



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES**  
**RENOVABLES**

**ANÁLISIS DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN**  
**COMUNIDADES INDÍGENAS, CASO DE LA COMUNIDAD FAKCHA**  
**LLAKTA DEL CANTÓN OTAVALO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO**  
**EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**AUTOR:**

**JORGE ANDRÉS GARZÓN FLORES**

**DIRECTOR:**

**PhD. JOSÉ ALÍ MONCADA RANGEL**

**Ibarra, 2022**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001-073-CEAACES-2013-13  
Ibarra-Ecuador

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**

**CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE**  
**TITULACIÓN**

Ibarra, 20 de septiembre del 2022

Para los fines consiguientes, una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación: "ANÁLISIS DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN COMUNIDADES INDÍGENAS, CASO DE LA COMUNIDAD FAKCHA LLAKTA DEL CANTÓN OTAVALO", de autoría del señor Jorge Andrés Garzón Flores estudiante de la Carrera de **INGENIERÍA RECURSOS NATURALES RENOVABLES** el tribunal tutor **CERTIFICAMOS** que el autor ha procedido a incorporar en su trabajo de titulación las observaciones y sugerencia realizadas por este tribunal.

Atentamente,

**TRIBUNAL TUTOR**

**FIRMA**

PhD. José Ali Moncada  
**DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN**

MSc. Tania Oña  
**MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN**

MSc. Melissa Layana  
**MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TRITULACIÓN**

**Misión Institucional:**

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 001-073-CEAACES-2013-13  
Ibarra-Ecuador

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

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

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

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA :	1002784971	
NOMBRES Y APELLIDOS:	Jorge Andrés Garzón Flores	
DIRECCIÓN:	Ibarra, Imbabura	
EMAIL:	jagarzonf@utn.edu.ec	
TELEFONO FIJO Y MOVIL:	06 500 0738	0988 213 907

DATOS DE LA OBRA		
TÍTULO:	ANÁLISIS DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN COMUNIDADES INDÍGENAS, CASO DE LA COMUNIDAD FAKCHA LLAKTA DEL CANTÓN OTAVALO	
AUTOR:	Jorge Andrés Garzón Flores	
FECHA:	20 de septiembre del 2022	
SOLO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN		
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO	<input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES	
DIRECTOR:	PhD. José Ali Moncada	

**MISIÓN INSTITUCIONAL:** Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**2. CONSTANCIAS**

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

Ibarra, a los 20 días del mes de septiembre del 2022

**EL AUTOR:**

Jorge Andrés Garzón Flores  
C.I. 100278497-1

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradecemos a Dios y a la Virgen Dolorosa por acompañarme en cada momento de mi vida, por haberme dado la fortaleza y la sabiduría para poder culminar mis estudios.*

*A mis padres y hermana por su apoyo incondicional en cada paso que he dado, por toda su paciencia y esfuerzo para que pueda lograr cada meta y proyecto en la vida, siempre a ellos mi infinita gratitud.*

*De manera muy especial quiero agradecer al PhD. José Alí Moncada por haberme brindado todo su apoyo, paciencia y orientación durante este trabajo, brindándome todos sus consejos a fin de que este trabajo sea el mejor y pueda ser un aporte en la sociedad.*

*A mis asesoras MSc. Melissa Layana y MSc. Tania Oña por su crítica constructiva y consejos con el fin de mejorar este trabajo y salir como un excelente profesional. Gracias por su valioso tiempo invertido en el trabajo.*

*A la Universidad Técnica del Norte y al personal docente que me formaron y de quienes recibimos los mejores conocimientos y experiencias para la vida y nuestra formación profesional.*

*A todos mis amigos y compañeros de clase con los que pude compartir esta experiencia académica.*

## **DEDICATORIA**

*No es lo que tenemos en la vida, sino a quien tenemos en la vida.*

*Quiero dedicar este trabajo a mi madre, por toda su dedicación, amor y esfuerzo que ha puesto en la vida para poder formarme como un profesional con valores y principios, sin su apoyo incondicional no podría haber llegado aquí.*

*A mi padre, por haberme preparado para salir al mundo y ser un profesional responsable y con las habilidades suficientes para enfrentar cualquier situación por más difícil que sea.*

*A mi hermana, por ayudarme en las situaciones más complicadas de mi vida.*

*A mis abuelitos, tíos y demás familiares, gracias por haber aportado con un granito de arena para educarme.*

*Con cariño*

***Jorge Andrés Garzón Flores***

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>Contenido</b>	<b>Páginas</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Problema de investigación y justificación.....	4
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. Objetivo general.....	8
1.3.2. Objetivos específicos .....	8
1.4. Preguntas directrices de la investigación.....	8
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>9</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
2.1. Marco teórico referencial .....	9
2.1.1. El cambio climático y sus impactos.....	10
2.1.2. Cambio climático en Ecuador.....	11
2.1.3. Percepción social del cambio climático.....	14
2.1.4. Estrategias de adaptación al cambio climático .....	16
2.2. Marco legal.....	19
2.2.1. Constitución de la República del Ecuador (2008) .....	20
2.2.2. Tratados Internacionales suscritos por el Ecuador .....	21
2.2.3. Código Orgánico del Ambiente (COA, 2017) .....	21
2.2.4. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (2019) .....	22
2.2.5. Plan Nacional de Desarrollo 2021-2025 – “Creando Oportunidades” .....	22
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>24</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>24</b>
3.1 Descripción del área de estudio.....	24

3.2. Métodos .....	25
3.2.1. Evidencias de cambios en variables climáticas en la comunidad Fakcha Llakta. ....	25
3.2.2 Percepción social del cambio climático en la comunidad Fakcha Llakta .....	26
3.2.3. Propuesta de estrategias de adaptación al cambio climático .....	27
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>28</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>28</b>
4.1. Evidencias del cambio climático para la comunidad de Fakcha Llakta .....	28
4.1.1. Análisis de climadiagramas .....	29
4.1.2. Análisis de series climáticas: Precipitación .....	35
4.1.3. Análisis de series climáticas: Temperatura.....	38
4.1.4. Análisis de series climáticas: Humedad Relativa .....	40
4.2. Percepción del cambio climático por los pobladores de Fakcha Llakta.....	43
4.2.1. Métodos para predecir la pluviosidad anual .....	45
4.2.2. Cambios percibidos en los últimos 40 años.....	46
4.2.3. Causa de los cambios del clima .....	48
4.2.4. Efectos sobre la salud asociados al cambio climático .....	49
4.2.5. Efectos del cambio climático percibidos en la comunidad.....	50
4.2.6. Efectos del cambio climático sobre los cultivos percibidos por los entrevistados .....	51
4.2.7. Efectos percibidos sobre el entorno natural.....	52
4.2.8. Medidas de adaptación utilizadas empíricamente por la población ....	54
4.2.9. Acciones que puede realizar la comunidad de acuerdo a los entrevistados .....	56
4.2.10. Acciones que deben realizar las autoridades de acuerdo a los entrevistados .....	57

4.3. Relación del análisis de los datos meteorológicos y la percepción de la comunidad .....	59
4.4. Estrategia de adaptación al cambio climático para la comunidad de Fakcha Llakta.....	61
4.4.1 Impactos potenciales del cambio climático sobre la comunidad de Fakcha Llakta. ....	64
4.4.2 Propuesta de la estrategia de adaptación al cambio climático para la comunidad de Fakcha Llakta. ....	66
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>92</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>92</b>
5.1. Conclusiones.....	92
5.2. Recomendaciones .....	93
REFERENCIAS .....	94
ANEXOS.....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Comparación de la percepción de los pobladores de la comunidad de Fakcha Llakta acerca del cambio climático y los análisis de las series climáticas de los años 1950-2015. ....	60
<b>Tabla 2.</b> Encadenamiento de impactos y consecuencias antes las amenazas causadas por el cambio climático o la variabilidad climática en la comunidad de Fakcha Llakta.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Evolución de emisiones totales de gases de efecto invernadero (Ton CO <sub>2</sub> -eq) por sector en Ecuador.....	13
<b>Figura 2.</b> Ubicación de la zona de estudio .....	24
<b>Figura 3.</b> Climadiagrama de la serie 1950-2015 correspondiente a la estación meteorológica Otavalo .....	29
<b>Figura 4.</b> Climadiagrama correspondiente a la serie 1950-1959. ....	30
<b>Figura 5.</b> Climadiagrama correspondiente a la serie 1960-1969 .....	30
<b>Figura 6.</b> Climadiagrama correspondiente a la serie 1970-1979 .....	31
<b>Figura 7.</b> Climadiagrama correspondiente a la serie 1980-1989 .....	32
<b>Figura 8.</b> Climadiagrama correspondiente a la serie 1990-1999 .....	33
<b>Figura 9.</b> Climadiagrama correspondiente a la serie 2000-2009 .....	33
<b>Figura 10.</b> Climadiagrama correspondiente al periodo 2010-2015.....	34
<b>Figura 11.</b> Media de precipitación (mm) de las series de 48 años de la data de la estación meteorológica Otavalo, Ecuador.....	36
<b>Figura 12.</b> Precipitación media anual (mm) calculada a través de la data obtenida de la estación meteorológica Otavalo .....	37
<b>Figura 13.</b> Media de temperatura (°C) de las series de 48 años de la data de la estación meteorológica Otavalo, Ecuador.....	38
<b>Figura 14.</b> Temperatura media anual (°C) calculada a través de la data obtenida de la estación meteorológica Otavalo .....	39
<b>Figura 15.</b> Cambios en las temperaturas promedio de los Andes Tropicales. ....	39
<b>Figura 16.</b> Media de humedad relativa (%) de las series de 48 años de la data de la estación meteorológica Otavalo, Ecuador.....	41

<b>Figura 17.</b> Humedad relativa media anual (%) calculada a través de la data obtenida de la estación meteorológica .....	42
<b>Figura 18.</b> Proceso de construcción de la estrategia de adaptación al cambio climático para la comunidad de Fakcha Llakta.....	63

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ANÁLISIS DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN  
COMUNIDADES INDÍGENAS, CASO DE LA COMUNIDAD FAKCHA  
LLAKTA DEL CANTÓN OTAVALO

Jorge Andrés Garzón Flores

**RESUMEN**

El cambio climático ha sido una preocupación a nivel mundial desde finales del siglo XX. Las actividades antrópicas han alterado el equilibrio del planeta, cambiando factores meteorológicos y provocando cambios severos en actividades importantes como la agricultura. Al respecto, ha sido necesario proponer estrategias y programas que ayuden a mitigar los efectos negativos del cambio climático y garantizar la seguridad alimentaria. El trabajo tiene como objetivo proponer estrategias de adaptación al cambio climático en las comunidades indígenas, caso de la comunidad Fakcha Llakta del cantón Otavalo. Se evaluaron datos meteorológicos de temperatura, precipitación y humedad relativa del período 1950-2015, construyendo climadiagramas de Gausson para determinar épocas secas y lluviosas y, mediante una regresión lineal simple, se buscaron evidencias de cambios en estas variables climáticas. La percepción de la comunidad se realizó mediante entrevistas semiestructuradas a profundidad a siete habitantes que habían vivido más de cuarenta años en la comunidad. Seguidamente, se contrastaron ambas fuentes de información y se elaboraron las estrategias. No se encontraron cambios, estadísticamente significativos, en las variables climáticas estudiadas entre 1950 y 2015, a pesar de evidenciarse una disminución en los valores de precipitación, de humedad relativa y el incremento de la temperatura del aire. Dentro de la percepción social se encontró que la imprevisibilidad de la precipitación causa estragos a los habitantes en la agricultura perdiendo sus cultivos, y en el turismo perdiendo visitantes. Además, los habitantes determinaron un aumento en la temperatura y que esto sería causante de afectaciones a la salud. Finalmente, se plantearon siete estrategias de adaptación al cambio climático basado en el enfoque de ecosistemas y comunidades indicando sus objetivos y con acciones concretas.

**Palabras claves:** adaptación, cambio climático, comunidades indígenas, percepción social.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ANALYSIS OF ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE IN INDIGENOUS  
COMMUNITIES, CASE OF THE FAKCHA LLAKTA COMMUNITY OF THE  
OTAVALO CANTON

Jorge Andrés Garzón Flores

**ABSTRACT**

Climate change has been a global concern since the end of the 20th century. Anthropogenic activities have altered the balance of the planet, changing meteorological factors and causing severe changes in important activities such as agriculture. In this regard, it has been necessary to propose strategies and programs that help mitigate the negative effects of climate change and guarantee food security. The objective of the work is to propose strategies for adaptation to climate change in indigenous communities, in the case of the Fakcha Llakta community in the Otavalo canton. Meteorological data on temperature, precipitation and relative humidity for the period 1950-2015 were evaluated, constructing Gausson climate diagrams to determine dry and rainy seasons and, through simple linear regression, evidence of changes in these climatic variables was sought. The perception of the community was carried out through in-depth semi-structured interviews with seven inhabitants who had lived in the community for more than forty years. Next, both sources of information were contrasted and the strategies were elaborated. No statistically significant changes were found in the climatic variables studied between 1950 and 2015, despite evidence of a decrease in the values of precipitation, relative humidity and an increase in air temperature. Within the social perception, it was found that the unpredictability of precipitation wreaks havoc on the inhabitants in agriculture, losing their crops, and in tourism, losing visitors. In addition, the inhabitants determined an increase in temperature and that this would cause health effects. Finally, seven strategies for adaptation to climate change based on the ecosystem and community approach were proposed, indicating their objectives and with concrete actions.

**Key words:** adaptation, climate change, indigenous communities, social perception.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

El cambio climático ha sido una preocupación mundial desde finales del siglo XX. En el año 1992, se realizó la Cumbre de Río donde se firmó el Convenio Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). En este convenio, todas las partes firmantes reconocen que el cambio climático y sus efectos negativos sobre la Tierra son una preocupación común de toda la humanidad, ya que las actividades antrópicas alteran la composición atmosférica mundial. Este reconocimiento hace necesaria la aplicación de programas y políticas que contengan medidas para mitigar el cambio climático (ONU, 1992).

Posteriormente, en 1998 se firma el Protocolo de Kioto, y los países que suscriben el documento, aprueban políticas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, tales como el CO<sub>2</sub> y el gas metano, así como la promoción del desarrollo sostenible, proponiendo la construcción de modelos agrícolas sostenibles que consideren los efectos del cambio climático (ONU, 1998). Durante la Conferencia de las Partes realizada en Marruecos (COP22), el tema de la agricultura frente al cambio climático se debatió como aspecto principal para combatir la pobreza y el hambre a nivel mundial. En esta reunión se enfatizó la sustitución de los sistemas convencionales agrícolas que impactan negativamente en el cambio climático por una agricultura sostenible, donde la seguridad alimentaria se encuentre protegida y los sistemas agrícolas se puedan adaptar a los efectos negativos del cambio climático (ONU, 2017).

En todos los documentos señalados se hace énfasis en las estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático, lo cual es un indicador de que la preocupación de la humanidad con respecto al cambio climático ha generado políticas y programas a nivel internacional que han impulsado, en algunos lugares del mundo, el desarrollo de nuevas estrategias de adaptación y la puesta en valor de los

conocimientos locales, que son importantes dentro del diseño de estas estrategias de adaptación. Para el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) la interacción entre adaptación, mitigación y desarrollo sostenible puede generar varios beneficios como mejora de la calidad del aire, menor consumo energético, agricultura sostenible y protección de ecosistemas que a su vez generan servicios ecosistémicos (IPCC, 2014a).

Las estrategias de adaptación al cambio climático en los cultivos permitirán a la población su fortalecimiento, garantizando la seguridad alimentaria y la subsistencia de los pequeños agricultores (Roncancio *et al.*, 2015). Un estudio realizado en Perú analizó la influencia del cambio climático en la selección endógena de cultivos de los agricultores y los impactos sobre el ingreso económico esperado (Galindo *et al.*, 2015). Los autores utilizaron un Modelo Estructural Ricardiano (MER) para identificar las elecciones endógenas de cultivos frente a las variaciones climáticas que realizan los productores agropecuarios, y para estimar el ingreso esperado luego de la selección de los cultivos. El estudio concluyó que los agricultores pueden adaptarse a partir de la elección de cultivos, sin embargo, este modelo no recomienda la combinación de especies o la introducción de nuevas especies de cultivos.

En cuanto a los estudios de percepción del cambio climático, han sido múltiples las investigaciones desarrolladas en diversos tipos de poblaciones, como por ejemplo los realizados por Olmos *et al.*, (2013), quienes analizan la percepción de pobladores de siete localidades ubicadas en áreas naturales protegidas de Baja California Sur, para determinar el efecto de su conocimiento empírico sobre el cambio climático y las acciones que se desarrollan en consecuencia del mismo. De manera similar, un estudio a través de encuestas permite a Espejel Rodríguez y Flores Hernández (2015) describieron el nivel de conocimientos y la percepción que tiene el estudiantado de educación media sobre el calentamiento global, lo que les permitió generar medidas de gestión educativa de los contenidos relacionados con el ambiente y el cambio climático.

En el nivel universitario y utilizando como método el estudio de las representaciones sociales, Meira-Carrea y Arto-Blanco (2014), analizaron la percepción del cambio climático en estudiantes universitarios. Para ello se consideró una posible influencia de la formación académica sobre los conocimientos y las creencias del grupo de análisis y se encuentra finalmente un claro reconocimiento de las acciones antrópicas como causa del cambio climático. En estudiantes de ingeniería en Venezuela, Soledad y López (2018) demostraron el interés que presentan los estudiantes hacia el ambiente y su preocupación por las variaciones climáticas y se observa nuevamente el reconocimiento del efecto de las acciones humanas sobre el cambio climático.

En Colombia se analizaron las estrategias de adaptación en las comunidades de las localidades de Claraal y Chuscales del municipio de Junín, Departamento de Cundinamarca (Roncancio *et al.*, 2015). En este estudio se usó la metodología de Investigación Acción Participativa (IAP) y se incluyó un ejercicio de cartografía social, como un instrumento de planificación y transformación social como soporte a la metodología MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad). Dentro de los resultados, es destacable la adopción de estrategias agroecológicas para enfrentar al cambio climático, una mejora de la dieta de las familias y un aumento del número de productos de la canasta básica. También demuestra que existe más eficacia, biológicamente hablando, en los sistemas de policultivos con relación a los monocultivos, además mayor estabilidad económica, ecológica, social, e incremento de la productividad en los agroecosistemas.

Van der Molen (2011) desarrolló en Ecuador, específicamente en la Provincia de Imbabura, en nueve comunidades de la zona andina del cantón Cotacachi, una investigación para determinar la percepción de los habitantes sobre los efectos del cambio climático en la agricultura, de donde se obtuvo que el 79% de los encuestados afirmó que ahora llueve menos de lo que antes llovía y el 87% afirma que el patrón de lluvia ha cambiado. Adicionalmente fueron utilizados datos meteorológicos para contrastar la percepción de los habitantes de las comunidades

con los eventos climáticos registrados. En la investigación se indica que en la comunidad Ugshapungo existe una migración de cultivos debido al aumento de la temperatura local. Esta zona está ubicada a 3200 msnm y es apta para el cultivo de tubérculos, pero debido al aumento actual de la temperatura, se puede cultivar maíz como en las zonas bajas.

## **1.2. Problema de investigación y justificación**

Los cambios observados en el sistema climático desde mediados del siglo XIX se han hecho cada vez más constatables en las últimas décadas. El calentamiento observado en el sistema climático entre los últimos tres decenios ha sido de los más altos que se haya tenido registro (IPCC, 2014b). Este incremento en la temperatura global es consecuencia del efecto invernadero que, aun cuando es parte del sistema natural homeostático del planeta que había mantenido una temperatura promedio global de 15°C, ha sufrido alteraciones debido a la incorporación a gran escala de gases de efecto invernadero (GEI) generados por las actividades humanas y que han modificado el promedio global de temperatura incrementándose en los últimos 100 años.

Los gases invernadero de origen natural son vapor de agua, dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, pero el dióxido de carbono de procedencia antropogénica es uno de los gases de efecto invernadero más importantes por el rápido aumento de su concentración en la atmósfera registrado en los últimos cincuenta años (Sánchez, 2016). El incremento de GEI observado en los últimos 50 años está correlacionado de manera positiva con el rápido desarrollo de actividades humanas relacionadas con la industrialización, agricultura y deforestación y ha generado un incremento de la temperatura media global, suscitando a su vez el derretimiento de los polos y reducción de espacios nevados, el aumento del nivel del mar, así como tormentas y huracanes cada vez de mayor intensidad y frecuencia.

Se ha estimado que el 95% de las actividades humanas son causantes del calentamiento global (IPCC, 2013), y entre ellas se destacan los avances

tecnológicos, industriales, el incremento excesivo de la población humana, la ganadería, la deforestación, el uso de combustibles fósiles y el gran consumo de energía que afecta a las dimensiones económica, ecológica y social del desarrollo de los pueblos. Es por ello que afrontar las consecuencias del cambio climático se constituye en uno de los retos más urgentes de las sociedades contemporáneas, especialmente en sectores tan vitales para la supervivencia humana, como es el sector agrícola. Cabe destacar que si se sobrepasa el nivel de calentamiento de la Tierra más de 1.5 °C en los próximos años será imposible revertir los efectos adversos que ya se manifiestan en diversas zonas del planeta (IPCC, 2021).

Es importante la adaptación de la agricultura al cambio climático para impulsar la seguridad alimentaria, la mitigación de la pobreza, la gestión sostenible y la conservación de los recursos naturales (IPCC, 2014b). De acuerdo con Altieri y Nicholls (2009), el cambio climático implica una gran amenaza para la agricultura, debido a que los factores climáticos indispensables para su desarrollo, como son la precipitación y la temperatura, se ven seriamente afectados.

Adicionalmente algunos fenómenos climáticos naturales están siendo alterados en su frecuencia e intensidad, como es el caso del fenómeno El Niño (ENSO), que generó en la década de los 90's los mayores desastres en países como Ecuador y Perú, ocasionando grandes pérdidas humanas y económicas en las regiones costeras por efecto de las inundaciones, lo cual generó adicionalmente brotes de enfermedades y deterioro de la infraestructura vial. Por su parte, Los Andes ecuatorianos se han visto afectados por la pérdida de glaciares, la afectación a los ciclos hidrológicos y cambios en la regularidad de las estaciones, así como la aparición de plagas y enfermedades que afectan la actividad agrícola y ganadera, provocando la pérdida de las cosechas y también de animales (FAO, 2011a).

Son numerosas las investigaciones internacionales sobre cambio climático y su efecto en comunidades locales, sin embargo, en el Ecuador existe proporcionalmente pocas publicaciones sobre este tema y aquellos trabajos existentes son producidos por organismos no gubernamentales que se centran en

estudiar el proceso de adaptación de comunidades locales vulnerables al cambio climático (Ortega, 2011).

En la provincia de Imbabura, en la comunidad de Fakcha Llakta, se han hecho algunos trabajos de investigación sobre las chacras de Aranguren y Moncada (2018) donde se estudió la agrobiodiversidad, la fauna edáfica, el manejo de las chacras, entre otros. De igual manera Nájera (2017) realizó un estudio donde propone un diseño agroturístico en base a la percepción de sus habitantes y datos físicos del terreno con el fin de mejorar la seguridad alimentaria de la zona. Con lo antes mencionado aún no existe un estudio en la comunidad sobre estrategias de adaptación al cambio climático. Van der Molen (2011) en Cotacachi, concluyó que el cambio climático amenaza el desarrollo local debido a que la producción agrícola está seriamente afectada por las altas temperaturas y por la irregularidad del ciclo hidrológico. Del mismo modo reportó que ha disminuido el caudal del agua de riego que proviene de varias fuentes fluviales, algunas de ellas del volcán Cotacachi, ya que durante las últimas décadas se ha observado derretimiento del glaciar del volcán. Los efectos que se perciben en Cotacachi son muy probablemente, parte de una realidad regional que afecta a comunidades como Fakcha Llakta, en la parroquia Miguel Egas Cabezas y debe ser abordada de manera temprana, por lo cual se hace perentorio desarrollar una estrategia local de adaptación al cambio climático en el manejo de las chacras, con base en evidencias meteorológicas y la percepción social del cambio climático en esta comunidad. Para ello se requiere analizar la variabilidad del sistema climático local e identificar los impactos del cambio climático en la comunidad y sus efectos sobre las diversas actividades productivas y cotidianas de sus habitantes.

