por medio de mapas de consenso, en la Tabla 1 se observan los modelos climáticos.

Tabla 1 Modelos climáticos para el Ecuador

Modelo	Presente	Futuro	Resolución
TL 959	1979 – 2000	2015 – 3039	20
ETA	1960 – 1990	2071 – 2100	56
PRECIS - HADC M3P	1961-1990	2071-2100	25
PRECIS - ECHA M4	1961-1990	1991-2100	25

Fuente: Muñoz, 2010

Un escenario es una descripción coherente, internamente consistente y plausible de un posible estado futuro del mundo (IPCC, 2011). Puede ser muy simple o muy complejo, cualitativo o cuantitativo, incluir descripciones narrativas o complejas descripciones matemáticas.

A continuación una breve descripción de los escenarios que se conocen como “Escenarios SRES” (por las siglas en inglés de “Informe Especial sobre Escenarios de Emisión”); a partir de ellos se desarrolló 40 diferentes escenarios:

Tabla 2 Escenarios SRES

Modelos	Economía	Población	Tecnología
A1	Crecimiento económico es rápido	Población mundial que llega a un punto máximo a mediados del siglo y luego disminuye	Nuevas tecnologías. Partiendo del escenario A1, se han desarrollado tres alternativas que describen diferentes fórmulas de aprovisionamiento de energía: intensiva en combustibles fósiles (A1FI), energías de origen no fósil (A1T), y equilibrio entre las distintas fuentes (A1B).
A2	El desarrollo económico está orientado en regiones pero el crecimiento económico es relativamente lento.	La población crece continuamente, se enfatizan la autosuficiencia y las identidades locales.	El cambio tecnológico está más fragmentado que en A1.
B1	Las estructuras económicas cambian rápidamente hacia una economía de servicios e información, crecimiento del PIB	La misma población mundial que A1.	Tecnologías limpias y que conservan recursos, con énfasis en la sostenibilidad social y Ambiental
B2	Se enfatizan las soluciones locales para la sostenibilidad económica	Es un mundo con una población creciente pero a tasas más lentas que en los otros escenarios	Cambios tecnológicos menos rápidos y más variados que en las líneas evolutivas B1 Y A1.

Fuente: IPCC, 2000

1. Modelo ETA: Es una modificación de la versión original para pronóstico meteorológico del Science Operations Office/Science and Training Resource Center (SOO/STRC). Los datos utilizados para este modelo poseen 0.5° de resolución espacial (aproximadamente unos 56 km en la línea ecuatorial) y cubren adecuadamente la mayor parte de Sudamérica. El modelo posee salidas de las variables cada 6 horas. Los escenarios disponibles son A2 y B2, usando el modelo global HadAM3P. El período de control es 1960-1990, y para el “futuro lejano” el período considerado es 2071-2100 (Muñoz, 2010).

Muñoz (2010) reporta que ETA muestra para la mayor parte del país un sesgo “seco”, excepto a lo largo de la Cordillera, en donde la representación es relativamente aceptable. La subestimación en la precipitación es más importante en la Amazonía (durante todo el año), y en buena parte de la Costa, sobre todo entre los trimestres comprendido entre diciembre-febrero a marzo-mayo. ETA representa adecuadamente la precipitación en la Sierra. En cuanto a la temperatura, el modelo tiene sesgos fríos para casi todo el litoral y cálidos para la Sierra y el piedemonte andino en la vertiente amazónica.

Los resultados del modelo para el escenario A2 son: precipitación: claros incrementos, algunos incluso mayores al 75, para el sureste del país. Disminución en la Amazonía, entre el 15% y el 50%, menos importante cerca del pie de monte andino. En la mayor parte de Esmeraldas y al norte de Manabí se observa una clara disminución de la intensidad de precipitación. Entre febrero - abril y mayo-julio esta región se amplía hasta extenderse prácticamente a lo largo de toda la región costera. Como el sur de las provincias del Guayas y El Oro presentan incrementos bien demarcados a lo largo de todo el año. Finalmente, la intensidad de precipitación tiene incrementos importantes en la región sierra.

2. Modelo PRECIS: Acerca del sistema de modelado regional Provisión de Climas Regionales para Estudios de Impactos (Providing Regional Climates for Impacts Studies, (PRECIS) fue desarrollado por el Centro Hadley para la Predicción e Investigación del Clima, que forma parte de la Oficina de Meteorología del Reino Unido(PACC).

El Modelo Regional del Clima (MRC) es una herramienta de regionalización o reducción de escala que añade información a mayor resolución a las proyecciones a gran escala de un Modelo I. Típicamente, un modelo regional

cubre una superficie limitada, por lo general del 5000 x 5000 km, con una resolución horizontal de 50 km; esto permite una representación más cercana de muchas características a nivel de la superficie, como topografías montañosas y líneas costeras. Para el estudio en el Ecuador, se utilizó información de dos modelos diferentes: HadCM3P y ECHAM4, desarrollados en el Reino Unido y Alemania, respectivamente (PACC).

Los resultados indican, en el período 2071-2099 existirá un incremento de la temperatura en el Ecuador continental, con magnitudes que varían entre 1.8 °C y 4.3 °C. A nivel espacial, el calentamiento es más intenso en la Amazonía y menor en zonas occidentales de la cordillera. El trimestre de diciembre-enero-febrero presenta un mayor calentamiento, seguido por septiembre-octubre-noviembre. En cuanto a la precipitación sufrirá incrementos comprendidos en el orden del 18.5% a 63% (Centella, et,al, 2008).

Además, en el comportamiento futuro de la precipitación se destaca la alta variabilidad interanual de las magnitudes. Ocurren valores máximos muy elevados, que parecerían relacionarse con la ocurrencia de grandes precipitaciones, relacionadas con posibles eventos ENSO.

A continuación se resumen la descripción de estos modelos como se explica en el portal web.IPCC. Los escenarios actuales de emisiones son los provistos por el Informe especial del IPCC sobre escenarios de emisión (IPCC SRES: IPCC Special Report on Emissions Scenarios). Los escenarios SRES A2 y SRES B2 que son los que se seleccionaron para esta investigación, son definidos como sigue:

SRES A2: Supone un mundo heterogéneo, la preservación de las identidades locales, una alta tasa de crecimiento poblacional, un desarrollo económico regional menor que en otras líneas narrativas.

SRES B2: Supone un mundo con énfasis en las soluciones locales, un aumento continuo de la población (menor que en A2) y niveles intermedios de desarrollo económico.

La elección de estos escenarios de emisiones se hizo, porque son los escenarios intermedios y descartamos los extremos para facilidad del análisis. La figura siguiente muestra la evolución de los distintos escenarios IPCC SRES. Los escenarios A2 y B2 tienen una emisión creciente de CO₂ intermedia entre los

escenarios de emisiones A1F1 y el B1, que son escenarios que describen distintas direcciones del cambio tecnológico en el sistema energético y el B1, describe un mundo convergente, con la misma población mundial, que alcanza su nivel más alto a mediados del siglo para disminuir posteriormente

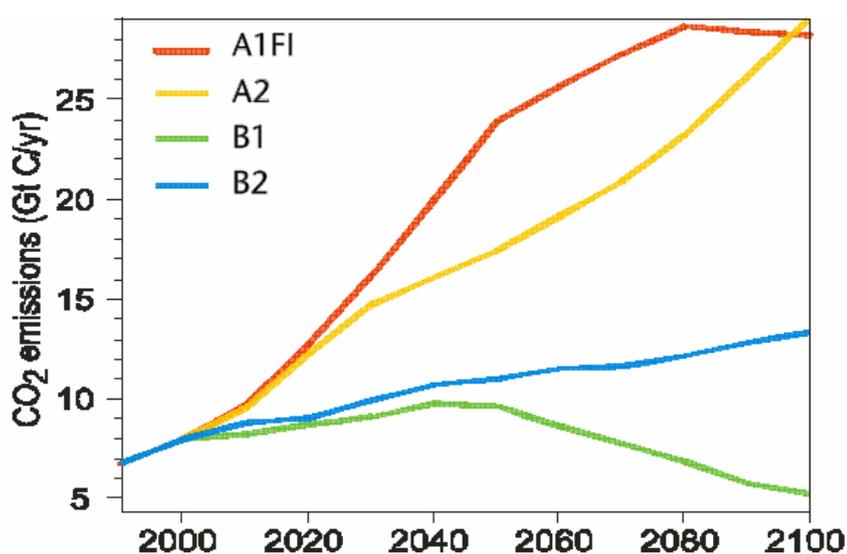


Figura 5. Evolución de los distintos escenarios IPCC SRES

Fuente:IPCC

La información que genera PRECIS se refiere a dos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero: SRESA2 y SRESB2. Las corridas se realizaron con el modelo climático global, el modelo Echam4, desarrollado en el Instituto Max Plank en Alemania. Para este modelo se realizó un experimento de control en el periodo entre los años 1960-1990, y luego se procedió a la realización de 2 experimentos **futuros**, considerando ambos escenarios de emisiones. En el caso del modelo Echam4 los experimentos realizados cubren todo el período entre los años 1991-2100.

Para obtener gráficos y mapas como explica en el manual de usuarios disponible en la página web del PACC se seleccionó el modelo (ECHAM4), el tipo de datos (mensuales, estacionales, anuales), el horizonte temporal, la variable (Temperatura min, Temperatura max, Precipitación, Evaporación, Velocidad viento, etc.), el nivel (superficie), el escenario de emisiones (A2, B2, A1b) y el área geográfica para la cual se requieren los mismos. En la sección del área geográfica se especificó el rango

de latitudes y longitudes. El horizonte temporal será para veinte años. Para obtener datos de la RGP se utilizaron los siguientes datos:

- Latitud más al Norte: 1
- Latitud más al Sur: 0
- Longitud más al Oeste: 79
- Longitud más al Este: 78

Los mapas obtenidos fueron referenciados con mapas de la Reserva Geobotánica Pululahua utilizando la herramienta ARCGIS. Con esta información se procedió a realizar gráficos demostrativos del cambio de las principales variables climáticas, tomando como base las condiciones actuales del período 1990-2009 (Idrovo N. 2011)

CAPITULO III

METODOLOGÍA

La metodología se divide en tres partes: La primera la recolección de información, es decir el diagnóstico, la segunda la descripción de los impactos del cambio climático en los cultivos de papa y maíz suave en la comunidad de Pululahua y la tercera la elaboración de estrategias de adaptación al cambio climático. Como antecedentes a continuación se describen los principales actores-as dentro de esta investigación

3.1.- Participantes

Los-as participantes en esta investigación fueron:

Comunidad de Pululahua: Poblada desde 1825, en esa época fue el centro de producción de cal y madera para la construcción de viviendas en la ciudad Quito, posteriormente estas tierras fueron convertidas en potreros para el pastoreo de cabras y ovejas cuando estuvieron los padres Dominicos. Actualmente se utilizan para la agricultura y para ganado de engorde, en el año 2010 estaba constituida por 16 familias que vivían dentro de la comunidad, otros propietarios-as bajan los fines de semanas o esporádicamente.

Grupo focal: Estuvo formado por agricultores-as de la comunidad del Pululahua, tres hombres y una mujer.

Ministerio del Ambiente: El personal de la Reserva Geobotánica Pululahua (RGP), en especial el Jefe de área y los-as guardaparques.

Corporación Grupo Randi Randi: Organización no gubernamental, que trabaja en varios proyectos relacionados con manejo de recursos naturales; varios técnicos de la organización participaron en el proyecto “Gestión de la Reserva Geobotánica Pululahua” financiado por la Fundación EcoFondo, dentro del cual se incluyó la presente investigación.

3.2.- Procedimiento

Para esta investigación se utilizó tanto el método inductivo como el deductivo. El método inductivo va de particular a lo general, iniciaremos con una información base para tener una base general, para luego a través del método deductivo ir de lo general

a lo particular, con la información generada haremos un plan específico para la comunidad de Pululahua. (Chalmers, 2000).

A continuación se describen las herramientas manejadas en el diagnóstico.

3.2.1. Diagnóstico

Para el diagnóstico, se utilizó la inducción completa, que es la conclusión de la investigación sacada del estudio de todos los elementos que forman el objeto de investigación, es decir que solo es posible si conocemos con exactitud el número de elementos que forman el objeto de estudio y además cuando sabemos que el conocimiento generalizado pertenece a cada uno de los elementos del objeto de investigación. Las llamadas demostraciones complejas son formas de razonamiento inductivo, solo que en ellas se toman muestras que poco a poco se van articulando hasta lograr el estudio por inducción completa (Ochoa, 2010)

Para realizar el diagnóstico se partió de información secundaria y de fuentes como el MAE-RGP, INAMHI, IPCC y la información primaria herramientas como las encuestas, grupo focal y el mapeo participativo.

a. Información del MAE-RGP: Para la formulación de la encuesta se revisaron las encuestas socio-económicas realizadas por el MAE durante el 2009, Plan de Manejo de la RGP, Proyecto de Adaptación al cambio climático a través de una efectiva gobernabilidad del agua en Ecuador (PACC-Ecuador).

b. *Datos Meteorológicos.* Se realizó la solicitud de información meteorológica al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), de las estaciones cercanas a la comunidad de Pululahua, entre las cuales están: Iñaquito y Calacalí, estos datos se utilizaron tanto para la determinación de los posibles escenarios de cambio climático propuesto por el PACC como para el programa CROPWAT.

c. *Escenarios climáticos propuestos por el IPCC.* Para conocer las posibles condiciones climáticas futuras de la RGP se utilizó la herramienta en línea de los escenarios climáticos disponibles en la página web del proyecto PACC-Ecuador, basados en el Sistema de Modelado Regional PRECIS del Centro Hadley del Reino Unido y el modelo Atmosférico de Circulación General de 20-km (TL959) desarrollado por la Agencia Meteorológica de Japón (JMA) y el Instituto de Investigaciones Meteorológicas (MRI). Esta herramienta fue desarrollada por

expertos del Instituto Meteorológico de Cuba INSMET y en colaboración con el Instituto Nacional de Meteorología del Ecuador, INAMHI (IPCC. 2002).

d. El instrumento de encuesta y su construcción. Luego de obtener la información necesaria de la recopilación de la información secundaria, se construyó la línea base, para ello se complementó la información necesaria a través del instrumento de encuesta, que ha sido concebida como un método mixto (Laderchi, 2003) subjetivo porque trata de capturar aspectos de evaluación del acceso al recurso por parte de la población en las afirmaciones y respuestas a preguntas cerradas y abiertas y objetivo, porque ha basado parte de la construcción, en revisión de literatura y en datos secundarios (Laderchi, 2003).

De esta manera, la construcción de la encuesta se desarrolló a partir de una fase preliminar de enmarcamiento de la investigación (construcción de la línea base) a través de la revisión de literatura específica sobre el tema, con el fin de identificar las variables de relevancia. Además se recopiló y analizó la información secundaria con fines sinópticos para la tipificación de las viviendas. La información secundaria ayudó a confirmar y explorar datos permitiendo identificar eventuales variables a estudiar y validar durante la fase de muestreo. Se ilustra la metodología para la construcción de la encuesta a partir del análisis de la información secundaria y finalmente de las encuestas (Laderchi, 2003).

Una vez realizada la fase preliminar de investigación a través de la revisión de literatura que ayudó a identificar las variables de relevancia, se construyó la encuesta. Que a más de abarcar la parte agrícola y social, hará un énfasis en el impacto del cambio climático.

3.2.2. Impactos del cambio climático en la comunidad de Pululahua

a. La técnica del grupo focal. El Grupo Focal es una técnica cualitativa que consiste en 90 a 120 minutos de discusión con un grupo limitado de personas que reúnen ciertas características comunes para su selección y son guiados por un moderador quien conduce la sesión en base a una guía de moderación. Esta técnica permite a

través de las discusiones y opiniones conocer cómo piensan los participantes respecto a un asunto o tema determinado (Rodríguez-Andino et al., 2007).

El tamaño de los grupos focales puede variar desde cuatro hasta 12 personas. En el caso de la investigación se formó un grupo de cuatro personas, tres hombres y una mujer todos agricultores-as que viven en la comunidad y estuvieron dispuestos a colaborar.

b. Mapeo participativo. El mapeo participativo es una herramienta que ha sido usada desde la década de 1970, en los Diagnósticos Rurales Rápidos, ya que es un enfoque que puede involucrar directamente a los-as habitantes de una localidad y a las/os trabajadores de campo de desarrollo, como también a los-as investigadores. Además en la Evaluación Rural Participativa (EPR), la gente local puede hacer sus propios mapas (Chambers 2006) que son una técnica convencional que ha sido usada durante décadas como parte de la investigación agrícola y geográfica, y el mapeo participativo se utilizó en diversos contextos que reflejaban la realidad social de un área. Los estudios empezaban con el diseño de un mapa participativo que incluía el área de estudio, su relieve, vías principales y secundarias, hidrografía donde la gente local los utilizaba para analizar la situación local, discutir contrastes, problemas y oportunidades, tomar acciones y monitorear resultados. El mapeo fue una técnica sumamente utilizada en las EPR, en la que los y las participantes dibujaban sus propios mapas, permitiendo capturar la complejidad de un territorio y aquellos elementos que no son muy visibles en el uso y manejo de los recursos naturales (Gavilanes, 2008).

Según Gavilanes (2008), los métodos del mapeo participativo difieren en cada proceso pero entre los más utilizados para realizar estos mapas están:

- Usando un palo largo, ramas, piedras u otros elementos de la naturaleza, que en su análisis reflexiona la importancia de reconocer que, tanto hombres como mujeres mapean las cosas de diferente manera, ponen diferentes elementos en sus mapas, en diferente orden y con diferentes grados de detalle.
- Utilizar mapas topográficos, fotografías aéreas que permiten tener coordenadas reales de la zona y que facilitan el ingreso de información a un Sistema de Información Geográfico (SIG).

- Utilizando papelotes, pinturas de color, dibujar utilizando una pequeña tabla o mesa con los participantes, trazar las características más importantes del territorio destacando los recursos naturales y sus usos. Además, se puede realizar un listado de los tipos de vegetación, uso y tenencia de la tierra y determinar quién y cómo lo usan determinado recurso. Este último fue el que se utilizó en esta investigación.

3.2.3. Análisis de impacto del cambio climático en los cultivos de papa y maíz suave

Para esta parte se utilizaron las herramientas CRISTAL y el programa CROPWAT, que se explican a continuación:

a. *Herramienta CRISTAL – Módulo 1*. La metodología CRISTAL (Community-based Risk Screening Tool - Adaptation & Livelihoods), es una herramienta para la identificación Comunitaria de Riesgos - Adaptación y Medios de Vida. Se desarrolló conjuntamente por la Agencia Suiza de Cooperación para el Desarrollo, Intercooperation, el Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible (IISD), la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN) y SEI (Stockholm Environment Institute), versión 2009. Esta herramienta proporcionó datos para ser tabulados y analizados, con el fin de obtener conclusiones y recomendaciones útiles para desarrollar el plan de adaptación para Pululahua. La herramienta está organizada en dos módulos, cada uno con un conjunto de preguntas claves. El primer módulo llamado *Sintetizar información sobre clima y medios de vida*, se ha diseñado para ayudar a que los usuarios recopilen y organicen información acerca del contexto climático y de medios de vida del área del proyecto, de preferencia por medio de consultas con partes interesadas y otros métodos participativos. La información recopilada y organizada en el Módulo 1, constituye la base para el análisis que se lleva a cabo en el Módulo 2 (Rojas, 2009).

