



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON MENCIÓN EN
DESARROLLO SOSTENIBLE

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA Y/O
DESARROLLO

Título:

“INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN CLIMÁTICA, EN RELACIÓN CON
LOS RECURSOS PRODUCTIVOS EN DOS COMUNIDADES DE LA
PARROQUIA CUSUBAMBA, PROVINCIA DE COTOPAXI”.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Gestión
Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible.

Autora:

Padilla Yanchatipan Guadalupe Elisabeth

Tutor:

PhD. Chancusig Espín Edwin Marcelo

LATACUNGA -ECUADOR

2023

AVAL DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “Influencia de la variación climática, en relación con los recursos productivos en dos comunidades de la parroquia Cusubamba, provincia de Cotopaxi” Presentado por la Ing. Guadalupe Elisabeth Padilla Yanchatipan, para optar por el título magíster en Gestión Ambiental mención Desarrollo Sostenible.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, junio, 2023



PhD. Edwin Marcelo Chancusig Espín
C.C. 0501148837

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: "Influencia de la variación climática, en relación con los recursos productivos en dos comunidades de la parroquia Cusubamba, provincia de Cotopaxi", ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Gestión Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, julio, 2023



Mg. Jaime Rene Lema Pillalaza

C.C. 1713759932

Presidente del tribunal



MSc. Guadalupe de las Mercedes López Castillo

C.C. 1801902907

Lector 2



Mg. Oscar Rene Daza Guerra

C.C. 0400689790

Lector 3

DEDICATORIA

Este fue un gran reto de superación...siempre estuviste conmigo con tu gran sabiduría me guiaste en todo momento, gracias, amada madre Rosario y a mi padre querido Jaime quien ya no está conmigo, pero sé que estaría muy orgulloso de esta nueva meta lograda, sus enseñanzas y valores siempre han perdurado en mi corazón.

A mi hermana Adriana una mujer increíble y maravillosa, quien nunca permitió que me rinda y me enseñó la perseverancia, para alcanzar mis metas y sueños.

A mis hermanos Beatriz, Moisés, Ángel, Marco y David, todos juntos de diferente manera me apoyaron, fueron la motivación para continuar este proceso.

A todas mis amigas quienes me dieron aliento para seguir adelante y cumplir con mi meta, en especial a Narcisa, Andrea, Fabiola, Paulina y Lorena.

¡Todo su apoyo se convirtió en cimientos para terminar este ciclo importante en mi vida, Muchas gracias por todo!

Guadalupe

AGRADECIMIENTO

El proceso ha sido demandante, todo su apoyo y colaboración permitieron cumplir con mi sueño.

Gracias a Dios por ser la luz en este sendero recorrido y la fuerza vital para continuar.

Gracias a la Universidad Técnica de Cotopaxi, sus autoridades y maestros, por ser parte de mi proceso de formación.

Al Dr. Edwin Chancusig, por apoyar en el desarrollo de la tesis y permitir que sea posible culminar esta etapa.

A la fundación EkoRural, por permitirme usar información valiosa, para terminar mi trabajo, en especial a Ross Borja directora ejecutiva de la institución, su colaboración y apoyo fue esencial para completar la investigación.

A mi amiga Alejandra por todo su apoyo y paciencia.

A todas las personas quienes participaron en el estudio con diferentes aportes, colegas, lideresas de los grupos de mujeres y líderes comunitarios de las comunidades de Carrillo y Compañía Baja quienes compartieron sus experiencias y opiniones.

Guadalupe

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación. “Influencia de la variación climática, en relación con los recursos productivos en dos comunidades de la parroquia Cusubamba, provincia de Cotopaxi”

Latacunga, julio, 2023



Guadalupe Elisabeth Padilla Yanchatipan

C.C. 0503247132

RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, julio, 2023



Guadalupe Elisabeth Padilla Yanchatipan

C.C. 0503247132

AVAL DEL PRESIDENTE

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: "Influencia de la variación climática, en relación con los recursos productivos en dos comunidades de la parroquia Cusubamba, provincia de Cotopaxi" contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los miembros del tribunal en la predefensa.

Latacunga. Julio de 2023



Jaime Rene Lema Pillalaza
C.C. 1713759932
Presidente del tribunal

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON MENCIÓN EN
DESARROLLO SOSTENIBLE

Título: “INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN CLIMÁTICA, EN RELACIÓN CON LOS RECURSOS PRODUCTIVOS EN DOS COMUNIDADES DE LA PARROQUIA CUSUBAMBA, PROVINCIA DE COTOPAXI”.