Actualmente, es necesario el desarrollo de una estrategia de adaptación a las consecuencias regionales del cambio climático, que permita mantener la producción agrícola de las chacras, así como la seguridad alimentaria del sector. Sin embargo, esta estrategia requiere del conocimiento de la percepción de los habitantes de la comunidad en cuanto al cambio climático, lo cual contribuirá a determinar la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas y permitirá mitigar sus

efectos minimizando las posibles pérdidas económicas y disminución de la productividad.

Este trabajo constituye un aporte a la seguridad alimentaria tanto a nivel local, regional y nacional, relacionándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2 y 13 promulgados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2016). En el objetivo 2 se plantea poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria, la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible. Conjuntamente con el objetivo 13 se deberán adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

Estos objetivos corresponden a los planteamientos de la FAO (2011a) donde se señala que es importante la adaptación de los cultivos al cambio climático debido a que es parte fundamental de la seguridad alimentaria, la reducción de la pobreza, así como para la gestión sostenible y el manejo apropiado de los recursos naturales. Con respecto a la pertinencia en el contexto ecuatoriano, el presente trabajo permite viabilizar los principios del Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 (Secretaría Nacional de Planificación, 2021), que presenta en el eje 4 de transición ecológica, los aspectos que buscan garantizar la conservación de los recursos naturales, los ecosistemas y atender las consecuencias del cambio climático, en el cual el objetivo 12, en el numeral 12.1 se propone mejorar las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Se plantea aumentar la capacidad de adaptación al cambio climático, la resiliencia al clima y mitigando sus efectos “sin comprometer la producción de alimentos” (p.88)

### **1.3. Objetivos**

A continuación, se presenta el objetivo general que da direccionalidad a la investigación y los objetivos específicos que contribuyen al logro del mismo.

### **1.3.1. Objetivo general**

Analizar la percepción social sobre el cambio climático de la comunidad indígena Fakcha Llakta, cantón Otavalo con el fin de proponer estrategias que faciliten la adaptación a este proceso.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Identificar evidencias de cambios en variables climáticas en la comunidad Fakcha Llakta mediante datos meteorológicos de la zona.
- Determinar la percepción social del cambio climático que tiene la comunidad Fakcha Llakta.
- Proponer estrategias que contribuyan con la adaptación al cambio climático a nivel comunitario en el área de estudio.

### **1.4. Preguntas directrices de la investigación**

- ¿Qué evidencias de cambios en variables climáticas existen en la zona donde está asentada la comunidad Fakcha Llakta, Cantón Otavalo?
- ¿Cuál es la percepción de los habitantes de la comunidad Fakcha Llakta acerca de los cambios en variables climáticas?
- ¿Qué estrategias de adaptación son las más adecuadas para afrontar los efectos del cambio climático en la comunidad Fakcha Llakta para el manejo sostenible de las chacras?

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Marco teórico referencial

Los sistemas ambientales están sometidos a variables que actúan a escalas y temporalidades diferentes. Los factores geológicos, biológicos, entre otros, modifican y condicionan las características principales de dichos sistemas y afectan directamente a las actividades humanas que se desarrollan en cada localidad. Uno de estos elementos es el clima, que puede ser definido como el conjunto de estados de tiempo atmosférico producidos en una cierta región y que dan a ésta una particular naturaleza (Rodríguez, *et al.*, 2004).

El clima está compuesto a su vez por diversas variables como lo son la temperatura, la precipitación, la humedad, el viento, la radiación solar, la nubosidad y la presión atmosférica. Algunas de estas variables son percibidas por las personas de manera directa e influyen de manera inmediata sobre actividades productivas como la agricultura, tales como la temperatura, las precipitaciones y la humedad.

En cuanto a la temperatura, ésta es concebida dentro de la meteorología como una magnitud física cuyas unidades de medida son la escala Celsius, la escala Fahrenheit y escala Kelvin. Es una variable reguladora de múltiples procesos y por ello describe el estado actual de la atmósfera (Rodríguez *et al.*, 2004). A su vez, la temperatura es muy importante al momento de identificar los cambios del clima, ya que los cambios registrados en las últimas décadas denotan un aumento considerable de la misma a nivel global (IPCC, 2014a).

Otra variable de interés es la humedad, que es reportada a través de la humedad relativa e indica la cantidad máxima de vapor de agua que puede contener una masa de aire, antes de transformarse en agua líquida (Rodríguez *et al.*, 2004). La humedad relativa atmosférica incide sobre los procesos de desarrollo de las plantas y por tanto en la productividad de los cultivos. También es importante la humedad del suelo al

momento de determinar los impactos del cambio climático, ya que su disminución está relacionada con el aumento de las sequías agrícolas y mayor riego en las zonas secas (IPCC, 2014a). Y finalmente, la precipitación se considera una de las tres variables de mayor interés agrícola cuando se determinan las variaciones del clima. La precipitación debe ser observada no sólo en cuanto a la cantidad, sino también en cuanto a su frecuencia e intensidad.

Para analizar la relación entre la temperatura y la precipitación se puede utilizar los climadiagramas o climogramas, que son gráficos en el que se representa la temperatura media anual y la precipitación media anual durante los doce meses del año (Rodríguez *et al.*, 2004). El climadiagrama es entonces un diagrama de doble entrada, en el cual se pueden analizar mediante datos estadísticos las variaciones climáticas y mediante el índice de Gausson se pueden identificar las épocas secas y lluviosas (Brown, *et al.*, 2015).

### **2.1.1. El cambio climático y sus impactos**

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (ONU, 1992) define al cambio climático como “el cambio relacionado de forma indirecta o directa con las actividades antrópicas que alteran la composición química de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.

Es preciso destacar que existe una diferencia entre el concepto de cambio climático que incluye alteraciones a largo plazo y escala global, y el concepto de variabilidad climática, que está referido a las fluctuaciones a corto plazo y se asocia a condiciones meteorológicas naturales y propias de cada región (Hageback *et al.*, 2005, citado por Campos, *et al.*, 2013). Sin embargo, la variabilidad climática está fuertemente influenciada por el cambio climático, lo que hace muy complejo establecer diferencias de sus impactos a escala local y pueden ser trabajados de manera paritaria para el desarrollo de estrategias de adaptación para las comunidades.

El IPCC (2014b), en consonancia con las definiciones anteriores, plantea la necesidad de analizar los impactos sobre los procesos naturales y socioeconómicos de todo el planeta, resaltando que muchas especies acuáticas y terrestres han modificado sus áreas de distribución geográfica, rutas migratorias y la interacción que tienen entre especies.

En el caso de la agricultura, la alteración del clima ha incidido sobre la aparición de plagas, lo cual se suma a los problemas causados por el cambio del régimen de lluvias, así como la frecuencia e intensidad de las mismas, lo cual a su vez trae como consecuencia inundaciones o sequías que pueden reducir la productividad y afectan negativamente la seguridad alimentaria. Por su parte Magrin (2014) indica que el sector agropecuario en los países de América Latina y el Caribe es especialmente sensible a las condiciones climáticas y a los efectos potenciales del cambio climático.

### **2.1.2. Cambio climático en Ecuador**

La Comunidad Andina de Naciones (CAN, 2007), reconoce que los países andinos poseen una población muy vulnerable y ecosistemas frágiles ante las variaciones del sistema climático, por lo que poseen alto riesgo de ser afectados de manera directa e indirecta por el cambio climático.

De allí, que en el Ecuador se haya dado relevancia al tema del cambio climático, no sólo a través de la firma y el compromiso con los convenios internacionales, sino a través de la incorporación administrativa y legislativa de elementos que atiendan directamente al monitoreo del cambio climático, sus causas y sus consecuencias.

Una de estas instituciones es la Dirección Nacional de Cambio Climático Producción y Consumo Responsable, la cual para el 2009 tenía bajo su responsabilidad proyectos fundamentales relacionados con el cambio climático tales como:

- a. La Estrategia Nacional sobre Cambio Climático

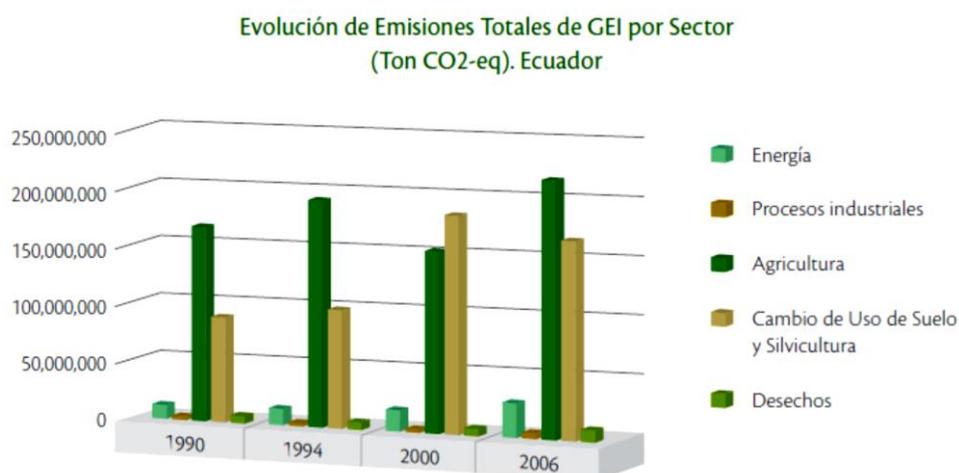
- b. El proyecto de la II Comunicación Nacional ante la CMNUCC
- c. El proyecto de adaptación al cambio climático a través de una efectiva gobernabilidad del agua en el Ecuador
- d. El proyecto regional andino de adaptación al cambio climático

En el reporte ofrecido en la II Comunicación Nacional ante la CMNUCC (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2011) se destaca que Ecuador es un emisor marginal de GEI con emisiones inferiores al 1% del total mundial (ver figura 1) y de acuerdo con el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Secretaría de Ambiente (2009), los estudios realizados en el país evidencian los efectos del cambio climático a través de incrementos sostenidos de temperatura, variación en la frecuencia de fenómenos climáticos extremos, alteración en el régimen hidrológico y retroceso de glaciares.

De acuerdo con la II Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, adicional a los efectos mencionados previamente se encuentran:

- a. El incremento del nivel del mar
- b. La disminución de la esorrentía anual
- c. El incremento de la transmisión de dengue y otras afecciones tropicales
- d. La expansión de especies invasoras en Galápagos y otros ecosistemas sensibles
- e. La extinción de especies

Adicionalmente los impactos sobre la población se reflejarían en la infraestructura y la producción, y para el 2025 el país podría perder cerca de US 5,6 billones por efecto de eventos extremos meteorológicos como El Niño (Amat & León, 2008).



**Figura 1.** Evolución de emisiones totales de gases de efecto invernadero (Ton CO<sub>2</sub>-eq) por sector en Ecuador.

**Fuente:** Tomado de II Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, 2011.

Los eventos meteorológicos como El Niño y La Niña afectan directamente la producción agrícola, y en consecuencia, la soberanía y seguridad alimentaria del país, acentuando el régimen de lluvias (Ministerio del Ambiente, 2012). Los eventos extremos más documentados corresponden a los ocurridos en los períodos 1982-1983 y 1997-1998 los cuales alcanzaron cerca de 50% de pérdidas en los sectores productivos de pesca y agricultura que de acuerdo con la Corporación Andina de Fomento (CAF, 2000) representó un 15% del PIB.

La agricultura a pequeña escala y de subsistencia es la más vulnerable a los eventos climáticos extremos y variaciones del régimen de lluvias, lo cual quedó demostrado durante la ausencia de lluvias entre septiembre de 2009 y enero de 2010 que afectó aproximadamente al 98% del área cultivada de Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo y dejó un 2% como pérdida total (Cordero, *et al.*, 2011; Almeida, 2017). Durante el mismo período las inundaciones afectaron casi el 25% de los cultivos de arroz en la provincia de Guayas y 23% en Los Ríos, afectando aproximadamente un 19% de la superficie de ese cultivo a nivel nacional. Si se considera que los pequeños y medianos productores alcanzan un 95,5% de las

unidades productivas del país y que unidades menores a 20 hectáreas abastecen 41% de leche, 63% de papa, 46% de maíz y 48% de arroz (Ambiente, 2012), entonces se debe considerar prioridad la vulnerabilidad nacional ante el cambio climático en el Ecuador como medida para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria.

Adicionalmente, los pronósticos sobre el cambio del régimen de precipitaciones en la región de los cuales se tienen datos son altamente variables, aunque los modelos climáticos coinciden en que se producirá un aumento de precipitaciones durante el período de sequía en la zona suroriental de América del Sur, una disminución de las precipitaciones durante el período de lluvias en todo el continente y una disminución de precipitaciones en los Andes Meridionales no relacionada a ningún período (Ortiz, 2012).

Pero la vulnerabilidad del sector agrícola va de la mano con el hecho que es este mismo sector representa una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero del Ecuador, que alcanza 210 millones de toneladas de dióxido de carbono para el 2006 (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2009) mostrando un incremento de 1,5% desde 1990. Los principales aportes son consecuencia del uso excesivo de fertilizantes nitrogenados, la quema de desechos orgánicos y la expansión de las fronteras agrícolas. De allí la importancia de desarrollar modelos agrícolas sostenibles.

### **2.1.3. Percepción social del cambio climático**

La percepción, de acuerdo con Moura y Steil (2012), ha sido una preocupación dentro de la psicología que permite a este campo de estudio diferenciarse de otras disciplinas. La comprensión de los procesos de percepción requiere conocer cómo los sujetos acceden a la realidad y se relacionan con el mundo, para lo cual se requiere analizar la condición reflexiva del sujeto. La percepción entonces se traduce en la visión de cada persona sobre lo que pasa alrededor junto con un cierto grado de fantasía y experiencias vividas.

Otros factores como la estructura social, cultural e incluso el lenguaje influyen en cada individuo, lo cual finalmente contribuye a determinar su comportamiento (Forero, *et al.*, 2014). Adicionalmente Lugo-Morín, *et al.*,(2014) plantean que la percepción es el primer proceso cognoscitivo por el cual el ser humano puede reconocer e identificar la importancia de realizar reflexiones sobre la base de sensaciones que se obtienen, tanto del medio físico como del medio social, mezcladas con procesos mentales tales como aprendizaje, memoria y simbolización.

Ocasionalmente la percepción de algunos eventos puede afectarse por quien los transmite, como en el caso de los medios de comunicación, debido a que la información que presentan a la población puede ser confusa debido a la dificultad que presenta explicar, en términos sencillos, los datos científicos y la magnitud del problema (González, 2012). Esto hace que la información no se interprete correctamente y genere ideas en la población que no corresponden con el evento explicado. Este es el caso del cambio climático, en el cual el público ha llegado a incorporar dentro de sus opiniones elementos causales o consecuencias no relacionadas.

Por su parte, las comunidades tradicionales, sean pueblos indígenas o no, poseen sus modos propios de entender e interpretar fenómenos naturales y utilizan varios indicadores naturales para determinar la época de lluvia o de sequía, lo que permite articular sus actividades productivas agrícolas (Rocha, 2012). Entonces las alteraciones en la periodicidad de las épocas de lluvia y sequía que ocurren como consecuencia del cambio climático, afectan directamente las actividades relacionadas con la producción agrícola y la extracción de recursos (inicio del arado, la siembra o en algunas comunidades períodos de recolección de peces u otros animales) por lo cual las percepciones de las comunidades tradicionales con respecto a los posibles efectos del cambio climático permiten correlacionar los fenómenos naturales y los efectos sobre la biodiversidad como respuesta a los eventos climáticos (Rocha, 2012)

#### **2.1.4. Estrategias de adaptación al cambio climático**

El abordaje integral del cambio climático debe realizarse a través de dos enfoques: (a) la mitigación que atiende directamente a las causas del cambio climático; y (b) la adaptación que se enfoca en el reconocimiento de la vulnerabilidad, los efectos y las oportunidades ocasionadas por este fenómeno (Secretaría de Ambiente, 2009).

La adaptación es definida por el IPCC (2007) como el ajuste de los sistemas ya sean naturales o humanos (sociales y económicos) como respuesta ante los estímulos climáticos reales o esperados, así como sus efectos, que permitirán atenuar los efectos perjudiciales o explotar las oportunidades beneficiosas. Los procesos de adaptación al cambio climático entonces se traducen en acciones que pretenden reducir los costos de los daños o incrementar las ganancias aprovechando las oportunidades económicas que pueda generar la variabilidad del clima global (IPCC, 2007; IPCC, 2014b).

Roncancio *et al.* (2015) mencionan que una de las medidas para reducir los impactos del cambio climático sobre la agricultura es adaptarse. Cada estrategia deberá ser diseñada de acuerdo con las condiciones climáticas, socioculturales y económicas de cada zona garantizando la seguridad alimentaria.

Para la FAO (2011b), las estrategias de adaptación son importantes para reducir los índices de pobreza, llegar a la sostenibilidad y dar el manejo apropiado de los recursos naturales. Asimismo, se considera que la implementación de políticas y tecnologías en favor de la adaptación para los diferentes sectores productivos, debe ser prioridad dentro de cada nación. El trabajo conjunto de los actores nacionales, regionales y locales dentro de la adopción de estrategias de adaptación es importante, ya que a través de sus gestiones se pueden mejorar los sistemas de producción agrarios y aumentar las disponibilidades de recursos para la ejecución de los proyectos de adaptación al cambio climático.

El IPCC (2007) planteó como mecanismo para reducir las emisiones de GEI enfocar los esfuerzos hacia la mitigación y la adaptación. Mientras la primera acción requiere la disminución de la emisión de gases y la captura de los mismos por parte de los ecosistemas, la adaptación busca los ajustes en los sistemas humanos para responder a los cambios previstos.

Durante la Conferencia de las Partes realizada en Bali (ONU, 2008) se asumió como elemento fundamental la adaptación como una acción cooperativa a largo plazo, y posteriormente en el Marco de Adaptación de Cancún, planteado durante la COP 16 (ONU, 2011), se le dio a la adaptación la misma importancia y prioridad que la mitigación y se estableció que las estrategias de adaptación deben considerar un enfoque de género, participativo y transparente, que considere a los grupos vulnerables, las comunidades y ecosistemas e insiste en la conjugación del saber científico y el saber tradicional.

En Durbán, la COP 17 acuerda la extensión del Protocolo de Kioto y crea el Comité de Adaptación compuesto por 16 miembros encargados de coordinar acciones a escala global (Lhumeau & Cordero, 2012). En el Ecuador, el Ministerio del Ambiente desarrolló un esfuerzo para construir la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), que luego de una revisión técnica del tema para la elaboración de un documento base, incluyó actores de la sociedad civil y del gobierno para la construcción del documento final con cuatro líneas de acción:

- a. Generar información
- b. Comunicación y gestión del conocimiento
- c. Desarrollo de capacidades humanas y tecnológicas.
- d. Definición de políticas sobre el cambio climático

El diseño final incluyó dos líneas estratégicas relacionadas con la adaptación y la mitigación, y para su implementación se establecieron tres instrumentos que

corresponden al Plan Nacional de creación y Fortalecimiento de Condiciones, el Plan Nacional de Adaptación y el Plan Nacional de Mitigación.

Dentro de los planes nacionales se establecieron sectores prioritarios, de los que destaca el de Soberanía Alimentaria, Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, considerando que la producción es muy vulnerable a la variabilidad de los eventos climáticos, especialmente en las latitudes medias por la alteración de las precipitaciones, la evapotranspiración y la disminución de caudales de los ríos especialmente en áreas dependientes del deshielo (IPCC, 2007).

Para el desarrollo de estrategias de adaptación, la IUCN propone la Adaptación Basada en Ecosistemas (AbE) la cual comprende de diversas actividades que permiten aumentar la resiliencia del ecosistema y reducir su vulnerabilidad de las poblaciones humanas. Para ello se plantea establecer sistemas agropecuarios diversos, donde el uso del conocimiento local, prácticas específicas e incorporación de variedades dentro de los rubros contribuyan a mantener la diversidad genética y la provisión de alimentos ante las situaciones cambiantes del clima.

La protección y restauración de los ecosistemas es uno de los elementos fundamentales de la Adaptación basada en Ecosistemas y en este contexto el enfoque complementa las estrategias de adaptación basadas en las comunidades (AbC) y otras iniciativas que se plantean para la reducción de la pobreza y la garantía de la seguridad alimentaria (Lhumeau & Cordero, 2012).

El enfoque de Adaptación basada en Comunidades (AbC) centra sus esfuerzos en desarrollar acciones comunitarias claramente organizadas para enfrentar el cambio climático. Estos dos enfoques han sido puestos en una propuesta común denominada Enfoque Integral.

En el Enfoque Integral para la adaptación al cambio climático se hace énfasis a la puesta en valor de los sistemas y prácticas agrícolas indígenas, locales y tradicionales, dado que estos mantienen una visión holística de la sociedad y la

naturaleza (Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, 2018).

En este sentido Altieri y Nicholls (2008) destacan la diversidad productiva de las chacras andinas con unos 34 cultivos diferentes entre los que se observa el maíz, la quinoa, legumbres, habas, lupino, lima, papa, frutas, condimentos y vegetales. De igual manera se observa el cultivo de unas 50 variedades de papa, el cual puede alcanzar unas 100 variedades en una sola comunidad. Esta diversidad, destacan los autores, genera una amplia base genética adaptativa y aumenta la resiliencia de los sistemas productivos.

La resiliencia, definida como la capacidad del sistema para retornar al equilibrio luego de recibir una perturbación, aumenta en los agroecosistemas al aumentar la diversidad biológica, la complejidad del sistema circundante y el uso de estrategias de manejo integral de agua y suelo (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica, 2014). Esto es cada vez más evidente al estudiarse como los agricultores se adaptan o preparan para el cambio climático mediante el incremento de variedades locales, la cosecha de agua, la implementación de policultivos, entre otras técnicas (Altieri & Nicholls, 2008).

## **2.2. Marco legal**

La presente investigación incluye en el marco legal, aquellas normas jurídicas generales y específicas correspondientes a la temática de estudio, partiendo de la Constitución de la República del Ecuador que incluye referencias específicas sobre el cambio climático hasta la creación de instancias dentro del Estado cuya finalidad específica es atender la temática en cuestión.

### **2.2.1. Constitución de la República del Ecuador (2008)**

Se observa en la Constitución de la República del Ecuador (2008), en el Título II, del Capítulo Segundo sobre los Derechos del Buen Vivir, que en el artículo 14 se reconoce el derecho de la población “a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*”.

Posteriormente en el Título VII, sobre el régimen del Buen Vivir, en el Capítulo Segundo acerca de la biodiversidad y los recursos naturales, dentro del artículo 406 se menciona que “El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros”, y en los artículos 413 se busca la promoción de la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, las energías renovables, diversificadas, de bajo impacto que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria; el equilibrio ecológico de los ecosistemas y el derecho del agua.

Asimismo, dentro del mismo Título y capítulo, en la sección séptima sobre Biosfera, ecología urbana y energías alternativas, en el artículo 414 se menciona que “El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo”. Este marco constitucional ofrece el respaldo suficiente para el abordaje de estrategias de adaptación al cambio climático como una prioridad en el manejo de los recursos naturales, con la finalidad de mantener la seguridad alimentaria, proteger a los ecosistemas y a las poblaciones vulnerables.