Luego de tener la línea base se realizaron talleres utilizando la metodología del mapeo participativo y la herramienta CRISTAL, ya que esta metodología requiere de tiempo se formó un Grupo Focal, constituido por el grupo de guardaparques comunitarios, que pertenecen a la comunidad de Pululahua, conformado por una mujer y tres hombres. La recopilación de la información con el grupo focal, se inició con la aplicación de la metodología del mapeo participativo, se utilizó papelotes y

marcadores para realizar un mapa, sobre los recursos de vida que tiene la comunidad, y luego se llenaron las matrices propuesta por CRISTAL

b. Aplicación programa CROPWAT. El programa CROPWAT es un programa elaborado por la FAO, CROPWAT (crop = cultivo; wat = agua) es un programa que utiliza el método de la FAO Penman-Monteith para determinar la evapotranspiración de los cultivos (ET). Los valores de ET son utilizados posteriormente para estimar los requerimientos de agua de los cultivos y el calendario de riego. (CROPWAT.2009).

Para esta investigación de evaluar los posibles impactos del cambio climático en la agricultura, se seleccionó los cultivos de maíz suave y papa, ya que son 2 de los principales productos dentro de la canasta básica en la Sierra, para la región Costa los cultivos seleccionados son el arroz y el maíz duro (PNUD & MAE, 2011). A continuación se describe el proceso a seguir para el planteamiento de los posibles impactos del cambio climático en la agricultura para la comunidad de Pululahua.

Con la información recopilada y la revisión bibliográfica se plantearon tres situaciones con los cultivos:

- Pasado: Se tomaron datos meteorológicos de un año en el que se haya presentado el fenómeno del niño y otro año con influencia del fenómeno de la niña, ya que fue complicado escoger un año neutro y estos dos fenómenos son los que causan mayor impacto en la agricultura.
- Presente: Se tomaron datos meteorológicos de un año que se allá presentado el fenómeno del Niño y otro año el fenómeno de la Niña y observar los resultados y comportamiento, es decir 2010 y 2011.
- Futuro: Con los datos obtenidos en la aplicación de los escenarios A2 y B2 de PRECIS Echam (PACC), se obtendrán los cambios estimados para el 2030, para las variables de: temperatura mínima y máxima, precipitación, velocidad de viento y humedad. Con los datos de la estación pluviométrica de Calacalí y de estación meteorológica Iñaquito se obtuvieron los datos históricos para el período 1990-2009, con ello se obtuvo la variación estacional para cada variable, con estas dos grupos de datos se obtendrán, los datos estimados a futuro, para ingresar en el programa cropwat.

3.2.4. Elaboración de las estrategias de adaptación y mitigación para la comunidad de Pululahua en la agricultura.

Una vez obtenidos los resultados del diagnóstico, a través de la información y el análisis de impacto, se elaboró las estrategias, a través del Módulo 2 de la herramienta CRISTAL, a continuación se describe la metodología:

a. Herramienta CRISTAL, Módulo 2. El segundo módulo, llamado *Planificación y gestión de proyectos para adaptación climática*, se lo completara utilizando la información del Módulo 1, para ayudar a plantear estrategias que ayuden a reducir los impactos a los recursos de los medios de vida que son vulnerables a las amenazas climáticas o que son importantes para estrategias de respuesta (CRISTAL 4 - 2009).

b. Plan agrícola de adaptación al cambio climático para la comunidad de Pululahua. Con la toda la información generada hasta este punto se propusieron estrategias que hagan frente a los posibles impactos del cambio climático en los cultivos de maíz suave y papa para la comunidad de Pululahua. Este plan o conjunto de estrategias se lo realizara para 10 años y estará conformado de la siguiente manera: Objetivos, estrategias, actividades y metas. Los programas a plantearse podrían ser los de adaptación y mitigación, tomando en cuenta o como eje transversal la seguridad alimentaria y el tema generacional.

3.2.5. Descripción del área de estudio.

La Reserva Geobotánica Pululahua tiene una característica única, se encuentra sobre un volcán activo y en el cráter vive la comunidad de Pululahua, esto hace que sea un área con características climáticas variables, por ello a continuación se describirán algunos datos climáticos y zona de vida de la RGP, los mismos que fueron tomados del plan de manejo actualizado, en noviembre del 2009.

Al interior de la Reserva no se cuenta con una estación meteorológica, las estaciones de San Antonio de Pichincha y la estación Viñas de Chespi, son las más cercanas de las cuales se han tomado los datos de referencia. El clima tiene gran variabilidad debido a su topografía y a las corrientes de aire marítimo provenientes del Pacífico, en cuanto a precipitación los valores más altos se encuentran en el

sector norte y noroeste, donde se observan valores promedios anuales entre 1.000 y 1.600 mm, el sector de menor promedio de lluvia son los que se encuentran cerca de Calacalí y San Antonio de Pichincha (MAE, 2009). La distribución de la precipitación en el año presenta dos picos, uno en los primeros meses del año entre febrero y abril y el segundo entre octubre y diciembre. Estos se hallan separados por un período seco comprendido entre los meses de junio a septiembre. En cuanto a temperatura, se puede establecer que la parte norte de la Reserva es más cálida (comunidades de Nieblí, Los Reales) con un valor promedio de 19,5°C (Max de 29.3°C y min de 12.2°C), mientras que la parte sur es la menos temperada (comunidad de Pululahua), con valores de temperatura que alcanzan promedios de 15°C (Max de 27°C y min de 5.2°C). El promedio de la humedad relativa es de 83% en la RGP. Los valores de evaporación, son más altos que la precipitación recibida, lo cual determina tanto en el norte como en el sur, áreas de déficit hídrico (MAE, 2009).

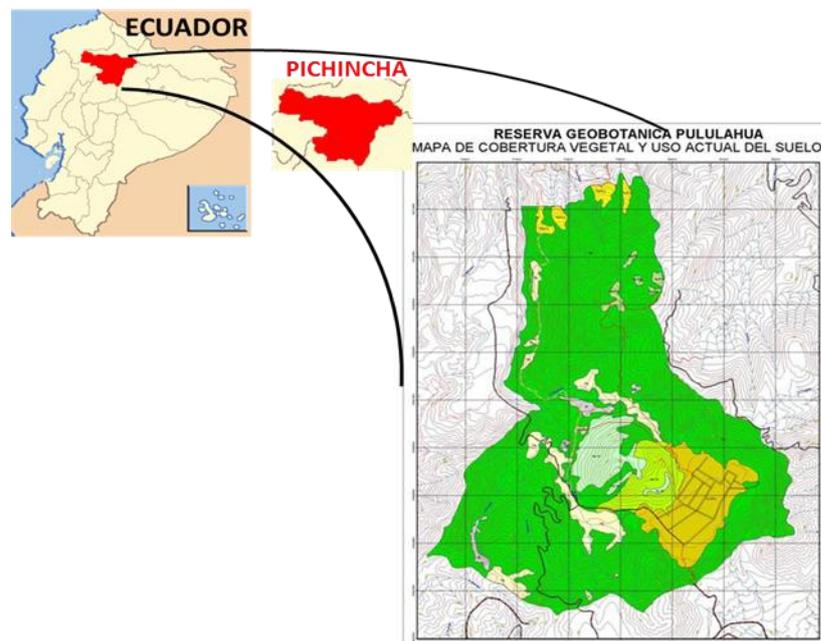


Figura 6. Mapa de cobertura vegetal y localización de la Reserva Geobotánica Pululahua.
Fuente: Autora

Los cultivos se encuentran en las propiedades particulares de los miembros de la comunidad de Pululahua y propietarios externos, estos terrenos se encuentran en la zona de amortiguamiento de la RGP. La superficie potencialmente para agricultura

ocupa un área aproximada de 281 ha. que se mantiene invariable desde 1987. En el sector de La Caldera predominan los cultivos de ciclo corto, como: maíz, fréjol, papas y habas. A diferencia de 1987, donde existía una actividad agrícola intensa en los sectores de La Caldera, El Chivo y Miraflores, actualmente la actividad agrícola ha disminuido por la salida de la gente de la comunidad, principalmente los jóvenes (MAE, 2009).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.- RESULTADOS

4.1.1.- Diagnóstico

Las principales actividades económicas de la comunidad de Pululahua son la agricultura y ganadería, siendo los principales cultivos: maíz, papa, fréjol y habas. En menor cantidad siembran: arveja, cebada, trigo, cebolla, chochos, zambo, algunas verduras y frutales como: tomate de árbol, mora, cítricos, aguacates, duraznos, entre otros. Los principales problemas que atacan a los cultivos, son: la carencia de lluvias, las heladas y las plagas (principalmente en maíz). La producción de estos cultivos está destinada para el autoconsumo, solo el 15% va para la venta. En cuanto a la crianza de animales, predomina el ganado vacuno y porcino, en cuanto a especies menores tienen: gallinas, cuyes y conejos (CGRR, 2009).

4.1.1.1. Encuestas: Fueron realizadas a seis hombres y cinco mujeres de la comunidad de Pululahua, como se menciona anteriormente en esta comunidad solo se registra 16 familias que habitan; todas las personas manifestaron que se han registrado cambios en el clima, principalmente en cuanto a precipitación y como consecuencia de esta, la sequía. Los-as entrevistados-as mencionaron que la intensidad y frecuencia de la precipitación y de la sequía han variado tanto, como hace un año, cinco y diez años atrás.

El 83% de hombres y el 80% de mujeres coinciden en que las lluvias actuales son más intensas que las que se producían hace diez años. El 50% de hombres y 60% de mujeres piensan que hace cinco años las lluvias eran menos fuertes. Estos datos muestran que existe una percepción afirmativa en los habitantes respecto al cambio en la intensidad de las precipitaciones en el área de estudio.

Con respecto a la sequía, el 63% para hombres y el 80% para mujeres perciben que las sequías actualmente son menos fuertes que las que se producían hace 10

años. El 80% de hombres cree que la sequía hace cinco años era más fuerte, mientras que el 60% de mujeres creen que se ha mantenido igual. Sin embargo, la percepción para un año anterior (2010) se registró una alteración en estos eventos climáticos, puesto que la totalidad de los hombres al igual que un 80% de mujeres creen que las precipitaciones en el 2009 fueron menos fuertes que las del año 2010. Así mismo el 100% de hombres y 80% de mujeres opinaron que la sequía en el 2009, fue más intensa que la que se produjo en el 2010.

Las personas encuestadas mencionaron que se han registrado cambios en los períodos de lluvias y períodos secos en los últimos diez años, evidenciando que existe una variación de las estaciones lluviosas y una disminución de la pluviosidad mensual en los últimos diez años, resultados muy similares con lo expuesto por la mayoría de entrevistados que dijeron que hace diez años las lluvias se registraban de octubre a abril en el 2000 y 2005 mientras que el 2009 fue un año muy seco desde mayo a diciembre.

4.1.1.2.- Información del PACC

Luego de realizar las corridas con los dos modelos climáticos globales: el modelo HAdCM3P del Centro Hadley y el modelo Echam4; los datos obtenidos fueron referenciados con mapas de la Reserva Geobotánica Pululahua utilizando la herramienta ARCGIS; con esta información se realizaron mapas demostrativos del cambio de las principales variables climáticas, para esta investigación tomamos precipitación y temperatura media, a continuación se observan los resultados para cada modelo.

Para el modelo Echam4, que cubren el período entre los años 2010-2030, para los escenarios A2 y B2. En lo referente al escenario A2 para la temperatura se estima un aumento de temperatura entre 1.14 a 1.16°C y para la precipitación se estima un aumento de un porcentaje de 0 a 10% de precipitación (Idrovo, 2011). En la figura 5 se observan los mapas de RGP y la comunidad que indica los cambios en temperatura y precipitación.

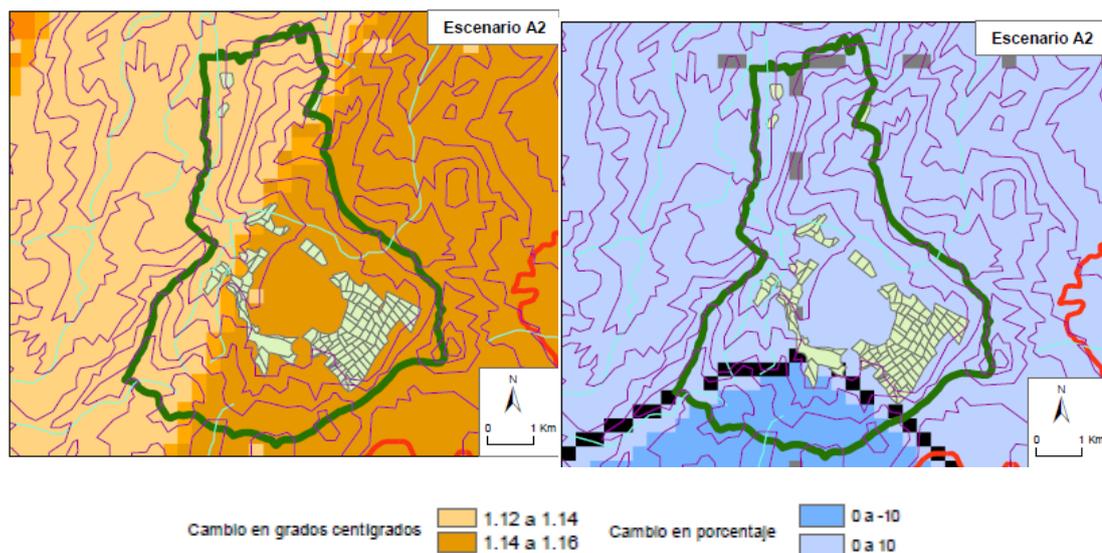


Figura 7. Cambio de temperatura y precipitación del modelo Echam4, RGP.
Fuente: Idrovo, 2011

Para el escenario B2 para la temperatura se estima un aumento de temperatura entre 1.23 a 1.26°C y para la precipitación se estima un aumento de un porcentaje de 0 a 10% de precipitación (Idrovo, 2011). En la figura 6 se observan los mapas de RGP y la comunidad que indica los cambios en temperatura y precipitación.

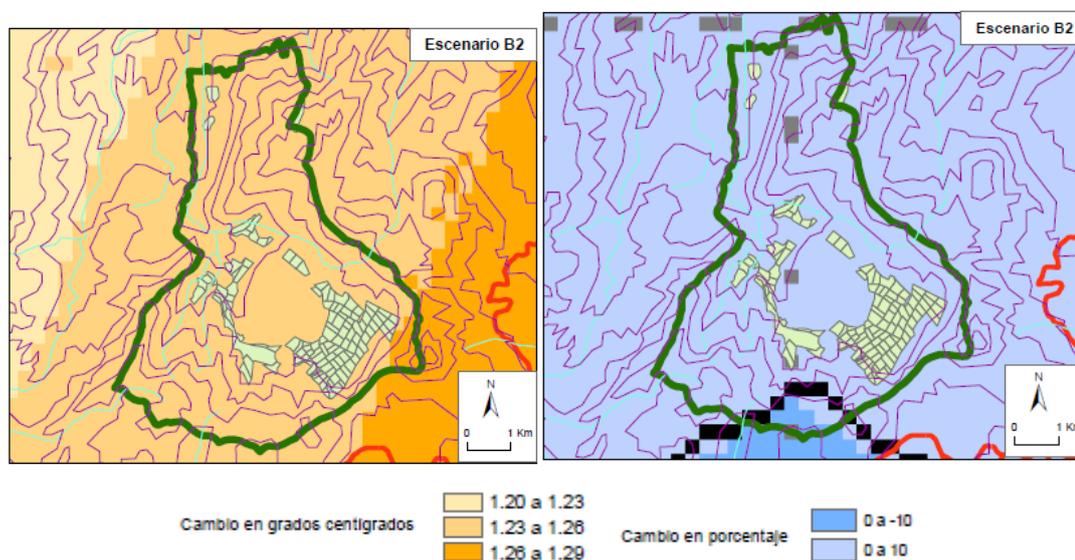


Figura 8. Cambio de temperatura y precipitación del modelo Echam4, RGP.
Fuente: Idrovo, 2011

Mientras que para el modelo Precis HadCM3P y TL959 (PACC), que cubren desde el año 2080 al 2099, los resultados fueron similares para temperatura, tanto en el escenario A2 como B2, con incrementos de temperatura entre 3.8 a 4°C y 2.9 a 3°C respectivamente para cada escenario. En lo referente a precipitación tanto para el

escenario A2 como B2; se estima una disminución de precipitación entre 0 a 10 % anual (Idrovo, 2011).

4.1.2.- Impactos de cambios clima en la comunidad de Pululahua (Herramienta CRISTAL)

Con los miembros del grupo focal, se realizaron 4 talleres, con la finalidad de ingresar la información en las matrices de CRISTAL. Se inició identificando las tres principales amenazas e impactos del cambio climático. Al priorizar, según la importancia y frecuencia de los eventos, las tres amenazas identificadas fueron: sequía, cambio en el período de lluvias y vientos fuertes.

Después de identificar las principales amenazas se seleccionaron los tres principales impactos para cada una. Así, para la sequía los principales impactos fueron, la escasez de agua, la pérdida de cultivos y de biodiversidad, los dos primeros impactos tienen como consecuencia la pérdida de cosechas, menor producción y apareamiento de enfermedades en el ganado; además han generado conflictos sociales como: menores ingresos, desempleo, migración y problemas en el bienestar familiar. Para el impacto de la pérdida de biodiversidad, un ejemplo citado fue el armadillo, que en los últimos ha disminuido su población. En la matriz de CRISTAL se identificó los tres impactos directos de la sequía como se muestra en la figura 8.

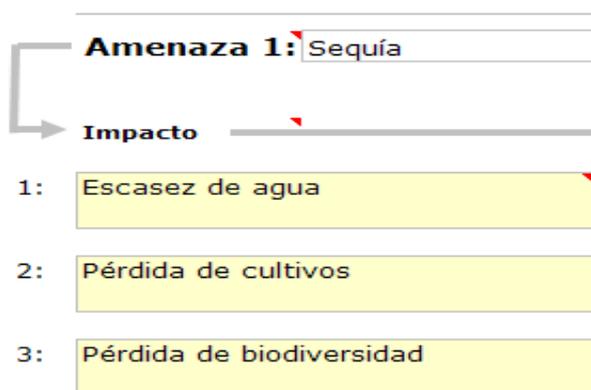


Figura 9. Impactos de la sequía, matriz CRISTAL.

Fuente: Grupo focal, comunidad de Pululahua, 2010

Para la segunda amenaza, cambio de período de lluvias, los impactos fueron: la aparición de plagas, la incertidumbre de los agricultores para sembrar y el aumento de plagas en el ganado (Figura 9). Algunas de las consecuencias mencionadas fueron: pérdida de cosechas y de la agro-biodiversidad y disminución de ingresos,

generando falta de interés de la gente en las actividades agropecuarias, especialmente los jóvenes, abandono de la agricultura, terrenos improductivos, desempleo y migración. Otro impacto identificado es el aumento de plagas (garrapatas) en el ganado.