Autora: Padilla Yanchatipan Guadalupe Elisabeth

Tutor: PhD. Chancusig Espín Edwin Marcelo

RESUMEN

Este estudio se centró en investigar la relación entre la variación climática y los recursos productivos en dos comunidades de la parroquia Cusubamba, provincia de Cotopaxi. Los objetivos del estudio incluyeron la identificación de los datos climáticos de los últimos 30 años obtenidos de la plataforma de la National Aeronautics and Space Administration (NASA, 2022) en las comunidades de Carrillo y Compañía Baja, el análisis de la variación climática en los cultivos de maíz y papa y la socialización de la herramienta participativa llamada Pachagrama para la toma de decisiones en la agricultura en ambas comunidades. Con la identificación de los datos del periodo 1990 a 2020 de la plataforma NASA, se analizó el comportamiento de las variables climáticas precipitación y temperatura de las comunidades y mediante la aplicación de una encuesta realizada a un total de 90 personas, es decir 45 personas por comunidad; los resultados obtenidos revelaron que el 100% de las personas en las dos comunidades perciben un cambio climático, lo cual tiene relación con los datos de la NASA; en este sentido, la variabilidad climática se ha vuelto más evidente en los últimos 20 años y puede afectar los cultivos de maíz y papa, en especial por la variación de la precipitación como se aprecia en el registro de los últimos 20 años de la NASA, que muestra 14 años con medias anuales de precipitación entre 378 ml y 496 ml, cantidades insuficientes para los cultivos de papa y maíz, que requieren alrededor de 500ml a 700ml, según el INIAP (2008). Además, durante la socialización del Pachagrama se observó que las personas presentaron dificultades para registrar los datos agroclimáticos, en consecuencia, es necesario un proceso continuo de socialización.

Palabra clave: resiliencia, variabilidad climática, percepciones, herramientas participativas.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
GRADUATE SCHOOL
MASTER IN ENVIRONMENTAL MANAGEMENT WITH A MENTION
IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT.

TITLE: "Influence of climatic variation, in relation to productive resources in two communities of the Cusubamba parish, Cotopaxi province."

Author: Guadalupe Elisabeth Padilla Yanchatipan

Tutor: Edwin Marcelo Chancusig Espín, PhD

SUMMARY

This study focused on determining the relationship between climate variation and productive resources in two communities in the Cusubamba parish, Cotopaxi province. The main objectives of the study included the identification of climatic data from the last 30 years gathered from the National Aeronautics and Space Administration platform (NASA, 2022) in the communities of Carrillo and Compañía Baja, the analysis of climatic variation in corn and potato crops, and the socialization of the participatory tool Pachagrama for decision making in agriculture in both communities. With the identification of data from the period 1990 to 2020 from the NASA platform, It analyzed the behavior of precipitation and temperature in the communities, and from a survey carried out on a total of 90 people, that is, 45 people per community; the results showed that 100 % of the people in both communities perceive climate change, which is related to NASA data; In this sense, climatic variability has become more evident in the last 20 years and can affect corn and potato crops, especially due to the variation in precipitation as seen in the NASA record of the last 20 years, which shows 14 years with mean annual rainfall between 378 ml and 496 ml, insufficient amounts for potato and maize crops, which require around 500ml to 700ml, according to INIAP (2008). In addition, during the socialization of the Pachagrama, we observed that people presented difficulties to record the agroclimatic data, consequently, a continuous process of socialization is necessary.

Keywords: climate risk, resilience, perceptions, participatory tools.

Yo, Tania Elizabeth Alvear Jiménez con cédula de identidad número: 0503231763 MAGÍSTER EN LINGÜÍSTICA APLICADA A LA ENSEÑANZA DEL INGLÉS COMO LENGUA EXTRANJERA con número de registro de la SENESCYT: 1020-2021-2354185.; CERTIFICO haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título "Influencia de la variación climática, en relación con los recursos productivos en dos comunidades de la parroquia Cusubamba, provincia de Cotopaxi" de Guadalupe Elisabeth Padilla Yanchatipan aspirante a Magister Gestión Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible.



Tania Elizabeth Alvear Jiménez
C.C 0503231763

Latacunga, julio 15, 2023

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	6
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos.....	6
ANTECEDENTES	6

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Cambio climático	9
1.1.1. Calentamiento Global de 1,5°C.....	9
1.1.2. Impactos del cambio climático	10
1.1.3. Variabilidad climática	11
1.2. Gases de efecto invernadero (GEI)	11
1.2.1. Gases de efecto invernadero de larga vida (GEILV)	11
1.2.2. Dióxido de carbono (CO ₂).....	12
1.2.3. Metano CH ₄	12
1.2.4. Óxido nitroso (N ₂ O).....	13
1.2.5. Gases de corta vida.....	13
1.2.6. Cero emisiones netas	13
1.2.7. Desechos y generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI)	14
1.3. Problemas Ambientales	15
1.3.1. Deforestación en el Ecuador	15
1.3.2. Deforestación y cambio climático.....	16
1.4. Cambio climático y biodiversidad	16
1.5. Impactos del cambio climático en la producción agrícola en comunidades	17