Adicionalmente, el Ejecutivo ha realizado algunos decretos como el 1815 en el cual declara como política de Estado la adaptación y mitigación del cambio climático; el Decreto Ejecutivo 495 que dictamina que todas las entidades del sector público

en Ecuador deben incorporar criterios para la mitigación y adaptación al cambio climático y crea el Registro Nacional de Actividades de Mitigación del Cambio Climático (República del Ecuador. Ministerio del Ambiente, 2012)

### **2.2.2. Tratados Internacionales suscritos por el Ecuador**

El Ecuador ha estado participando en los últimos años en tratados internacionales referentes al cuidado ambiental y el cambio climático como son:

Es firmante y miembro de la CMNUCC desde 1994.

El Protocolo de Kioto, firmado por el Ecuador en el año de 1999, el cual insta a los países a reducir sus emisiones de GEI en un 5%.

La Conferencia de Bali desarrollada en el 2007, donde se llegan a acuerdos en la lucha contra el calentamiento global.

Ecuador ha participado en las últimas Conferencias de las Partes, que es un espacio que asocia a los países que integran la CMNUCC. Es necesario destacar que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) entró en vigencia en 1994, ante la preocupación de la Asamblea General de las Naciones Unidas por los cambios del clima presentados en el Primer Informe del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC). El objetivo de la CMNUCC es “lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático”

### **2.2.3. Código Orgánico del Ambiente (COA, 2017)**

Es un conjunto de normas cuyo fin es garantizar que la ciudadanía tenga derecho a vivir en un medio ambiente equilibrado. El Código Orgánico del Ambiente fue

publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 938, el 12 de abril de 2017. En esta normativa en el Libro Cuarto del cambio climático, en el Título I, Capítulo I, en artículo 249 sobre prioridades en la gestión del cambio climático, menciona que las medidas y acciones que se tomen para la gestión del cambio climático, “considerarán prioritariamente reducir y minimizar las afectaciones causadas a las personas en situación de riesgo, grupos de atención prioritaria y con niveles de pobreza, a la infraestructura, proyectos nacionales y estratégicos, a los sectores productivos, a los ecosistemas y a la biodiversidad” (p.66).

#### **2.2.4. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (2019)**

El Reglamento al Código Orgánico del Ambiente fue publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 507, el 12 de junio de 2019. Es una de las normas en las que el proyecto se debe enmarcar debido a que, en el Libro Cuarto sobre cambio climático, Título I, Capítulo III, en el artículo 676 sobre los sectores priorizados para la mitigación del cambio climático, menciona que “las entidades competentes de los sectores priorizados para la mitigación en la Estrategia Nacional de Cambio Climático, y los diferentes niveles de gobierno, en el ámbito de sus competencias, promoverán el diseño y la elaboración de políticas, planes, programas, proyectos y medidas de mitigación, en los sectores establecidos por la Estrategia Nacional de Cambio Climático” (p.145). En este sentido la Estrategia Nacional de Cambio Climático 2012-2025 establece a la soberanía alimentaria, agricultura, ganadería, acuicultura y pesca dentro de los sectores priorizados (República del Ecuador. Ministerio del Ambiente, 2012).

#### **2.2.5. Plan Nacional de Desarrollo 2021-2025 – “Creando Oportunidades”**

El presente trabajo permite viabilizar los principios del Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 (Secretaría Nacional de Planificación, 2021), que establece en el Eje 4 de transición ecológica, los aspectos que se relaciona con garantizar la conservación de los recursos naturales, los ecosistemas y atender las

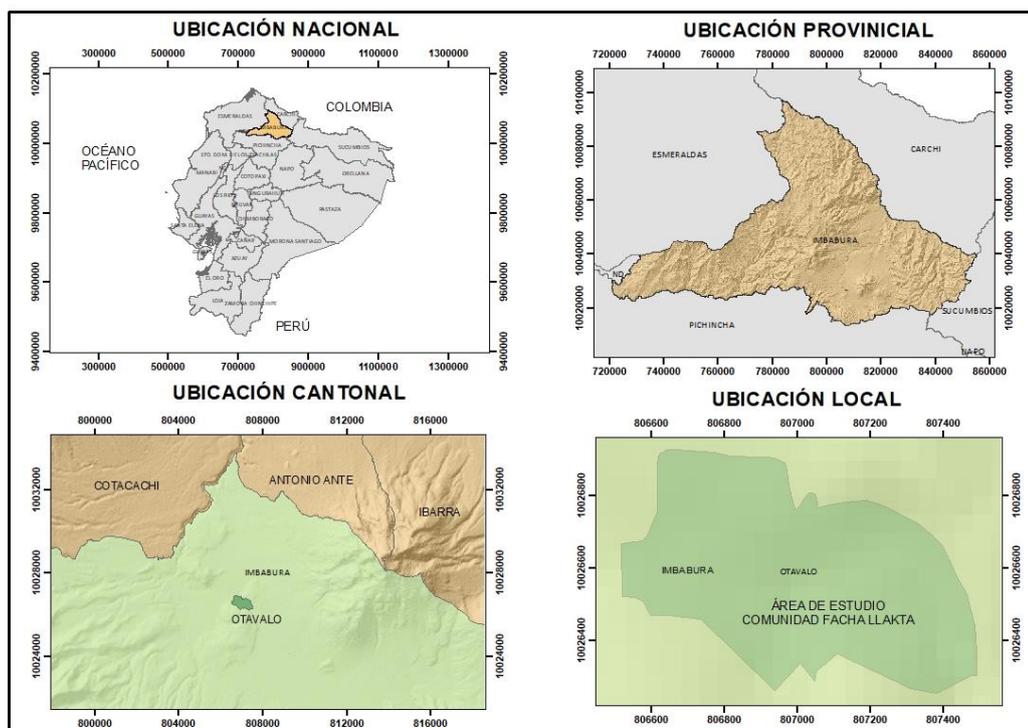
consecuencias del cambio climático. El objetivo 12, en el numeral 12.1 se propone mejorar las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Se plantea aumentar la capacidad de adaptación al cambio climático, la resiliencia al clima y la mitigación de sus efectos sin comprometer la producción de alimentos.

# CAPÍTULO III

## METODOLOGÍA

### 3.1 Descripción del área de estudio

La presente investigación se realizó en la comunidad Fakcha Llakta perteneciente al cantón Otavalo, Provincia Imbabura, como se observa en la figura 2:



**Figura 2.** Ubicación de la zona de estudio

La comunidad tiene una superficie de 40 hectáreas y se ubica a 2554 msnm con una temperatura que oscila entre los 18°C y los 6°C y una precipitación media anual de 1000 mm, con una topografía irregular (Trujillo & Lomas, 2014).

La parroquia presenta formaciones geológicas provenientes de la formación volcánica del Imbabura y del Cotopaxi. Debido a las formaciones geológicas, los relieves y pendientes, precipitaciones, y los recursos naturales que existen en el volcán Imbabura han hecho de este una esponja de agua natural, de donde nacen

redes hídricas importantes para el consumo humano. El cuerpo de agua más representativo dentro de la comunidad Fakcha Llakta es el Río Hatun Yaku, y la comunidad vegetal corresponde a un bosque siempre verde montano alto de cordillera Occidental (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Miguel Egas Cabezas, 2015). En la zona se encuentra una gran diversidad de flora, la cual tiene importancia económica, alimentaria y cultural. Esta diversidad se contrapone a la fauna, pues se observa una reducción de la densidad poblacional de la misma, debido a las actividades antrópicas que afectan al ecosistema.

El suelo del bosque se encuentra cubierto por una variedad de especies de flora nativas, así como de un bosque de eucaliptos (*Eucalyptus globulus*), especie introducida en el año de 1860, por el ex presidente del Ecuador Gabriel García Moreno. Cabe resaltar que, para 1982, existió en la zona un plan de vivienda para la comunidad Fakcha Llakta. Este incluía la incorporación de pequeñas parcelas de cultivos de ciclo corto como maíz, fréjol, arveja, hortalizas, y también producción de animales domésticos en pequeña escala, con fines de subsistencia (Trujillo, 2015).

## **3.2. Métodos**

### **3.2.1. Evidencias de cambios en variables climáticas en la comunidad Fakcha Llakta.**

El cambio climático puede ser evidenciado a través del estudio de las variables climáticas principales. Para la presente investigación se consideró la temperatura, la precipitación y la humedad relativa como variables fundamentales por ser estos claros indicadores de variabilidad climática y además ser percibidos de manera empírica por los pobladores locales, lo cual facilitó las relaciones de los elementos etnoclimáticos con la data recabada por las instancias oficiales.

Para el análisis de los datos se optó por el desarrollo de climogramas de Gausson (Brown, *et al.*, 2015), en los que se utilizaron los datos de registros meteorológicos del INAMHI desde el año 1950 hasta el año 2015. La data analizada permitió la elaboración de ocho climogramas, el primero de ellos corresponde al periodo completo de 1950-2015, posteriormente se muestran seis a gráficos por décadas iniciando en 1950 hasta el 2009 y un diagrama del periodo 2010-2015. Esto permitió determinar las épocas secas y lluviosas en las diferentes décadas y el análisis comparativo entre ellas mismas. Adicionalmente, se analizaron las series climáticas con estadística inferencial, mediante una regresión lineal simple, debido a que se realizó con tres variables: temperatura, precipitación y humedad relativa en función del tiempo. Se buscó determinar cambios en las tres variables climáticas en el período de estudio de 48 años. A tal fin se aplicó el coeficiente de determinación  $R^2$  para determinar si podría asegurarse la existencia de cambios significativos en estas variables.

Es importante destacar que faltaron algunos datos de temperatura y precipitación perdidos en la data, específicamente para la década de los 60 lo cual es considerado en el análisis de las series climáticas. En este caso se plantearon métodos de imputación de datos meteorológicos para rellenar los datos faltantes.

### **3.2.2 Percepción social del cambio climático en la comunidad Fakcha Llakta**

Los métodos cualitativos de los grupos humanos permiten abordar las percepciones, vivencias, emociones y costumbres. La técnica que se aplicó para la recolección de datos fue la entrevista semiestructurada a profundidad con preguntas abiertas, que permitió al investigador tener interacción con otra persona frente a frente a través de un cuestionario (Balcázar, *et al.*, 2013).

La entrevista se realizó a personas de la comunidad Fakcha Llakta que han vivido en la zona por más de cuarenta años, que permitió hacer una relación de su percepción del clima actual con lo experimentado en el pasado. El instrumento será validado a través de expertos y el número de entrevistados finalmente alcanzó un total de 7 sujetos, lo cual correspondió a los criterios de selección y a la saturación

de categorías emergentes en las entrevistas, lo cual es acorde a Hernández, *et al.*, (2006).

Las entrevistas fueron aplicadas en los hogares, procurando no intervenir con sus actividades diarias, es decir, considerando la disponibilidad de tiempo del sujeto. El instrumento utilizado se incluye en el Anexo 1. Para un registro fidedigno de las entrevistas se utilizó una grabadora de audio, después se transcribió la información para el proceso de construcción de categorías.

La categorización de la información se realizó a través de la discusión que contempla a tres investigadores (incluyendo el autor del trabajo), quienes comprimieron la información a enunciados que luego permitieron la construcción de las categorías, con las que se realizó el análisis de la información.

### **3.2.3. Propuesta de estrategias de adaptación al cambio climático**

El diseño de estrategias de adaptación al cambio climático se desarrolló con base a los datos obtenidos de las fases 1 y 2. Para Sandoval y Díaz (2016), es importante que las organizaciones sociales se vean involucradas en la toma de decisiones, ya que es necesario generar alternativas para posteriormente seguir una dirección a futuro donde exista resiliencia.

Para las estrategias de adaptación se plantean diversos enfoques: a) el enfoque basado en ecosistemas; b) el enfoque basado en comunidades; c) el enfoque integral; y d) el enfoque de derechos humanos (Anchante, *et al.*, 2012).

La estrategia que se propone para la comunidad de Fakcha Llakta se ha optado por el enfoque integrado que considera aspectos del enfoque basado en ecosistemas y en comunidades, debido a que se busca la conservación sostenible de los recursos naturales y la participación de la comunidad para la toma de decisiones respondiendo a todas sus inquietudes respecto al tema de investigación.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El presente capítulo iniciará con un análisis de las variables precipitación, temperatura y humedad relativa, considerando siete (7) series climáticas con un rango de 48 años comenzando en la serie 1950-2009 y culminando con la serie 1956-2015. Estas series de amplio rango permiten una evaluación más confiable del cambio del clima en los últimos 65 años para la región de Otavalo.

#### **4.1. Evidencias del cambio climático para la comunidad de Fakcha Llakta**

A continuación, se presenta el análisis de las series climáticas generadas de la data obtenida de la estación meteorológica de Otavalo desde 1950 hasta el 2015. Es importante mencionar que existen datos perdidos en los promedios mensuales en algunos años que pueden afectar los promedios por décadas por lo que es estadísticamente más confiable los análisis realizados a las datas de 48 años, las cuales son estadísticamente más robustas.

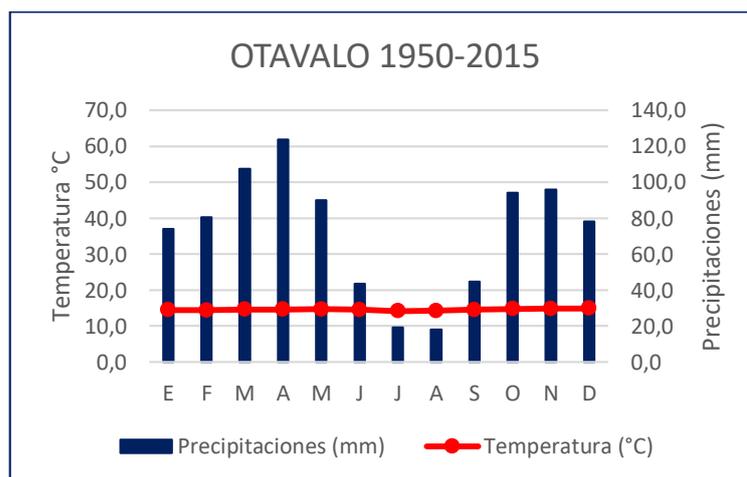
Las variables climáticas que se evaluaron en esta investigación corresponden a la precipitación y la humedad relativa, como componentes fundamentales para el desarrollo de cultivos, y la temperatura como variable comparativa regional y global, además de ser, junto a la precipitación, uno de los aspectos que perceptivamente las comunidades relacionan de manera más directa con la sensación de confort y asocian más claramente con los procesos agrícolas.

Una herramienta importante para determinar aspectos climáticos como duración e intensidad y establecer posteriormente una relación causa-efecto entre clima, agricultura y actividades antrópicas, es utilizar los climadiagramas de Gaussen (Ninahuaman, 2016). Por tal motivo previo al análisis de las tendencias de precipitación, temperatura y humedad relativa, se presentan los climadiagramas elaborados para el área de estudio.

#### 4.1.1. Análisis de climadiagramas

La data analizada permitió la elaboración de ocho climadiagramas. El primero de ellos corresponde al periodo completo de 1950-2015, después se muestran seis a gráficos por décadas iniciando en 1950 hasta el 2009 y un diagrama del periodo 2010-2015.

El área de estudio presenta, de acuerdo con la data analizada del periodo 1950-2015 (figura 3), evidencia del régimen climático bimodal con dos máximos de precipitaciones, el primero entre mayo y abril y el segundo entre octubre y noviembre, lo cual es característico de zonas andinas. El período seco es notorio durante los meses de julio y agosto, en los cuales la precipitación es en promedio menor a los 20 mm lo cual genera un déficit hídrico en los suelos. Este déficit hídrico se percibe paulatinamente desde el mes de junio por las características fenológicas que exhiben las plantas por su reacción ante la sequía fisiológica y culminará en septiembre con la entrada del siguiente ciclo de lluvias anual.

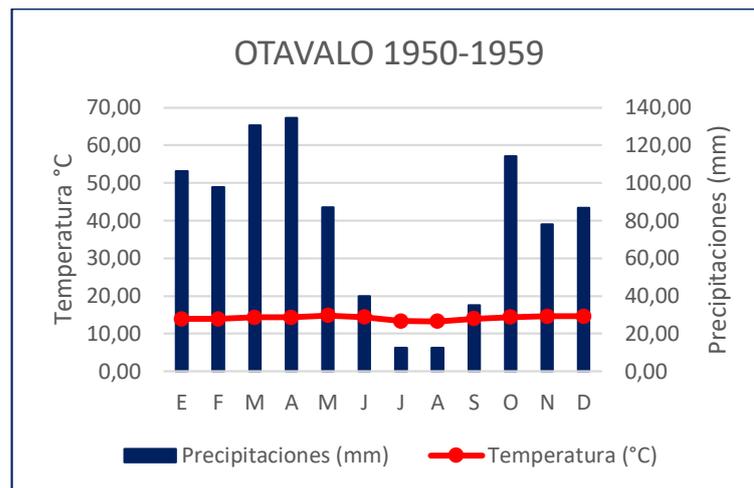


**Figura 3.** Climadiagrama de la serie 1950-2015 correspondiente a la estación meteorológica Otavalo

En las series decenales se observa que el comportamiento de estos períodos de lluvia y sequía no presenta variaciones en cuanto a su régimen bimodal, lo que puede relacionarse con la consecución de los períodos de siembra en la zona de

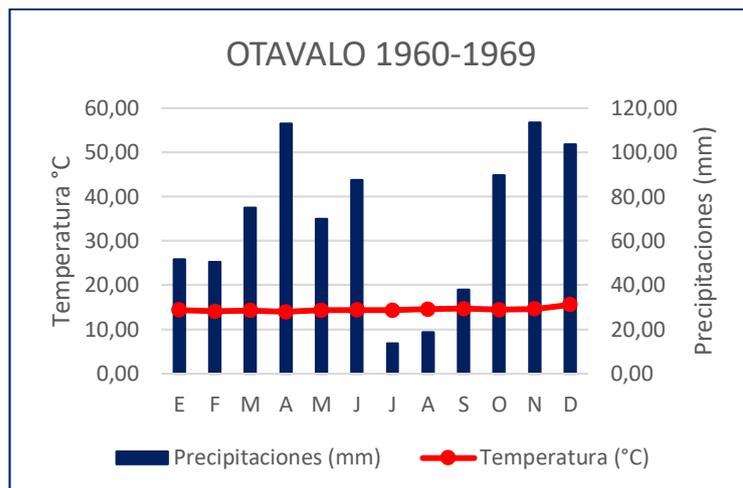
estudio, los cuales no han desarrollado modificaciones evidentes en su calendario agrícola.

El decenio 1950-59 mostró un promedio mayor en las precipitaciones del primer ciclo de lluvias entre enero y mayo (figura 4), seguido por un marcado periodo seco junio-septiembre. Este patrón se repetirá en los decenios marcados por fenómenos ENSO fuertes como los registrados en 1983, 1998 y 2005.



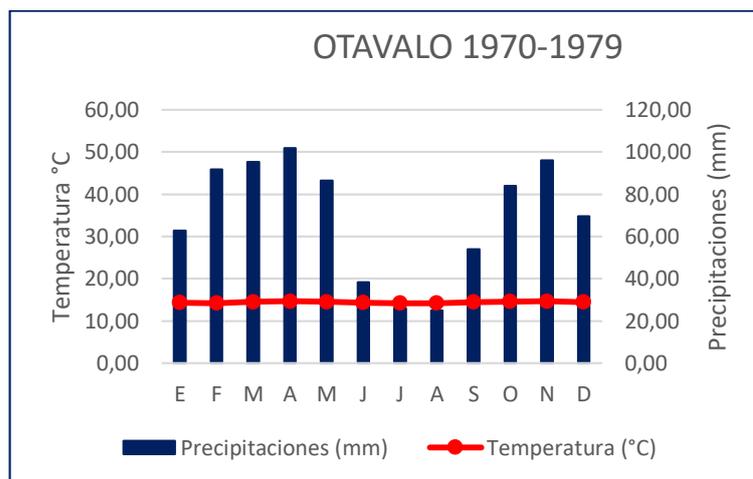
**Figura 4.** Climadiagrama correspondiente a la serie 1950-1959

En la figura 5 el climadiagrama correspondiente al decenio 1960-69 presenta una década con una marcada disminución de la precipitación entre los meses de enero y mayo y un máximo en junio claramente atípico para la región, duplicando el promedio de precipitación observado para el mismo mes en la figura 3, así como el de otros decenios analizados.



**Figura 5.** Climadiagrama correspondiente a la serie 1960-1969

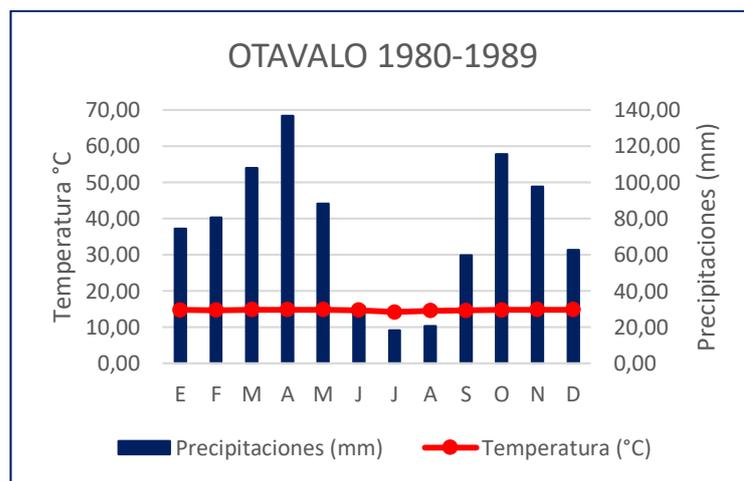
Durante el periodo correspondiente a los años 1970-79 (figura 6) el comportamiento de los periodos lluvia y sequía fue aproximado al promedio general de la zona de estudio, con una ligera disminución en las precipitaciones durante el periodo lluvioso y un incremento en el periodo seco. Aparentemente la poca influencia de eventos ENSO durante el periodo permitió que se desarrollaran los ciclos de lluvia y sequía ajustado a lo esperado para el área.



**Figura 6.** Climadiagrama correspondiente a la serie 1970-1979

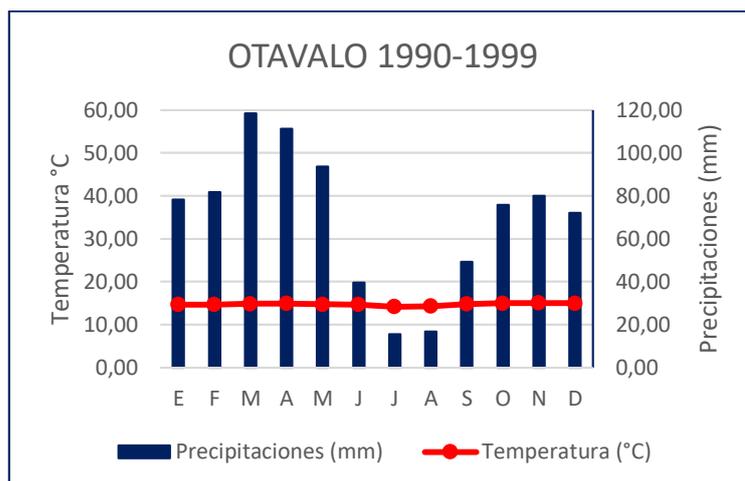
Entre 1980 y el año 2000 ocurrieron en la región dos eventos ENSO fuertes que afectaron social y económicamente al Ecuador, así como a otros países de la región

de manera intensa. Estos eventos climáticos afectan con mayor intensidad la costa, y de manera moderada la región interandina, donde sus efectos se manifiestan en un incremento de las precipitaciones (Comunidad Andina de Fomento, 2001). Este incremento ocasionado por el evento ENSO ocurrido entre 1982-83 junto a los años de marcada precipitación anual como lo fue 1988, generan las perturbaciones que se reflejan en el climadiagrama del decenio 1980-89 (figura 7) en el cual se aprecia como en el mes de abril la precipitación media es superior a los 120mm mensuales. Se observan valores por encima del promedio durante el primer periodo lluviosos especialmente notorio en el mes de abril.