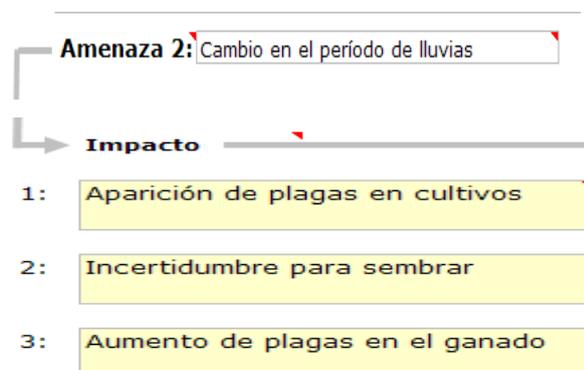


Figura 10. Impactos del cambio del período de lluvias, matriz CRISTAL.

Fuente: Grupo focal, comunidad de Pululahua, 2010

Los principales impactos identificados para la amenaza de vientos fuertes, fueron: daños de los techos de las casas, infraestructuras y vegetación, la erosión del suelo, este último conlleva a la pérdida de la capa arable y posteriormente el abandono de los terrenos, también se forman nubes de polvo que trae como consecuencia la contaminación de aguas por el arrastre de partículas y enfermedades humanas. A este último impacto hay que agregar el problema de la explotación de canteras aledañas a la RGP. (Ver figura 10)

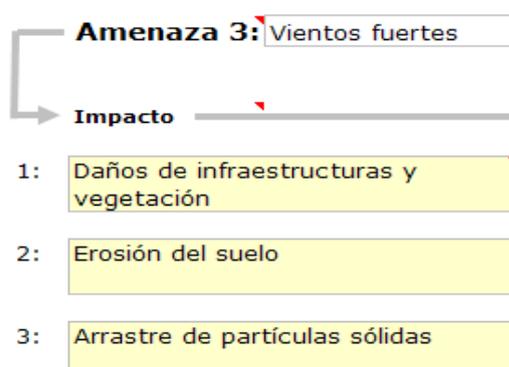


Figura 11. Impactos de los vientos fuertes, matriz CRISTAL

Fuente: Grupo focal, comunidad de Pululahua, 2010

Las percepciones de la comunidad El cambio climático hará más frecuentes e intensos, los eventos climáticos extremos, por lo tanto requerirá desarrollar nuevas capacidades especialmente a nivel local (Levin, 2008).

4.1.2.1. MEDIOS DE VIDA DE LA POBLACIÓN.

Para recolectar esta parte de la matriz, se utilizó como herramienta el mapa participativo, en el cual el grupo focal elaboró un mapa parlante de la RGP. En este mapa ubicaron los recursos naturales, físicos, financieros, humanos y sociales que disponen (Anexo 2). En la matriz CRISTAL se priorizó esta información y se identificó los tres recursos principales de cada grupo, que a continuación se detalla.

- a. *Recursos naturales:* En la figura 11 se observa que el principal recurso natural identificado fue: el bosque, debido a que dentro de él se encuentran las fuentes de agua para la comunidad, parte de Calacalí y otros sitios aledaños; además de ser el hábitat de animales y plantas. En segundo lugar se identificó el agua, que sirve para el consumo humano, no poseen agua de riego y en tercer lugar se mencionó la tierra, que es importante para la agricultura, ganadería y especies menores.

Recursos naturales	Definición
Bosque	Las existencias de recursos naturales de las que dependen las personas tanto en forma directa (i.e., para ingresos o medicina) o en forma indirecta (i.e., control de inundaciones, protección contra tempestades Ejemplos: árboles, tierra, aire puro, peces
Agua	
Tierra para cultivos	

Figura 12. Principales recursos naturales de la población de la RGP, matriz CRISTAL

Fuente: Grupo focal, comunidad de Pululahua, 2010

- b. *Recursos Físicos:* Como recursos físicos se identificó a las instalaciones del MAE, donde se realizan capacitaciones; la iglesia en la cual realizan reuniones y otros eventos y las instalaciones del centro de salud, aunque ya no presta atención médica y actualmente es la oficina de la Junta de Agua Potable. Como segundo recurso físico se mencionó el servicio de energía eléctrica y en tercer lugar mencionaron, los caminos, que a pesar de segundo

orden y no estar en buen estado sirven de comunicación. A pesar de estar fuera de la matriz CRISTAL, se mencionó la escuela, que para el año 2010 fue cerrada, ya que los niños migraron principalmente a San Antonio, otro recurso mencionado fue la antigua casa de hacienda, en la figura 12, se observan los recursos físicos en la matriz CRISTAL.

Recursos físicos

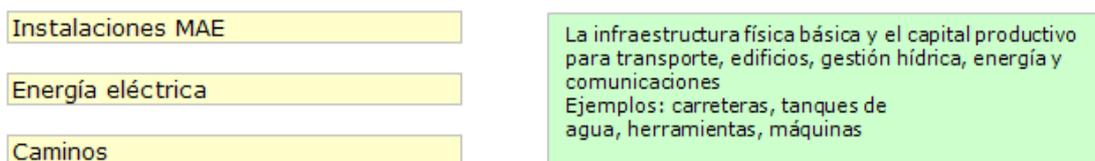


Figura 13. Principales recursos físicos de la población de la RGP, matriz CRISTAL

Fuente: Grupo focal, comunidad de Pululahua, 2010.

- c. *Recursos Financieros:* En la figura 13 se observa que el primer recurso financiero fueron los cultivos y en segundo lugar el ganado. El ganado es utilizado para dos propósitos: en tiempos de necesidad se lo vende para obtener ingresos y en otras ocasiones es usado como herramienta de trabajo para el arado de tierras. En tercer lugar se mencionaron otros ingresos derivados de actividades como la construcción, carpintería y en el caso de las mujeres como empleadas domésticas. Existen pocas personas que se dedican al turismo, sin embargo son externas a la comunidad. La población no tiene acceso a créditos, puesto que no tienen garantías ni cumplen los requerimientos exigidos por los bancos y cooperativas de crédito, en cuanto a los seguros agrícolas, aún no tiene conocimientos.

Recursos financieros

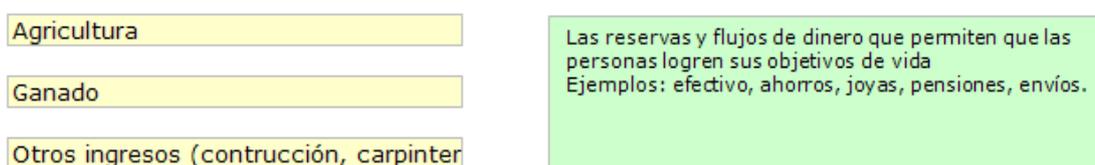


Figura 14. Principales recursos financieros de la población de la RGP. Matriz CRISTAL.

Fuente: Grupo focal, comunidad de Pululahua, 2010.

- d. *Recursos Humanos:* El grupo focal identificó como principales recursos humanos a la capacidad o conocimiento agropecuario, como segundo en

importancia el conocimiento de los guardaparques comunitarios, estos últimos, están capacitados en el cuidado y conservación de los recursos, construcción y el turismo. Y en tercer lugar el conocimiento de los guías naturalistas que prestan servicio a los turistas que visitan la RGP, en la figura 14 se observa parte de la matriz CRISTAL.

Recursos Humanos

Conocimiento Agrícola y ganadero

Conocimiento guardaparques

Conocimiento guías naturalistas

Las destrezas, conocimientos, capacidades y buena salud que importan para los modos de vida
Ejemplos: conocimientos tradicionales, destrezas para tejer, educación

Figura 15. Principales recursos humanos de la población de la RGP. Matriz CRISTAL

Fuente: Grupo focal, comunidad de Pululahua, 2010.

- e. *Recursos Sociales:* En la figura 15 se observa al Comité Promejoras como primer recurso social, el cual está conformado por los mismos miembros de la Junta de Aguas y que realizan actividades como: caminos, manejo de basura, etc. En cuanto a ONG, actualmente se encuentra trabajando la Corporación Grupo Randi Randi (CGRR) que realizan actividades de capacitación de guardaparques comunitarios y plantación de especies nativas en los linderos y finalmente la Junta parroquial, que realiza actividades a favor de la comunidad como: dotación de materiales educativos para la escuela, programas navideños y alimentos para la población, con el programa de Aliméntate Ecuador. Otros grupos sociales y religiosos, son: los Priestes de navidad y los Esclavos de la Virgen del Quinche; el MAE como entidad gubernamental, encargado de proteger los recursos naturales. El grupo mencionó que se sienten olvidados por el gobierno, ya que no existe apoyo a la agricultura, ni actividades para mejorar la calidad de vida de la comunidad.

Recursos Sociales

Comité promejoras

CGRR

Junta parroquial

Lo formal e informal de las relaciones sociales y de las instituciones a lo que recurren las personas en la búsqueda de su modo de vida.
Ejemplos: grupos en iglesias, asociaciones de campesinos, organizaciones políticas

Figura 16. Principales recursos sociales de la población de la RGP, matriz CRISTAL

Fuente: Grupo focal, comunidad de Pululahua, 2010.

Una vez identificados los recursos de vida de la población, se analizó la influencia positiva o negativa de las amenazas climáticas sobre cada uno de los recursos naturales, físicos, humanos, financieros y sociales. Los recursos naturales, humanos y financieros son altamente vulnerables a las amenazas climáticas, puesto que en los últimos años se han visto impactados de manera negativa por condiciones climáticas, que han afectado su desarrollo y sostenibilidad. Los recursos físicos y sociales han sido alterados en menor medida.

4.1.3. Impacto del cambio climático en los cultivos de papa y maíz a través del CROPWAT.

Antes de presentar los resultados, se indica como correr el programa y las principales ventanas que despliega este software, como ya se indicó es un programa elaborado por la FAO que contiene una base de datos a nivel mundial, para este caso se ha seleccionado el país Ecuador, la ciudad Quito, se han colocado las coordenadas de la estación meteorológica más cercana.

A continuación se procedió a ingresar la información requerida por el programa, en una primera ventana, para caracterizar el clima y evapotranspiración se llenan datos de: temperatura máxima y mínima, humedad, viento e insolación con estos datos el programa calcula la radiación y la evapotranspiración. En la siguiente ventana se calcula la precipitación efectiva, con los datos de precipitación media de la estación más cercana; en la siguiente ventana se selecciona el cultivo, al seleccionarlo se despliega el K_c de los cultivos de acuerdo a la etapa fenológica, la profundidad radicular, el agotamiento crítico, el factor de respuesta de rendimiento y la altura del cultivo. En la siguiente ventana se selecciona el tipo de suelo, y luego se despliega, humedad del suelo disponible total, tasa máxima de infiltración de precipitación, agotamiento inicial de humedad del suelo y humedad de suelo inicialmente disponible. Si todos los datos están correctamente ingresados en la siguiente ventana se proporciona el Requerimiento de Agua del Cultivo RAC.

- Pasado: A continuación se presenta los resultados obtenidos, primero se presentan los datos del cultivo de maíz, tanto para el 1999 como para el 2000, se escogió estos dos años ya que es difícil escoger un año neutro.

Para el cultivo de maíz con los datos de la estación más cercana, para el año 1999, con fecha de siembra el 11 de octubre, tomando en cuenta la características de un suelo tipo mediano, que quiere decir franco que es el que más se acerca a lo real, ya que según el análisis de suelo es franco arenoso. Luego de ingresar la información requerida, indica que el cultivo requirió 22.5 mm durante su ciclo, que se encuentran divididos de la siguiente forma: en la etapa media, durante la primera década de enero hubo un requerimiento de 6.1 mm; pero en la etapa de desarrollo tanto para la segunda y tercera década se necesita 28.1 mm, en la época final o de fructificación en la segunda década de enero hubo un requerimiento de 16.5 mm, distribuidos en 14,5 y 2 mm para la segunda década de enero y la segunda década de febrero, como se observa en la tabla 3.

Tabla 3 Requerimiento de agua del cultivo de maíz para el año 1999.

Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. Efec	Req.Riego
			Coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Oct	2	Inic	0.30	1.03	10.3	23.0	0.0
Oct	3	Des	0.30	1.04	11.4	24.8	0.0
Nov	1	Des	0.46	1.57	15.7	25.6	0.0
Nov	2	Des	0.70	2.39	23.9	26.0	0.0
Nov	3	Des	0.94	3.04	30.4	33.2	0.0
Dic	1	Med	1.14	3.43	34.3	45.3	0.0
Dic	2	Med	1.15	3.25	32.5	53.8	0.0
Dic	3	Med	1.15	3.28	36.1	43.7	0.0
Ene	1	Med	1.15	3.31	33.1	27.0	6.1
Ene	2	Fin	1.08	3.11	31.1	16.6	14.5
Ene	3	Fin	0.80	2.28	25.1	27.5	0.0
Feb	1	Fin	0.52	1.46	14.6	43.5	0.0
Feb	2	Fin	0.36	0.99	2.0	10.7	2.0
TOTAL					300.5	400.7	22.5

Para el cultivo de maíz con los datos de la estación más cercana para el año 2000, con fecha de siembra el 11 de octubre. Luego de ingresar la información requerida, indica que el cultivo requirió 57.9 mm durante su

ciclo, que se encuentran divididos de la siguiente forma: en la etapa de desarrollo hubo un requerimiento de 55.9 mm, distribuidos en toda la etapa fenológica, iniciando con 1, 13.3, 23.8 y 17.7 mm entre la tercera década de enero y la tercera de noviembre. En la época final o de fructificación en la última década hubo un requerimiento de 2.2 mm, como se presenta en la tabla 4.

Tabla 4 Requerimiento de agua del cultivo de maíz para el año 2000

Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. Efec	Req.Riego
			Coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Oct	2	Inic	0.30	1.11	11.1	13.8	0.0
Oct	3	Des	0.30	1.09	12.0	11.0	1.0
Nov	1	Des	0.46	1.60	16.0	2.8	13.3
Nov	2	Des	0.70	2.38	23.8	0.0	23.8
Nov	3	Des	0.95	3.14	31.4	13.6	17.7
Dic	1	Med	1.14	3.69	36.9	54.7	0.0
Dic	2	Med	1.15	3.65	36.5	79.3	0.0
Dic	3	Med	1.15	3.57	39.3	67.0	0.0
Ene	1	Med	1.15	3.49	34.9	48.4	0.0
Ene	2	Fin	1.08	3.19	31.9	39.1	0.0
Ene	3	Fin	0.80	2.38	26.2	39.6	0.0
Feb	1	Fin	0.52	1.55	15.5	41.2	0.0
Feb	2	Fin	0.36	1.08	2.2	8.1	2.2
TOTAL					317.7	418.7	57.9

Para el año 2010, en el cultivo de maíz, con fecha de siembra el 11 de octubre, con un tipo de suelo mediano que quiere decir franco. Luego de ingresar la información requerida, indica que el cultivo requirió 84.3 mm durante su ciclo, que se encuentran divididos de la siguiente forma: en la etapa inicial no existe un requerimiento; pero en la etapa de desarrollo tanto para la segunda y tercera década se necesita 28.1mm, en la época de media o de floración en el mes de diciembre tiene un requerimiento en todo el mes sumando 50,1 mm distribuidos de 19,7, 15.6 y 14.8 mm por cada década y para la primera década de enero un requerimiento de 3.9 mm y para la etapa final o de fructificación no hay requerimiento en las dos década de enero, pero si para la primera década de febrero 2.3 mm. En la tabla 5, se observa los datos antes mencionados.

Tabla 5 Requerimiento de agua del cultivo de maíz para el año 2010.

Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. Efec	Req.Riego
			Coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Oct	2	Inic	0.30	1.15	11.5	23.1	0.0
Oct	3	Des	0.30	1.19	13.1	22.4	0.0
Nov	1	Des	0.47	1.92	19.2	19.9	0.0
Nov	2	Des	0.74	3.06	30.6	19.6	11.0
Nov	3	Des	1.01	4.09	40.9	23.8	17.1
Dic	1	Med	1.22	4.85	48.5	28.8	19.7
Dic	2	Med	1.24	4.83	48.3	32.7	15.6
Dic	3	Med	1.24	4.56	50.1	35.3	14.8
Ene	1	Med	1.24	4.29	42.9	39.0	3.9
Ene	2	Fin	1.16	3.75	37.5	42.4	0.0
Ene	3	Fin	0.85	2.75	30.2	40.4	0.0
Feb	1	Fin	0.54	1.73	17.3	37.0	0.0
Feb	2	Fin	0.36	1.15	2.3	7.0	2.3
TOTAL					392.4	371.4	84.3

Para el año 2011, con fecha de siembra el 11 de octubre. Indica que el cultivo requirió 170.2 mm durante su ciclo, en la etapa inicial 1.6 mm; en la etapa de desarrollo no hubo requerimiento; en la etapa media o de floración tiene un requerimiento de 55.2 mm, distribuidos en las dos últimas décadas de la etapa con 8.7 y 46.5 mm respectivamente. Para la etapa final o de fructificación hubo un requerimiento de 113,4 mm en las cuatro décadas, como se observa en la tabla 6.

Tabla 6 Requerimiento de agua del cultivo de maíz para el año 2011

Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. Efec	Req.Riego
			Coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Oct	2	Inic	0.30	1.25	12.5	11.0	1.6
Oct	3	Des	0.30	1.17	12.9	21.0	0.0
Nov	1	Des	0.47	1.68	16.8	34.7	0.0
Nov	2	Des	0.74	2.43	24.3	44.1	0.0
Nov	3	Des	1.01	3.10	31.0	43.7	0.0
Dic	1	Med	1.22	3.26	32.6	46.4	0.0
Dic	2	Med	1.24	2.93	29.3	49.2	0.0
Dic	3	Med	1.24	3.82	42.0	33.3	8.7
Ene	1	Med	1.24	5.00	50.0	3.5	46.5
Ene	2	Fin	1.16	5.46	54.6	0.0	54.6
Ene	3	Fin	0.85	3.98	43.8	1.2	42.6
Feb	1	Fin	0.54	2.46	24.6	11.7	12.9
Feb	2	Fin	0.36	1.65	3.3	3.4	3.3
TOTAL					377.8	303.1	170.2

Ahora se presenta los resultados para el cultivo de papa, iniciaremos con los datos de la estación más cercana para el año 1999, con fecha de siembra el 11 de octubre. Indica que el cultivo solamente requirió 23,7mm durante su ciclo, en la etapa media o de floración tiene un requerimiento de 5.1mm, ubicado en la última década de la etapa. Para la etapa final o de fructificación hubo un requerimiento de 19,6mm en las dos primeras décadas de esta etapa fenológica, como se observa en la tabla 7.