1.5.1. Cambio climático y recurso hídrico en las comunidades	17
1.5.2. Precipitación en la parroquia Cusubamba	20
1.5.3. Cambio climático y desertificación en comunidades	20
1.6. Adaptación de la agricultura y cambio climático.....	21
1.6.1. Conocimientos tradicionales y adaptación al cambio climático	21
1.6.2. Mujer y cambio climático.....	22
1.6.3. Migración rural y cambio climático	22
1.7. Cambio climático y seguridad alimentaria	22
1.8. Riesgo climático.....	24
1.8.1. Heladas en el cantón Salcedo	24
1.8.2. Sequías.....	25
1.9. Comunidades resilientes al cambio climático.....	25
1.9.1. Elementos de la agricultura sostenibles adaptada al clima.....	27
1.9.2. Desafíos para la agricultura sostenible adaptada al clima	27
1.10. Trabajo comunitario desde la investigación acción participativa.	28
1.11. El Pachagrama.....	29

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Descripción de las comunidades en estudio	34
2.2. Metodología	36
2.3. Modalidad o enfoque de la investigación	36
2.3.1. Metodología cualitativa	36
2.3.2. Metodología cuantitativa	37
2.4. Métodos	37
2.4.1. Bibliográfico	37
2.4.2. Inductivo	37
2.4.3. Explicativa	38
2.5. Técnicas	38
2.5.1. Reunión informativa.....	38
2.5.2. Salida de campo	38
2.5.4. Encuesta.....	38

2.6. Instrumentos.....	39
2.6.1. Plataforma NASA	39
2.6.2. Programa R	39
2.6.3. Microsoft Excel Software	40
2.6.4. Pachagrama	40
2.6.5. Matriz de evaluación participativa (caritas).....	40
2.6.6. Marco metodológico de acuerdo a los objetivos planteados	40
2.6.6.1. Identificar los datos climáticos de los últimos 30 años, obtenidos de la plataforma (National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2022), de las comunidades de Carrillo y Compañía Baja, para relacionar la variabilidad climática con las percepciones de las familias	41
2.6.6.2. Analizar la variación climática en dos cultivos (maíz y papa) en las comunidades Carrillo y Compañía Baja.	42
2.6.6.3. Socializar la herramienta participativa (Pachagrama) para la toma de decisiones en la agricultura en las comunidades Carrillo y Compañía Baja.	43

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS

3.1. Datos de precipitación y temperatura periodo 1990-2020 obtenidos de la plataforma NASA	45
3.2. Resultados de la encuesta	57
3.2.1. Efectos de la variación climática en cultivos de maíz y papa en las comunidades Carrillo y Compañía Baja	72
3.2.2. Producción de cultivos maíz y papa en las comunidades Carrillo y Compañía Baja.	72

CAPÍTULO IV

5.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
CONCLUSIONES	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Indicadores para evaluar la resiliencia de un ecosistema	26
Figura 2. Triple objetivo ASAC	27
Figura 3. Partes del registro Pachagrama y forma adecuada de llenar	30
Figura 4. Registro del tiempo	30
Figura 5. Identificación de ocurrencia, intensidad y tendencia	31
Figura 6. Registro de la fase lunar en el Pachagrama	32
Figura 7. Registro de las fases fenológicas de cultivos	33
Figura 8. Ubicación de las comunidades de Carrillo y Compañía Baja	35
Figura 9. Pasos para la descarga de datos de la plataforma NASA	41
Figura 10. Proceso de socialización Pachagrama	43
Figura 11. Promedio mensual (mm) Carrillo-Compañía Baja (1990-2020), plataforma NASA	45
Figura 12. Promedio precipitación anual mm (1990-2020), Carrillo- Compañía Baja, plataforma NASA	52
Figura 13. Precipitación anual estación M004 Rumipamba-Salcedo (1990-2020)	53
Figura 14. Promedio anual temperaturas máximas (1990-2020), Carrillo- Compañía Baja, plataforma NASA	55
Figura 15. Promedio anual temperaturas máximas estación M004 Rumipamba-Salcedo (1990-2012)	56
Figura 16. ¿Cree usted que el clima está cambiando en su sector?	58
Figura 17. ¿Qué cambios en el clima percibe usted?	59
Figura 18. ¿En qué mes siembra usted sus cultivos?	60
Figura 19. ¿Cómo planifica las siembras de sus principales cultivos?	62
Figura 20. ¿Por qué piensa usted que cambia el clima?	63
Figura 21. ¿Qué fenómeno climático ha causado mayor pérdida en cultivos de papa y maíz en los últimos años?	64
Figura 22. ¿Tiene acceso a riego?	65
Figura 23. ¿De dónde capta el agua para el riego?	66
Figura 24. ¿Qué mecanismos de riego dispone?	67