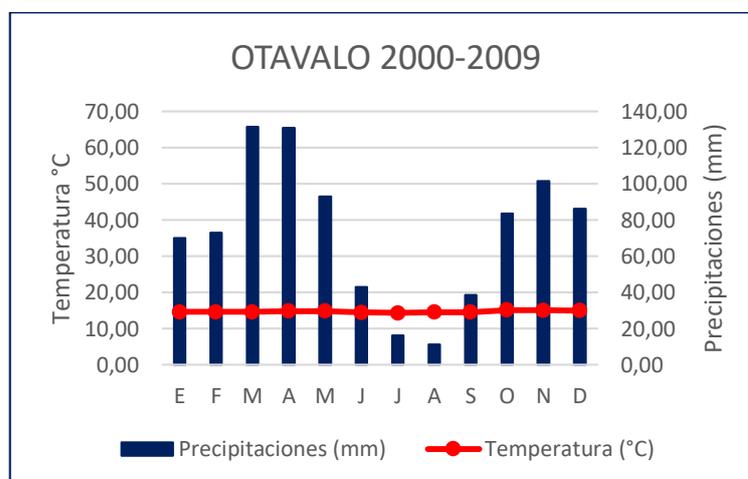
**Figura 7.** Climadiagrama correspondiente a la serie 1980-1989

Aun cuando durante el decenio 1990-99 ocurre otro evento ENSO fuerte (año 1998), su efecto no se percibe claramente en el promedio de precipitaciones (figura 8). Durante este periodo no se alcanzan los valores promedio superiores a los 120mm mensual, sin embargo durante los cinco primeros meses del año se evidencia una marcada precipitación seguida por un fuerte periodo de sequía en los meses de julio y agosto. Se destaca igualmente que este decenio presentó las temperaturas promedio más altas para 10 de los 12 meses del año con respecto a los demás decenios y al promedio general.



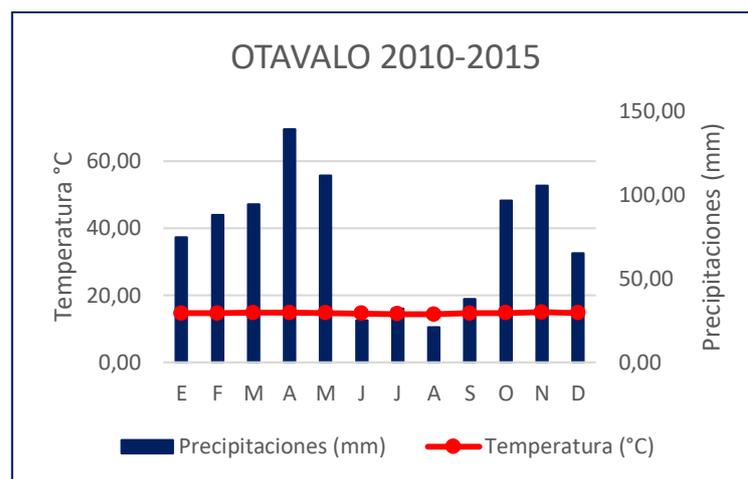
**Figura 8.** Climadiagrama correspondiente a la serie 1990-1999

Al analizar el climadiagrama del primer decenio del siglo XXI (figura 9) se observa una disminución en los promedios de precipitación en los meses de enero y febrero. Aun cuando el climadiagrama no lo refleja, en el análisis pormenorizado de la data climática se observan años con muy pocas precipitaciones durante los dos primeros meses (por ejemplo 2002 y 2003) seguidos por un mes lluvioso, para posteriormente entrar en un periodo de pocas precipitaciones que se unía al periodo seco julio-agosto. Estos años deben haber afectado la producción agrícola local por el desajuste del calendario agrícola.



**Figura 9.** Climadiagrama correspondiente a la serie 2000-2009

Finalmente, el climadiagrama del periodo 2010-2015 (figura 10) se observa un alza en las precipitaciones promedio en los periodos lluviosos que es más evidente en el mes de abril que se aproxima a los 140mm mensual, y puede estar influenciado por el fenómeno ENSO 2012 que alcanzó una variación de 1,5°C en la temperatura superficial oceánica y fue catalogado como moderado, a diferencia de los ocurridos en las décadas de los '80 y '90. Es importante observar igualmente que el periodo de sequía, aunque presenta mayor precipitación en los meses de julio y agosto, fue más seco por la baja precipitación promedio registrada en junio.



**Figura 10.** Climadiagrama correspondiente al periodo 2010-2015.

En conclusión, se puede afirmar que las series climáticas evidencian que históricamente se ha mantenido claramente el régimen bimodal con un periodo de lluvias con sus valores más altos en el mes de abril y mayo y un segundo momento en el periodo octubre-diciembre. Los meses de sequía corresponden al lapso junio-septiembre, siendo julio y agosto los meses más secos del año.

Se observa que los fenómenos ENSO ejercen un efecto en los valores promedio de precipitación en la región, aumentando las precipitaciones y acentuando los periodos de sequía. Por su parte la temperatura promedio en los climadiagramas ha variado desde la primera década analizada (1950-59) hasta el periodo 2010-2015 en 0,1 °C en promedio con diferencias máximas de 0,7 °C para los meses de diciembre y enero.

El periodo 2010-2015 presenta particular interés para la investigación debido a que puede estar relacionado con la percepción de variación del clima que puedan tener los habitantes de la zona, por ser estos años los que recordarán más fácilmente los entrevistados. Debido a ello se calculó el coeficiente de variación de los valores de precipitación mensual de ese período a los meses que generalmente presentan mayor precipitación, observándose para el mes de marzo una variación en la cantidad de lluvias de 57.6%, para abril alcanza el 64.6%, para mayo de 76.48% y el mes de octubre posterior a la siembra de maíz realizada en septiembre se observa una variabilidad de 37.44%. Esta información indica un aumento en el factor de riesgo para el desarrollo de cultivos en la zona por la imposibilidad de predecir adecuadamente el comienzo y prolongación del periodo de lluvias en el sector.

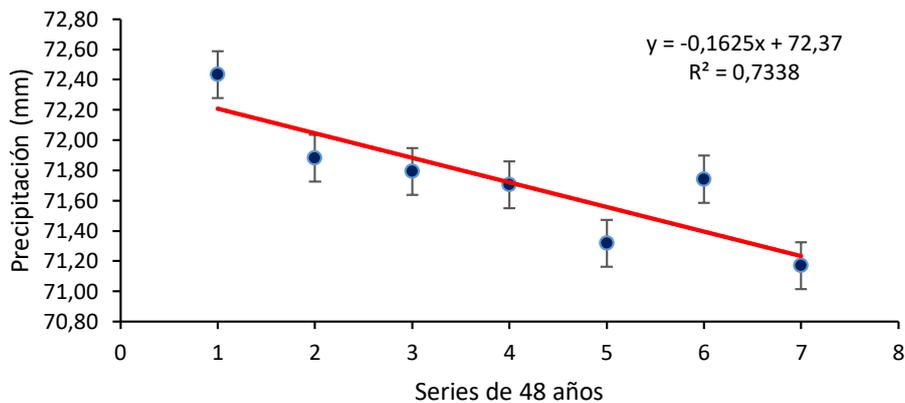
#### **4.1.2. Análisis de series climáticas: Precipitación**

Los promedios anuales de las series de precipitación oscilan entre un máximo de 72,43 mm y un mínimo de 71,17 mm (ver figura 11), mostrando una tendencia moderadamente significativa a la disminución de la precipitación en la zona (coeficiente de regresión  $R^2 = 0,734$ ). Este valor permite aseverar con una confianza estadística moderada, que la tendencia en la zona de estudio está marcada por una disminución de los valores promedio anuales de la precipitación.

Considerando la ecuación de regresión lineal generada por el modelo se tiene que existe una disminución de 1,14mm de precipitación en promedio (1,57% de disminución con respecto al promedio de los primeros 48 años), lo que debe ser considerado para proyectar las acciones a tomar en el futuro en la comunidad, especialmente en cuanto al manejo del recurso hídrico de la zona.

Aun cuando la tendencia que muestra el coeficiente de regresión posee una pendiente negativa y denota una disminución de esta variable en menos del 2%, es necesario destacar que al comparar diferencia de la media de la serie 1950-2009 y la serie 1956-2015 como períodos comparables en cuanto al número de años

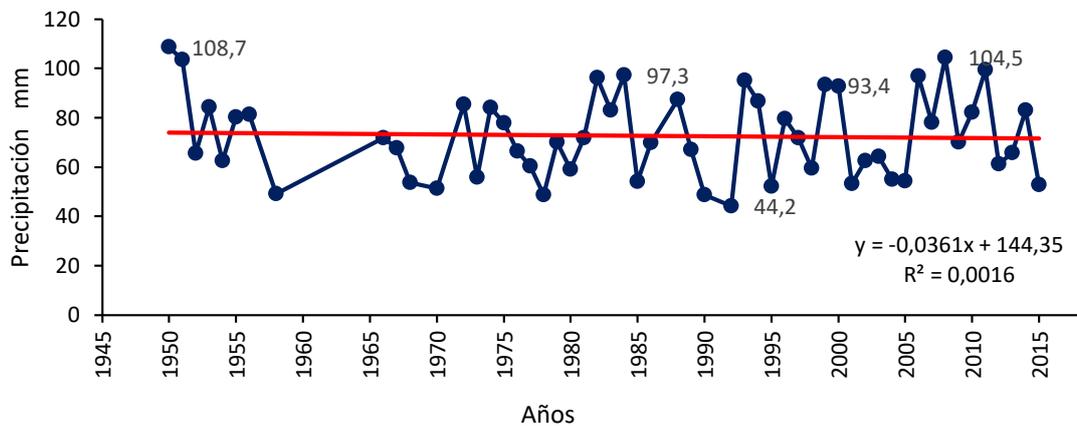
muestreados a través del estadístico T, con una confianza del 95%, no se observa diferencia significativa (p-value = 0,713), por lo que se puede afirmar que no se presenta una evidencia estadísticamente significativa de la disminución de la precipitación a la fecha, al menos en cuanto a las cantidades medias de precipitación por año.



**Figura 11.** Media de precipitación (mm) de las series de 48 años de la data de la estación meteorológica Otavalo, Ecuador. 1= 1950-2009; 2=1951-2010; 3= 1952-2011; 4= 1953-2012; 5= 1954-2013; 6= 1955-2014; 7= 1956-2015.

La variabilidad en las medias anuales se observa en la figura 12 donde se muestra la serie 1950-2015. En esta serie el cálculo del coeficiente de regresión no muestra evidencia de una tendencia a la disminución de la precipitación ( $R^2=0,016$ ), pero la disminución acorde a la ecuación del modelo de regresión muestra una disminución de 2,36 mm en la precipitación equivalente al 3,19%. Aun cuando la disminución en los valores promedio anual de la precipitación es mayor en la serie mostrada en la figura 12 con respecto a la comparación realizada por series de 48 años en la figura 11, la predictibilidad es menor dada la amplia variación de los datos analizados. La variabilidad de esta serie presenta un coeficiente de variación de 23,46% lo cual enmascara las tendencias y las diferencia entre las series y evidencia un régimen climático con poca recurrencia y predictibilidad.

Esta baja predictibilidad se evidencia a través del análisis del mínimo histórico de la serie (44,2 mm en 1992) con el máximo histórico de precipitación registrado (108,7mm en 1950) lo cual arroja un rango de 64,5mm el cual es bastante amplio al compararlo con la media de la serie que es de 72,62mm de promedio anual. Se observa que los máximos históricos no se alcanzan en los años registrados como años de Niño fuerte (1983-84 y 1998-99) aunque si hay elevadas precipitaciones.

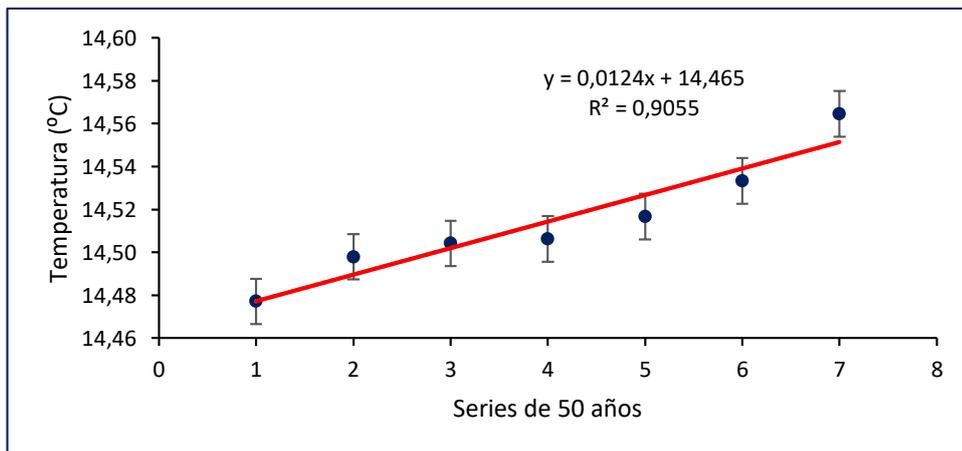


**Figura 12.** Precipitación media anual (mm) calculada a través de la data obtenida de la estación meteorológica Otavalo

Al igual que en datos reportados para Quito, se observa una tendencia a la disminución de la precipitación, que no aparenta ser significativa, pero que requiere el análisis de una data de mayor amplitud para minimizar el ruido que ocasiona la variabilidad climática. De igual manera es necesario prestar atención a la frecuencia y la intensidad y no únicamente a la cantidad (Secretaría de Ambiente 2009). Además, en un estudio realizado en el Distrito Metropolitano de Quito demostró un incremento de los días secos consecutivos, lo que quiere decir que existen temporadas realmente secas y por lo tanto también esté ligado al aumento de calor (Venegas, 2020)

### 4.1.3. Análisis de series climáticas: Temperatura

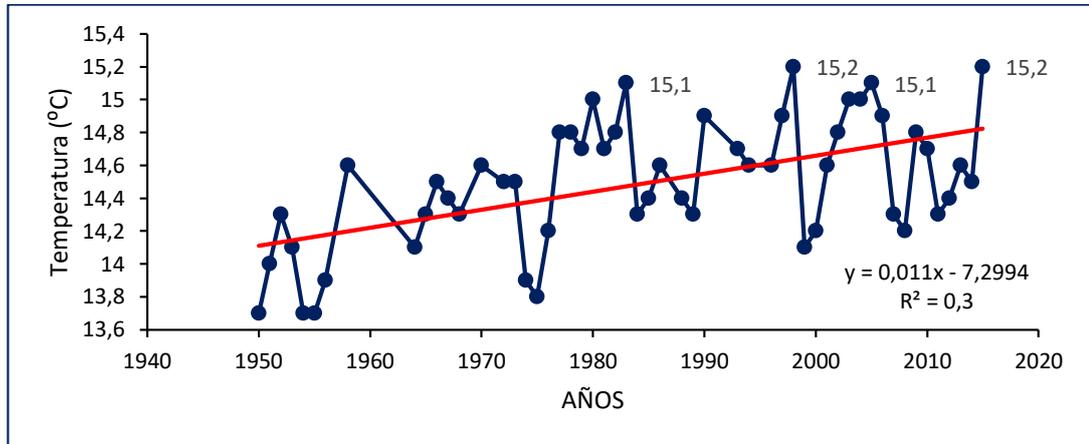
La temperatura analizada en series de 48 años muestra un incremento de 0.07 °C con un ajuste del coeficiente de regresión  $R^2$  de 0.905, lo cual permite afirmar la existencia de una tendencia estadísticamente significativa al incremento de la temperatura promedio (figura 13). Sin embargo, al comparar las medias de las series más distantes (1950-2009 y 1956-2015), no se detecta una diferencia estadísticamente significativa (t student,  $\alpha= 0,05$ ; p-value=0.271), lo cual no permite afirmar categóricamente la existencia de un calentamiento en la zona, sin embargo, es preciso mencionar que la serie analizada está conformada por solo 48 valores, que aun cuando describen una distribución normal de acuerdo con la prueba de Bonnet, no son suficientes para una tendencia climática clara, por lo cual se sugiere que un muestreo mayor puede dar mejores evidencias de un cambio en las temperaturas locales. Lamentablemente, la data de años anteriores a 1950 está incompleta y lo que existe en los registros es deficiente.



**Figura 13.** Media de temperatura (°C) de las series de 48 años de la data de la estación meteorológica Otavalo, Ecuador. 1= 1950-2009; 2 =1951-2010; 3= 1952-2011; 4= 1953-2012; 5= 1954-2013; 6= 1955-2014; 7= 1956-2015.

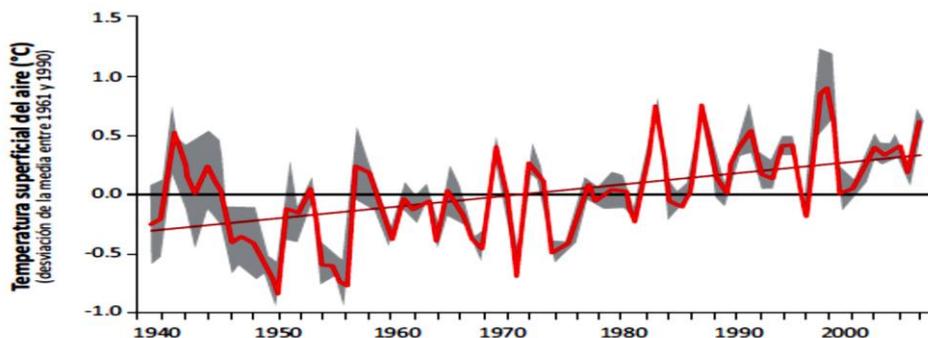
Adicionalmente, al analizar la serie de media anual de temperatura 1950-2015 (ver figura 14), se observa que, aunque el ajuste del coeficiente  $R^2$  presenta una relación débil ( $R^2=0,3$ ), lo cual no hace confiable la predictibilidad del modelo de regresión

lineal, sigue mostrando una tendencia al aumento de la temperatura, como se evidenció en el análisis de las series de 48 años presentadas en la figura 13.



**Figura 14.** Temperatura media anual (°C) calculada a través de la data obtenida de la estación meteorológica Otavalo

Esta tendencia arrojó una diferencia de 0,72°C entre 1950 y 2015 (5,09%), equivalente a un incremento anual de 0,0131°C lo que es similar a los valores de incremento registrados para los Andes tropicales por Anderson *et al* (2011) como se presenta en la figura 15, que muestra el registro de 279 estaciones meteorológicas. También es importante destacar que se encontró una correlación negativa muy significativa entre los valores de la temperatura y la precipitación (Pearson = -0,842).



**Figura 15.** Cambios en las temperaturas promedio de los Andes Tropicales

**Fuente:** Anderson et al (2011). El sombreado indica errores estándar de  $\pm 2$  respecto a la media

De igual manera, esta tendencia coincide con los datos de localidades ecuatorianas como Quito, en donde el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología detectó una tendencia creciente al incremento de las temperaturas medias y extremas entre 1891 y 1999 (Secretaría de Ambiente, 2009).

En un estudio realizado en la comunidad de Minas Chupa en el cantón Quito, se determinó un aumento de 0.5 °C en la temperatura media desde el año 1978 al 2014 (Romo, 2015). Esto coincide con el “Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C” que resalta la tendencia a intensificarse algunos factores climáticos y meteorológicos y la frecuencia debido al aumento de 0.5 °C en el calentamiento global (IPCC, 2018).

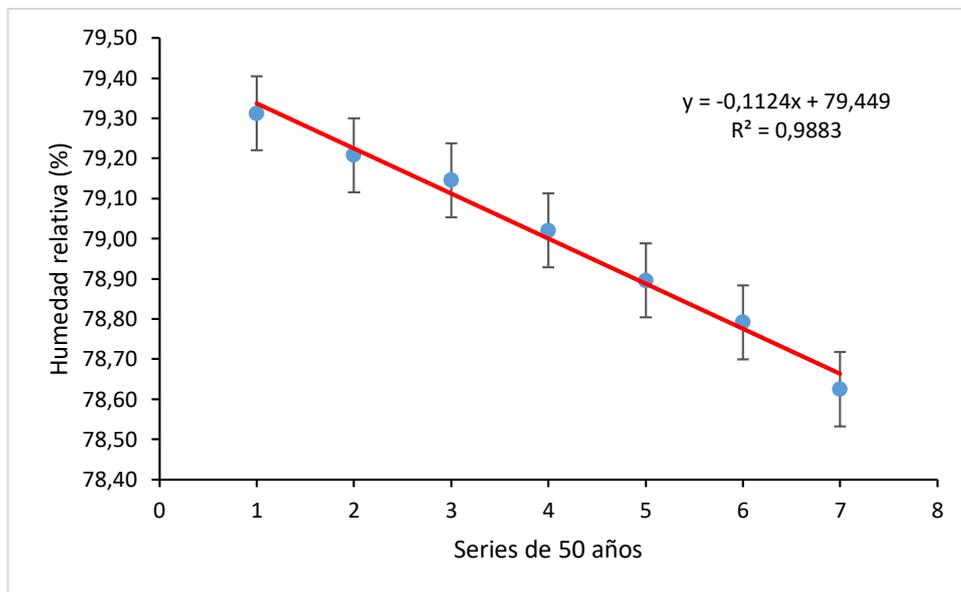
#### **4.1.4. Análisis de series climáticas: Humedad Relativa**

La humedad relativa es una variable de interés para la investigación fundamentalmente por dos elementos: (a) su relación directa con la temperatura y parcial con la precipitación; y (b) por su efecto directo sobre el desarrollo de los cultivos de acuerdo con la relación con la conservación el potencial y el estrés hídrico en las plantas.

De acuerdo con lo planteado, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre la humedad relativa y la temperatura corroborándose una fuerte correlación negativa (Pearson = -0,968), lo cual demuestra claramente como el incremento de la temperatura genera un impacto inmediato sobre el desarrollo de los cultivos al aumentar de manera directa el estrés hídrico de las plantas y en consecuencia dificulta las labores de manejo de los cultivos.

Debido a la disminución en la precipitación y al aumento de la temperatura, la humedad relativa muestra una tendencia a la disminución en las series de 48 años (ver figura 16), con un ajuste significativamente alto en cuanto al coeficiente de regresión ( $R^2=0,988$ ), lo cual permite una mayor certeza en cuanto a la

predictibilidad del modelo de regresión lineal acerca de la tendencia a la disminución de la humedad relativa, el cual muestra una disminución de 0.8%. Sin embargo, al igual que ocurre con el análisis de series de 48 años de precipitación y temperatura, la tendencia observada no presenta una diferencia estadísticamente significativa (t student;  $\alpha=0,05$ ; p-value= 0,278).

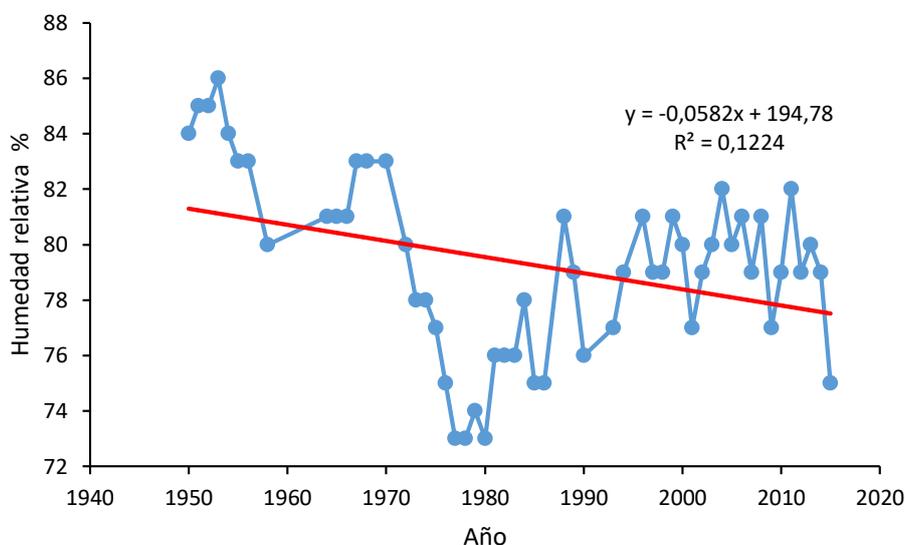


**Figura 16.** Media de humedad relativa (%) de las series de 48 años de la data de la estación meteorológica Otavalo, Ecuador. 1= 1950-2009; 2=1951-2010; 3= 1952-2011; 4= 1953-2012; 5= 1954-2013; 6= 1955-2014; 7= 1956-2015.