Tabla 7 Requerimiento de agua del cultivo de papa para el año 1999

Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. Efec	Req.Riego
			Coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Oct	2	Inic	0.50	1.72	17.2	23.0	0.0
Oct	3	Inic	0.50	1.72	18.9	24.8	0.0
Nov	1	Des	0.54	1.86	18.6	25.6	0.0
Nov	2	Des	0.74	2.51	25.1	26.0	0.0
Nov	3	Des	0.94	3.03	30.3	33.2	0.0
Dic	1	Med	1.10	3.33	33.3	45.3	0.0
Dic	2	Med	1.12	3.16	31.6	53.8	0.0
Dic	3	Med	1.12	3.18	35.0	43.7	0.0
Ene	1	Med	1.12	3.21	32.1	27.0	5.1
Ene	2	Fin	1.11	3.22	32.2	16.6	15.5
Ene	3	Fin	1.01	2.86	31.5	27.5	4.1
Feb	1	Fin	0.87	2.42	24.2	43.5	0.0
Feb	2	Fin	0.76	2.06	14.4	37.4	0.0
TOTAL					344.3	427.4	24.7

Para el cultivo de papa en el año 2000, con la misma fecha de siembra. Indica que el cultivo requirió 72.4 mm durante su ciclo, en la etapa inicial 13,6 mm distribuidos en las dos primera quincenas; en la etapa de desarrollo hubo requerimiento de 67,5 mm distribuidos en la tres décadas de esta etapa fenológica. Tanto para la etapa media o de floración como para la etapa final no existió en requerimiento, como se observa en la tabla 8.

Tabla 8 Requerimiento de agua del cultivo de papa para el año 2000

Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec.	Req.Riego
			Coef	mm/día	mm/dec	Efec	mm/dec
Oct	2	Inic	0.50	1.86	18.6	13.8	4.8
Oct	3	Inic	0.50	1.80	19.8	11.0	8.8
Nov	1	Des	0.54	1.90	19.0	2.8	16.2
Nov	2	Des	0.74	2.49	24.9	0.0	24.9
Nov	3	Des	0.94	3.12	31.2	13.6	17.6
Dic	1	Med	1.10	3.58	35.8	54.7	0.0
Dic	2	Med	1.11	3.53	35.3	79.3	0.0
Dic	3	Med	1.11	3.46	38.0	67.0	0.0
Ene	1	Med	1.11	3.38	33.8	48.4	0.0
Ene	2	Fin	1.11	3.29	32.9	39.1	0.0
Ene	3	Fin	1.00	2.97	32.6	39.6	0.0
Feb	1	Fin	0.86	2.53	25.3	41.2	0.0
TOTAL					362.5	439.0	72.4

- Presente: Para el año 2010, para el cultivo de papa, con fecha de siembra el 11 de octubre. Indica que el cultivo requirió 74,5 mm durante su ciclo, en la etapa inicial no hubo déficit; en la etapa de desarrollo hubo un requerimiento de 30 mm, distribuidos en las tres décadas; en la etapa media o de floración tiene un requerimiento de 44.5 mm, distribuidos en las cuatro de esta etapa. Para la etapa final o de fructificación no hubo déficit, todos estos datos se encuentran en la tabla 9.

Tabla 9 Requerimiento de agua del cultivo de papa para el año 2010

Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec.	Req.Riego
			Coef	mm/día	mm/dec	Efec	mm/dec
Oct	2	Inic	0.50	1.91	19.1	23.1	0.0
Oct	3	Inic	0.50	1.96	21.6	22.4	0.0
Nov	1	Des	0.55	2.22	22.2	19.9	2.3
Nov	2	Des	0.76	3.13	31.3	19.6	11.7
Nov	3	Des	0.99	3.98	39.8	23.8	16.0
Dic	1	Med	1.16	4.62	46.2	28.8	17.4
Dic	2	Med	1.18	4.59	45.9	32.7	13.1
Dic	3	Med	1.18	4.33	47.6	35.3	12.3
Ene	1	Med	1.18	4.08	40.8	39.0	1.7
Ene	2	Fin	1.17	3.81	38.1	42.4	0.0
Ene	3	Fin	1.07	3.43	37.8	40.4	0.0
Feb	1	Fin	0.92	2.94	29.4	37.0	0.0
Feb	2	Fin	0.81	2.55	17.8	24.6	0.0
TOTAL					437.5	389.0	74.5

Para el cultivo de papa, en el 2011, indica que el cultivo requirió 212.12 mm durante su ciclo, en la etapa inicial 10.3 mm en las dos décadas; en la etapa de desarrollo no hubo requerimiento; en la etapa media o de floración tiene un requerimiento de 50.8 mm, distribuidos en las dos últimas décadas de esta etapa, con 6.7 y 44.1 mm respectivamente. Para la etapa final o de fructificación hubo un requerimiento de 151.0 mm las cuatro décadas, dos en enero y dos en febrero, como se observa en la tabla 10.

Tabla 10 Requerimiento de agua del cultivo de papa para el año 2011

Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			Coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Oct	2	Inic	0.50	2.09	20.9	11.0	9.9
Oct	3	Inic	0.50	1.94	21.3	21.0	0.4
Nov	1	Des	0.55	1.94	19.4	34.7	0.0
Nov	2	Des	0.76	2.49	24.9	44.1	0.0
Nov	3	Des	0.99	3.03	30.3	43.7	0.0
Dic	1	Med	1.17	3.11	31.1	46.4	0.0
Dic	2	Med	1.18	2.79	27.9	49.2	0.0
Dic	3	Med	1.18	3.64	40.0	33.3	6.7
Ene	1	Med	1.18	4.76	47.6	3.5	44.1
Ene	2	Fin	1.18	5.56	55.6	0.0	55.6
Ene	3	Fin	1.08	5.03	55.4	1.2	54.2
Feb	1	Fin	0.95	4.30	43.0	11.7	31.3
Feb	2	Fin	0.84	3.82	26.7	11.8	9.9
TOTAL					444.0	311.5	212.1

- Futuro: Con los datos obtenidos de la evaluación realizada con los escenarios A2 y B2 del IPCC, con los escenarios A2 y B2 del IPCC, Modelo Precip Echam (PACC), se obtuvieron los cambios estimados para el 2030, para las variables de: temperatura mínima y máxima, precipitación, velocidad de viento y humedad. Con los datos de las estaciones: pluviométrica de Calacalí y de meteorológica de Iñaquito con los datos históricos para el período 1990-2009, con ello se obtuvo la variación estacional para cada variable, con estos dos grupos de datos, en la tabla 11, se observan los datos finales que se utilizaron para ingresar en el programa CROPWAT.

Tabla 11 Datos proyectados para 2030 a través de datos históricos de INAMHI 1990-2009 para los escenarios A2 y B2

Meses	Precipitación	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Humedad	Insolación	Viento
	Mm	°C	°C	%	Horas	m/s
Ene	94,28	16,80	13,70	72,01	5,55	2,70
Feb	101,4	16,50	13,50	73,01	4,98	2,80
Mar	140,4	16,10	13,80	75,01	4,03	2,80
Abr	122,4	16,00	14,20	75,01	4,27	2,80
May	75,12	15,80	14,20	73,01	4,90	2,50
Jun	25,41	16,10	14,00	66,01	5,70	2,80
Jul	16,74	16,30	14,50	60,01	6,63	3,20
Ago	11,6	16,40	14,70	58,01	6,68	3,50
Sep	38,82	17,10	14,10	62,01	6,32	3,20
Oct	64,63	16,30	14,20	69,01	5,44	2,90
Nov	73,81	16,00	14,20	73,01	4,79	2,90
Dic	77,44	16,10	13,90	73,01	4,69	2,80

Luego de correr el programa con los datos de la tabla 11, en la tabla 12, se observan los resultados para el cultivo de maíz, en el año 2030 con fecha de siembra 11 de octubre. Los resultados indican que el cultivo requerirá 64,3 mm durante su ciclo, en la etapa inicial se esperaba no tener déficit; en la etapa de desarrollo se prevé un requerimiento de 6,1 mm distribuidos en las tres décadas; en la etapa media o de floración tiene un requerimiento de 48,7 mm, distribuidos en las cuatro de esta etapa. Para la etapa final o de fructificación se esperaba un requerimiento de 9,5 mm.

Tabla 12 Requerimiento de agua del cultivo de maíz para el año 2030

Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			Coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Oct	2	Inic	0.30	1.05	10.5	20.0	0.0
Oct	3	Des	0.30	1.02	11.2	20.5	0.0
Nov	1	Des	0.45	1.46	14.6	21.1	0.0
Nov	2	Des	0.67	2.12	21.2	22.0	0.0
Nov	3	Des	0.89	2.81	28.1	21.9	6.1
Dic	1	Med	1.07	3.33	33.3	21.4	12.0
Dic	2	Med	1.08	3.34	33.4	21.2	12.2
Dic	3	Med	1.08	3.43	37.7	23.0	14.7
Ene	1	Med	1.08	3.52	35.2	25.3	9.8
Ene	2	Fin	1.02	3.38	33.8	27.1	6.7
Ene	3	Fin	0.77	2.53	27.9	27.5	0.4
Feb	1	Fin	0.51	1.68	16.8	27.2	0.0
Feb	2	Fin	0.36	1.19	2.4	5.5	2.4
TOTAL					306.1	283.8	64.3

Después de correr el programa CROPWAT, en la tabla 13, se observan los resultados para el cultivo de papa, en el año 2030 con fecha de siembra 11 de octubre. Los resultados indican que el cultivo requerirá 70,3 mm durante su ciclo, en la etapa inicial se esperaría no tener déficit; en la etapa de desarrollo se prevé un requerimiento de 7,4 mm distribuidos en las tres décadas; en la etapa media o de floración tiene un requerimiento de 47 mm, distribuidos en las cuatro de esta etapa. Para la etapa final o de fructificación se esperaría un requerimiento de 16 mm.

Tabla 13 Requerimiento de agua del cultivo de papa para el año 2030

Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			Coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Oct	2	Inic	0.50	1.75	17.5	20.0	0.0
Oct	3	Inic	0.50	1.69	18.6	20.5	0.0
Nov	1	Des	0.54	1.77	17.7	21.1	0.0
Nov	2	Des	0.72	2.28	22.8	22.0	0.8
Nov	3	Des	0.91	2.85	28.5	21.9	6.6
Dic	1	Med	1.06	3.29	32.9	21.4	11.6
Dic	2	Med	1.07	3.30	33.0	21.2	11.8
Dic	3	Med	1.07	3.39	37.2	23.0	14.2
Ene	1	Med	1.07	3.47	34.7	25.3	9.4
Ene	2	Fin	1.07	3.54	35.4	27.1	8.4
Ene	3	Fin	0.97	3.19	35.1	27.5	7.6
Feb	1	Fin	0.83	2.72	27.2	27.2	0.0
Feb	2	Fin	0.72	2.35	16.4	19.2	0.0
TOTAL					357.2	297.5	70.3

4.2. DISCUSIÓN

A continuación se realiza la discusión de los resultados en tres fases, los impactos del cambio climático a través de percepciones de la población, con el apoyo de la herramienta CRISTAL que realiza la sistematización de la información recabado por las personas encuestadas; una segunda fase que abarca los resultados obtenidos de los análisis con CROPWAT para los cultivos de maíz suave y papa tanto para el presente como para el futuro, se hace también un síntesis de la mirada hacia el pasado, estos dos fases en conjunto aportan los elementos para elaborar las estrategias para la comunidad de Pululahua, analizando su vulnerabilidad frente al cambio climático.

4.2.1. Análisis de los impactos del cambio climático a través de CRISTAL

De la información de CRISTAL, los participantes de la comunidad de Pululahua, identificaron las tres principales amenazas del cambio climático, que en orden de importancia y frecuencia fueron: sequía como el más importante, cambio en el período de lluvias y vientos fuertes.

De acuerdo a los datos del ESPAC del 2010 y 2011, analizando cuáles fueron las principales causas de pérdidas en el cultivo en los dos años, en la figura 16, se observa que para el año 2009 la mayor pérdida se registra por sequía, tanto para el cultivo maíz como para la papa, como ya se mencionó anteriormente. La segunda causa de pérdida son las enfermedades la cual puede estar relacionada el mayor registro de precipitación donde se pudieron tener condiciones óptimas para el incremento de enfermedades por exceso de lluvia y humedad.

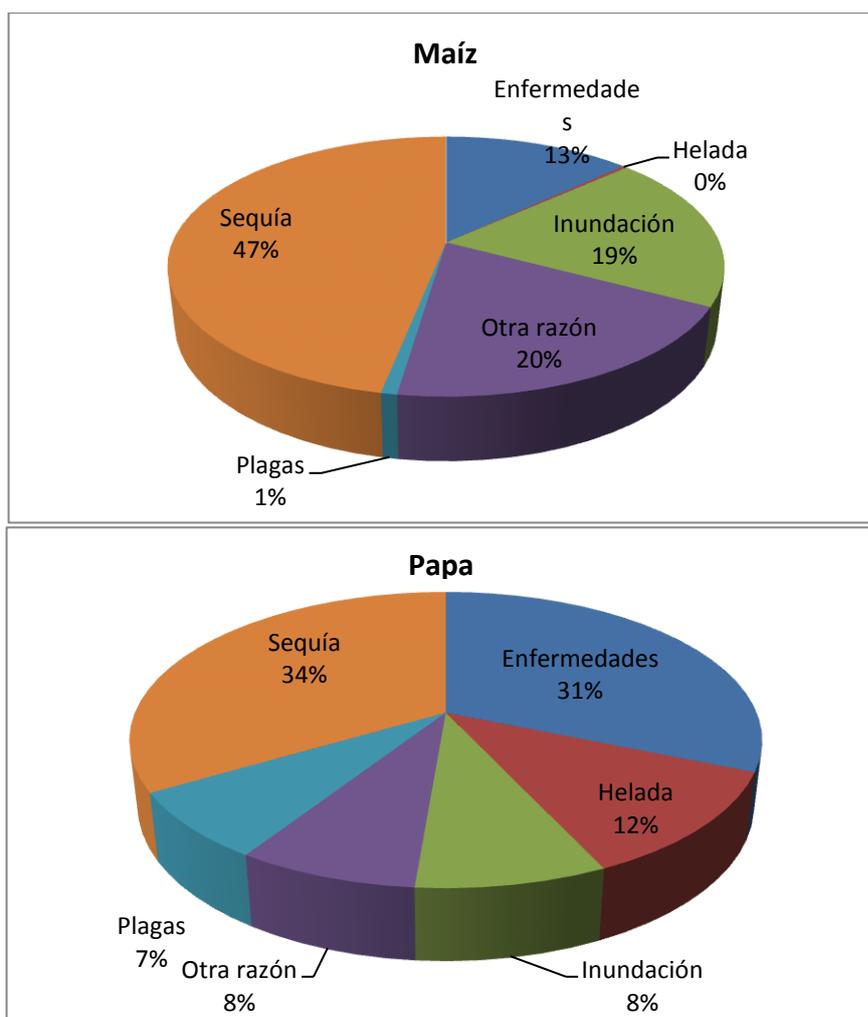


Figura 17. Principales pérdidas en el cultivo de maíz y papa. 2010.
Fuente: ESPAC

En la figura 17, se observa que la principal pérdida para el año 2011 tanto para el maíz como para la papa fue la sequía con el 47% y 34% para cada cultivo, en segundo lugar se registran pérdidas por heladas.

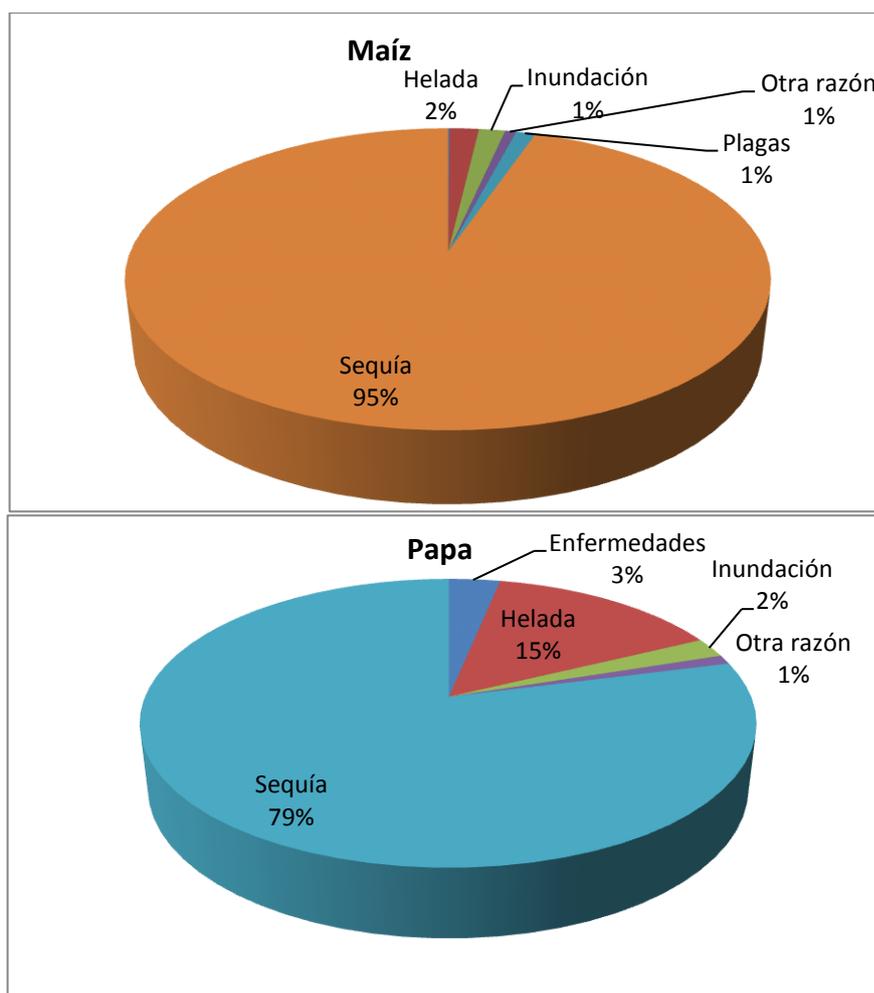


Figura 18. Porcentaje de las principales pérdidas en el cultivo de maíz y papa en el 2011
Fuente: ESPAC

De las encuestas realizadas en la comunidad de Pulumahua los resultados, concuerdan con los datos del ESPAC 2010 y 2011, todas las personas manifestaron que se han registrado cambios en el clima, principalmente en cuanto a precipitación y como consecuencia de esta, la sequía; las personas mencionaron que la intensidad y frecuencia de la precipitación han variado tanto, como hace un año, cinco y diez años atrás. Por lo que se confirma tanto por los datos oficiales del ESPAC como por las percepciones de la comunidad de Pulumahua la principal amenaza es la sequía.

Los datos de estos dos años de seguimiento en campo refleja que para el cultivo de maíz un requerimiento de agua de riego localizado en las etapas de desarrollo y media, esto como se decía son las etapas claves para la producción, el rendimiento de la producción de 2010 para Pichincha fue de 0,48 Tm/ha y el rendimiento a nivel nacional fue de 0,54 Tm/ha, para este año se localizan un rendimiento menor a la producción nacional, a pesar de que el requerimiento de agua es menor que el 2011,

este se localizó en el periodo crítico del cultivo, en el momento de formación de los granos.