Figura 25. ¿Con que frecuencia realiza el riego en sus cultivos?.....	68
Figura 26. ¿Desde hace cuántos años cree usted que ha cambiado la cantidad de lluvia que cae?.....	69
Figura 27. ¿Desde hace cuántos años piensa que incremento el calor?.....	70
Figura 28. ¿Cómo mejoraría la producción de su Chacra?.....	71
Figura 29. Evaluación cualitativa del taller Carrillo.....	77
Figura 30. Evaluación cualitativa del taller Compañía Baja.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de las comunidades Carrillo y Compañía Baja	36
Tabla 2. Matriz de evaluación participativa (caritas).....	44
Tabla 3. Temperatura mínima promedio mensual (1990 – 2020), Carrillo- Compañía Baja, plataforma NASA.....	47
Tabla 4. Producción de papa Carrillo 2023, promedio 5 productores	73
Tabla 5. Producción de papa 2023 Compañía Baja, promedio 5 productores	74
Tabla 6. Producción maíz seco Carrillo, promedio 5 productores.....	74
Tabla 7. Producción maíz seco Compañía Baja, promedio 5 productores.....	75

INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Influencia de la variación climática, en relación con los recursos productivos en dos comunidades de la parroquia Cusubamba, provincia de Cotopaxi.

Fecha de inicio: noviembre de 2022

Fecha de finalización: julio de 2023

Lugar de ejecución: Cusubamba, Cotopaxi, Ecuador

Equipo de trabajo:

Tutor de titulación: Edwin Marcel Chancusig Espín, PhD

Maestrante: Guadalupe Elisabeth Padilla Yanchatipan

Lector 1: M.Sc. Jaime Rene Lema Pillalaza

Lector 2: M.Sc. Guadalupe de las Mercedes López Castillo

Lector 3: M.Sc. Oscar Rene Daza Guerra

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

Proyecto de investigación asociado:

Desarrollo de la conservación de los recursos naturales y la sostenibilidad ambiental en comunidades de la Región 3 del Ecuador

INTRODUCCIÓN

La presente investigación trata de vincular el cambio climático con los niveles de afectación a los recursos productivos en dos comunidades de la parroquia Cusubamba provincia de Cotopaxi. El cambio climático desde la perspectiva de FAO (2021), es un fenómeno natural que engloba alteraciones de patrones climáticos y la temperatura por un lapso de tiempo largo, esto se hace evidente en la variabilidad constante de la temperatura y precipitaciones, fenómenos que se agudizan debido a diversos factores antrópicos. El Cambio climático se ha convertido en una problemática de índole global, con efectos desfavorables para los asentamientos humanos a nivel mundial; ocasiona transformaciones en los ecosistemas locales, alterando sus procesos sinérgicos, e incidiendo en el número de especies de flora existentes y en la distribución de fauna (Portugal, 2020).

Los recursos productivos comunitarios se ven afectados por las actuales condiciones climáticas, fundamentalmente por la alta variabilidad en las precipitaciones y la temperatura, ambos constituyen factores clave en el ciclo fenológico de las plantas, afectando su producción; este impacto negativo puede generar problemas de seguridad alimentaria (Coronel, 2019). De manera generalizada, las actividades realizadas dentro de la producción agropecuaria representan ingresos económicos para los pequeños productores, y a la vez son fuente importante de emisiones de Gases de Efecto Invernadero GEI; debido a la relevancia de estos hechos, es necesario promover una agricultura más amigable con el ambiente.

Para lograr que la comunidad tenga una percepción integral del cambio climático, es indispensable considerar un elemento clave dentro del conocimiento de la población local, descrito como saberes ancestrales, adquirido de la experiencia vivencial y compartida por generaciones, éste complementado con cifras convencionales gestionadas de plataformas meteorológicas como NASA POWER, permitirán planificar acciones de adaptación ante a la vulnerabilidad climática, que se manifiesta por condiciones climáticas extremas que causan sequías e inundaciones que provocan pérdidas de cultivos; en el caso de las comunidades

alto-andinas se observa con mayor frecuencia la presencia de heladas, granizadas y sequías (Dorward, *et al.* 2017).

Como herramienta para minimizar los riesgos ocasionados por los efectos meteorológicos e incrementar el rendimiento de los cultivos, se sugiere una planificación de campañas agrícolas basada en pronósticos climáticos (Baldiviezo, 2014). Las comunidades para adaptarse al cambio climático requieren diagnosticar y analizar las prácticas de subsistencia, al igual que los recursos disponibles para explorar alternativas que permitan la eficiencia productiva de manera sostenible.