Por su parte, la serie climática analizada desde 1950 hasta el 2015 muestra una media de humedad relativa de 79,28% con un mínimo de 73% y un máximo histórico de 86%. Los valores mínimos se encuentran en los años que transcurren entre 1977 y 1980 y coinciden con un incremento en los valores promedio de temperatura y disminución de la precipitación en el mismo periodo.

Es necesario destacar que la variabilidad observada en los registros de la humedad relativa media anual entre 1950 y 1990 muestra una amplitud mayor (13 puntos de diferencia) con respecto al periodo 1990 y 2015 que presenta una amplitud de solo 7 puntos. Esta variabilidad incide en la predictibilidad del modelo de regresión el

cual muestra un valor  $R^2 = 0.1224$ , que evidencia poca fiabilidad en el modelo generado por la ecuación de regresión lineal (figura 17).



**Figura 17.** Humedad relativa media anual (%) calculada a través de la data obtenida de la estación meteorológica Otavalo

A modo de conclusión del análisis de los datos climáticos de la estación meteorológica Otavalo, la cual presenta los valores más cercanos a la localidad de Fakcha Llakta, se puede afirmar que aun cuando no existe una evidencia estadísticamente significativa para la disminución de los valores de precipitación de humedad relativa y el incremento de la temperatura del aire, la tendencia observada hace necesario tomar previsiones ante la amenaza del cambio climático que afectará a corto plazo y de manera más intensa la seguridad alimentaria de la comunidad. Adicionalmente, es indiscutible que más allá del incremento de la temperatura o la disminución de la precipitación y la humedad relativa, está el hecho de la alta variabilidad climática que se ve reflejada en la precipitación. La irregularidad del inicio del periodo de lluvias, así como la intensidad de las mismas parece ser el mayor problema que enfrenta la comunidad de manera inmediata.

Los valores coinciden con diversos autores, entre ellos Cáceres *et al* (1998) quienes confirman las tendencias al incremento de temperatura y la disminución de la

precipitación en la región interandina, la cual es clasificada en su estudio como Zona Rural de Altura y está representada por la estación meteorológica de Cotopaxi. En su estudio observan un aumento de la temperatura de 1,5°C entre los años de 1935 y 1990, mientras que en un estudio de EuropeAid (2009) se estimó un incremento de la temperatura en los Andes Centrales de 0,34 °C entre 1974 y 1990, el cual es mucho mayor al observado en el análisis de la presente investigación entre 1950 y 2015. Cáceres *et al* (1998) también estimaron una disminución de la precipitación de 15% que aun cuando supera significativamente a lo obtenido en con los datos de Otavalo, los autores afirman que la señal la enmascaran los eventos ENSO, por lo cual pudiese ser una disminución mayor.

De acuerdo con este último aspecto, debe hacerse mención que el fenómeno de El Niño se presentó en 28 oportunidades durante el siglo XX (CAF, 2000) con dos eventos fuertes (1983-84 y 1998-99), pero que los efectos de este fenómeno son moderados en las zonas interandinas, presentando un ligero aumento de precipitaciones en el periodo lluvioso enero-mayo y un periodo seco más intenso entre junio y septiembre, lo que implica que si se filtran los datos de precipitación eliminando el efecto ENSO puede generarse una diferencia mayor en cuanto a la disminución de la precipitación promedio anual.

#### **4.2. Percepción del cambio climático por los pobladores de Fakcha Llakta**

El clima es entendido como una tendencia estadística de variables analizada a largo plazo, por ello los entrevistados fueron delimitados a pobladores con más de 40 años viviendo en la comunidad, de manera que puedan comparar la diferencia en la temperatura y las precipitaciones en el área de estudio del pasado con respecto a la actualidad. Ese tiempo pasado, es relacionado por los entrevistados con “el tiempo de los abuelos”, a los que suelen hacer referencia como los poseedores del conocimiento tradicional ecológico, al que frecuentemente refieren como un conocimiento que se ha perdido generacionalmente.

Esta erosión del conocimiento tradicional ecológico adquiere mayor relevancia en la actualidad dentro de la comunidad debido a que de acuerdo con su percepción, el clima indudablemente ha cambiado y los sujetos de estudio muestran coincidencia en tres aspectos relacionados a ese cambio: (a) Está lloviendo con más frecuencia; (b) El régimen de lluvia ha variado y es poco predecible el inicio del periodo de lluvias; y (c) perciben mayor intensidad de la radiación solar.

La idea de los entrevistados acerca de una mayor frecuencia en las lluvias se aparta de la evidencia mostrada por los registros climatológicos relacionados con la cantidad de precipitación, por lo cual se considera que no están refiriéndose a una mayor cantidad de agua sino directamente a una mayor frecuencia de lluvias pero de baja intensidad. Sin embargo, aunque no se presenta en los registros la frecuencia de las precipitaciones en la zona, este incremento está afectando a la comunidad, como lo menciona el S<sub>j</sub>4: “*no se puede sembrar, está cayendo mucha agua. Entonces puede podrirse (las plantas), no se puede sembrar*”.

Entonces la frecuencia de las precipitaciones, que los pobladores asocian al cambio climático, está asociada a la modificación de las actividades agrícolas cotidianas, debido a que los procesos de siembra, mantenimiento y cosecha en las chacras son parte central de la relación y comprensión del entorno por parte de los pobladores andinos (Moncada *et al*, 2018) y en consecuencia de los habitantes de Fakcha Llakta, como lo menciona S<sub>j</sub>3: “*el clima dentro de la cultura nuestra, la otavaleña, se mide en la agricultura, entonces con esa característica hay mucha variación*”

Esa variación está referida al cambio del régimen de lluvias y de las temperaturas percibido por los pobladores: “*Si es frío, si es cálido, no está estable y no deja sembrar ni cosechar*” (S<sub>j</sub>5). Ellos hacen referencia constante a la agricultura cuando se les habla de clima, incluso más que al turismo que es una actividad primordial en el área de estudio. “*Bueno... el clima ha fallado bastante porque no se sabe cuando llueve ni no se sabe cuándo hace sol porque para nosotros ha variado bastante el clima*” (S<sub>j</sub>6), en la afirmación anterior es clara la percepción que debe existir un “clima correcto” y uno erróneo, que falla, se equivoca, o no es

funcional, siendo el “clima correcto” el de los ancestros, el que permite la siembra en las fechas establecidas tradicionalmente.

La percepción de los pobladores de Fakcha Llakta en cuanto al aumento de la temperatura y de la copiosidad de las lluvias durante los periodos lluviosos es similar a lo reportado por Van der Molen (2011) para comunidades campesinas de Cotacachi.

#### **4.2.1. Métodos para predecir la pluviosidad anual**

Debido a que se reconoce que el clima del pasado era funcionalmente correcto, adecuado para la siembra, y que la comunidad ha recibido de sus padres y abuelos el conocimiento para adaptar sus procesos agrícolas a este clima, se planteó a los entrevistados si ellos poseen algún método para reconocer años de mucha o poca lluvia como lo realizan algunas comunidades campesinas latinoamericanas, pero en sus respuesta se puede observar la erosión de los conocimientos ancestrales como lo demuestra el Sj1: *“si esto preguntara a mi abuela, tal vez ella si lo diría más o menos viendo a la naturaleza”* o *“Mi papá sabe de los climas”* (Sj2). También se observa en el grupo de estudio la reverencia a la naturaleza y el respeto por los procesos que consideran están más allá de sus posibilidades de conocer, colocando tales procesos en un plano espiritual como lo menciona el Sj3: *“Eso Jesús no más sabe. Eso no se puede decir, no... La naturaleza es un ser”*

De igual manera como se percibe que el clima ha cambiado, los entrevistados acusan este proceso a la imposibilidad de poder predecirlo y suman a ello la necesidad de hacerlo; Sj4 *“Eso es lo que nosotros... yo por ejemplo quería, quisiera saber”* (se refiere a predecir el clima). También menciona el Sj5: *“Bueno en antes sí, pero ahora no, está cambiado... yo compré almanaque, entonces yo estuve viendo, pero no me sale igual pues. Entonces para poder sembrar nosotros vemos entonces la luna también, como es la luna no es, se cambia. La luna está yendo como es para poder sembrar, pero el tiempo como está cambiado...”*. Esto demuestra la necesidad de reorganizar el calendario agrícola, y la búsqueda de los

referentes ancestrales (calendarios, ciclos lunares, señales de la naturaleza) que no coinciden debido a la variabilidad climática.

Afirma el S<sub>j</sub>7 que *“Toda esa capacidad de predecir lastimosamente con la modernidad va paulatinamente, va cambiando, antes nuestros abuelos, recuerdo, tenían la capacidad de predecir, tenían la capacidad de mirar al cosmos, mirar los ciertos comportamientos de los animales, cierto crecimiento de las plantas que podían pronosticar, pero lastimosamente la modernidad nos está empujando a perder esa capacidad de predecir...”* Es la pérdida del conocimiento ecológico tradicional.

#### **4.2.2. Cambios percibidos en los últimos 40 años.**

La lluvia ha cambiado en cuanto a su régimen y ese es un aspecto fundamental para la asociación del cambio climático en el imaginario de la comunidad. Los entrevistados mantienen que en los últimos 40 años las lluvias no inician en los meses a los cuales estaban acostumbrados y la extensión de la sequía es más frecuente: *“Las lluvias, que no es a la época que siempre esperábamos. El verano en sí se ha extendido, por eso se han perdido las cosechas”* (S<sub>j</sub>1). Menciona S<sub>j</sub>6 que *“...en ese tiempo cuando éramos jóvenes digamos no... todo era exacto, en qué mes llovía, en qué mes se sembraba, en qué mes hacía sol, todo salía exacto las cosechas por ejemplo”*.

Esta percepción se relaciona con los datos climatológicos, que aun cuando en los promedios mensuales por décadas se muestra el mantenimiento del régimen bimodal y la permanencia de los meses de lluvia y sequía, cuando se analizan los datos anuales se encuentra con que en los últimos años se ha tenido variabilidad en el inicio de lluvias así como años muy secos.

Esta modificación del régimen de lluvias afecta la siembra *“O sea para el sembrío también a los meses que necesitamos la lluvia está muy seco, o sea cuando queremos sembrar. En cambio, estas temporadas que queremos que ya haga sol*

*para que seque el maíz está mucha lluvia, entonces nos daña el maíz”* (Sj2). Se observa que estos cambios no han permitido a los pobladores adaptar sus rutinas de siembra debido a la modificación de las fechas de entrada y salida del período lluvioso.

Comentan algunos entrevistados que el exceso de lluvias ocasiona daños más allá de la pudrición de plantas. De acuerdo con Sj4 *“más antes no cogía como ahora las lanchas”* refiriéndose al aumento en las enfermedades (*Phytophthora infestans*) que atacan el cultivo. Sin embargo, se mencionan años secos, sin casi productividad como lo plantea el Sj3 al comentar que *“Hay años que está puro solazos, puro arena, no se puede sembrar por eso se da cuenta uno”*. Se observa una coincidencia con el registro de las medias de precipitación que desde el año 2000 al 2015 se presentaron 8 años con precipitaciones promedio anual por debajo de los 70mm y de estos 4 años (2001, 2004, 2005 y 2015) con muy escasas precipitaciones (por debajo de los 55mm promedio anual).

Otro de los factores que mencionan los entrevistados asociándolo al cambio climático es la intensidad del sol que perciben. Todos afirman que la radiación solar es más intensa e incluso no sólo afecta los cultivos, sino que los afecta a ellos físicamente. Así vemos como Sj1 menciona que *“Le siento que está más fuerte, está más bravo, está más resentido, nos quema demasiado. Ya no es el sol de antes”*, en la última frase se afirma que el sol ha cambiado y se repite esa idea en Sj2: *“Cuando hace sol es demasiado fuerte, antes no era así”* quien también asocia la intensidad del sol con enfermedades en la piel.

No sólo hay una asociación directa de la pérdida de confort (Sj3: *“...como que arde ya. No es un calor no más, sino como que arde, como que pica la piel”*), sino adicionalmente con el daño a los cultivos (Sj3: *“...así mismo está dañando a la pobre planta, no resiste”*).

Aun cuando no se tiene el registro de radiación UV que pueda confirmar la percepción por parte de los pobladores de Fakcha Llakta acerca de la intensidad

solar percibida, se puede asociar esta percepción a la disminución de la humedad relativa y en consecuencia de la nubosidad en el área que implica una mayor incidencia directa de la radiación solar así como una disminución en la temperatura matutina y nocturna, por la disminución de vapor de agua atmosférica que almacena el calor.

Así se ve reflejado en los comentarios de los entrevistados quienes manifiestan que, aun cuando durante el día despejado la intensidad del sol los afecta, durante la mañana y la noche sienten más frío que antes, haciendo referencia a la modificación de las temperaturas diurnas y nocturnas lo cual se relaciona nuevamente con la sensación de confort térmico (Sj2: “...de mañana y tarde ya hace mucho frío, antes no era así mucho frío. Ahora amanece muy frío...”; Sj4: “...hace más frío que más antes...”)

#### **4.2.3. Causa de los cambios del clima**

Al consultar sobre la causa de los cambios del clima, los entrevistados plantean dos tipos de causas, ambas relacionadas con las acciones antrópicas, pero para la primera, estas acciones afectan a la naturaleza desde la espiritualidad y dentro de la cosmovisión andina como lo refiere Sj1: “*En lo personal, es que estamos maltratando mucho a nuestra Pachamama, ya no le cuidamos como antes... nuestra juventud ya ni siquiera reconoce de que de nuestra Pachamama sale todo*”. Como se observa, se hace alusión no sólo al ser que espiritualmente representa la conexión del andino con el entorno, sino que se hace un llamado de atención hacia la pérdida de valores de las nuevas generaciones, comentario que se repite en varios de los entrevistados. Así el Sj3 plantea que “...estoy practicando un poco de cosmovisión andina, su gastronomía, cosas ancestrales... nuestros compañeros me han dicho que en el siglo veinte tenía que haber cambios” lo cual acusa a un evento que inevitablemente debe ocurrir fuera de control de la población.

La segunda causa, aunque igualmente incluye las acciones humanas, está relacionada con actividades de contaminación y quema (Sj2: “...nosotros mismos

*no cuidamos el medio ambiente dicen no. Entonces es verdad que no estamos cuidando como antes, estamos quemando así. Entonces eso dice que es este cambio de clima que tenemos no”), las fábricas (Sj5: “...yo he visto en Perú, que afecta esas fábricas grandes que es sale homo no, entonces eso ha sabido afectar allá, entonces igual puede ser acá también porque muy girado por este Ecuador pues como ahora la fábrica aquí como estará saliendo el los humos entonces eso puede afectar...” y Sj6: “Bueno hay comentarios que he escuchado que viene a suceder por las fábricas, dicen que no cuidan, que el medio ambiente, quemamos los páramos bueno muchas cosas se ha escuchado no se... pero más la contaminación dicen que por las fábricas”) y finalmente por la deforestación y su efecto sobre los ríos (Sj7: “la deforestación, el no cuidado de las riveras, de las quebradas de los lagos, todo eso repercute en el cambio climático”). En todos los casos dentro de las causas no se mencionan elementos mágico-religiosos, sino acciones humanas directas.*

#### **4.2.4. Efectos sobre la salud asociados al cambio climático**

Los encuestados no establecen una relación clara entre los problemas de salud y el cambio climático. La mayoría de las afecciones de salud asociadas fueron la gripe, la tos y el dolor en las extremidades. La asociación de las dos primeras afecciones pueden ser consecuencia que en la comunidad existía para el momento de la entrevista varias personas con gripe y habían asistido al médico, lo cual puede hacer más frecuente la mención a esas enfermedades.

Existe también la opinión que son los hijos los afectados de salud por las condiciones climáticas, pero como consecuencia también de comer menos sano lo cual los hace más débiles (Sj3: “Ah, nunca no, pero a mis hijos sí. Yo le cuento como le digo a mis hijos de 25 años, que a las 4, ¡ya achachay!, a las 6 ¡achachay!, en la mañana ¡achachay!”; Sj7: “Creo que más que eso es en la forma de alimentarse de la gente que va cambiando,... no puedes comparar con la alimentación de hace cuarenta o cincuenta años de nuestros abuelos con la alimentación que tenemos ahora”). El comer mal a su vez es el comer no solo más

productos prefabricados, sino comer vegetales cultivados con mayor uso de agroquímicos.

Aun cuando no establecen una relación directa con el cambio climático, la posibilidad de afecciones en la piel y el incremento de enfermedades respiratorias son elementos de riesgo potencial para la salud. Sin embargo, se considera que el desarrollo de vectores transmisores de enfermedades aún se encuentra restringido por la temperatura, pero si se mantiene el aumento paulatino de la misma, la población puede ser susceptible a un nuevo elemento de riesgo de la salud. Es importante resaltar que la mala calidad de alimentos ya que debido a las sequías puede derivar en enfermedades por mal nutrición y por consiguiente aumentar el riesgo de mortalidad (Hervías, 2017).

#### **4.2.5. Efectos del cambio climático percibidos en la comunidad**

Los efectos del cambio climático que los entrevistados piensan que afectan a la comunidad están asociados a las precipitaciones. Las lluvias afectan las fuentes de entrada económica, en primer lugar, el turismo y luego aparece mencionados los cultivos.

Se observa una clara identificación con el turismo (Sj2: *“Claro, no podemos trabajar con los turistas... Cuando está así bien el solcito, así vienen turistas están paseando, y ahí salimos a vender las artesanías también, pero cuando llueve enseguida se van y no hay negocio”*), la lluvia afecta los caminos para el turista, aleja al turista cuando caen lluvias inesperadas, se vende menos alimentos a los turistas y si el bosque o el río no son agradables a la vista no atraen al turismo (Sj5: *“...no ve la comunidad si afecta el bosque, solo ven el turista que viene, vendemos la comida, vendemos no me importa, entonces al cambio nosotros como vemos el turismo viene por bosque... no por lo que vendemos el artesanía, por lo que vendemos la comida no vienen, vienen por, para ver el, la cascada, ver el bosque que hay”*).

Los efectos a la comunidad se centran en la actividad comercial pero no hacen referencia frecuente a como los afecta directamente a ellos como pobladores fuera del marco económico. La única mención realizada diferente al turismo es hacia la menor disponibilidad de agua para riego y consumo (Sj1: “...*el agua, necesitamos para regar nuestras huertas, ya empieza a escasear, ya no nos autorizan a que fácilmente estemos regando*”). Esta última referencia permite confirmar la idea de la existencia de una mayor frecuencia de lluvias dispersas que afecta al turismo, pero de baja intensidad lo cual no permite la existencia de un excedente de agua que permita un mayor riego para los cultivos.

#### **4.2.6. Efectos del cambio climático sobre los cultivos percibidos por los entrevistados**

La relación con la agricultura es parte integral de la vida del habitante de Fakcha Llakta, por lo que aquellas acciones que interfieran en los procesos culturales son rápidamente incorporadas como problemas que afectan la vida cotidiana.

La radiación solar está afectando los cultivos “...*es como quemándoles y ya las plantitas ya no reaccionan*” (Sj1); “...*cuando está así mucho sol también se llenan las plagas por más que fumigamos...*” (Sj2), pero también afecta las actividades de laboreo agrícola tanto como las lluvias. La consecuencia de estas variaciones la ven reflejada en un aumento de las plagas de los cultivos (gorgojo del maíz y ‘lancha’) “...*la plaga que ya venimos de la cosecha mismo a la casa trayendo es el gorgojo...*” (Sj1); “...*Entonces cuando hace mucha lluvia pudre las cosas y no se puede trabajar deshierbando también, entonces nos perdimos...*” (Sj2). La aparición del gorgojo del maíz puede ser reciente, pues algunos entrevistados mencionan que no existía en la zona cuando ellos eran jóvenes (Sj7: “...*en mi época de juventud no había el fenómeno de la gorgoja que le llamamos... pero ahora ya en la semilla ya encuentras eso, entonces es el cambio climático que te provoca eso*”)

El incremento en las enfermedades de los cultivos crea en los agricultores tradicionales un conflicto que enfrenta su convicción de no utilizar químicos para mantener un producto saludable y arriesgarse a pérdidas o utilizar químicos y garantizar la salida del producto.

Menciona el S<sub>j</sub>2: “...no fumigamos como esos agricultores que hacen para vender, entonces no avanzamos..., nos vencen esas plagas” mientras que de manera más conservadora el S<sub>j</sub>3 dice “...no meto químico. Pierdo la cosecha, pero tengo comida sana.”

Quizá como consecuencia de las variaciones climáticas, ha emergido una plaga probablemente de hemípteros que está también afectando a los cultivos “...hay unas plagas verdes, entonces demasiado llena, entonces termina todo, hasta el tallo termina...” (S<sub>j</sub>5).

Adicional al aumento de plagas el cambio de régimen de lluvias está afectando la producción debido a que las siembras que inician en septiembre para aprovechar el segundo momento de lluvias anual, puede perderse por el retraso que experimenta la entrada del periodo lluvioso.

Los daños a los cultivos producen efectos económicos, pero sólo son referidos como efectos directos por dos de los entrevistados (S<sub>j</sub>6: “Bueno, en la agricultura económicamente si ha afectado porque si se ha perdido en las cosechas”) y uno más como un efecto indirecto: “Definitivamente porque ya las cosas se encarecen... Es que esa plaga termina haciendo polvo al maíz y nosotros siempre tenemos para todo el año, consumo de todo el año”

#### **4.2.7. Efectos percibidos sobre el entorno natural**

Cuando se interroga a los sujetos sobre la relación que ellos perciben entre los cambios del clima y su entorno natural, específicamente sobre el río y sobre el bosque, todos señalan que hay un cambio en las condiciones del río, pero muchos

de esos señalamientos están relacionados con la contaminación por residuos sólidos y descargas de líquidos contaminantes y no con el cambio climático, lo cual demuestra que el evento perceptible es la basura y en menor grado los cambios en el caudal del río.

Mencionan que en el pasado el río era más limpio y podían utilizar su agua para cocinar y en horarios diferentes también lo usaban para lavar la ropa, pero aseguran que ahora trae gran cantidad de basura que sienten que los afecta por su impacto en la actividad turística. Observan que incrementa la cantidad de basura cuando llueve más para lo cual deben realizar minga para limpiar el río.

El nivel del agua ha bajado de acuerdo con el S<sub>j</sub>1 y el S<sub>j</sub>6, pero en época de lluvias no perciben esa diferencia (S<sub>j</sub>5). Aun con estas observaciones por parte de los pobladores, es importante destacar que ante la disminución de las precipitaciones abundantes afecta el caudal del río y en consecuencia es importante el manejo hídrico en el sector, pues el río es para la comunidad un elemento clave por su atractivo turístico, su importancia para la agricultura y su arraigo cultural. En cuanto al bosque algunos observan que se ha perdido la frondosidad de los árboles por las fuertes sequías y las lluvias han ocasionado la caída de otros (S<sub>j</sub>1: “...los árboles eran más frondosos, y ahora ya es como que están como más tristes” y S<sub>j</sub>2: “...es que caen los árboles. Ahí hay unos árboles de eucalipto que son criados solamente porque caen las pepas... entonces eso a veces se caen por sí mismo por demás lluvia”).