Para el año 2011 los periodos de requerimiento de agua se localizan a mediados de la etapa media y la final, a pesar que los requerimientos altos en comparación con el 2009, se registrar un rendimiento a nivel de pichincha de 1,56 Tm/ha y el rendimiento a nivel nacional fue de 0,55 Tm/ha, esto debido a que los requerimientos están localizados en las etapas fuera del periodo crítico.

De los resultados de CRISTAL, las personas seleccionaron los tres principales impactos para cada amenaza. Así, para la sequía los principales impactos fueron, la escasez de agua, la pérdida de cultivos y de biodiversidad, los dos primeros tienen como consecuencia la pérdida de cosechas, menor producción y; además han generado conflictos sociales como: menores ingresos, desempleo, migración y problemas en el bienestar familiar.

Para la segunda amenaza, cambio de período de lluvias, los impactos fueron: la aparición de plagas, la incertidumbre de los agricultores-as para sembrar y el aumento de plagas en el ganado; entre las consecuencias se registraron: pérdida de cosechas y de la agro-biodiversidad y disminución de ingresos, generando falta de interés de la gente en las actividades agropecuarias, especialmente los jóvenes, abandono de la agricultura, terrenos improductivos, desempleo y migración. Y para la amenaza de vientos fuertes el impacto que puede afectar los cultivos fue: la erosión del suelo, que conlleva a la pérdida de la capa arable, abandono de los terrenos y la formación de nubes de polvo que trae como consecuencia la contaminación de agua y enfermedades humanas.

Al analizar la capacidad de respuesta de la comunidad de Pululahua frente a la principal amenaza que es la sequía, la mayoría de personas indico que no hizo nada y perdió la cosecha, como consecuencias de este impacto se indicaron: el abandono de las tierras, migración entre otras. Se puede concluir que la capacidad de respuesta ante el impacto de la sequía es nula; ya que la capacidad de adaptación, es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas (CARE, 2010).

A nivel nacional los impactos climáticos son notorios, por mencionar algunos datos, entre septiembre 2009 y enero 2010, 90.982 hectáreas en cuatro provincias (Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo) fueron afectadas por la sequía. En estas cuatro provincias que representan el 43 % del total de la Sierra, el 98 % (89.313 Has) del total de hectáreas cultivadas fueron gravemente afectadas por la sequía y el 2% (1.669 Has) fueron declaradas como pérdida total; esto suma alrededor de 18,000 familias afectadas por este fenómeno (MAGAP SIGAgro, 2010, en MAE, PNUD, 2011). Estos datos son los que motivan a actores-as tanto público como privados a unir esfuerzos por plantear medidas que puedan ayudar a adaptarse y que los efectos de los eventos extremos no sean tan drásticos.

4.2.2. Análisis de los impactos del cambio climático en los cultivos para el 2010 y 2011

Luego de realizar el análisis de la información de los-as agricultores-as y compararlos con los datos del INEC, se observa una clara relación entre las percepciones de la gente y los datos estadísticos, por lo tanto es evidente los efectos del cambio del clima, para complementar a continuación se analizan los datos meteorológicos proyectados a través de CROPWAT, y si hay una relación con los cultivos de maíz y papa en el presente y como podrá ser hacia el futuro, con estos datos se pueden tener mayor certeza para proponer medidas de adaptación.

Dentro de los resultados obtenidos a través del programa CROPWAT, es importante recalcar que para determinar la evapotranspiración de los cultivos (ET), este programa utiliza datos climáticos de: temperatura máxima y mínima, humedad, viento e insolación. Luego de ingresar los datos de precipitación, la selección del cultivo y las características del suelo, se llegó a estimar los requerimientos de agua de los cultivos y el calendario de riego.

De los resultados obtenidos para el cultivo de maíz en el año 2010, en la figura 18, se observa que tanto para la etapa inicial como la final, de acuerdo a los datos meteorológicos no se requiere riego, sin embargo para la etapa de desarrollo y de floración los requerimientos son de 28 y 54 mm respectivamente. Según Jara, 1998, el periodo crítico del cultivo de maíz es la floración y la formación de grano lechoso,

como el déficit coincide con los periodos críticos se puede esperar un impacto en la producción. Se observa una disminución de la precipitación desde el 11 de noviembre hasta el 10 de enero del 2011, que abarca la mitad de la etapa de desarrollo y toda la etapa media.

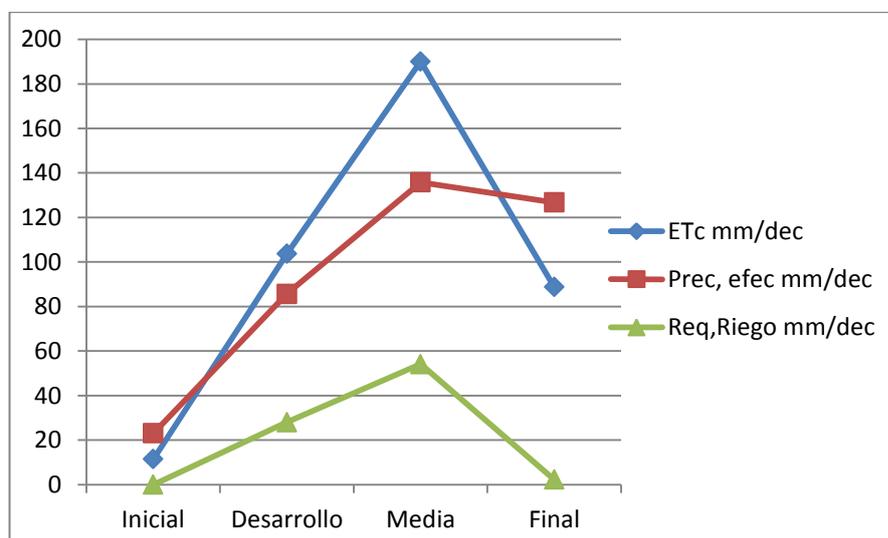


Figura 19. Requerimiento de riego, precipitación efectiva y evapotranspiración del maíz. 2010

En la figura 19, se observan los datos para el cultivo de maíz en el 2011-2012, para este año se registra un mayor requerimiento de agua, en la mitad de la etapa media y la etapa final, de 55,2 y 113,4 mm respectivamente, coincidiendo con el periodo crítico en la formación de grano de maíz. Estos periodos se localizan desde el 20 de diciembre del 2011 hasta la etapa de cosecha.

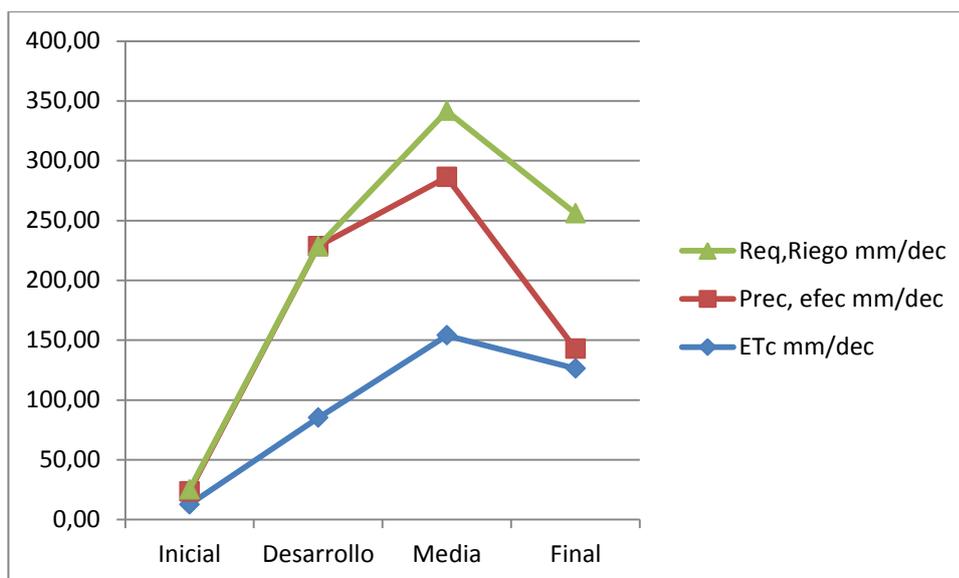


Figura 20. Requerimiento de riego, precipitación efectiva y evapotranspiración del maíz. 2011.

Para el cultivo de papa en el 2010, en la figura 20, se observa que existe un requerimiento de agua para la etapa de desarrollo y media, los requerimientos son de 29,9 y 44,7 mm respectivamente, según Jara, 1998 el periodo crítico del cultivo de la papa corresponde desde la floración o etapa media a la cosecha, especialmente en la formación del tubérculo; se observa una disminución de la precipitación durante el mes de enero, siendo la segunda decena donde se observa un mayor requerimiento de agua, que incide en la etapa final del cultivo.

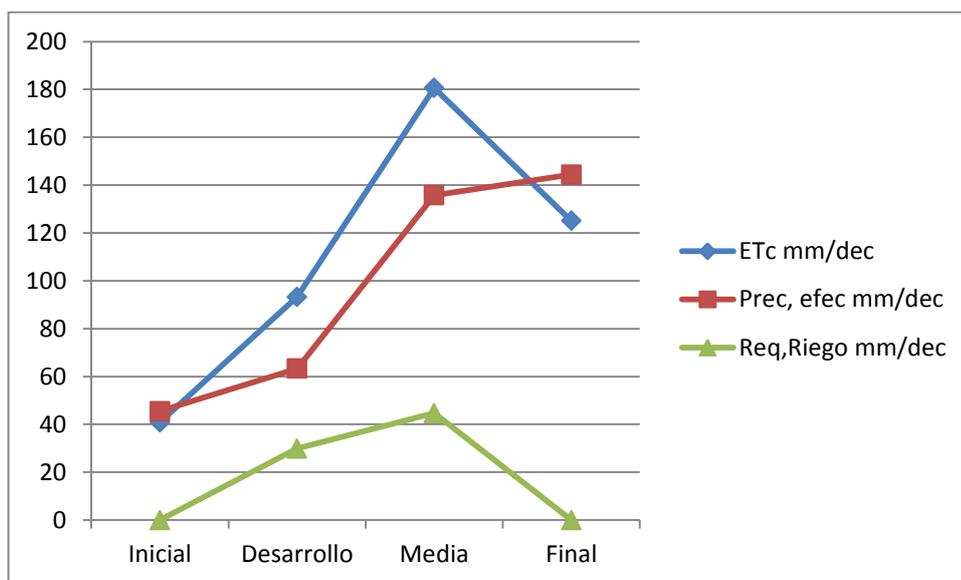


Figura 21. Requerimiento de riego, precipitación efectiva y evapotranspiración de la papa. 2010

En la figura 21, se observan el requerimiento de agua para el cultivo de la papa para 2011, para este año se registra un déficit de agua similar al 2010 con la diferencia que se observa un mayor requerimiento de agua, el cual está localizado en la última decena de la etapa media y toda la etapa final, con 50,8 y 151 mm respectivamente, coincidiendo de manera drástica con el periodo crítico en la formación de los tubérculos. Estos periodos comienzan desde los primeros días de enero hasta la cosecha.

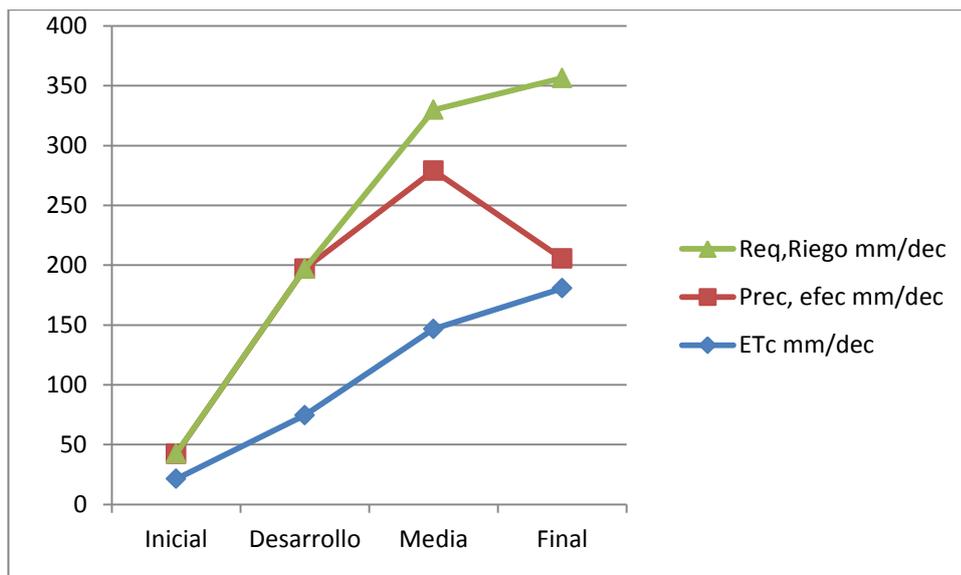


Figura 22. Requerimiento de riego, precipitación efectiva y evapotranspiración de la papa. 2011

El agua disponible es generalmente el principal factor que limita el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz en condiciones extensivas. Además, el grado de sensibilidad al estrés hídrico en este cultivo, depende del momento en que ocurra (Andrade *et al*, 1996). En la figura 22, se observa que para los años 2010 y 2011 la deficiencia de agua se localiza en la etapa de desarrollo y media es decir durante la floración y la formación de granos, los estudios realizados han demostrado que la sensibilidad del cultivo de maíz a los déficit hídricos va en el siguiente orden: floración, llenado de granos y estado vegetativo (Musick y Dusek, 1980, citados por Rhoads y Bennett, 1990), en Andrade. La ocurrencia de deficiencias hídricas severas durante la floración produce importantes reducciones en el rendimiento (Andrade *et al*, 1996; Rhoads y Bennett, 1990), por lo cual el cultivo de maíz durante estos dos años demuestra una alta vulnerabilidad frente al déficit de agua, que es altamente dependiente de factores ambientales como la presión de vapor de agua, temperatura, velocidad del viento y la radiación, es decir la variación del clima, por lo que la vulnerabilidad hídrica del maíz se la puede catalogar de alta.

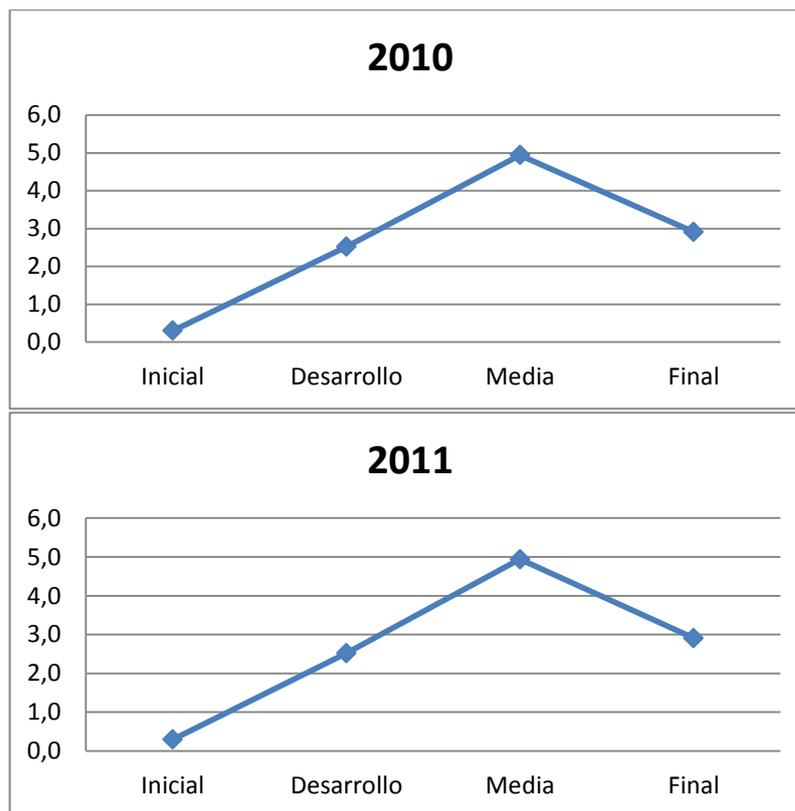


Figura 23. Kc en función de la evapotranspiración, requerimiento de riego y precipitación efectiva de maíz. 2010- 2011

Para el caso del cultivo de la papa, las etapas fenológicas críticas son las etapas media y final, que están relacionadas con la formación y crecimiento de tubérculo, en la figura 23, se observa que para los dos años en los cuales se evaluaron los datos del cultivo, son estas fases en la cuales se evidencia el déficit de agua, por lo cual se espera una disminución en el rendimiento del cultivo, por lo tanto el cultivo de papa durante este periodo demostró una alta vulnerabilidad hídrica.

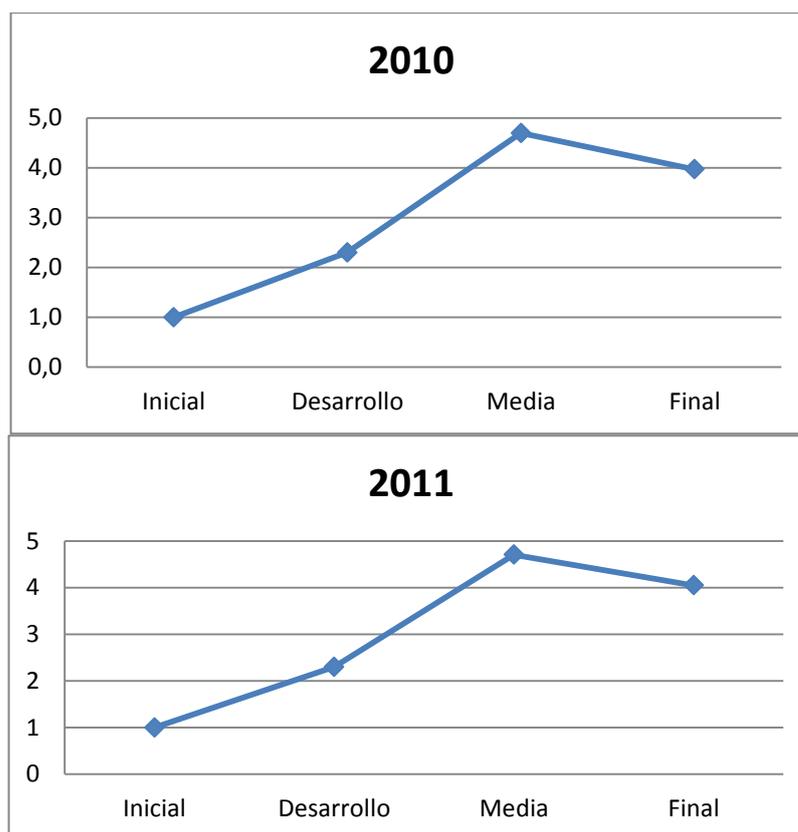


Figura 24. Kc en función de la evapotranspiración, requerimiento de riego y precipitación efectiva de papa. 2010- 2011

Esta información nos ha determinado que la vulnerabilidad hídrica o frente al déficit de agua para el cultivo de maíz y papa es ALTA, ya que como se observa en la tabla 14, los datos del INAMHI para estos dos años demostraron que las fases críticas coinciden con las fases críticas de los dos cultivos de acuerdo con los estudios científicos.

Tabla 14. Vulnerabilidad de los cultivos de maíz y papa de acuerdo al Kc en las fases fenológicas.2010-2011.