Una de las alternativas que puede mitigar la vulnerabilidad a la variabilidad climática es la agricultura tradicional que practican los pueblos ancestrales basado en la diversificación de cultivos, recuperando la genética local, con prácticas que focalizan el uso de insumos internos y propicien la resiliencia a los factores adversos (Nicholls y Altieri, 2019).

JUSTIFICACIÓN

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2019), las acciones antropogénicas son el principal factor detonante para el incremento de la temperatura en alrededor de 1,0°C., las actuales emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), continúan favoreciendo el calentamiento global que podría alcanzar un incremento de 1,5°C. entre 2030 y 2052.

El cambio climático está afectando negativamente a la agricultura, los cambios bruscos de temperatura influyen negativamente en los rendimientos; se pierden cultivos por inundaciones, granizadas fuertes y sequías; sin embargo, también se debe considerar que la producción convencional basada en el uso de tecnologías provenientes de la revolución verde, con alta dependencia de combustibles fósiles, constituye una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático.

Debido a la influencia del cambio climático, los volúmenes de producción agrícola se reducen, situación que genera un déficit para el sector socioeconómico del país,

que a su vez ocasiona escases y hambruna en las comunidades, donde los más afectados serían los niños, niñas, mujeres y la población vulnerable; de acuerdo a lo manifestado en el Marco de Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastres 2015-2030 (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

La funcionalidad de los agro-ecosistemas está ligada a los efectos positivos o negativos del clima, debido a estos hechos se hace indispensable desarrollar metodologías, indicadores y estudios que aborden aspectos y estrategias de adaptación de la agricultura, con fundamento en la biodiversidad, en los servicios eco-sistémicos y en las particularidades de las comunidades rurales de las cuales depende, debido a que la actividad agrícola a escala mundial contribuye entre 17 y 32% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), incluido el cambio de uso del suelo (Lima *et al.*, 2011).

El cambio climático se intensifica por las acciones antropogénicas basadas en el consumismo y el mal uso de los recursos naturales que deterioran los agro-ecosistemas locales, así como la implementación de técnicas centradas en el uso de combustibles fósiles que favorecen a las emisiones de GEI. Como paso previo para establecer una estrategia que permita paliar los efectos del cambio climático en los niveles productivos de las comunidades de Carrillo y Compañía Baja, es necesaria la implementación de herramientas que fomenten la participación y permitan entender cómo los pobladores locales han adaptado sus sistemas productivos considerando la continua variabilidad climática, así como discernir si los agro-ecosistemas han sido modificados para demostrar resiliencia climática.

En este sentido es imprescindible analizar los efectos de la variabilidad climática en los recursos productivos a nivel comunitario, de modo que se puedan identificar posibles cambios y propiciar la adopción de técnicas que podrían minimizar los efectos adversos del factor clima, que pudiese estar deteriorando los recursos productivos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cambio climático se acelera como consecuencia de acciones antropogénicas desarrolladas en dependencia de combustibles fósiles; otros factores que coadyuvan a este fenómeno son la agricultura y ganadería que presentan emisiones alrededor de 51% de gases de efecto invernadero (GEI), según cifras del MAE (2011), para el desarrollo de estas dos actividades, se destruyen los ecosistemas locales para la implementación de pastizales destinados a la ganadería, principal actividad generadora de metano. De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, (IPCC por sus siglas en inglés), de mantenerse el actual modelo productivo, es probable que en los próximos veinte años se evidencie un incremento de la temperatura media global de 1,5°C., que será irreversible; esta alteración traería consecuencias diversas con incidentes extremos en el clima, que afectará los asentamientos humanos y la producción mundial de alimentos (IPCC, 2022).

De acuerdo con el estudio realizado por (Noboa et al., 2012), el comportamiento de la temperatura en Ecuador presenta una variación promedio equivalente a 1,23 °C., sobre la base de la media anual nacional, en el mencionado estudio los autores luego del análisis de las cifras registradas durante 46 años, manifiestan que esta tendencia se mantendría en el tiempo, hecho que significa un incremento de hasta 4,43 °C a finales de siglo; esta investigación demuestra que el incremento de temperatura puede tener impactos negativos en la adaptación, y causar daños irreversibles en los ecosistemas, sino no se consideran estrategias de mitigación de manera inmediata.