Enfrentada a esta opinión, la mitad de los entrevistados están de acuerdo con que no hay efectos notables en el bosque, porque si bien mencionan que hay pérdidas de árboles por sequía, ellos han hecho un esfuerzo por sembrar nuevos árboles de la zona. Aunque estos esfuerzos de reforestación se ven afectados igualmente por las condiciones climáticas (S<sub>j</sub>6: “...ahí de repente hacemos una plantación en las laderas y no llueve las plantas se quedan ahí o de repente llueve demasiado y se estropea todo”).

En la zona de la cascada de Peguche, menciona el Sj7 que como consecuencia de la reforestación con eucalipto durante el gobierno de García Moreno (segunda mitad del siglo XIX) se han desaparecido especies del bosque nativo entre las que menciona el pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) y el arrayán (*Myrcianthes hallii*).

#### **4.2.8. Medidas de adaptación utilizadas empíricamente por la población**

Ante las consecuencias del cambio climático percibidas por la población, esta ha tomado algunas medidas o actitudes para aminorar sus efectos.

Ante la disminución de la disponibilidad del agua algunos deben comprarla o pueden obtenerla gracias a la colaboración de vecinos (Sj1: “*Si tú tienes dinero, nada más que compras botellones de agua y ya tienes ahí en la casa para emergencia... pero cuando no se tiene, pues eso si es triste*”). Es claro para ellos que el agua del río está contaminada por aguas servidas (Sj3: “*está lavando por arriba y ahí botan. Hay dos partes como Yakupacta, como compañía, está mandando el agua servidas*”)

El agua para los cultivos es escaza y han optado por utilizar métodos de conservación de humedad del suelo como coberturas artificiales. El Sj2 explica que “*estoy tapando con plástico, pero no me está resultando no sé por qué*”, lo que demuestra la necesidad de apoyo técnico para el manejo del cultivo y el aprovechamiento del agua, y muestra adicionalmente su preocupación por tener que hacer una mayor inversión en infraestructura como invernaderos, lo cual no es cónsono con los beneficios económicos que pueden obtener actualmente considerando el riesgo climático al cual están sometidos por la variabilidad del régimen de lluvias.

El aumento en la frecuencia de riego es también una de las acciones asumidas, y para ello la comunidad se organiza en minga para la limpieza de la acequia. Y

cuando las acequias se deterioran o derrumban y deterioran el terreno, deben incorporar abono para recuperar la fertilidad el suelo.

En este proceso de fertilización, los pobladores suelen insistir en el uso de abonos orgánicos (Sj1 y Sj3) pero no mencionan ninguna otra alternativa para el manejo del suelo como el uso de coberturas vegetales muertas o vivas.

Debido a que los cultivos siguen sufriendo daños y uno de los que más se afecta por la plaga de gorgojo es el maíz, se ha optado en hacer sustitución por la papa, entonces se crea un conflicto con el uso de agroquímicos para controlar enfermedades (Sj3: *“A la fuerza nos va a obligar meter químico para que resista la planta, pero estoy preocupado eso, yo estoy cuidando tratamiento a lo natural, a lo orgánico. Pero si el tiempo mismo, el espacio mismo no me da...Por ejemplo, esta papa que tengo acá un poco, ya está cuatro veces fumigada, pero se me venció... Si meto más químicos se puede quemar las hojas. Si no meto químico, un poco, no aguanta, entonces es una pérdida”*).

Otro problema presente en los cultivos es la variabilidad de las lluvias. Cuando llueve poco deben apoyarse en el riego y depender menos de las lluvias, pero cuando aumentan las lluvias que afectan el maíz y no permite que se seque para la cosecha, las pérdidas son muy altas.

El Sj7 plantea el uso de la diversificación de rubros como método para afrontar las dificultades presentes en la comunidad por las precipitaciones, el uso de los cultivos asociados, pero al mismo tiempo observa resistencia en la población mayor, quienes son generalmente los dedicados a la siembra, pues su costumbre es el cultivo de maíz, arveja y papa.

Adaptarse a las consecuencias del cambio climático implica una adaptación no sólo de los cultivos sino también de las acciones de la cotidianidad. La radiación solar percibida por los entrevistados como más intensa en la actualidad, está afectando la indumentaria utilizado por los pobladores, elemento que en apariencia no es de

importancia, pero que repercute intensamente en los patrones culturales locales (Sj1: “...el traje no ha sido nada modificado para las mujeres en especial. Tal vez para los hombres, como hay tanto cambio, entonces ellos están con sus camisetitas, pero también se podría decir para nosotras las mujeres porque ya tenemos casi a las jóvenes ya les ha visto ya con trajes normales como cualquier chica. Solamente las adultas, como por ejemplo yo, ya no tengo esos deseos de cambiarme tan fácilmente es como que me avergüenza”).

Este efecto sobre las costumbres de las poblaciones en cuanto a variaciones en la manera de vestir y el consumo de alimentos tradicionales también ha sido reportado para poblaciones andinas en Colombia por Pinilla-Herrera, Rueda, Pinzón y Sánchez (2012) como una consecuencia del cambio climático.

Lo mismo ocurre con la manera de protegerse del frío nocturno. El Sj1 comenta que “pa’l frío nada más que últimamente con los viajes que hacen nuestros hijos, incluso ya nos han dado ropas especiales, como podría decir unos botines, que antes nosotros, como indígenas, no utilizábamos”.

Generalmente, el planteamiento de los entrevistados es el de “soportar” o “aguantar” haciendo referencia a resignarse (Sj6: “En eso ya no podemos hacer nada, porque siempre aguantamos en el calor que no hay más que andar con camiseta y en el frío arroparnos y esas cosas toca soportar”)

#### **4.2.9. Acciones que puede realizar la comunidad de acuerdo a los entrevistados**

Para que la comunidad se organice y realice acciones para disminuir la vulnerabilidad ante el cambio climático es necesario que perciban como una amenaza la variabilidad climática y aún no consideran que los efectos del cambio climático sean suficientemente amenazantes como para generar acciones comunitarias (Sj1: “Nada más que, o sea, reunión como comunidad tal vez no”; Sj2: “Gracias a Dios no estamos tan puestos peligrosos para decir que la comunidad no ayuda”). El poco manejo de la información sobre el cambio climático

y sus posibles consecuencia en el sector ocasionan un menor preocupación para la prevención (Sj6: *“en la comunidad somos pocos que tenemos poquito de terreno, nos preocupamos para los riesgos, pero el resto se dedican más a los tejidos, a ellos no les preocupa nada ya, hay los que nos preocupamos por el agua, por las cosas, el clima a otros no casi no les importa porque están más en los tejidos, ellos casi de la agricultura no saben nada”*).

Sin embargo, la organización social de la comunidad actúa de una manera indirecta a través de la organización de otras acciones y se realizan propuestas en este sentido (Sj1: *“como vecinos, por ejemplo, entre mujeres podríamos buscar la manera de decir mira, esto me hace bien, tú también utiliza eso”*). Algunas acciones comunales consisten en dar mantenimiento a los caminos, limpieza y recolección de basura y mantenimiento de las acequias.

#### **4.2.10. Acciones que deben realizar las autoridades de acuerdo a los entrevistados**

No se observa confianza en las acciones de las autoridades administrativas por parte de los entrevistados (Sj2: *“En caso de las autoridades muy poco se acuerda de este sector o sea de la cascada. Lo que hacemos es con mano de obra de las comunidades mismo hacemos cualquier cosa”*), aun cuando reconocen acciones positivas desarrolladas en el pasado como la prohibición de quemar los pajonales y permitir el acceso de los pequeños productores al agua. Las acciones que propone la comunidad por parte de las autoridades es la de brindar información, ofrecer charlas y brindar apoyo con materiales para la limpieza del río, la reforestación del bosque y mejorar los senderos.

Igualmente plantean la imposibilidad que las autoridades puedan ayudar en la resolución del problema dada la magnitud del mismo (Sj3: *“No hay forma de que ellos puedan ayudar. Esta es la naturaleza bajo un sistema de vida mismo ya, y eso tenemos todo el mundo... entonces no hay más, toca enfrentar esa vida, toca enfrentar”*).

Con esto los entrevistados concuerdan en que debe organizarse la comunidad y trabajar con apoyo de las autoridades para poder atender los diferentes problemas ocasionados por las variaciones del sistema climático en la zona.

Finalmente se puede concluir del análisis de la percepción de los habitantes entrevistados de la comunidad de Fakcha Llakta, que claramente perciben que existe un cambio en el clima, o al menos en cuanto a la variabilidad climática, en el cual los aspectos que les generan más inconvenientes son la frecuencia de las lluvias, la imprevisibilidad del inicio del periodo de lluvias y el incremento de la radiación solar.

En lo referente a la frecuencia de las lluvias se generan dos problemas para la comunidad que repercuten en su seguridad alimentaria y el sustento económico. El primero de ellos es el daño a los cultivos y el segundo está relacionada con la disminución de la actividad turística en la zona lo cual incide sobre las ventas de comidas y artesanías.

Por otra parte, la imprevisibilidad del inicio del periodo de lluvias acarrea mayores pérdidas económicas y más preocupaciones en la población afectando indiscutiblemente la seguridad alimentaria de la comunidad. Como respuesta ante esta situación han sentido la necesidad de poder predecir la entrada del periodo de lluvias como lo hacían los ancestros, pero también solicitan el apoyo de la universidad para ayudarlos a reconocer los años lluviosos y los secos. Es allí en donde se hace necesaria la reorganización del calendario agrícola, un esfuerzo que ya se ha venido realizando en el sector a través de la construcción colectiva del calendario agrícola (Arias, 2017).

El tercer aspecto relacionado a la percepción de una alta radiación solar debe ser considerado en futuros estudios sobre la salud de la comunidad, debido a que puede ocasionar a futuro problemas de la piel que se convierten en un riesgo para la salud de la comunidad. Es necesario destacar que las causas del cambio del clima que

perciben los pobladores las relacionan directamente a las acciones humanas, lo cual difiere de otros estudios de percepción del cambio climático en los cuales se asignan causas externas o mágico-religiosas al fenómeno del cambio climático. Esto favorecerá el desarrollo de una estrategia de adaptación al cambio climático, debido a que se reconocerá el compromiso que se tiene para revertir los daños ocasionados a la Pachamama.

Finalmente se debe mencionar que en la comunidad se han incrementado las plagas que atacan a los cultivos, afectando de manera intensa al maíz, el cual es el rubro principal de las chacras para la comunidad y esto ha generado una serie de acciones por parte de la comunidad para intentar adaptarse a las variaciones climáticas.

Dentro de estas acciones encontramos el aumento de riego cuando se prolonga la sequía, el uso de coberturas artificiales (plástico), el uso de abonos orgánicos para el suelo, la sustitución del maíz por la papa, el incremento en la frecuencia de las mingas para el mantenimiento de las acequias y la búsqueda de alternativas orgánicas para el control de plagas de los cultivos. Estas acciones serán consideradas para la elaboración de la estrategia de adaptación para la comunidad de Fakcha Llakta.

#### **4.3. Relación del análisis de los datos meteorológicos y la percepción de la comunidad**

Una de las variables que condicionan a las comunidades para tomar acciones para mitigar o adaptarse al cambio climático es la percepción de las condiciones climáticas, las cuales generalmente van ligadas a la percepción del tiempo meteorológico, es decir a las condiciones particulares de una localidad. Esto quizá por la complejidad que implica percibir el clima como una tendencia estadística producto de una data histórica amplia.

En el caso de la comunidad de Fakcha Llakta se observa que la percepción de la comunidad se ajusta mayoritariamente a los análisis de la data climática, lo cual se

convierte en una ventaja al momento de proponer una estrategia adaptativa para la comunidad.

Como se puede observar en la tabla 1 los pobladores manifiestan ideas que pueden ser relacionadas con los elementos determinados en el análisis de las series climáticas, dentro de las cuales destacan la percepción de la existencia de un cambio en las condiciones del lugar relacionadas a las precipitaciones y la radiación solar, lo cual genera un marco de referencia local positivo al momento de plantear la estrategia de adaptación al cambio climático.

De igual manera la relación entre los aspectos cuantitativos obtenidos de las series climáticas y los elementos cualitativos expuestos por los pobladores confirma la importancia de incorporar el conocimiento de las comunidades al momento de analizar las condiciones climáticas de un sector y la importancia de la etnometeorología al momento de realizar propuestas de gestión relacionadas con el cambio climático para las poblaciones.

**Tabla 1.** Comparación de la percepción de los pobladores de la comunidad de Fakcha Llakta acerca del cambio climático y los análisis de las series climáticas de los años 1950-2015.

<b>Percepción de los habitantes</b>	<b>Análisis de la data climática</b>	<b>Coincidencia</b>
<b>Mayor incidencia solar</b>	Aun cuando no hay registro de radiación UV, se considera que la disminución de la humedad relativa y el aumento de la temperatura están relacionados con esta percepción.	+
<b>Incertidumbre en el inicio del periodo de lluvias</b>	Se observa variabilidad climática en los últimos años con retraso o adelanto de los periodos de lluvia	+
<b>Disminución del caudal del río</b>	La disminución de la cantidad de agua precipitada aparece en los registros climáticos, junto a una disminución de la humedad relativa, lo cual	+

	incrementaría el índice de evaporación y evapotranspiración	
<b>Observación de años muy secos (poca precipitación)</b>	Coincide con la data climática al menos en cuatro años entre el 2000 y el 2015	+
<b>Bajas temperaturas matutinas y nocturnas</b>	Se puede relacionar con la disminución de la humedad relativa y la capacidad de mantener la temperatura del aire por la menor presencia de vapor de agua	+
<b>Percepción de que el clima ha cambiado</b>	El análisis estadístico sólo muestra tendencias débiles y una mayor variabilidad climática, pero no se puede afirmar con confiabilidad del 95% que exista un cambio en el clima	-
<b>Mayor frecuencia de lluvias</b>	La data climática muestra una disminución en la cantidad de agua precipitada, pero no aporta datos sobre la frecuencia de las lluvias	-

Se señala con un (+) si existe coincidencia y con (-) cuando no hay relación directa

#### **4.4. Estrategia de adaptación al cambio climático para la comunidad de Fakcha Llakta.**

Dada la complejidad del cambio climático, las acciones que se tomen para su abordaje deben desarrollarse desde dos enfoques. Por una parte, se debe hacer frente a las causas a través de medidas de mitigación y al mismo tiempo se debe actuar sobre las consecuencias a través de estrategias de adaptación que permitan a las comunidades responder en un corto plazo a los cambios que afectan los procesos productivos sociales y tomar previsiones para los cambios del futuro inmediato.

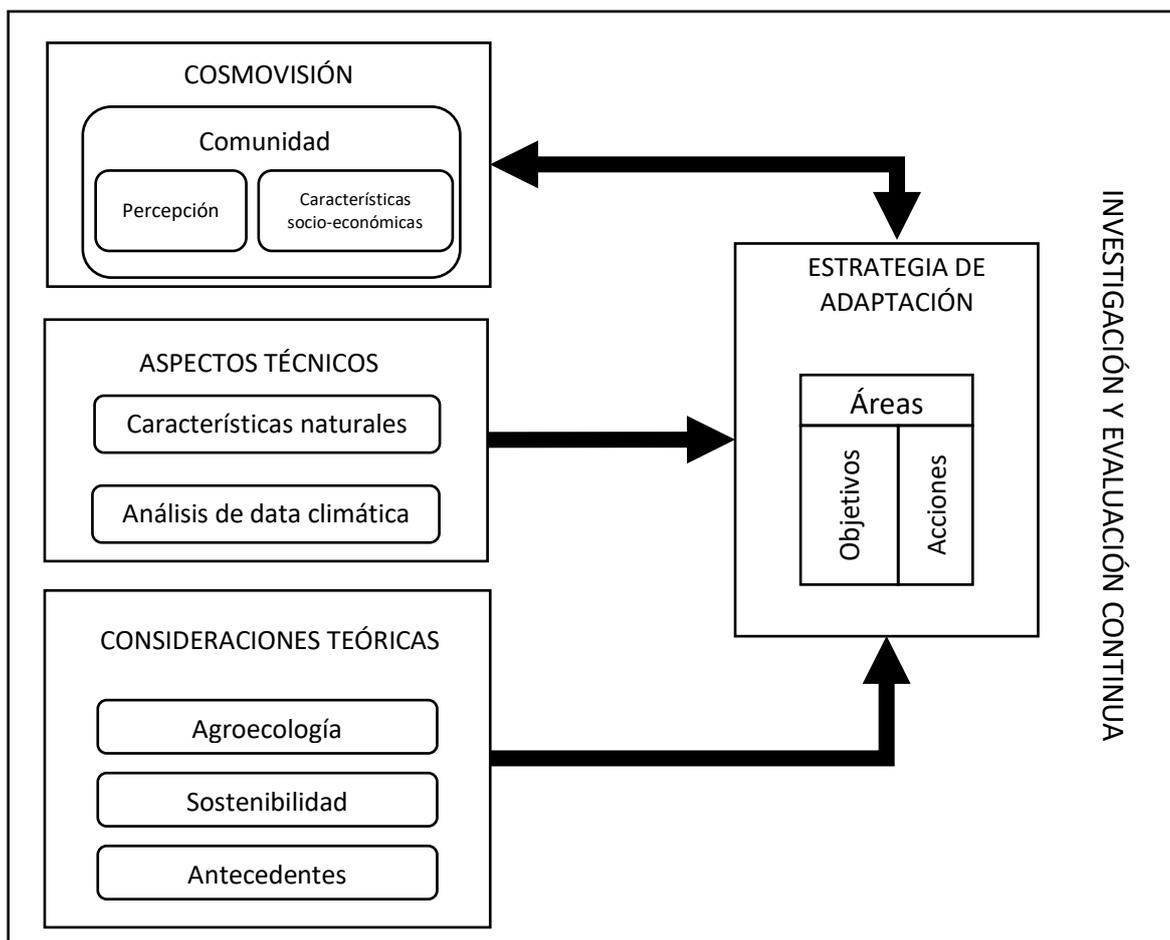
Las medidas de mitigación son en la actualidad parte de las políticas de estado del Ecuador y están enfocadas a la disminución de los GEI y el control del cambio de uso del suelo. Su desarrollo implica un esfuerzo por parte de las autoridades estatales, regionales y locales para organizar los procesos de desarrollo de proyectos

de energías alternativas, monitoreo de la aplicación de las normativas de regulación y el impulso de la investigación.

Por su parte las estrategias de adaptación deben ser implementadas por las comunidades y responder específicamente a las condiciones y necesidades de cada localidad, por ello aun cuando se pueden desarrollar estrategias adaptativas con lineamientos generales que son similares entre localidades diferentes, la articulación de la misma siempre es específica para una comunidad.

La construcción de la estrategia de adaptación al cambio climático para la comunidad de Fakcha Llakta es el resultado del análisis de más de 50 años de información climática de la localidad y del reconocimiento de las características naturales del área de estudio, así como del conocimiento de las características sociales de la población y de la percepción de una muestra de los habitantes acerca de los cambios de las condiciones de precipitación, temperatura y humedad relativa, y sus efectos sobre la salud, la agricultura y, en consecuencia, sobre el confort de la población, que se manifiesta como agrado o desagrado ante las variaciones climáticas. También se consideraron los aportes realizados por otros autores en comunidades similares, así como los aspectos agroecológicos y de sostenibilidad al momento de plantear las acciones de la estrategia.

De igual manera es imposible la construcción de la estrategia para la adaptación al cambio climático en la comunidad de Fakcha Llakta o cualquier otra comunidad andina, sin la consideración de la cosmovisión de la comunidad. Este proceso de construcción se presenta en la figura 18, en la cual se debe destacar el proceso de evaluación constante que debe existir como parte de un proceso de investigación continua y en el cual se incorpore la comunidad a través de sus aportes en cuanto a la percepción de los resultados de la aplicación de la estrategia.



**Figura 18.** Proceso de construcción de la estrategia de adaptación al cambio climático para la comunidad de Fakcha Llakta.

Para las estrategias de adaptación se han planteado diversos enfoques: a) el enfoque basado en ecosistemas; b) el enfoque basado en comunidades; c) el enfoque integral; y d) el enfoque de derechos humanos (Anchante, *et al*, 2012).

La estrategia que se propone para la comunidad de Fakcha Llakta se ha optado por el enfoque integrado que considera aspectos del enfoque basado en ecosistemas y en comunidades. Es por ello que luego de analizar la percepción de los pobladores, se planteó el desarrollo de una estrategia conformada por 7 áreas cada una de ellas conformada por objetivos los cuales se operacionalizan en acciones concretas. La justificación de cada área se presenta en la estrategia de manera de poder brindar a la comunidad una visión de la importancia de la ejecución de las acciones

propuestas para cada objetivo, adicionalmente se presenta a continuación un análisis sinóptico de los riesgos a los cuales se expone la comunidad como consecuencia de los efectos del cambio climático en la zona.

#### **4.4.1 Impactos potenciales del cambio climático sobre la comunidad de Fakcha Llakta.**

La vulnerabilidad de una comunidad de vocación agrícola frente al cambio climático es definida por Altieri y Nicholls (2013) como la posibilidad de pérdida de biodiversidad, pérdida de recursos (como suelo y agua) o pérdida de la productividad de un agroecosistema o de las características socio-culturales clave.

Esta vulnerabilidad depende de tres elementos, siendo el primero el nivel de exposición o riesgo definida como la probabilidad de un proceso amenazante de afectar un área y la sensibilidad del área ante la amenaza. En segundo lugar, se tiene la intensidad que incluye también la frecuencia del proceso amenazante y finalmente se contempla el impacto referido como los efectos de los procesos amenazantes sobre aspectos particulares (Altieri & Nicholls, 2013)

El análisis de las series climáticas y las entrevistas realizadas en la comunidad de Fakcha Llakta permiten reconocer la vulnerabilidad del sector ante el cambio climático y las variaciones climáticas. La relevancia de este diagnóstico radica en que combina el riesgo analizado desde una visión técnica a través de la revisión de las series climáticas, con la percepción y la vivencia de la comunidad.

Esta relación permite plantear los posibles impactos que generarían los eventos amenazantes, los cuales son: el cambio en la frecuencia de las lluvias, la imprevisibilidad del inicio del periodo de lluvias, la disminución de la precipitación, la variación de las temperaturas matutinas y nocturnas, y el incremento de la radiación (Tabla 2).

**Tabla 2.** Encadenamiento de impactos y consecuencias antes las amenazas causadas por el cambio climático o la variabilidad climática en la comunidad de Fakcha Llakta.

<b>Amenaza</b>	<b>Impacto</b>	<b>Consecuencia</b>
<b>Aumento de la frecuencia de las lluvias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la actividad turística</li> <li>• Daño a los cultivos</li> <li>• Entorpece las labores de manejo de los cultivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuyen los ingresos económicos</li> <li>• Incrementa los gastos en alimentos</li> <li>• No permite la seguridad alimentaria</li> </ul>
<b>Imprevisibilidad del inicio del periodo de lluvias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de cultivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuyen los ingresos económicos familiares</li> <li>• Incrementan los gastos en alimentos</li> <li>• Disminuye la seguridad alimentaria</li> </ul>
<b>Disminución de la cantidad de agua precipitada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de cultivos</li> <li>• Disminución del caudal del río</li> <li>• Deterioro del bosque protector</li> <li>• Aparición o aumento de plagas para los cultivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la seguridad alimentaria</li> <li>• Disminución de los ingresos familiares</li> <li>• Aumento de gastos en los alimentos</li> <li>• Disminución de la actividad turística</li> <li>• Pérdida de biodiversidad</li> <li>• Uso de agroquímicos para controlar las plagas</li> </ul>
<b>Disminución de las temperaturas matutinas y nocturnas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afectación a la salud</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de hábitos de vestido</li> <li>• Disminución de la calidad de vida</li> <li>• Disminución del tiempo dedicado a atender las chacras</li> </ul>

<b>Incremento de la radiación solar</b>	• Afecciones en la piel	• Deterioro de la salud
	• Daño a los cultivos	• Disminución de la seguridad alimentaria
	• Disminución de las jornadas de labor en las chacras	• Disminución de los ingresos familiares • Aumento de gastos en los alimentos

#### **4.4.2 Propuesta de la estrategia de adaptación al cambio climático para la comunidad de Fakcha Llakta.**

La estrategia de adaptación se concibe como un proceso de revisión continua, inclusiva y sujeto a actualización mediante procesos de evaluación en cada etapa en la cual se sugiere la incorporación de entes estatales y apoyo técnico por parte de la universidad.