Fases de Cultivo	Maíz	Papa
Inicial	Baja	Baja
Desarrollo	Media	Media
Media	Alta	Alta
Final	Baja	Alta

4.2.3. Análisis del impacto del cambio climático en los cultivos de maíz y papa para el 2030

De los resultados, del PACC luego de realizar las corridas con los dos modelos climáticos globales: el modelo HAdCM3P del Centro Hadley y el modelo Echam4; para realizar la proyección al 2030, se utilizaron los resultados del modelo Echam4, que cubren el período entre los años 2010-2030, para los escenarios A2 y B2. En lo referente al escenario A2 para la temperatura se estima un aumento de temperatura entre 1.14 a 1.16°C y para la precipitación se estima un aumento de un porcentaje de 0 a 10% de precipitación y para el escenario B2, para la temperatura se estima un aumento de temperatura entre 1.23 a 1.26°C y para la precipitación se estima un aumento de un porcentaje de 0 a 10% de precipitación (Idrovo, 2011).

Con estos datos para los escenarios A2 y B2 y los datos de las variables de: temperatura mínima y máxima, precipitación, velocidad de viento y humedad a través de los datos históricos de las estaciones: pluviométrica de Calacalí y de meteorológica de Ñaquito, se obtuvieron los datos proyectados para el 2030 para ingresar el en programa CROPWAT.

Los resultados obtenidos para el cultivo de maíz en el año 2030, fueron los siguientes: para la etapa inicial no se requerirá riego, para la etapa de desarrollo un mínimo de 6,1 mm, para el etapa media (diciembre y primera decena de enero) y para la etapa final los requerimientos serían de 48,7 y 9,5 mm respectivamente (figura 24), como los datos de los escenarios del modelo climático, tuvieron una tendencia de aumento de precipitación 10% al año y aproximadamente 1°C en temperatura, se observa una tendencia de menor déficit de agua luego de correr los datos en el programa CROPWAT.

Por lo que para el 2030 según los escenarios A2 y B2, el requerimiento de agua disminuiría por lo que también disminuirá la vulnerabilidad de este cultivo. Tomando en cuenta el periodo crítico del cultivo de maíz que es la etapa de desarrollo y media, para el 2030, se registraría un requerimiento menor al registrado en los años 2010 y 2011 (54.1 y 55.2 mm) en la etapa media que coincide con la formación de los granos, por lo que se podría esperar un impacto en la producción.

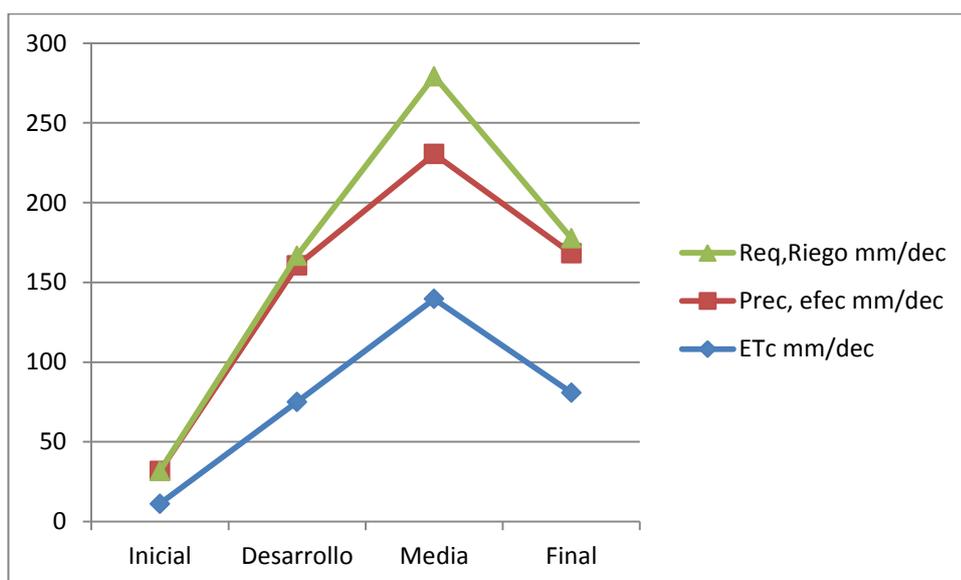


Figura 25. Requerimiento de riego, precipitación efectiva y evapotranspiración del maíz. 2030

En lo que se refiere al cultivo de papa para el año 2030, fueron los siguientes: para la etapa inicial no se requerirá riego, para la etapa de desarrollo un mínimo de 7,4 mm, para el etapa media (diciembre y primera decena de enero) y final los requerimientos serían de 47,0 y 16,0 mm respectivamente (figura 25), al igual que para la papa como los datos hacia el 2030 se estima que se incremente la precipitación 10% al año y aproximadamente 1°C en temperatura. Siendo fases críticas del cultivo de papa, la etapa media y final, para el 2030, se registraría un requerimiento en la etapa media y final que son menores a los años 2009 (29.9 y 44.7mm) y 2010, se esperaba al 2030 un impacto que sin duda sería menor a los registrados en los dos años de estudio. Sin embargo es importante proponer medidas de adaptación para reducir esta vulnerabilidad en los próximos años.

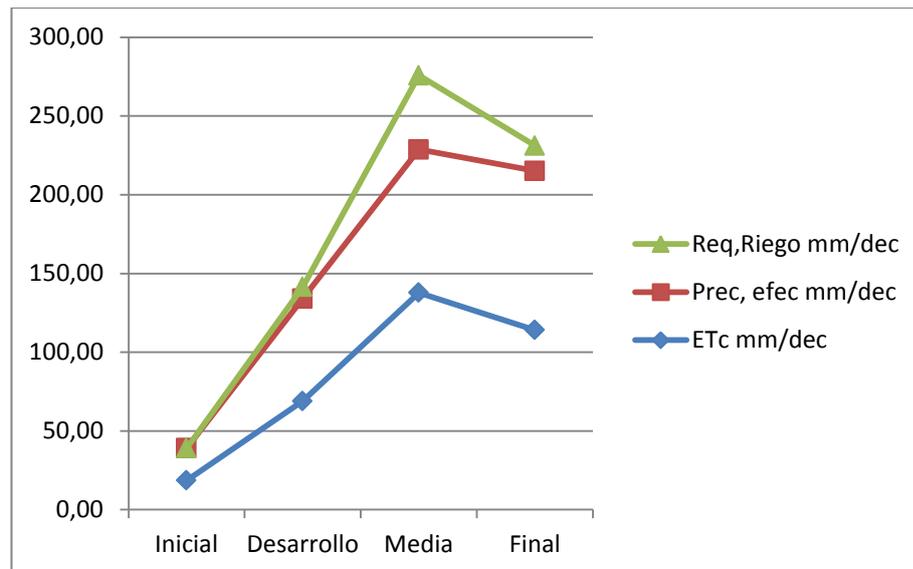


Figura 26. Requerimiento de riego, precipitación efectiva y evapotranspiración de la papa. 2030.

De acuerdo a la figura 26, se observa que las dos curvas de K_c que demuestra el requerimiento de agua, para el maíz sigue la misma tendencia que para los años 2010 y 2011, pero es menos pronunciada; para el caso de la papa ocurre lo mismo. De la tabla 14, para el caso del maíz se observa un requerimiento solo en la etapa media por lo que la vulnerabilidad puede bajar a media y para el caso de la papa al ser lo requerimientos para las etapas media y final se mantendría la vulnerabilidad alta.

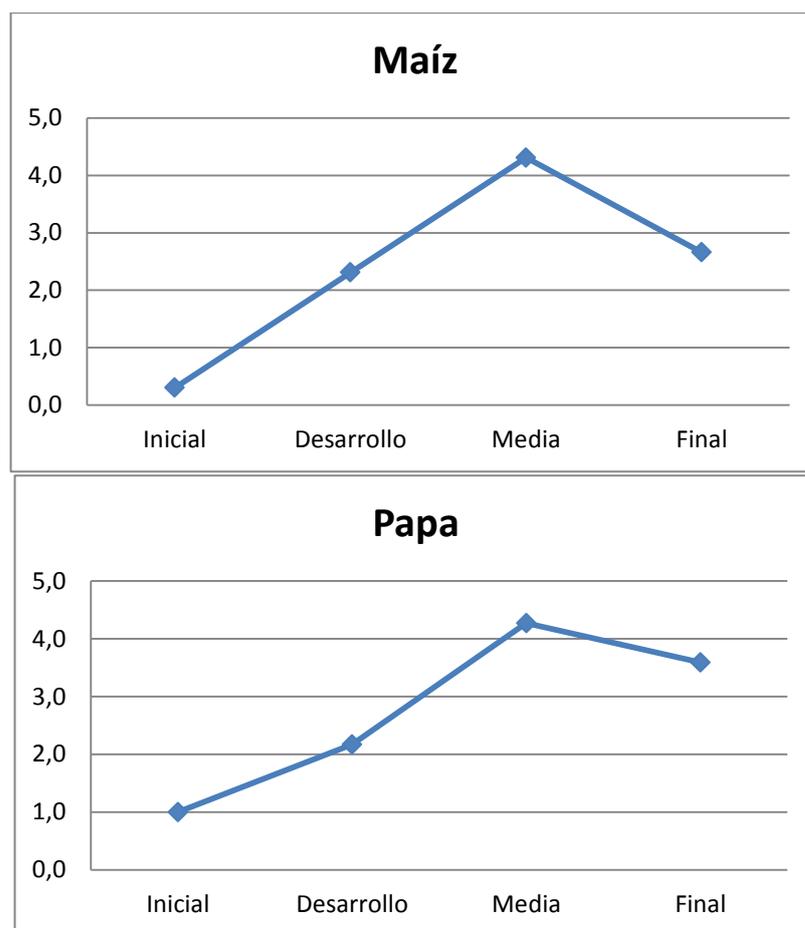


Figura 27. Kc en función de la evapotranspiración, requerimiento de riego y precipitación efectiva de maíz. 2030.

De la información de CRISTAL, los participantes de la comunidad de Pululahua, identificaron, de entre las tres principales amenazas del cambio climático, como la de mayor importancia a la sequía, a futuro a pesar de que de acuerdo a los modelos climáticos se espera un incremento de precipitación, aún se estima el requerimiento de agua, esto hace que sea necesario realizar plan de adaptación con el objetivo que la población pueda disminuir los impactos negativos que puedan darse hacia el 2030.

Las percepciones de la comunidad es que el cambio climático hará más frecuentes e intensos, los eventos climáticos extremos, por lo tanto requerirá desarrollar nuevas capacidades especialmente a nivel local (Levin, 2008). Por lo tanto como la capacidad de adaptación es el grado en que un sistema (comunidad) es capaz o incapaz de afrontar los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los fenómenos extremos (IPCC 2001). A continuación se

presenta el plan de adaptación para la comunidad de Pululahua con enfoque de los cultivos de papa y maíz suave.

Finalmente luego de este análisis, se acepta la hipótesis alternativa, que el cambio del clima si afectara la producción de maíz y papa hacia el 2030, de acuerdo al histórico de los datos del INEC en la figura 27, la producción de maíz a nivel de la provincia de Pichincha se mantiene un rendimiento de aproximadamente 0,5 Tm/ha con variaciones ligeras a excepción del año 2010, sin embargo al 2030 como ya se indicó que al 2030 se espera un incremento de la precipitación se puede esperar que la producción variara de manera positiva a ser menor el déficit hídrico.

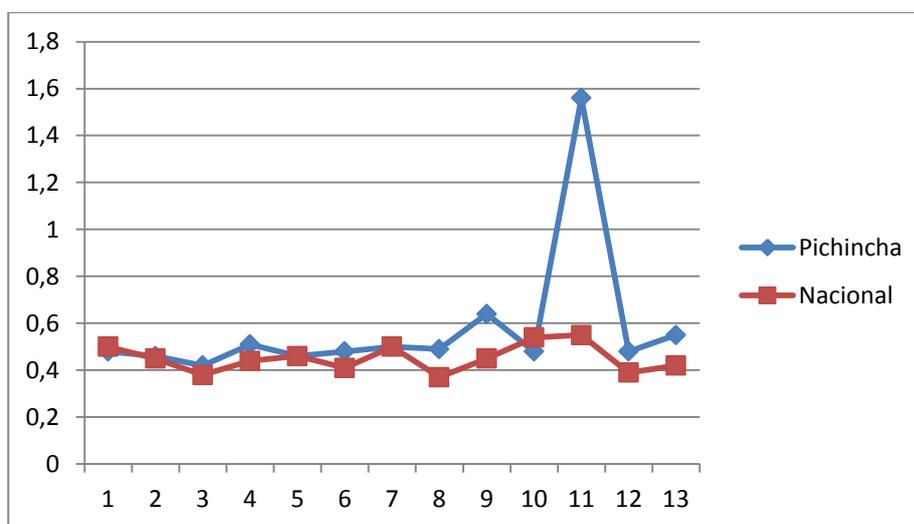


Figura 28. Rendimiento de maíz a nivel nacional y de la provincia de Pichincha. 2000-2012.

En lo que se refiere al cultivo de la papa, en la figura 28, se observa que en Pichincha la producción es más alta que a nivel nacional, sin embargo se registra mayor variación que en la producción que el maíz; debido a que este cultivo es más sensible a la sequía, se observa la baja de producción en el 2010 que fue un año seco, y un aumento de producción en el 2011, al igual que en el cultivo de maíz, de acuerdo a las proyección se esperaría que la producción se vea afectada por los cambios del clima, en forma positiva, ya que se prevé un aumento de precipitación.

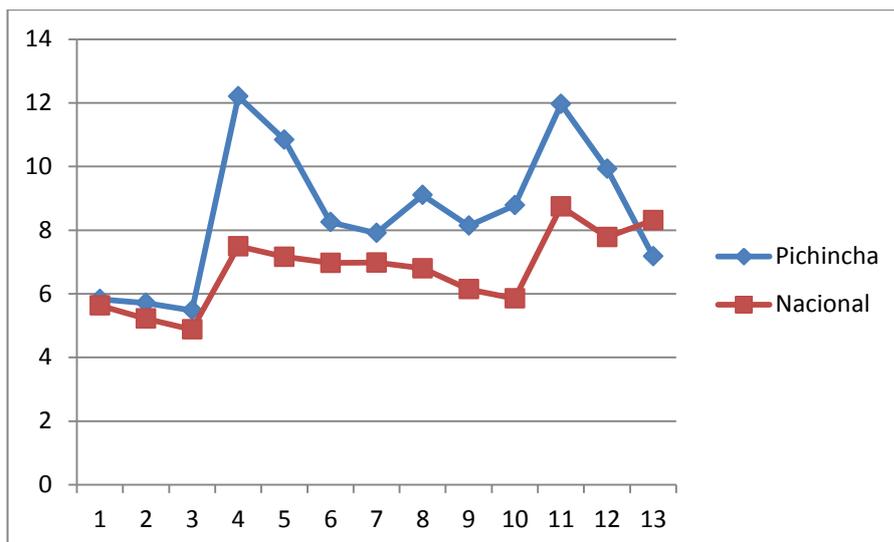


Figura 29. Rendimiento de papa a nivel nacional y de la provincia de Pichincha. 2000-2012.

En la figura 29, a manera de resumen, con los datos de la estación más cercana, a través de dos décadas, se observa que tanto para el maíz como para la papa a través de los años se incrementa la necesidad de riego, entre el año 1999 hay un requerimiento de 22,5 mm; para el año 2000 el requerimiento sube a 57 y 72 mm para maíz y papa respectivamente. Para los años 2009 y 2010 el requerimiento sube a 84,5 aproximadamente para los dos cultivos y en el 2010 los requerimientos suben a 170 y 212 mm para cada cultivo. Esto explica lo citado en las secciones anteriores de pérdida de los cultivos.

En cuanto a la proyección para el 2030, a través del modelo ECHAM4, la necesidad de riego se mantiene aunque disminuye a 64 y 70 mm para maíz y papa respectivamente, esto hace necesario implementar medidas que permitan reducir la vulnerabilidad de la población a través de mejorar su seguridad alimentaria y de los cultivos.

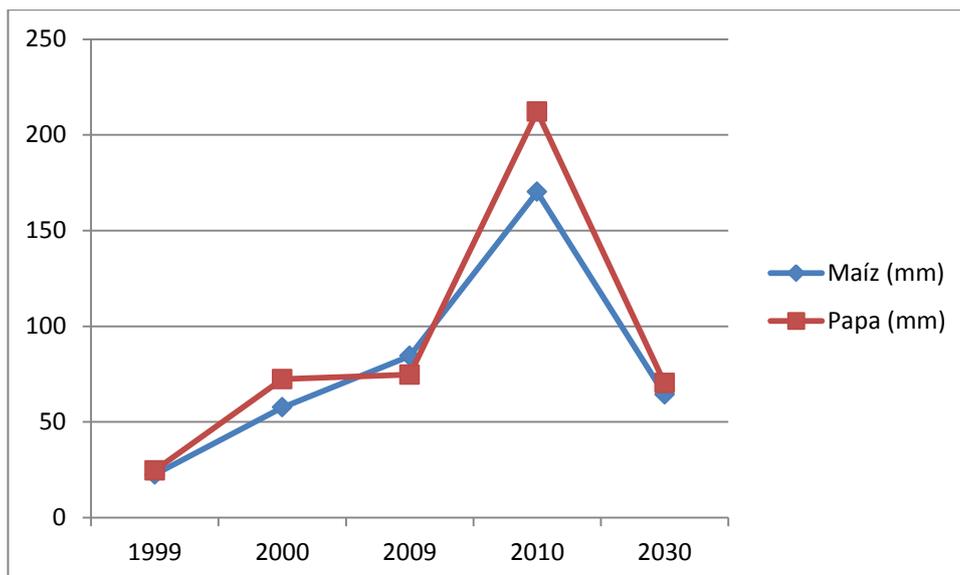


Figura 30. Historias de requerimiento de riego de los cultivos de maíz y papa y proyección al 2030 para la comunidad de Pululahua. Pichincha.

4.3. Elaboración de las estrategias de adaptación para la comunidad de Pululahua para los cultivos de maíz suave y papa.

Conociendo los impactos del cambio climático en los cultivos de maíz y papa es el sequía como principal y los cambios de los periodos de precipitación y los vientos, estos tres eventos provocan varios impactos, entre los principales esta la pérdida total de los cultivos, incrementos de plagas y enfermedades, reducción de la producción por efectos de sequias en periodos críticos de los cultivos y después, impactos sociales que no son menos importantes ya que derivan en migración a las ciudades, abandono de tierras cultivables entre otros. Frente a esta panorámica a continuación se plantea un plan de adaptación, que va dirigido para la comunidad de Pululahua.