La deforestación es uno de los factores que contribuye en el cambio climático, en Ecuador en las últimas décadas se ha perdido grandes extensiones de bosques, como consecuencia de las actividades humanas, las cifras que presenta el MAAE (2018), indican que anualmente desaparecen un promedio de 94.353 hectáreas de bosque, debido a la expansión de la frontera agrícola, y la tala de bosques; estos hechos afectan la cadena alimenticia, y provocan alteraciones en el ecosistema que se torna más vulnerable para la presencia de plagas, enfermedades y climas extremos. El suelo de los bosques se constituye en reserva de dióxido de carbono,

y con su destrucción se libera CO₂ a la atmósfera (Montaño, 2021); se evidencia entonces que la deforestación contribuye a la emisión de GEI, convirtiéndose en una problemática mundial, provocando una drástica variabilidad climática.

La ganadería es otro rubro que genera el metano otro GEI, que en la actualidad se considera como un problema de índole mundial; el 37% de las emisiones de gas metano, se genera en la fermentación entérica resultante del proceso de digestión de los bovinos (Romero, 2021).

Por otro lado, pese a la influencia negativa del sector agropecuario en el cambio climático, es un rubro muy importante para el Ecuador, en los últimos años, ha aportado entre el 8,2 y el 8,8 %, al Producto Interno Bruto. Esto invita a la exploración de alternativas que viabilicen modelos de producción sostenibles (Pino *et al.*, 2018)

Jordán y Villarín (2021), sostienen que el clima en el Ecuador ha cambiado de manera drástica durante las últimas décadas, presentando graves consecuencias para los agricultores del país quienes son los que más perciben estos cambios. Las plagas y enfermedades en los cultivos, el incremento de la temperatura, la escasez de agua y la variación de lluvias son los impactos que se han determinado afectan a la producción agrícola y a la disponibilidad de alimentos (p.8).

Según, Caicedo (2017), Cotopaxi es una provincia que presenta alta variabilidad climática y presenta riesgos climáticos que afectan a los cultivos primordialmente se identifican sequías y heladas.

Las comunidades de la parroquia Cusubamba se encuentra expuestas a la variación climática en especial, la ausencia de lluvia, las sequías y heladas, que ocasionan daños directos a los cultivos, generando pérdidas económicas a las familias y poniendo en riesgo la seguridad alimentaria, Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Cusubamba, 2018).

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Existe relación entre las percepciones de las familias que habitan en las comunidades Carrillo y Compañía Baja y datos de la plataforma NASA, para las variables precipitación y temperatura?

¿Cuáles son los efectos que causa la variación climática en cultivos de maíz y papa en las comunidades Carrillo y Compañía Baja?

¿Es la herramienta participativa Pachagrama fácil de utilizar para los productores de las comunidades Carrillo y Compañía Baja?

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Analizar la influencia de la variación climática, en relación con los recursos productivos en dos comunidades de Cusubamba, Cotopaxi.

Objetivos Específicos

1. Identificar los datos climáticos de los últimos 30 años, obtenidos de la plataforma (National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2022), de las comunidades de Carrillo y Compañía Baja, para relacionar la variabilidad climática con las percepciones de las familias.
2. Analizar la variación climática en dos cultivos (maíz y papa) en las comunidades Carrillo y Compañía Baja.
3. Socializar la herramienta participativa (Pachagrama) para la toma de decisiones en la agricultura en las comunidades Carrillo y Compañía Baja.

ANTECEDENTES

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), establecida en 1992, en la cumbre de la Tierra, se constituyó en un primer paso implementado por Naciones Unidas para abordar el problema del Cambio Climático, en la actualidad 197 países han ratificado la Convención, cuyo

objetivo final es mitigar la acción antropogénica acelerada en el sistema climático (Dorador *et al.*, 2019).

En el marco de la CMNUCC, a partir de 1995, se establecen negociaciones para fortalecer la respuesta mundial al cambio climático; en el año 1997, 83 países firmaron y 46 ratificaron el Protocolo de Kyoto, obligando jurídicamente a los países desarrollados que lo conforman, a cumplir metas de reducción de emisiones GEI (Gases de Efecto Invernadero); este proceso ya lleva dos periodos con sus debidos compromisos, el primer período comenzó en 2008 y finalizó en 2012. El segundo período de compromiso empezó el 1 de enero de 2013 y terminó en 2020.

Según la ONU (2015), el cambio climático es una emergencia mundial que sobrepasa fronteras, un problema que demanda soluciones coordinadas en todos los niveles y requiere de la cooperación internacional para impulsar una economía con bajas emisiones de carbono; para abordar el cambio climático y sus impactos negativos, los líderes mundiales en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21), realizaron un avance más el 12 de diciembre de 2015 con el histórico Acuerdo de París.