Para poder abordar de manera integral las necesidades detectadas en la comunidad generadas por los efectos del cambio climático, la estrategia presenta siete (7) Áreas de acción, las cuales cuentan con objetivos y acciones correspondientes.

Hay que destacar que las acciones para enfrentar el cambio climático poseen una fuerte dimensión institucional (Campos, *et al*, 2013), por lo que es necesario el apoyo de las mismas para la consecución de algunos elementos propuestos. Sin embargo, se requieren instituciones más flexibles y menos dependientes del poder centralizado para tener un accionar más eficiente en las comunidades.

En caso que las instituciones regionales no tengan la capacidad de respuesta requerida ante los procesos de incertidumbre que genera la variabilidad climática, Altieri y Nicholls (2008) hacen énfasis en la autogestión inventiva, el conocimiento experimental y el uso de recursos locales por parte de las comunidades.

Considerando que la propuesta que se presenta está fundamentada en un enfoque integral, se hará énfasis en el incremento de la resiliencia del sistema

agroprodutivo local mediante el incremento de la biodiversidad y fundamentalmente de la agrobiodiversidad (Altieri & Nicholls, 2013).

## ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA PARA LA COMUNIDAD DE FAKCHA LLAKTA

La estrategia que se presenta a continuación está dividida en 7 áreas cuyos objetivos y acciones propuestas pretenden dar respuesta a las inquietudes de la comunidad y ajustarse a las condiciones climáticas locales analizadas en datos correspondientes a los años transcurridos entre 1950 y 2015. Cada área propuesta se encuentra brevemente justificada y cada acción relacionada a los objetivos presenta una descripción que permita visualizar la importancia que posee en el planteamiento integral de la estrategia.

El área 6 correspondiente a la sensibilización permitirá la apropiación de la estrategia por parte de la comunidad, mientras que el área 7 relacionada con la investigación es fundamental como parte del proceso de evaluación de la efectividad de la estrategia.

---

### Área 1: Agricultura sostenible

---

**Justificación:** La comunidad de Fakcha Llakta manifiesta que la agricultura es uno de los sistemas más afectados por las variaciones en las precipitaciones, la disminución de la humedad relativa y el aumento de la temperatura y la radiación. Se debe dar respuesta a los impactos actuales y desarrollar acciones para minimizar la amenaza futura consecuencia del cambio climático, así como minimizar el impacto de la variabilidad climática. Algunas de estas acciones pueden formar parte de los procesos adaptativos que ha venido desarrollando la comunidad pero deben ser reforzados y puestos en valor para que sean implementadas en todas las chacras de la localidad.

**Responsables:** Ministerio de Agricultura y Ganadería.

---

Objetivo	Acciones	Descripción
----------	----------	-------------

---

<b>1.1. Aumentar la resiliencia del sistema mediante la diversificación de las chacras en la comunidad de Fakcha Llakta</b>	1.1.1. Consolidar los policultivos y cultivos intercalados en todas las chacras de la localidad.	Los policultivos, así como el sistema de intercalar de rubros aumentan la diversidad biológica y productiva al minimizar el impacto de los organismos no deseados (plagas y enfermedades) así como dan una mayor resistencia a los cultivos ante la variabilidad climática relacionada con la precipitación y la sequía.
	1.1.2. Aumentar el número de rubros por chacras al menos a 70 especies de las cuales 40% deben ser alimentarias	Se observan mejores resultados en el desarrollo de policultivos o cultivos intercalados de especies que no están muy estrechamente emparentadas (diferencias a nivel de familias (Solanaceae-Leguminosae, Solanaceae-Fabaceae, entre otras combinaciones) También son eficiente para mejorar la seguridad alimentaria de las familias  La meta correspondiente a la acción 1.1.2 está ajustada a los datos reportados por Aranguren, Vélez y Calderón (2018) y Chalampunte (2018) para la comunidad de Fakcha Llakta.
	1.1.2. Incrementar el cultivo simultáneo de variedades genéticas de los rubros de mayor interés alimentario (papa, fréjol y maíz) en cada chacra.	Adicional a los sistemas de policultivo, es necesario el desarrollo de cultivos con una mayor diversidad genética. Esto es posible a través del cultivo de variedades genéticas que posibiliten al pequeño productor obtener ventaja de las características de resistencia a la sequía, radiación, déficit de humedad, entre otras variaciones climáticas

---

1.1.3. Incrementar la diversidad genética local mediante el aumento de variabilidad genética en los cultivos de las chacras de la comunidad	Adicional al aumento de la variabilidad genética dentro de las chacras, es necesario aumentar la diversidad genética entre cultivos de diversos propietarios para incrementar la diversidad genética de la localidad, lo cual a mediano plazo favorecerá a los productores locales mediante la evaluación de las variedades que mejor se adaptan a las diversas condiciones climáticas y de suelo que se encuentran en la comunidad. Por ejemplo el maíz presenta 29 variedades en el Ecuador y 17 de ellas en la Sierra Andina (Chalampunte, 2018), lo cual puede ofrecernos una meta para la variedad de este rubro en la localidad
1.1.4. Desarrollar un sistema de selección de variedades mejor adaptadas por rubros.	El incremento de la variabilidad genética particular y de la localidad permitirá seleccionar aquellas variedades que respondan mejor a las condiciones locales. Sin embargo, es fundamental que al realizar esta selección no se abandone la siembra de otras variedades que inicialmente parezcan menos productivas pues éstas conforman un reservorio necesario ante futuros cambios en el sistema climático. La selección debe ser realizada sistemáticamente y manteniendo un registro de las características seleccionada por rubro.
1.1.5. Sistematizar el proceso de rotación de cultivos.	Aun con los sistemas de cultivo intercalado, es recomendable el desarrollo de la rotación de cultivos para garantizar el adecuado

---

		<p>mantenimiento de los nutrientes del suelo y controlar las plagas presentes en el mismo tales como nematodos y hongos. Para ello se sugiere la sistematización de la rotación realizando un seguimiento adecuado de la misma.</p>
<p><b>1.2. Ajustar el calendario de cultivo como herramienta para brindar mayor seguridad al productor</b></p>	<p>1.2.1. Evaluar la efectividad del calendario agrícola de la comunidad de Fakcha Llakta e incorporar las modificaciones que sean necesarias.</p>	<p>La evaluación del calendario agrícola construido junto a la comunidad por Arias y Aranguren (2018) se hace necesaria ante las manifestaciones de la población acerca de los problemas que han encontrado en su ejecución. El calendario es un producto cultural que puede estar siendo afectado en su efectividad por la variabilidad climática por ello debe ser evaluado frecuentemente.</p>
	<p>1.2.2. Mejorar los sistemas de predicción climatológica mediante información meteorológica y etnometeorológica</p>	<p>Es necesario para la comunidad de agricultores de Fakcha Llakta el contar con alguna guía que les permita reconocer las posibles situaciones que enfrentarán en cuanto al inicio del período de lluvias y la intensidad de las mismas. Por ello se plantea el desarrollo de estrategias de monitoreo básicas para el reconocimiento de ambos procesos. Esta acción puede ir acompañada de las actividades de investigación desarrolladas por actores locales como la Universidad. Igualmente se plantea el desarrollo de un proceso de investigación que permita poner en valor el conocimiento etnometeorológico ancestral</p>

		que pueda servir de apoyo para la implementación del calendario de cultivo
<b>1.3. Implementar sistemáticamente técnicas para una gestión eficiente de los suelos</b>	1.3.1. Sistematizar la aplicación de coberturas verdes y/o mulching	<p>Los miembros de la comunidad manifiestan que han utilizado las coberturas plásticas para proteger el suelo, sin embargo, sus resultados no han sido eficientes, quizá porque este tipo de coberturas puede estar afectando el suelo mediante el proceso de solarización el cual incrementa la temperatura del mismo. Por ello utilizar el mulching puede ser una estrategia más eficiente para el mantenimiento de la humedad del suelo, la protección de la radiación intensa y la incorporación paulatina de materia orgánica.</p> <p>En otros espacios de la chacra se puede utilizar la cobertura verde con la incorporación de trébol, el cual es de utilidad para las familias permite la fijación de nitrógeno en el suelo.</p>
	1.3.3. Sistematizar el manejo orgánico del suelo	La frecuencia de precipitaciones aun cuando no son abundantes, puede acelerar el lavado de los nutrientes del suelo ocasionando la disminución de la producción local. Por ello se plantea la necesidad de un programa de monitoreo del suelo por parte de la comunidad, guiado por investigadores especializados que evalúe los procesos de incorporación

---

de nutrientes a través de la incorporación de abonos orgánicos durante los procesos de preparación del suelo y desarrollo de cultivos. Aranguren, Vélez y Calderón (2018) señalan que en 6 de las chacras estudiadas en la comunidad se abona el suelo a través de material con compostaje previo y la incorporación directa de material orgánico. Esta práctica debe sistematizarse y ampliarse a todas las chacras de la comunidad preferiblemente a través del compostaje previo.

---

1.3.4. Desarrollar un centro comunitario de producción de insumos orgánicos

Ante la necesidad de generar una gran cantidad de abono orgánico para las chacras de Fakcha Llakta se requiere de un espacio en la comunidad que permita la elaboración sistemática de abonos orgánicos. Este centro a mediano plazo proveerá los bioinsumos para la fertilización y control de enfermedades para la comunidad de Fakcha Llakta y a largo plazo puede ser un centro de producción de estos bioinsumos para su comercialización con otras comunidades. De igual manera se establecería como un espacio de experimentación e investigación en el área de producción de insumos agrícolas orgánicos.

La comunidad elabora purines con diferentes combinaciones de materiales y plantas (Aranguren, Vélez & Calderón, 2018). Esta producción que se realiza de manera particular por los productores

---

		puede ser generalizada para una producción que sirva a todos los criadores de chacras de la comunidad.
<b>1.4. Diversificar los sistemas productivos mediante la incorporación de cría de especies medianas</b>	1.4.1. Desarrollar la producción de especies medianas (cuy, conejo, aves de corral)	Para garantizar la seguridad alimentaria de las familias es necesario la incorporación de una fuente de proteínas de origen animal a la dieta. La comunidad posee experiencia en la cría del cuy el cual posee gran importancia para la comunidad y las aves de corral. A este proceso se le puede sumar la cría de otras especies como el conejo para consumo familiar. Nogales, Aranguren, Vélez y Calderón (2018) señalan que sólo el 43% de las familias que se incluyeron en su investigación poseían animales para consumo, por ello se cree necesario que se amplíe la cría de especies medianas a la mayoría de la comunidad. Los mismos autores manifiestan que la crianza es principalmente para la venta como platos preparados para el turista y con el dinero obtenido compran principalmente carbohidratos, lo cual haría necesario el desarrollo de programas de promoción del consumo de proteína animal por los pobladores para mejorar la calidad de la alimentación en la comunidad.
	1.4.2. Desarrollar de sistemas de acuicultura familiar	Otra fuente importante de proteínas que puede desarrollarse en la comunidad es la cría de peces. El estudio preliminar de la factibilidad de cría de peces en la comunidad (Nogales, Aranguren, Vélez y

---

		<p>Calderon, 2018) demuestran la posibilidad de desarrollar estanques para la cría de tilapia roja (<i>Oreochromis spp.</i>) y posteriormente, luego de establecerse este rubro incorporar cachama (<i>Colossoma macropomum</i>) o preñadilla (<i>Astroblepus cyclopus</i>) las cuales son especies de la región y cuya carne es apreciada por los pobladores locales.</p>
<p><b>1.5. Incrementar las acciones comunitarias</b></p>	<p>1.5.1. Construcción y manejo de áreas de cultivo comunal</p>	<p>La experiencia de trabajo comunitario en la comunidad forma parte de sus relaciones ancestrales, el desarrollo de las mingas son una expresión de las mismas. Por ello la elaboración de un área de cultivo comunal servirá como un espacio de encuentro, experimentación e investigación, así como un punto en el cual se pueden mantener y hacer seguimiento al desarrollo de variedades de cultivares de los diferentes rubros.</p>
	<p>1.5.2. Fortalecer el sistema de intercambio de semillas entre pobladores de Fakcha Llakta y con otras comunidades</p>	<p>La sostenibilidad del sistema se ve incrementada con la independencia de insumos externos. Por ello es necesario fortalecer la experiencia de intercambio de semillas que se viene desarrollando en la comunidad y ampliarla hacia el intercambio con semillas y variedades de otras comunidades para mejorar la diversidad genética y fortalecer la resiliencia del sistema.</p>

---

<b>1.6. Desarrollar estrategias para propiciar microclimas favorables a los cultivos</b>	1.6.1. Implementación de siembra de plantas como rompe vientos, cercas vivas y que a su vez contribuyan a la producción vegetal y animal	Para disminuir los efectos de la fuerte radiación solar, la pérdida de humedad del suelo y el viento, se propone la siembra de árboles en las periferias de los cultivos con la finalidad de generar microclimas óptimos para los cultivos. Estos árboles pueden ser frutales, para la producción de material vegetal para alimentar a las especies medianas, la producción de compost o multifuncionales (ej. leguminosas)
--	--	---

---

## Área 2: Gestión de los recursos hídricos

**Justificación:** La disminución de la cantidad de precipitación en la comunidad es una de las consecuencias previsibles en la comunidad de Fakcha Llakta. Esta disminución aun cuando puede estar enmascarada con la frecuencia de las lluvias y su irregularidad, es un factor determinante para el desarrollo de las chacras y la seguridad alimentaria de la comunidad, por consiguiente, se plantea esta área estratégica para la adaptación ante las consecuencias previsibles del cambio climático y la variabilidad climática

**Responsables:** Ministerio del ambiente

<b>Objetivo</b>	<b>Acciones</b>	<b>Descripción</b>
<b>2.1. Reducir del riesgo de escasez de agua para consumo y riego ante la variabilidad climática.</b>	2.1.1. Fomentar y sistematizar los sistemas de cosecha de agua	La experiencia de cosecha de agua ya ha sido implementada por algunas familias de la localidad, pero es necesario que se haga común la aplicación del sistema por todas las familias debido a la intensificación de la disminución del suministro regular del agua para consumo y para riego al que se podrá enfrentar la comunidad en el futuro.

---

2.1.2. Aplicar técnicas de almacenamiento y conservación de agua.	Desarrollar programas de capacitación en técnicas adecuadas para el almacenamiento, conservación y tratamientos de potabilización del agua que permita aumentar la autonomía de las familias en cuanto al uso del recurso para consumo y disminuir los gastos ocasionados por la compra de botellones de agua.
2.1.3. Desarrollar sistemas para la reutilización de aguas.	La reutilización de aguas en los períodos de escasez por sequías puede contribuir a mejorar la productividad de las chacras. Debe considerarse que por tratarse de aguas grises, su uso debe ser cuidadoso para que no tengan contacto directo con la producción de algunos rubros.
2.1.4. Mejorar la capacidad de retención de agua del suelo	Como mecanismos para evitar el consumo de mayor cantidad de agua por riego, la incorporación de materia orgánica al suelo no sólo mejora la fertilidad del mismo sino que aumenta la capacidad de retención del agua. De allí a que el desarrollo de suelos a través de abonos orgánicos podrá influir de diversas maneras sobre la calidad del mismo para los cultivos. Igualmente por el desarrollo de la fauna edáfica, la permeabilidad en épocas de lluvias se verá incrementada generando otro factor positivo para el desarrollo de las chacras.

---

<b>2.2. Mejorar los sistemas de distribución de agua en los cultivos</b>	2.2.1. Ejecución de mingas para el mantenimiento de las acequias	Esta es una medida que viene realizando la comunidad y debe mantenerse para garantizar el adecuado suministro de agua para el riego de las chacras en periodos de sequía
	2.2.2. Implementar sistemas de riego por goteo para el desarrollo de algunos cultivos de las chacras	La tecnificación en algunos cultivos de las chacras es una alternativa que debe ser considerada. El riego por goteo favorecería a la disminución del gasto de agua para el mantenimiento de las chacras y puede ser muy favorable para los cultivos debido a que puede prevenir el lavado de nutrientes del suelo. Lo que hace compleja su implementación es la necesidad de apoyo técnico para su implementación y aplicación de modo de evitar daños al cultivo por formación de costras y salinización, además que son sistemas que implican una inversión de capital moderada.

---

**Área 3: Mantenimiento del bosque protector: gestión integral e integrada del bosque/conservación del ecosistema**

---

**Justificación:** La estrategia de adaptación al cambio climático bajo un enfoque integral debe considerar necesariamente el ecosistema en el cual se enmarca una comunidad y atender el mantenimiento del mismo. La conservación del bosque contribuirá al mantenimiento de las características microclimáticas de las chacras, aporta servicios ecológicos importantes como los son polinizadores, insectos controladores de plagas, materia orgánica y microorganismos del suelo para el desarrollo de bioinsumos, al mismo tiempo que contribuye a incrementar la complejidad del sistema lo cual aporta directamente a la resiliencia frente al cambio climático y la variabilidad climática.

---

---

*Responsables:* Ministerio del Ambiente, GAD Parroquial de Miguel Egas Cabezas

---

<b>Objetivo</b>	<b>Acciones</b>	<b>Descripción</b>
<b>3.1. Conservar el ecosistema del bosque protector como espacio biodiverso para el incremento de la complejidad del sistema socio-natural de la comunidad de Fakcha Llakta</b>	3.1.1. Aplicar programas de reforestación con especies nativas.	La conservación del bosque debe ser una prioridad para la comunidad por diversos motivos. El primero de ellos es que la diversidad del bosque permite aumentar la complejidad del sistema que incide directamente en las chacras y en el incremento de la resiliencia del sistema ante la variabilidad climática. En segundo lugar el bosque permite el mantenimiento del río que es fundamental para la comunidad. Y finalmente el bosque y el río son atractivos turísticos de la comunidad que favorecen el ingreso económico.
	3.1.2. Acciones de limpieza y desmalezamiento selectivo del bosque	Se requiere de la realización de mingas para el desmalezamiento selectivo del bosque y el mantenimiento de la salud de los árboles presentes. Para ello se deben tener presentes criterios técnicos para el manejo forestal por lo cual es necesario el apoyo técnico para la implementación de esta acción y así evitar dañar el desarrollo de árboles que en un futuro sustituirán a aquellos que vayan desapareciendo del sistema.
	3.1.3. Construcción y desarrollo de un vivero de especies forestales	Para mantener un constante flujo de especies en el sector se precisa de la siembra y selección de árboles principalmente autóctonos, aunque no

---

---

se descarta la siembra de otras plantas como el Eucaliptus en caso de querer mantener la estructura actual del sistema. Sin embargo se enfatiza que siempre es fundamental para el manejo forestal de restauración el uso de especies nativas que favorecerán la aproximación de otros organismos locales que pueden favorecer el desarrollo de las chacras.

---

#### **Área 4: Salud: monitoreo de la salud ciudadana**

---

**Justificación:** De acuerdo con la percepción de la comunidad, la variabilidad climática está afectando actualmente la salud en la población de Fakcha Llakta y adicionalmente es necesario prever los efectos sobre la salud que ejercerá el cambio climático. La salud es un aspecto de suma importancia para el buen vivir y un adecuado sistema de monitoreo de enfermedades y vectores de las mismas puede ser de gran ayuda para generar procesos adaptativos en la comunidad.

**Responsables:** Ministerio de Salud.

---

<b>Objetivo</b>	<b>Acciones</b>	<b>Descripción</b>
<b>4.1. Desarrollar medidas de prevención para los efectos sobre la salud que puede ocasionar el cambio</b>	4.1.1. Mejora de las medidas de monitoreo y control de enfermedades sensibles a la variabilidad climática.	La variabilidad climática puede incrementar la frecuencia de enfermedades respiratorias en la comunidad y el aumento de la temperatura y la necesidad de almacenar agua puede generar un espacio para la expansión de vectores transmisores de enfermedades virales. Para ello es imprescindible el monitoreo y seguimiento de los procesos de

---

---

**climático y la  
variabilidad climática  
en la comunidad**

4.1.2. Mejorar los procesos de potabilización de agua y control de aguas residuales.

morbilidad en la comunidad para generar alertas tempranas y mecanismos de prevención en la comunidad.

Ante la disminución de las precipitaciones que se prevé como consecuencia del cambio climático, el proceso de almacenamiento de agua para el consumo es una alternativa que deben considerar los habitantes de Fakcha Llakta. Estos procesos de almacenamiento y potabilización deben ser eficientes para evitar el desarrollo de posibles vectores transmisores de enfermedades así como de enfermedades gastrointestinales por el consumo de aguas contaminadas por parásitos protozoarios.

---

### **Área 5: Gestión integral de los residuos sólidos**

**Justificación:** Aun cuando el problema de residuos sólidos en la comunidad es mencionado como un aspecto que incide sobre el turismo, se incorporó esta área en la estrategia por su relación con las situaciones de salud y por el aporte que puede brindar la clasificación de residuos orgánicos al desarrollo de composteros.

**Responsables:** GAD Municipal de Otavalo.

---

<b>Objetivo</b>	<b>Acciones</b>	<b>Descripción</b>
-----------------	-----------------	--------------------

---

<p><b>5.1. Desarrollar un programa integral para el manejo de residuos sólidos para mejorar las condiciones de vida de la comunidad y aporte insumos para el desarrollo de abonos orgánicos</b></p>	<p>5.1.1 Impulsar un programa para el manejo de residuos sólidos haciendo énfasis en el proceso de clasificación y reciclaje.</p>	<p>Un programa de manejo de residuos sólidos centrado en la clasificación y reciclaje permitirá disminuir la cantidad de residuos presentes en el río, minimizar la cantidad de residuos que pueden convertirse en un futuro en focos de desarrollo de vectores de transmisión de enfermedades virales y adicionalmente la recolección de materia orgánica que sirva de insumo para la elaboración de compost que posteriormente se incorporará a las chacras</p>
---	---	---

---

**Área 6: Sensibilización y educación ciudadana**

**Justificación:** El área de sensibilización y educación ciudadana es de gran importancia en el desarrollo de la estrategia de adaptación pues es a través de esta que se incorporará a la comunidad en el desarrollo de las actividades. Por ello se puede considerar esta área como el área 7 relacionada con la investigación como ejes transversales de la estrategia.