4.3.1. Estrategias actuales y futuras de adaptación.

Para generar las estrategias, se realizó con el módulo 2 de la herramienta CRISTAL, se analizaron todos los impactos producto de las amenazas climáticas y se pidió a cada uno de los integrantes del grupo focal que mencionen las estrategias que se están llevando a cabo en la actualidad para minimizar los impactos que traen las amenazas identificadas. Además se pidió que planteen estrategias que se podrían implementar en el futuro como medidas de adaptación. El grupo mencionó que sólo

algunas estrategias se están poniendo en práctica en la actualidad, entre ellas: sembrar a diferentes tiempos; el cambio en la comercialización de los productos, como por ejemplo los agricultores de maíz se han visto en la necesidad de adelantar y vender el maíz tierno antes de que las plagas destruyan el maíz maduro. Otras estrategias fueron planteadas como respuestas futuras que se podían implementar, para minimizar los daños que trae la variabilidad climática, en la tabla 15 se detallan las estrategias generadas durante uno de los talleres.

Tabla 15. Amenazas, Impactos y Estrategias identificadas por el grupo focal

AMENAZA	IMPACTOS	ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN AL CC
SEQUÍA	Escasez de agua	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacitar a la gente en la optimización de agua de lluvia ▪ Búsqueda de financiamiento para agua de riego
	Menor Fertilidad del suelo/ganado enfermo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sembrar a diferentes tiempos ▪ Crear escuela agrícola
	Pérdida de biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reforestación ▪ Concientización cuidado de especies nativas
CAMBIO EN EL PERÍODO DE LLUVIAS	Aparición plagas en los cultivos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambio comercialización de productos (adelanto cosecha) ▪ Sembrar a diferentes épocas del año
	Incertidumbre para sembrar	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicación de nuevas variedades de semillas
	Aumento de plagas (garrapatas) en el ganado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacitación en el manejo de plagas
VIENTOS FUERTES	Daños de infraestructuras y vegetación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Barreras vivas ▪ Construcciones más resistentes
	Erosión del suelo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Técnicas de conservación del suelo
	Arrastre de partículas sólidas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seguimiento de las autoridades en el manejo de canteras

Fuente: Grupo focal, comunidad de Pululahua, 2010.

Con los resultados de la tabla 14, se procedió a dar una calificación sobre la importancia que tienen los recursos y medios de vida, para la implementación de las estrategias para hacer frente a las amenazas identificadas.

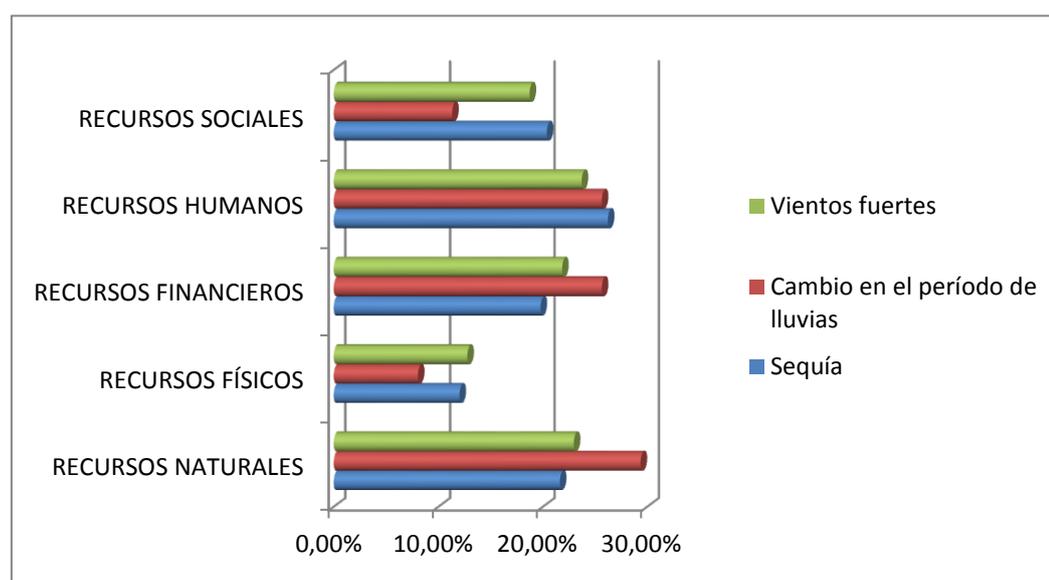


Figura 31. Importancia de los recursos para la implementación de estrategias para hacer frente a las amenazas climáticas.

Algunas de las actividades que los-as encuestados mencionaron para hacerle frente al cambio climático, fueron: sembrar árboles, cuidar las fuentes de agua, tratamiento de la basura, acceder información y a educación, generar fuentes de trabajo, aplicar abonos orgánicos en los cultivos, riego por aspersión, compra de semillas mejoradas y huertos familiares. Sobre el tipo de ayuda necesaria para cumplir con estas actividades indicaron algunas opciones como: proyectos de protección a la naturaleza, capacitación de líderes comunitarios, más información y divulgación, proyectos de mejora de infraestructura, acceso a seguros para cultivos auspiciados por el gobierno y contar con planes de emergencia con el apoyo de instituciones del gobierno, ONG, organizaciones parroquiales, comunitarias y sobre todo la colaboración de cada familia.

4.3.2. Plan de adaptación al cambio climático para la comunidad de Pululahua

4.3.2.1. Introducción y alcance

La comunidad de Pululahua se encuentra dentro de RGP, es una zona altamente vulnerable al cambio climático como ya se ha observado, en los últimos años, los medios de vida de la comunidad han sido afectados por los eventos climáticos. De tal forma, es urgente trabajar y ejecutar estrategias de adaptación, especialmente para lugares que están sintiendo desproporcionadamente los efectos del cambio climático, y en donde su seguridad alimentaria y los medios de vida de las poblaciones están en riesgo. Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), las medidas de adaptación deberían orientarse a un concepto que define la adaptación al cambio climático como:

“Un proceso de ajustes en los sistemas ecológicos, sociales o económicos como una respuesta a los impactos y consecuencias de los eventos climáticos actuales o esperados. Los ajustes se refieren a cambios en procesos, prácticas y estructuras para poder moderar daños potenciales o beneficiarse de oportunidades asociadas al cambio climático”. (Naciones Unidas, 1992).

La aplicación práctica de este concepto requiere un análisis de vulnerabilidad de los componentes de un sistema expuestos a los eventos climáticos y a la identificación de medidas de adaptación, ya sea para reducir la vulnerabilidad o para beneficiarse de posibles oportunidades. El Cuarto Informe del IPCC describe la vulnerabilidad como *“el grado al cual un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los extremos.”* (IPCC, 2007).

Por ello es importante el planteamiento de actividades orientadas a la adaptación ante la variabilidad climática, aumentando su capacidad de adaptación, reduciendo su vulnerabilidad y mantener la seguridad alimentaria, se encuentra enmarcado dentro de la normativa del país; en la constitución de la República del Ecuador en el art 414 que establece que *“el estado adoptara medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de GEI, de la deforestación y la contaminación atmosférica; tomara medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo”*.

También es parte de Plan Nacional para el Buen Vivir, dentro del objetivo 4 y la política 4, que buscan generar programas de adaptación, de investigación, monitoreo a favor de la seguridad alimentaria. Dentro de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, dentro del objetivo específico 1, indica *“Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático”* (ENCC; 2012) y dentro del distrito metropolitano de Quito, se encuentra la *“Estrategia Quiteña al Cambio Climático”*, que dentro del eje estratégico 2, *“Uso de tecnologías y buenas prácticas ambientales para reducir las emisiones y capturar GEI y mejorar la adaptación al cambio climático”* y dentro del Objetivo Estratégico 5, de mitigación y adaptación. Para ello se propone el siguiente plan que contempla un periodo de tres años, y está compuesto de objetivos (generales y específicos), marco lógico, actividades, presupuesto y cronograma.

4.3.3.2. Objetivos

4.3.3.2.1. Objetivo General

Fortalecer la capacidad de adaptación de la parroquia de Pululahua ante los efectos adversos del cambio climático en los cultivos de papa y maíz suave para proteger su seguridad alimentaria.

4.3.3.2.2. Objetivos Específicos

1. Diseñar medidas de adaptación que reduzcan la vulnerabilidad de los cultivos de maíz y papa frente a la amenaza de sequía.
2. Incrementar la capacidad de adaptación de la población de la comunidad de Pululahua.
3. Implementar actividades que permitan aprovechar las oportunidades positivas que puede traer la variabilidad climática.

4.3.3.3. Marco lógico

En la tabla 16, se observa el marco lógico del plan de adaptación de la comunidad de Pululahua. El plan está basado en tres tipos de medidas que son: la cosecha de agua, ya que la comunidad no dispone de agua de riego, el manejo del suelo a través de la implementación de sistemas agro forestales, para aumentar la diversidad de productos agrícolas, especialmente frutales y formar un micro clima dentro de las fincas que protejan a largo plazo los vientos fuertes y finalmente la selección de variedades de maíz tolerantes a sequía que es la principal amenaza, estos tres temas están relacionados transversalmente por la capacitación y la ejecución de actividades (anexo 3).

4.3.3.4. Actividades

En la tabla 16, se detallan las actividades para cada resultado, así como los medios de verificación y los supuestos

Tabla 16. Actividades para el plan de adaptación de la comunidad de Pululahua

Actividades	Medios de verificación	Supuestos
Resultado 1 : Capacitación e implementación en sistemas de cosecha de agua y equidad de género		
1.1 Difusión de la propuesta y sobre equidad de género	Informes de talleres, lista de participantes, registro fotográfico	Toda la población, GAD parroquial
1.2 Preparación de malla curricular para la capacitación en MIPE y manejo ecológico de suelos	Informe técnico y malla curricular en base al estudio de plagas y enfermedades	OG, ONG seleccionan consultor y realizan el seguimiento y aprobación de productos
1.3 Capacitación en tres sistemas de cosecha de agua	Informes de talleres, lista de participantes y fotografías. Garantizando la participación de, al menos, el 30% de mujeres	Propietarios tiene interés en participar, existe interés de jóvenes
1.4 Implementación de tres sistemas de cosecha de agua con 20 familias	Informes de talleres, lista de participantes y fotografías. Garantizando la participación de, al menos, el 30% de mujeres	Propietarios tiene interés en participar, existe interés de jóvenes
1.5 Seguimiento y monitoreo de tres sistemas de cosecha de agua	Informe de trabajo de campo, registro fotográfico	OG, ONG participan y asumen responsabilidades en el monitoreo
1.6 Gira de observación a sistemas ya instalado	Informe de trabajo de campo, registro fotográfico	Los propietarios tienen interés de participar
Resultado 2: Implementación de manejo ecológico de suelos		
2.1 Manejo de condiciones físicas del suelo	Informes de implementación de los participantes. Garantizando la participación de, al menos, el 30% de mujeres	Población consciente sobre la importancia de conservación y manejo de los suelos
2.2 Manejo de la condiciones químicas del suelo	Informes de implementación de los participantes. Garantizando la participación de, al menos, el 30% de mujeres	Población consciente sobre la importancia de conservación y manejo de los suelos
2.3 Manejo de la condiciones biológicas del suelo	Informes de implementación de los participantes. Garantizando la participación de, al menos, el 30% de mujeres	Población consciente sobre la importancia de conservación y manejo de los suelos
2.4 Monitoreo de la implementación de MIPE	Informes de monitoreo trimestrales y vistas mensuales, registro fotográfico	Los propietarios participan activamente en el monitoreo junto con el promotor
Resultado 3. Implementación de SAF		
3.1 Sensibilización sobre la importancia de conservación y manejo de los suelos para el sistema agropecuario	Informes de reuniones. Garantizando la participación de, al menos, el 30% de mujeres	La población es consciente sobre la importancia de conservación y manejo de los suelos
3.2 Estudio del estado de las suelos de los sitios escogidos ,selección de especies	Informe técnico de visita, entrevistas, fotografías, análisis de suelo. Garantizando la participación de, al menos, el 30% de mujeres	Con la información recaba se tiene una base sobre el estado de los suelos
3.2 Capacitación en la implementación de SAF	Informe técnico, fotografías. Garantizando la participación de, al menos, el 30% de mujeres	Los propietarios tiene interés en participar en las capacitaciones
3.4 Delimitación física con la implementación de SAF a nivel de UPAs	Informe técnico de las delimitaciones físicas implementados por UPA	Propietarios dispuestos a trabajar en minga para la delimitación
3.5 Entrega de incentivos a las y los propietarios participantes (herramientas)	Informe de entrega de incentivos	Propietarios dispuestos a trabajar en la propuesta
3.6 Monitoreo de la implementación de SAF	Informes de monitoreo (trimestral) y acuerdos firmados con los beneficiarios	Los propietarios participan activamente en el monitoreo
Resultado 4. Selección de variedades de maíz y papa tolerantes a la sequía		
4.1 Preparación metodología en base al material disponible en la zona	Informes técnico, socializado con la comunidad	La población y equipo técnico trabajan juntos
4.2 Preselección de al menos 5 variedades para cada cultivo para iniciar el ensayo	Informes de preselección, fichas de seguimiento , informe trimestral, registro fotográfico	La población y equipo técnico trabajan juntos
4.3 Evaluación de variedades seleccionadas	Informes de evaluación, fichas de seguimiento, informes trimestrales, registro fotográfico	Equipo técnico trabajan juntos en la evaluación de las variedades
4.4 Reproducción de semilla de las variedades seleccionadas	Informes de reproducción de semilla ,fichas de seguimientos , informes trimestrales, registro fotográfico	La población y equipo técnico trabajan juntos
4.5 Probar variedades producidas por el INAIP	Informe de variedades sembradas	Los agricultores realizan los ensayos en sus terrenos
4.6 Monitoreo de las variedades seleccionadas	Informes de monitoreo trimestrales y vistas mensuales, registro fotográfico	Los y las propietarias participan activamente en el monitoreo junto con el promotor
4.7 Producción de semilla de variedades tolerantes a sequía para la comunidad	Informes producción de semilla , monitoreo trimestral, visita mensual, registro fotográfico, producción de semilla	Semilla de 3 variedades de maíz y 3 variedades de papa para la comunidad

4.3.3.4. Presupuesto

A continuación en la tabla 17, se muestra el presupuesto y los posibles actores que pueden financiar estas actividades, que incluye organizaciones gubernamentales, tales como los ministerios de Agricultura, de Ambiente; ONG u otras entidades que pueden apoyar económicamente a poblaciones vulnerables a los cambios del clima como por ejemplo Fondo de Adaptación; los GAD tanto municipal como parroquial puede apoyar ciertas actividades y por último pero no los menos importantes la población de la comunidad que también realizar su aporte, especialmente en mano de obra y conocimientos de la zona.

Tabla 17. Presupuesto del plan de adaptación de la comunidad de Pulumahua

Actividades	Presupuesto (USD)	Financiamiento			
		OG	ONG	GAD municipal parroquial	Población parroquial
Resultado 1 : Capacitación e implementación en sistemas de cosecha de agua y equidad de género					
1.1 Difusión de propuesta y sensibilización sobre equidad de género	500,00	x	x		
1.2 Preparación de malla curricular para la capacitación en MIPE y manejo ecológico de suelos	1.100,00		x		
1.3 Capacitación en tres sistemas de cosecha de agua	1.400,00	x	x		
1.4 Implementación de tres sistemas de cosecha de agua con 20 familias	700,00	x	x		
1.5 Seguimiento y monitoreo de tres sistemas de cosecha de agua con 20 familias	500,00			x	x
1.6 Gira de observación a sistemas instalado	500,00		x	x	x
Resultado 2: Implementación de manejo ecológico de suelos					
2.1 Manejo de condiciones físicas del suelo	500,00	x	x		
2.2 Manejo de la condiciones químicas del suelo	500,00	x	x		
2.3 Manejo de la condiciones biológicas del suelo	500,00	x	x		
2.4 Monitoreo de la implementación de MIPE	1.200,00	x	x		
Resultado 3. Implementación de SAF					
3.1 Sensibilización sobre conservación y manejo de los suelos	500,00	x	x		
3.2 Estudio del estado de los suelos, donde se implementara, selección de especies	1.500,00	x	x		
3.2 Capacitación en la implementación de SAF	2.000,00	x	x		
3.4 Delimitación física con la implementación de SAF a nivel de UPAs	8.000,00	x	x	x	x
3.5 Entrega de incentivos a las y los propietarios participantes (herramientas)	1.000,00	x	x		

3.6 Monitoreo de la implementación de SAF	3.000,00	x	x	x	x
Resultado 4. Selección de variedades de maíz y papa tolerantes a la sequía					
4.1 Preparación metodología en base al material disponible en la zona	500,00		x		x
4.2 Preselección de al menos 5 variedades para cada cultivo para iniciar el ensayo	1.000,00		x		x
4.3 Evaluación de variedades seleccionadas	500,00		x		x
4.4 Reproducción de semilla de las variedades seleccionadas	2.000,00		x		
4.5 Probar variedades producidas por el INAIP	1.000,00		x		x
4.6 Monitoreo de las variedades seleccionadas	1.800,00		x		x
4.7 Producción de semilla de variedades tolerantes a sequía	6.000,00		x		
TOTAL	36.200,00				

4.3.3.5. Cronograma

Para complementar, en la tabla 18, se muestra un cronograma para tres años, en el cual se sugieren la implementación de las actividades para cumplir con los resultados y objetivos propuestos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. La variabilidad climática afecta la producción de los cultivos, se observó que dependiendo de la fase fenológica el impacto de la sequía puede ser mayor o menor, esta vulnerabilidad puede reducirse hacia el 2030. No así si la intensidad de otros eventos como heladas o vientos fuertes, frente a los cuales aún no existe una medida.
2. En los que se refiere a la población, esta es altamente vulnerable, ya que no presentaron ninguna medida de adaptación, sin embargo si se presenta medidas que reduzcan la vulnerabilidad de los cultivos, se reducirá la vulnerabilidad de las personas.
3. El modelo regional PRECIS, para los escenarios de emisiones A2 y B2 para el año 2030 prevé incrementos de temperatura (1°C) y de 10% de precipitación, sin embargo luego del análisis con el programa CROPWAT el impacto en los cultivos sería menor que lo ocurrido en el presente, pero se registra un requerimiento de riego de a 64 y 70mm para maíz y papa respectivamente.
4. La producción de papa fue más afectada que el maíz, debido a que las épocas de sequía se localizaron en la etapa de formación de tubérculos, que es la fase fenológica crítica del cultivo. El cultivo de maíz suave disminuye la producción cuando afecta las fases de desarrollo y media, que es cuando se está formando el grano.
5. La vulnerabilidad de los cultivos frente al déficit hídrico es alta y junto con la baja capacidad de adaptación de la población, hacen que sea necesarias acciones para reducir el riesgo de producción de los-as agricultores-as en la comunidad de Pululahua.
6. La herramienta CRISTAL a través de la participación comunitaria, permitió generar datos sobre la situación actual de la comunidad de Pululahua, sobre

las amenazas e impactos climáticos que afectan o han afectado a los medios de vida de la población, los cuales se corroboraron con datos oficiales.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios sobre otros cultivos, en diferentes zonas que permitan conocer mejor el comportamiento de los cultivos ante la variabilidad climática y como afecta en las diferentes etapas fenológicas.
2. Recolectar información de los-as agricultores-as a través de percepciones climáticas y herramientas como el diagnóstico participativo, es una opción segura para sitios donde no se dispone de la información meteorológica o lugares donde estas se encuentran lejanas y no representan las características del sitio.
3. Debido al grado de vulnerabilidad de los cultivos de maíz y papa en la comunidad de Pululahua, es importante implementar el plan de adaptación al cambio climático que permita desarrollar estrategias y actividades sostenibles con el fin de disminuir la vulnerabilidad de la población y de los cultivos
4. Impulsar el apoyo tanto de instituciones gubernamentales, no gubernamentales, universidades y centros de investigación, en ejecución del plan de adaptación y la obtención de datos meteorológicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade FH, Sadras VO. (2000). *Efectos de la sequía sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos*. En: Andrade FH, Sadras VO. [Eds.]. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Cáceres L., R. Mejía, G. Ontaneda. (2001). *Evidencias del cambio climático en Ecuador*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Página visitada el 22 de mayo del 2012. <http://www.unesco.org/phi/libros/enso/caceres.html>
- Cáceres L., A. Nuñez, (2011). *Segunda Comunicación Nacional Sobre Cambio Climático, Ecuador 2011*. A través del proyecto GEF/PNUD/MAE Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, con recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial, bajo responsabilidad del Comité Directivo conformado por el MAE, SENPLADES, Ministerio de Economía y de Relaciones Exteriores y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo como Agencia de Implementación. Ecuador
- CARE (2010): Manual para el Análisis de Capacidad y Vulnerabilidad Climática, Perú.
- Centella, A. y Bezanilla, A. (2008). *Escenarios de Cambio Climático en Ecuador utilizando el Sistema de Modelamiento regional PRECIS*. Ministerio del Ambiente-PACC.
- Chalmers, A. F. (2000). “¿Qué es esa cosa llamada ciencia?”, 3º Ed. Siglo Veintiuno de Argentina Editores. S.A. España.
- Centro Internacional para la Investigación del Fenomeno del niño (2014), *Protocolo para incluir el cambio climático en el sector agrícola*, con el apoyo de la Corporación Alemania al Desarrollo, Febrero.
- Corporacion Grupo Randi Randi. (2010). *Diagnóstico agrícola de la comunidad de Pululahua y plan de acción para implementar el curso de BPA en la agricultura*. Proyecto “Fortalecimiento de la gestión de la Reserva Geobótanica Pululahua”. Financiado por la Fundación Ecofondo. Ejecutado por la Corporación grupo Randi Randi. Quito- Ecuador.
- Corporación Grupo Randi Randi. (2009). Informe sobre: *Situación actual del sector agrícola en relación a la problemática de los plaguicidas en la provincia del Carchi*. Proyecto “Programa de Buenas Prácticas Ambientales en la Agricultura, Provincia del Carchi”. Financiado por la Organización Internacional para las Migraciones (OIM). Ejecutado por la Corporación Grupo Randi Randi. Carchi-Ecuador.