En el acuerdo se puntualiza un objetivo principal, que hace referencia a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero para evitar el incremento de la temperatura global en este siglo a 2 °C y focalizar esfuerzos para limitar el aumento en el 1,5 °; además, el acuerdo plantea apoyo financiero a los países en desarrollo, para la mitigación y adaptación a los impactos del cambio climático. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, (IPCC por sus siglas en inglés), manifiesta que el incremento de la temperatura en 2 °C, como ha sido admitido en el acuerdo de París 2015, ocasionará efectos negativos en las cosechas a nivel mundial, reflejado en el rendimiento de los cultivos y alteraciones en las precipitaciones, esto amenaza la alimentación de “miles de millones “de personas en el mundo (IPCC, 2018).

El Ecuador, forma parte de la Convención Marco de Cambio Climático, en este contexto viene implementando políticas para la mitigación y adaptación al cambio climático; es importante mencionar que las emisiones de GEI del Ecuador son bajas,

en comparación con los países industrializados; sin embargo, los elevados índices de deforestación y una economía basada en el consumo de combustibles fósiles es preocupante (Sandoval, 2020).

Frente al contexto internacional y la relevancia de actuar a nivel nacional, el Ministerio del Ambiente del Ecuador, promueve la gestión del cambio climático a nivel del país, para ello, en el 2012 generó la Estrategia Nacional de Cambio Climático, actualmente vigente; el documento fue desarrollado para cumplir con las metas del objetivo 13 de las ODS que hace referencia a la acción por el clima dentro de la agenda 2030 contemplada por las naciones unidas (MAE, 2012).

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs), presentan niveles de mandato a nivel regional, provincial, cantonal y parroquial, cuyo accionar, responsabilidad y niveles de participación están sujetos para cumplir su gestión y está definido en el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), de octubre de 2010 (Asamblea Nacional, 2010). Considerando esta importante funcionalidad, es primordial insertar dentro de su rol la implementación de las políticas, medidas y acciones sobre cambio climático en el país.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1. 1. Cambio climático

El cambio climático es un fenómeno causado por alteraciones en la temperatura y patrones climáticos, establecido dentro de un periodo de tiempo largo (FAO, 2021), según la visión pragmática de Carrere (2021), las acciones antropogénicas causan emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), que han contribuido a acelerar los efectos del calentamiento global; provocando daños en los ecosistemas y los componentes que los conforman. No se debe obviar de este análisis aquellos elementos sociales, económicos y culturales de una población vinculada a la funcionalidad de los servicios ecosistémicos.

Los factores elementales para determinar de manera visible el cambio climático son: la temperatura y la precipitación; mismos que, están relacionados a la mayoría de eventos climáticos extremos, generando inestabilidad en los medios de vida a nivel mundial (CEPAL, 2020).

1.1. 1. Calentamiento Global de 1,5°C

Según el IPCC (2018), el calentamiento global a un margen del 1,5°C, puede desencadenar impactos adversos irreversibles a nivel global como: el incremento del nivel del mar, el retroceso glacial, la disminución de los arrecifes de coral de entre 70% y 90%, al considerar un incremento del 2 °C, éstos, prácticamente se extinguirían al alcanzarse el 99% de su reducción; bajo estas condiciones, las funcionalidades en el ecosistema de los mares se debilita originando problemas en la diversidad marina. Para la CEPAL (2020), esta es una problemática que se

evidencia actualmente, por la presencia de eventos climatológicos extremos como: olas de calor, inundaciones, tormentas, sequías e incendios forestales, con mayor intensidad y más frecuentes, que amenazan la permanencia de las especies y la vida del planeta en conjunto.

En este ámbito, el principal objetivo del Acuerdo de París es reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, manteniendo el aumento de la temperatura mundial en este siglo por debajo de los 2 °C., y continuar trabajando para mantener la temperatura en un límite de 1,5 °C., mediante a la aplicación de estrategias de mitigación y adaptación, especialmente centradas en la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (ONU, 2015).

Respecto al calentamiento global Munguira y Camino (2019), pronostican un ascenso en la temperatura global a un ritmo de 0,2 °C. por década, como consecuencia de las emisiones pasadas y presentes de GEI; bajo esta perspectiva, se hace previsible que solamente si se consideran las emisiones pasadas, se llegaría a superar el 1,5 °C. de incremento de la temperatura media global en relación al nivel preindustrial, si las emisiones persisten a un ritmo constante, se superará el umbral de los 1,5 °C. entre los años 2030 y 2052; bajo esta perspectiva, se torna necesaria la transición de los modelos de producción actuales, hacia el uso de energías alternativas; y vincular estas acciones a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en temas de mitigación con políticas justas e incluyentes para todos los sectores.

1.1.2. Impactos del cambio climático

Como menciona CEPAL (2020), el cambio climático inserta límites y condiciona los patrones de producción y consumo, presenta un efecto a escala global, con repercusiones a todo nivel; es determinante en los niveles productivos, en la disponibilidad de recursos naturales, e intensifica los fenómenos climáticos; el Banco Mundial (2022), manifiesta que el cambio climático podría forzar el desplazamiento de 216 millones de personas, debido a las amenazas del clima extremo, y los bajos rendimiento de los cultivos; crisis que se evidenciaría en una mayor proporción en los países en desarrollo.