**Responsables:** Ministerio del Ambiente, Ministerio de Agricultura y Ganadería.

---

<b>Objetivo</b>	<b>Acciones</b>	<b>Descripción</b>
-----------------	-----------------	--------------------

---

<p><b>6.1. Sensibilizar a la población acerca del cambio climático, la variabilidad climática su causas y consecuencias para la comunidad de Fakcha Llakta</b></p>	<p>6.1.1. Diseño y ejecución de charlas y campañas de divulgación para la comunidad y en la escuela relacionadas con las consecuencias del cambio climático para la comunidad de Fakcha Llakta y las acciones a considerar para minimizar el riesgo.</p>	<p>Las acciones de sensibilización, formación y capacitación dirigidas a la comunidad deben ser ejecutadas desde la educación formal, no formal e informal, destacando las consecuencias del cambio climático y la variabilidad climática específicamente para la comunidad de Fakcha Llakta. Esta asociación permitirá a la población identificarse con la estrategia de adaptación y facilitará su desarrollo.</p>
<p><b>6.2. Fortalecer las capacidades en la comunidad para el desarrollo de acciones agroecológicas para el manejo de sus chacras y la consolidación de la seguridad alimentaria</b></p>	<p>6.2.1. Diseño y ejecución de talleres para fortalecer el desarrollo de técnicas agroecológicas en las chacras de la comunidad, a través de la incorporación de los miembros de la comunidad como ejemplo del uso de algunas técnicas y monitores del desarrollo de las mismas</p>	<p>En la comunidad se hacen uso de diversas técnicas agroecológicas que son útiles para el proceso de adaptación al cambio climático y para mejorar la seguridad alimentaria. Por ello el diseño y ejecución de talleres en los cuales se incorporen a estos agricultores como parte del equipo de capacitación y en el cual se analicen los aciertos y posibles errores al aplicar algunas técnicas, puede ser de gran valor para la incorporación de otros agricultores a la aplicación de la agroecología en sus chacras.</p>

<b>6.3. Fomentar el uso de técnicas de cosecha, almacenamiento y tratamiento de potabilización de agua</b>	6.3.1. Diseño y ejecución de talleres para el desarrollo de competencias para la ejecución de proyectos de cosecha, almacenamiento y potabilización de agua en la comunidad.	Este proceso contribuirá a la salud de las familias de la comunidad y al mismo tiempo puede ser una respuesta para el riego necesario en los periodos de sequía.
--	--	--

---

### Área 7: Investigación

---

**Justificación:** El desarrollo de la estrategia de adaptación debe ser evaluada constantemente tanto por la comunidad como por agentes externos. Por ello es necesario el desarrollo de procesos de investigación constantes que contribuyan al desarrollo de las acciones de las otras áreas de la estrategia de adaptación y al mismo tiempo permita la evaluación de la eficiencia de la misma.

**Responsables:** Ministerio del Ambiente, Instituciones educativas.

<b>Objetivo</b>	<b>Acciones</b>	<b>Descripción</b>
<b>7.1. Desarrollar una línea de investigación referida al monitoreo y consecuencias del cambio climático y la variabilidad climática</b>	7.1.1. Desarrollar un programa de monitoreo del clima que permita a mediano plazo el desarrollo de pronósticos del tiempo meteorológico	Esta acción es necesaria para poder mantener un seguimiento del cambio climático e intentar buscar patrones que permitan una mejor adaptación a la variabilidad climática por parte de la comunidad. Los procesos de pronóstico del tiempo meteorológico son complejos, sin embargo, existen programas y aplicaciones que permiten el monitoreo en tiempo real de la situación atmosférica diaria o semanal que puede contribuir al manejo de las chacras en la comunidad si éstas se divulgan

---

**en la comunidad de  
Fakcha Llakta.**

y se realiza la capacitación requerida para el uso de las mismas. Es necesario también recordar que esta es una de las solicitudes de la comunidad de agricultores para el manejo de sus chacras.

---

7.1.2. Realizar una puesta en valor de los conocimientos etnometeorológicos de los habitantes de la comunidad de Fakcha Llakta

La cosmovisión andina es el producto de un proceso cultural ancestral cuyo valor adaptativo ante el cambio climático ha sido reconocido por la FAO (Altieri y Nicholls, 2013). El manejo de las chacras ante las condiciones cambiantes del clima puede tener respuesta en el conocimiento ecológico tradicional y dentro de este conocimiento el etnometeorológico, por lo cual la puesta en valor de este y otros conocimientos puede ser una herramienta útil para la adaptación al cambio climático

---

7.1.3. Desarrollar proyectos para el modelamiento de escenarios locales del efecto del cambio climático.

El desarrollo de modelos de escenarios futuros para la comunidad es una herramienta de gran utilidad para la planificación. Los modelos existentes muestran las tendencias para la Región Andina y el Ecuador, pero es de interés referencias más cercanas que permitan la incorporación de variables a escala media.

---

7.1.4. Elaborar el mapa de vulnerabilidad de la comunidad en función de los efectos del cambio climático y la variabilidad climática

El mapa de vulnerabilidad (mapa de riesgo) para la comunidad es una herramienta de planificación importante que permite la toma de decisiones acertadas para evitar los efectos de la variabilidad climática

---

		y el cambio climático en la comunidad. Este mapa debe centrarse en el efecto que tiene el clima sobre los cultivos locales.
<b>7.2. Desarrollar una línea de investigación acerca de cambio climático, variabilidad climática y agroecología en la comunidad de Fakcha Llakta</b>	7.2.1. Desarrollar programas de selección de variedades de cultivares óptimas para la comunidad de acuerdo con los escenarios de cambio climático modelados para el área	Este es un proceso que debe hacerse sistemáticamente junto a los productores de manera de poder seleccionar los cultivares más adecuados y al mismo tiempo conservar in situ la diversidad genética local. Estas variedades de los cultivos pueden ser referente para otras localidades cercanas que enfrentan las misma problemática ante el cambio climático y la variabilidad climática que la comunidad de Fakcha Llakta.
	7.2.2. Implementar un programa de monitoreo del suelo conjunto entre técnicos y miembros de la comunidad para evaluar los procesos de mejoramiento por la incorporación de abonos orgánicos	El proceso de manejo orgánico del suelo produce resultados que pueden ser visibles a corto, mediano y largo plazo. Los mejores resultados se observan a mediano y largo plazo y están relacionados con factores económicos. Sin embargo, el productor puede centrar su atención sólo en los resultados a corto plazo y esto modificar su toma de decisiones. Por ello un programa de investigación que permita monitorear las características del suelo durante la aplicación de abonos orgánicos le producirá la confianza suficiente al productor para la implementación de la agricultura orgánica como mejor alternativa de producción en las chacras

	<p>7.2.3. Analizar los efectos de los bioinsumos para el control de enfermedades emergente y recurrentes en los cultivos</p>	<p>La aparición y aumento de frecuencia de algunas enfermedades en las plantas y en las semillas es uno de los problemas que enfrenta actualmente la comunidad de Fakcha Llakta. Ante esta situación y su renuencia a la aplicación de agroquímicos es necesario el desarrollo de bioinsumos locales con niveles de efectividad comprobables para mantener la producción de alimentos sanos en la localidad.</p>
<p><b>7.3. Desarrollar una línea de investigación acerca de cambio climático, variabilidad climática y salud en la comunidad de Fakcha Llakta</b></p>	<p>7.3.1. Desarrollar programas para la identificación, monitoreo y control de enfermedades asociadas al cambio climático y la variabilidad climática</p> <p>7.3.2. Analizar las consecuencias del cambio climático sobre la emergencia y proliferación de vectores para el desarrollo de pronósticos de alerta temprana ante la posibilidad de aparición de nuevas enfermedades en la comunidad.</p>	<p>Asociado al área de salud, se debe realizar un programa de monitoreo de enfermedades emergentes en la comunidad. Los modelos de escenarios del cambio climático para el 2050 muestran una clara elevación de la temperatura que es coherente con los cambios observados en los análisis de series climáticas, por ello se puede esperar que el nicho de especies de insectos vectores se amplíe hacia estos espacios interandinos. De allí la importancia de un programa de investigación que ese enfoque en la posibilidad de ampliación del área de distribución de determinadas enfermedades antes restringidas a otras altitudes.</p>



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

No se encontraron cambios, estadísticamente significativos, en las variables climáticas estudiadas entre 1950 y 2015, a pesar de evidenciarse una disminución en los valores de precipitación (p-value = 0,713), de humedad relativa (p-value= 0,278) y el incremento de la temperatura del aire (p-value=0.271). De estos cambios, el más relevante es la irregularidad en el inicio del periodo de lluvias, su concentración en los meses de cosecha y no de siembra y un incremento en la intensidad de las lluvias seguidas de períodos de sequía mayores a la media.

En contraste, los habitantes entrevistados en la comunidad de Fakcha Llakta perciben un cambio en el clima en los últimos 40 años, evidenciado a través de la imprevisibilidad de los períodos de lluvia y sequía, así como de los procesos de siembra, los cuales están unidos culturalmente a diversas manifestaciones religiosas Kichwa. También perciben una diferencia en la frecuencia de las lluvias, la cual no estaría relacionada en la data climática con su intensidad, pero que resulta un problema para la población pues afecta los procesos de siembra y al turismo local. El tercer aspecto mencionado fue un incremento en la radiación solar. Este aspecto no fue comprobado directamente por la data climática disponible, pero es considerado como un aspecto que afecta la salud y se atiende a través de la estrategia de adaptación.

Se estableció una estrategia dividida en siete (7) áreas relacionadas con la agricultura, la gestión del agua, la gestión de residuos sólidos, la conservación del bosque, el manejo del suelo, la sensibilización de la comunidad y la investigación, asumiendo estos dos últimos aspectos como elementos transversales que permiten el desarrollo de las demás áreas.

## **5.2. Recomendaciones**

Estudiar las variables meteorológicas de precipitación, temperatura y humedad relativa en otras localidades de la provincia, a fin de evidenciar cambios significativos a mayor escala. Igualmente, incorporar el análisis de la frecuencia de las precipitaciones.

Capacitar a la comunidad mediante las instituciones públicas como Ministerio de Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), y GAD parroquial como cantonal, sobre estrategias de adaptación al cambio climático y como aplicarlas.

Implementar las estrategias de adaptación al cambio climático y a la variabilidad climática para la comunidad de Fakcha Llakta la cual debe ser evaluada continuamente por la comunidad y a través de los procesos de investigación planteados. Algunos de sus alcances se podrán percibir a corto plazo, pero dada la naturaleza del cambio climático, la mayoría de los alcances serán a mediano y largo plazo.

## REFERENCIAS

- Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). (2018). *Lecciones aprendidas sobre agricultura resiliente al cambio climático para contribuir a la seguridad alimentaria y al derecho a la alimentación en América Latina y el Caribe*. AECID
- Almeida, C. S. (2017). *Cambio climático y comercio justo en Ecuador: resiliencia campesina territorial de las organizaciones de pequeños productores de la CECJ*. CECJ-CLAC-FAIRTRADE. Ecuador. Pp 14
- Amat y León, C. (2008). *El cambio climático no tiene fronteras. Impacto del cambio climático en la comunidad andina*. Agencia Española de Cooperación Internacional. Lima, Perú.
- Altieri, M. y Nicholls, C. (2008). Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. *Agroecología 3*: 7-28
- Altieri, M., y Nicholls, C. (2009). Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *LEISA Revista agroecológica*, 24(4), 5-8.
- Altieri, M., y Nicholls, C. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 8(1), 7–20. Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182921>
- A. Anchante, A. Bussalleu, L. Castaño, A. Valdés-Velásquez (2012), *El cambio climático en los Andes y la Amazonía: preguntas frecuentes*. UICN, SPDA, AECID.
- Aranguren, J. y Moncada, J. (Comps). (2018). *Sembrando vida y cultura. Las chacras como espacios multifuncionales en comunidades indígenas andinas*. Ibarra: Editorial UTN
- Arias, S. (2017). *La agenda agroecológica de las chacras familiares de la Comunidad Fakcha Llakta: base nutricional de los integrantes de la unidad productiva* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ecuador.

- Balcázar, P., González-Arratia, N. I., Gurrola, G. M., & Moysén, A. (2013). *Investigación cualitativa*. Universidad Autónoma del Estado de México. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/21589>
- Brown, O., Gallardo, Y., Correa, A., y Barrios, S. (2015). El cambio climático y sus evidencias en las precipitaciones. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 36(1), 88-101.
- Campos, M., Herrador, D., Manuel, C. y McCall, M. K. (2013). Estrategias de adaptación al cambio climático en dos comunidades rurales de México y El Salvador. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. 329-349
- Código Orgánico del Ambiente (2017). *Registro Oficial*, 983 (12 de abril de 2017). Recuperado de [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO\\_ORGANICO\\_AMBIENTE.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf)
- Comunidad Andina de Fomento. (2000). *Las lecciones de El Niño. Memorias del fenómeno El Niño 1997-1998. Retos y propuestas para la Región Andina*. Volumen IV: Ecuador, Corporación Andina de Fomento. Quito, Ecuador.
- Comunidad Andina de Naciones (2007). *Cosa sería este clima: Panorama del Cambio Climático en la Comunidad Andina*. Comunidad Andina de Naciones, PNUMA, Agencia Española de Cooperación Internacional. Lima-Perú. En: [http://www.comunidadandina.org/public/cambio\\_climatico\\_Cosa\\_seria\\_clima.pdf](http://www.comunidadandina.org/public/cambio_climatico_Cosa_seria_clima.pdf)
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Decreto legislativo 0. *Registro Oficial* 449 de 20 de octubre de 2008. Reformas en Registro Oficial-Suplemento de 13 de julio de 2011.
- Cordero, V., Vásquez, P. y Rosero, C. (2011). *Análisis situacional de la soberanía alimentaria en el contexto de la adaptación al cambio climático en el Ecuador*. Comité Nacional del Clima. –Ministerio del Ambiente del Ecuador-Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. Quito, Ecuador.

- Espejel Rodríguez, A. y Flores Hernández, A. (2015). Conocimiento y percepción del calentamiento global en jóvenes del bachillerato, Tlaxcala. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(6), 1277-1290. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342015000600011&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000600011&lng=es&tlng=es).
- FAO (2011a). *Cambio climático y seguridad alimentaria*. Recuperado de <http://www.fao.org/climatechange/1661505a3a6593f26eaf91b35b0f0a320cc22e.pdf>
- FAO (2011b). *Adaptación de la agricultura al cambio climático*. Recuperado de [http://www.fao.org/fileadmin/templates/tci/pdf/backgroundnotes/webposting\\_SP.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/tci/pdf/backgroundnotes/webposting_SP.pdf)
- Forero, E., Hernández, Y. y Zafra, C. (2014). Percepción latinoamericana de cambio climático: metodologías, herramientas y estrategias de adaptación en comunidades locales. Una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 17(1), 73-85.
- Galindo, L., Alatorre, J., y Reyes, O. (2015). Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú. *El trimestre económico*, 82(3), 489-519.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Miguel Egas Cabezas (2015). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Doctor Miguel Egas Cabezas 2015-2019*. Otavalo, Ecuador: Autor.
- González, E. (2012). La representación social del cambio climático. Una revisión internacional. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17(55), 1035-1062.
- Hernández, R., Hernández-Collado, C, y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México D.F, México: Mc Graw Hill.
- Hervías, M. (2017). *Cambio climático y sus implicaciones sobre la salud*. Universidad Complutense.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2007). *Cambio climático 2007: Informe de Síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II, y III*

*al cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).*

Intergovernmental Panel on Climate Change (2013). *Cambio climático 2013. Bases físicas. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).*

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014a). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014b). *Cambio climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Ginebra, Suiza: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC). IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2018). *Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero. [Equipo principal de redacción, Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza.*

Intergovernmental Panel on Climate Change (2021, 9 de Agosto). *El cambio climático es generalizado, rápido y se está intensificando* (Comunicado de prensa). [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/08/IPCC\\_WGI-AR6-Press-Release-Final es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/08/IPCC_WGI-AR6-Press-Release-Final_es.pdf).

- Lhumeau, A. y Cordero, D. (2012) *Adaptación basada en Ecosistemas: una respuesta al cambio climático*. UICN.
- Lugo-Morín, D., Caicedo, F., Torres-Cuapa, B., Andrade, J. y Cruz, F. (2014). Cambio climático, género y percepción: Caso de la Laguna de Yahuarcocha. *Spanish Journal of Rural Development*, 5(4), 15-22. Doi: 10.5261/2014.GEN4.02
- Magrin, G. (2015). *Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Meira-Carrea, P. y Arto-Blanco, M. (2014). Representaciones del cambio climático en estudiantes universitarios en España: aportes para la educación y la comunicación. *Educar em Revista, Curitiba, Brasil, Edição Especial*. 3: 15-33. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/er/nspe3/a03nspe3.pdf>
- Mejía, R., Cáceres, L., y Ontaneda, G. (1998). *Evidencias del cambio climático en Ecuador*. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 27(3). ISSN: 0303-7495. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=12627319>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2009). *Política Ambiental Nacional*. Ministerio del Ambiente. Quito, Ecuador
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2011). *Segunda comunicación Nacional sobre cambio climático*. Proyecto GEF/PNUD/MAE. Quito, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025*
- Moncada, J., Aranguren, J. y Lugo, C. (2018). *Una aproximación al conocimiento, de la diversidad y multifuncionalidad de las chakras andinas*. 12-35. En J. Araguren & J. Moncada, Editores: Sembrando Vida. Las chacras como espacios multifuncionales en comunidades indígenas andinas Caso Fakcha Llakta, Otavalo, Ecuador, Ecuador: Editorial UTN
- Moura, I. C. y Steil, C. A. (2012). *Percepción y ambiente. Aportes para la epistemología ecológica*. En: La percepción social del cambio climático.

- Estudios y orientaciones para la educación ambiental en México. Coord. Ortiz, B. y Velasco, C. (pp.17 – 34). Universidad Iberoamericana Puebla
- Nájera, V. (2017). *Análisis de las técnicas agrícolas ancestrales para el diseño e implementación de un modelo agroturístico en la comunidad Fakcha Llakta Otavalo - Ecuador* (Tesis de maestría). Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
- Ninahuaman, N. (2016). *Investigación bioclimática del Perú, un aporte a la educación para mitigar los efectos del cambio climático* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma De Ica, Perú.
- Olmos-Martínez, E., González-Ávila, M. E., y Contreras-Loera, M. R. (2013). *Percepción de la población frente al cambio climático en áreas naturales protegidas de Baja California Sur, México. Polis (Santiago), 12(35), 459-481.*
- Organización de las Naciones Unidas (1992). *Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)*. Recuperado de <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas (1998). *Protocolo de Kyoto*. Recuperado de <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas. (2008). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 13º período de sesiones, celebrado en Bali del 3 al 15 de diciembre de 2007 Adición Segunda parte: Medidas adoptadas por la Conferencia de las Partes en su 13º período de sesiones. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/2007/cop13/spa/06a01s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas. (2011). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 16º período de sesiones, celebrado en Cancún del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010 Adición Segunda parte: Medidas adoptadas por la Conferencia de las Partes en su 16º período de sesiones.. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/2010/cop16/spa/07a01s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas (2016). *Informe de los Objetivos del Desarrollo Sostenible 2016*. Naciones Unidas, Nueva York. Recuperado de

[https://unstats.un.org/sdgs/report/2016/the%20sustainable%20development%20goals%20report%202016\\_spanish.pdf](https://unstats.un.org/sdgs/report/2016/the%20sustainable%20development%20goals%20report%202016_spanish.pdf)

Organización de las Naciones Unidas. (2017). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 22º período de sesiones, celebrado en Marrakech del 7 al 18 de noviembre de 2016. Adición Segunda parte: Medidas adoptadas por la Conferencia de las Partes en su 22º período de sesiones. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/2016/cop22/spa/10a02s.pdf>

Ortega, K. (2011). *Cambio climático y vulnerabilidad social: reflexiones desde la cotidianidad de una comunidad afro* (Tesis de maestría). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Ecuador.

Ortiz, R. (2012). *El cambio climático y la producción agrícola*. Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de <http://www.iadb.org>

Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (2019). Registro Oficial, 507 (12 de junio de 2019). Recuperado de [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-09/Documento\\_RCOA%20RO%20507.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-09/Documento_RCOA%20RO%20507.pdf)

Rocha, Y. (2012). *Biodiversidad y cambios climáticos según el conocimiento científico y tradicional*. En: La percepción social del cambio climático. Estudios y orientaciones para la educación ambiental en México. Coord. Ortiz, B. y Velasco, C. (pp.53 – 69). Universidad Iberoamericana Puebla.

Rodríguez, R., Capa, B., y Portela, A. (2004). *Meteorología y Climatología*. Villena Artes Gráficas

Romo, M. (2015). *Levantamiento de línea base para la implementación de medidas de adaptación al cambio climático en la comunidad de Minas Chupa, Parroquia San José de Minas – Distrito Metropolitano de Quito* (Tesis de maestría). Universidad Internacional SEK, Ecuador.

Roncancio, S. S., Muñoz, J. C., y Sánchez, F. R. (2015). Estrategias de adaptación al cambio climático en dos localidades del municipio de Junín,

- Cundinamarca, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(1), 227-237.
- Sánchez, C. (2016). Evolución del concepto de cambio climático y su impacto en la salud pública del Perú. *Revista Peruana de de Medicina Experimental y Salud pública*, 33 (1), 128-138. doi: 10.17843/rpmesp.2016.331.2014
- Sandoval, E. y Díaz, S. (2016). Procesos de tomas de decisiones y adaptación al cambio climático. *Ambiente & Sociedad*, XIX (4), 175-194.
- Secretaría de Ambiente (2009). *Estrategia Quiteña al Cambio Climático*. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.
- Secretaría Nacional de Planificación. (2021). *Plan Nacional de Desarrollo 2021-2025. Creando Oportunidades*. Secretaría Nacional de Planificación.
- Soledad, B y López, M. (2018). Percepción del Cambio Climático en Estudiantes de Ingeniería De La Universidad Católica Andrés Bello: Cátedra Ecología, Ambiente y Sustentabilidad. *Revista Tekhné*. 21, 1:128-137
- Trujillo, C. (2015). Significados del agua para la comunidad indígena de Peguche, Otavalo, Ecuador: Orientaciones educativas ambientales (Tesis doctoral). Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Venezuela.
- Trujillo, C. y Lomas. R. (2014). Educación ambiental comunitaria y aprovechamiento. sustentable del Bosque Protector "Cascada de Peguche" Otavalo-Imbabura-Ecuador. *Agora-Trujillo*, 17(34), 61-78
- Van der Molen, K. (2011). Percepciones de cambio climático y estrategias de adaptación en las comunidades agrícolas de Cotacachi. *Ecuador Debate*, 82, 145-158.
- Venegas, J. (2020). *Análisis estadístico de datos meteorológicos mensuales y diarios en el periodo 2006-2018 para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el Distrito Metropolitano de Quito* (Tesis de maestría). Universidad Andina Simón Bolívar, Ecuador.

# ANEXOS

## Anexo 1

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

### *La percepción del cambio climático en la comunidad Fakcha Llakta*

Guión para entrevista semiestructurada

#### **Estimado habitante:**

Estamos realizando un estudio sobre el cambio climático en la Comunidad “Fakcha Llakta”. Su opinión es importante. Le agradecemos mucho nos otorgue unos minutos de su tiempo para responder estas preguntas.

1. PERCEPCIÓN DEL CLIMA EN LA ACTUALIDAD
  - a. ¿Cómo es el clima en la comunidad actualmente?
  - b. ¿Cómo sabe usted cuando un año va a ser lluvioso o seco?
2. CAMBIOS PERCIBIDOS EN EL CLIMA
  - a. Comparando con hace 40 años, ¿considera que el clima ha cambiado?
    - i. ¿Cómo ha cambiado?
    - ii. ¿Cuál cree que es la causa de esos cambios?
  - b. ¿Cree que han cambiado las lluvias en la zona?, ¿cómo?
  - c. ¿Cree que ha cambiado la intensidad del sol en los últimos años?
  - d. ¿Considera que han cambiado las temperaturas durante el día?
  - e. ¿Considera que han cambiado las temperaturas durante la noche?
  - f. ¿Cómo le han afectado estos cambios...
    - i. A su salud
    - ii. A los cultivos (rubros que se siembran, presencia de plagas)
    - iii. A sus ingresos económicos
    - iv. Al río
    - v. Al bosque
    - vi. A la comunidad
3. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
  - a. ¿Cómo se ha adaptado usted a los distintos cambios del clima?
    - i. Para manejar el agua
    - ii. Para manejar el suelo
    - iii. Para manejar sus cultivos
    - iv. Para los cambios de temperatura
  - b. ¿Qué acciones cree usted que puede hacer la comunidad para ayudarle a adaptarse a estos cambios?
  - c. ¿Qué acciones cree usted que pueden hacer las autoridades para ayudarle a adaptarse a estos cambios?

Datos del entrevistador: \_\_\_\_\_

Datos del entrevistado:

Nombre completo	Edad	Género	Fecha DD/MM/AA	Tiempo viviendo en la comunidad