- CRISTAL, (2009). *Herramienta para la Identificación Comunitaria de Riesgos - Adaptación y Medios de Vida*, Manual del usuario Versión 4.
- CROPWAT, (2009). *Introducción al uso del sistema CROPWAT*. Transcripción de documentos. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda,, Area C, del agro y del mar. Departamento de Ambiente y Tecnología.
- FAO. (2008). Nota conceptual. Intensificación sostenible de la producción Como una respuesta al cambio climático En ecosistemas intervenidos, Hacia una estrategia agropecuaria, forestal y acuícola en el contexto de la seguridad alimentaria en América latina y el Caribe. Documento preparado por el Grupo de sostenibilidad ambiental.
- Gavilanes C. (2008). *El mapeo participativo: una herramienta para la construcción social del territorio*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Sede Ecuador. Tesis del Programa de Maestría de Especialización Estudios Socioambientales.
- González D., V. Rodríguez, J. Febres. (2007). *La colaboración en proyectos de investigación- Desarrollo en bioinformática*. Una propuesta de acciones desde al ámbito de los Estudios Sociales en Ciencia y tecnología. La Habana – Cuba.
- Idrovo N. (2011). *Diseño de un plan de adaptación al cambio climático en la Reserva Geobotánica Pululahua mediante la aplicación de la metodología CRISTAL*, Facultad de Ingenierías y Ciencias Agropecuarias. Universidad de las Américas. Tesis previa a la obtención del título de ingeniería ambiental, con mención en prevención y remediación.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC. www.ecuadorencifras.gob.ec/
- INEC, (2001). III Censo Nacional Agropecuario.
- INEC, (2009). Sistema Agroalimentario del maíz.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio Climático). (2002). *Cambio Climático y Biodiversidad*.
- IPCC, (2007). *Informe de síntesis*. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y II al cuarto Informe de evaluación del IPCC (Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K y Reisinger, A. (directores de la publicación)). IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.
- IPCC, (2007). *Cambio Climático 2007: Impacto, Adaptación y Vulnerabilidad*, correspondiente al segundo volumen del Cuarto Informe de Evaluación del IPCC

- IPCC. http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml#.UIbIn-qplgg
- IPCC. (2007) [Climate Change: the AR4 Synthesis Report](#).
- IPCC. (2014). *Cambio climático 2014*. Impactos, adaptación y vulnerabilidad, resumen para responsables de políticas. Contribución del grupo de trabajo ii al quinto informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático.
- Labraga, J. 1998. *Escenarios de Cambio Climático para la Argentina*. Revista de Divulgación y Tecnología de la Asociación Ciencia Hoy. Vol: 8-No 44.
- Levine T. y Encinas C. (2008): *Adaptación al cambio climático: Experiencia en América Latina*. En Revista Virtual REDESMA, Volumen 2(3), Santiago de Chile.
- Ministerio de agricultura, ganadería acuicultura y pesca. <http://www.agricultura.gob.ec/sinagap/>
- Ministerio del Ambiente. 2011. *Vulnerabilidad Futura: Pita-Puengasí*. MUÑOZ 2010.
- Ministerio del Ambiente, Dirección Provincial del Ambiente de Pichincha. (2008). *Información de encuestas socio-económicas*. Quito – Ecuador.
- Ministerio del Ambiente, Dirección Provincial del Ambiente de Pichincha. (2009). *Plan de Manejo Pululahua- Documento Borrador*, 23 de octubre. Quito- Ecuador.
- Ministerio del ambiente. Comité Nacional sobre el clima. (2001). *Vulnerabilidad, adaptación y mitigación al cambio climático*. Ministerio del Ambiente. Proyecto ECU/99/G31 Cambio Climático. Ecuador.
- Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social. (2013). *Seguridad Alimentaria y Nutricional en el Ecuador. Construyendo la Soberanía Alimentaria*. Proyecto “Construcción e implementación del marco de acción de la seguridad alimentaria y nutricional en el Ecuador” (GCP/RLA/169/SPA), y de la Iniciativa América Latina y el Caribe sin hambre.
- Municipio del distrito Metropolitano de Quito, Secretaria del Ambiente (2009). *Estrategia Quiteña al Cambio Climático*. Ecuador, Quito, 36 páginas.
- MUÑOZ, A. 2010. *Validación y Análisis de Consenso de Modelos de Escenarios de Cambio Climático para Ecuador*. Centro de Modelado Científico (CMC) de La Universidad del Zulia. Maracaibo, 4004. Venezuela.
- Ochoa A. 2010. *Métodos de investigación*. <http://www.ispjae.cu/eventos/colaeiq/Cursos/Curso12.doc>. Página visitada el 23 de abril del 2010.
- Ministerio del Ambiente de Ecuador, *Proyecto de Adaptación al cambio Climático a través de una efectiva gobernabilidad del agua* (PACC), www.pacc-ecuador.org/index.php?option=com_content&task=view&id=94&Itemid=66

- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2011). *Evaluación de flujos de inversión y financieros para medidas de adaptación al cambio climático en Ecuador en el sector soberanía alimentaria*. Documento preliminar de la consultoría, dentro del proyecto “Fortalecimiento de la capacidad nacional para evaluar y desarrollar opciones de políticas sobre cambio climático que sirvan de sustento para las negociaciones internacionales sobre el plan de acción de Bali”, versión borrador.
- República del Ecuador. Ministerio del Ambiente. (2012) Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025
- Rodríguez-Andino, Milagros et al. (2007). Aplicación de las técnicas análisis del campo de fuerzas y Focus group al estudio de las limitaciones y potencialidades para la aplicación de las TIC en la Universidad de Camagüey. Artículo aceptado para publicar en una revista mexicana. Disponible en formato digital (febrero 2007).
- Rojas D. Blanch J., IISD, IUCN, SEI. (2009). Manual del Usuario. CRISTAL – Herramienta para la identificación Comunitaria de riesgos: Adaptación y Medios de vida, disponible en: <http://www.cristaltool.org/content/download.aspx>
- Secretaria General de la Comunidad Andina, (2008). El cambio climático no tiene fronteras: Impacto del cambio climático en la comunidad Andina, Lima-Perú.
- USAID . (2007). Adapting to climate variability and change

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta dirigida a los agricultores-as para obtener información primaria



Programa de capacitación en "Buenas Prácticas en la Agricultura"



Nº de encuesta _____

Fecha: dd/mm/aa _____

ENCUESTA DIRIGIDA A PRODUCTORES AGRICOLAS

El proyecto "Fortalecimiento de la gestión de la Reserva Geobotánica Pululahua" implementará un programa de capacitación en Buenas Prácticas Ambientales en la agricultura. Por tal razón a través de esta encuesta se pretende conocer la realidad de la zona en cuanto a agricultura, salud, ambiente, capacitación y comunidad. Su opinión es muy importante y nos permitirá conocer el interés de la comunidad para participar en el proyecto y promover prácticas agrícolas amigables con la Reserva, su participación es de carácter voluntario y la información que nos brinde es confidencial. El equipo técnico del proyecto garantiza proteger su privacidad.

P.A: Pregunta Abierta de múltiples respuestas

I. DATOS GENERALES DEL ENCUESTADO Y LA FAMILIA

Nombre y Apellido del encuestado _____

1.1

—

1.2 Edad _____ 1.3 Sexo: 1. Masculino 2. Femenino

Comunidad _____ Referencia de la

1.3 vivienda _____

1.4 Instrucción: (cuando es incompleta anote los años estudiados)

a. Analfabeto

d. Superior

b. Primaria

e. Aprobó curso de alfabetización

c. Secundaria

1.5 Ocupación: **A que se dedican los miembros de su hogar?**

Nombre	Edad	Parentesco	Ocupación/ lugar
		Encuestado	

Observaciones: _____

II. AGRICULTURA Y PLAGUICIDAS

¿Cuáles son los productos (cultivos) que más siembra?

2.1

Principales Cultivos	Problemas	Con que controla ?	Nº de aplicaciones
1.	a. Principal plaga		
	b. Principal enfermedad		
c. Nº Total de aplicaciones			
2.	a. Principal plaga		
	b. Principal enfermedad		
c. Nº Total de aplicaciones			

Observaciones: _____

(En caso que el agricultor no use plaguicidas pase a la pregunta 3.1)

2.2

¿A más de los insumos mencionados anteriormente, Utiliza usted:

	Usa: 1 Si 2. No	Enliste los que más utiliza
a. Abonos orgánicos		
b. Fertilizantes químicos		
c. Abonos foliares		
d. Otros/Cuales		

2.3

¿Por qué toma la decisión de aplicar un producto químico en el cultivo?

P.A

1. Según la etapa del cultivo
2. Por la observación de los insectos o inicio de enfermedad en el cultivo
3. Por las condiciones

climáticas

4.

Otra: _____

¿Cómo determina la dosis de los pesticidas que va utilizar en la parcela?

2.4

P.A

1. El vendedor le indica 4. Le indica un vecino o amigo
2. Lee las indicaciones 5. Le indica un técnico
3. la experiencia propia 6. Otro _____

2.5 Utiliza usted algún tipo de protección durante la mezcla y fumigación?

1. Si **Continúe** 2. No **Pase a 2.6**

2.5.1 Con que se protege?

1. Plástico en la espalda
2. Equipo de protección

3. Otro _____

2.6 ¿Dónde guarda usted:

Material	Fuera de la casa en un cuarto aparte (bodega)	Fuera de la casa al aire libre	Dentro de la casa
La Bomba			
El tanque de la mezcla			
El Balde de la mezcla			
Los Plaguicidas			

2.7 Lava las herramientas de fumigar antes de guardar?

1. Si **Continúe** 2. No **Pase a 2.8**

2.7.1 En dónde lava? _____

2.8 ¿Qué hace con los recipientes vacíos de los pesticidas? P.A. Anote en orden de frecuencia

1. Arroja al rio o acequia _____
2. Quema _____
3. Entierra _____
4. Se entrega a los distribuidores de plaguicidas _____
5. Bota en el camino _____
6. Deja en la parcela _____
7. Lleva un carro recolector _____
8. Entrega al municipio _____
9. Reutiliza. en que ? _____
10. Otro _____

2.9

Utiliza usted plaguicidas de color:	1. Si 2. No
Rojo (Extremadamente tóxica)	
Amarillo (Altamente tóxico)	

5.
Otro: _____

V. RECURSOS NATURALES

5.1 Cree que el clima a cambiado en los últimos 3 años?
1. Si 2. No

5.2 ¿Qué espacios de vegetación natural tiene en su propiedad?

Tipo	Tiene 1. Si 2. No	Uso	Importancia
Bosque			
Chaparro			
Otro			

5.3 Cree que la Reserva Geobotánica Pululahua está contaminada?
1. Si Continúe 2. No Pase a 5.5

5.4 ¿Cuáles cree que son las principales fuentes de contaminación de la reserva?

5.5 Cree que es importante conservar la Reserva Geobotánica Pululahua
1. Si 2. No
Porque _____

5.5.1 _____

5.6 Ud. Cree que es parte de la Reserva Geobotánica Pululahua
1. Si 2. No
Porque _____

5.6.1 _____

5.7 Ayuda ud. En la conservación de la Reserva Geobotánica Pululahua
1. Si Continúe 2. No Pase a 5.8
Como? _____

5.7.1 _____

5.8 Participaría ud en actividades para conservar la Reserva Geobotánica Pululahua
1. Si 2. No

VI. ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

6.1 ¿Cómo se abastece de agua para el consumo?
P.A

7.3 ¿En qué temas relacionados en agricultura le gustaria recibir capacitacion?

1.

2.

3.

GRACIAS POR SU PARTICIPACION

Anexo 2. Mapa participativo de la comunidad de Pululahua y sus medios de vida elaborado dentro de CRISTAL



Anexo 3. Marco lógico del plan de adaptación de la comunidad de Pululahua

Componentes	Indicadores	Línea base	Medios de verificación	Supuestos
Fin: Aumentar la capacidad de adaptación de los-as productores-as de la comunidad de Pululahua ante las amenazas climáticas de la sequía	Al término del primer año se incrementara la resiliencia de 15 familias que viven en la comunidad y 25 familias productores-as con cultivos. Capacitados e implementando sistemas de cosecha de agua y SAF para reducir la vulnerabilidad al déficit hídrico con enfoque de genero	Productores-as no ha sido capacitados en sistemas de cosecha de agua y SAF	Lista de asistencia a talleres , fotos, malla curricular de capacitación e informes de implementación de los sistemas de cosecha de agua Y SAF	El MAE, directiva de la comunidad tienen interés en este tema. Las y los participantes de la comunidad son conscientes de trabajar en este problema y participan en todo el proceso.
	Al término de 3 años, se mejorara algunas características del suelo mediante el manejo ecológico de los suelos en el 50% del total de la familias capacitadas en los sistemas de cosecha de agua (20 familias)	Suelos con capa arable menor a 10cm, arenosos, poca estructura	Análisis de suelo: antes y después de iniciar las actividades, de indicadores como: pH, materia orgánica, macro y micro elementos	
	Al término del dos años, se seleccionaran 3 variedades de maíz y 3 variedades de papa utilizadas en la zona que sean tolerantes a sequía (20 familias)	No cuentan con variedades tolerantes a sequía	Informe con la comunidad de las variedades utilizadas e informe final del estudio en campo con la variedades tolerantes	
Propósito (Objetivo general): Mejorar la resiliencia de los-as productores-as frente a las amenazas de sequía para reducir las pérdidas e incrementar la producción de los cultivos de maíz suave y papa	Al finalizar el proyecto, al menos 50 familias estarán en la capacidad de aplicar medidas de adaptación para los cultivos de maíz y papa en la comunidad de Pululahua	La mayoría de los-as productores-as no realizan prácticas de adaptación para los cultivos de maíz y papa en la comunidad	Informe de capacitación (final), seguimiento y monitoreo de los-as participantes en la aplicación de medidas de adaptación	Las autoridades del GAD parroquial y la población tiene interés en la implementación de medidas, mejora la producción por la reducción de pérdidas (sequía)
Objetivos específicos: 1) Implementar un sistema de cosecha de agua para reducir el déficit de agua en las etapas críticas de los cultivos de maíz y papa	En los primeros seis meses, se han sensibilizado y capacitado, al menos, 15 familias en la implementación de alternativas de cosecha de agua lluvia, incluye la participación de al menos 50% de mujeres	Ninguno de los y las propietarios han sido sensibilizados en temas de cosecha de agua ni su implementación	Registro de asistencia a talleres, informes de eventos, registros y fotos de implementación piloto	Los productores muestran interés en participar de los encuentros para sensibilización y capacitación y almacenara agua para los cultivos
2) Prácticas de manejo ecológico de suelos para mantener la capa arable, incrementar la biomasa y mantener la calidad del suelo para los cultivos	Al finalizar el primer año, se ha realizado un plan de manejo ecológico de suelos, incluyen medidas (barreras vivas), en el 50% de las familias beneficiarias, incluye la participación de al menos 50% de mujeres	Al momento no se cuenta con un manejo ecológico de los suelos en la comunidad	Fichas de seguimiento y monitoreo, registro fotográfico informes de promotor trimestral, con visitas mensuales	Las familias participan activamente en la capacitación incentivando la participación de la población joven y mujeres
3) Incrementar la resiliencia de los productores para mejora la producción a través del sistemas agroforestales (incremento de diversidad de especies)	Al finalizar el primer año, se han sensibilizado y capacitado, al menos, 10 familias en la implementación de SAF en la comunidad	Al momento no se cuenta con un SAF en la zona baja	Registro de asistencia a talleres, informes de eventos, incluyen la participación de al menos 50% de mujeres	Las familias participan en la capacitación incentivando a los jóvenes
	Al finalizar el proyecto, se han implementado SAF en las 10 familias de la comunidad que constituyen el eje sensible para la disponibilidad de alimentos	No existe ninguna familia que implemente este sistema en sus terrenos	Número de familias con SAF implementados , informes de seguimiento y monitoreo	Los propietarios participan activamente en la implementación de nuevos SAF
4) Selección de 3 variedades de maíz y papa tolerantes a la sequía para reducir la vulnerabilidad hídrica y aumentar la resiliencia	Al finalizar el segundo año se habrán seleccionado las 6 variedades con las cuales se podrá realizar la multiplicación de semilla	No se han seleccionado de las variedades de la zona las que sean tolerantes a las sequía	Fichas de seguimiento de las variedades utilizadas, monitoreo y seguimiento, registro, registro fotográfico , con visitas mensuales	Apertura por parte de los agricultores en realizar este selección para obtener variedades tolerantes a sequía