1.1.3. Variabilidad climática

De acuerdo a Montealegre y Pabón (2000), la variabilidad climática es una variación de las condiciones prevalecientes de un área, mientras que el cambio climático es un cambio de las condiciones prevalecientes en torno a las cuales estas condiciones fluctúan; en este sentido, para el estudio de los cambios en el clima, es necesario identificar las condiciones sobresalientes de un periodo definido, como aquellos periodos con mayor presencia de lluvias, así como aquellos que se presentan como más o menos calurosos; éstas perturbaciones extremas (máximos y mínimos) desencadenan inundaciones y sequías; una variable clara es la cantidad de precipitación, que varía de año a año, presentándose algunos de ellos que son relativamente más lluviosos que otros; los niveles máximos provocan inundaciones en las zonas planas, mientras que los niveles mínimos, provocan sequías.

1.2. Gases de efecto invernadero (GEI)

Las actividades antropogénicas inducen al deterioro de la atmosfera, acelerando el cambio climático; debido a que estas generan gases que afectan la capa de ozono, éstos presentan diversos efectos y su permanencia en la atmósfera no es la misma; debido a estas consideraciones éstos se diferencian en: gases de larga vida y gases de corta vida (IPCC, 2007).

1.2.1. Gases de efecto invernadero de larga vida (GEILV)

Según el IPCC (2018), en este grupo se insertan, el dióxido de carbono CO₂, el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), que son gases químicamente estables y se mantienen en la atmósfera por largos periodos de tiempo, sobrepasando siglos, de tal manera que su generación incide en el clima a largo plazo; debido a su larga duración y a su capacidad de permanencia, ocasiona una combinación en la atmósfera que los vuelve difíciles de eliminar. El dióxido de carbono difiere en tiempos limitados de vida, debido a que forma parte del ciclo constante de la atmósfera, con presencia en los océanos y la biosfera terrestre.

1.2.2. Dióxido de carbono (CO₂)

Organización Meteorológica Mundial (OMM), 2020. Establece que, durante el 2020, el CO₂ atmosférico consiguió una concentración alrededor del 49 % del nivel preindustrial, fundamentalmente sus emisiones son producto de la quema de combustibles fósiles y la fabricación de cemento; de acuerdo a las cifras de la Agencia Internacional de Energía (AIE), las emisiones de CO₂ a causa de la quema de combustibles fósiles bordeó las 31,5 GtCO₂, la deforestación y otros cambios en el uso del suelo contribuyeron con 5,7 GtCO₂. Del total de las emisiones generadas por acción antropogénica durante el período 2010-2019, cerca del 46 % se acumularon en la atmósfera, el 23% en los océanos y el 31% en el suelo; en la actualidad cada vez existen más emisiones de CO₂, el crecimiento industrial, el incremento en el consumo y la demanda, son factores que promueven el comportamiento ascendente de este elemento, a su vez el deterioro de los sumideros naturales favorece el aumento de este gas.

1.2.3. Metano CH₄

La OMM (2021), indica que un promedio del 40 % del CH₄ que se emite a la atmósfera proviene de fuentes naturales (humedales y termitas), en cambio cerca del 60 % proviene de fuentes antropogénicas (ganadería de rumiantes, cultivo de arroz, explotación de combustibles fósiles, vertederos y quema de biomasa). El promedio mundial del CH₄, se ha incrementado en los últimos años a consecuencia de un repunte de emisiones resultantes de fuentes antropogénicas, el CH₄ atmosférico en 2020 alcanzó el 262 % del nivel preindustrial.

Para Romero (2021), el sector de la ganadería genera aproximadamente un 37% de las emisiones de metano, producto de la fermentación entérica, que se produce en el aparato digestivo del animal; bajo esta perspectiva, es necesario considerar estrategias de mitigación y equilibrar el crecimiento de emisiones de este gas que coadyuva al calentamiento global. En Ecuador, la actividad pecuaria es muy común a nivel comunitario, sin embargo, se evidencia, que no existe un plan estratégico para mitigar la emisión de metano, estas acciones deben estar alineadas al desarrollo sostenible.

1.2.4. Óxido nitroso (N₂O)

Las emisiones de N₂O son generadas por fuentes naturales en un 60 % y de fuentes antropogénicas en un nivel estimado del 40 %, generalmente producido por la quema de biomasa, el uso de fertilizantes e industrias. En 2020 el promedio mundial de la fracción molar del N₂O alcanzó $333,2 \pm 0,1$ ppmm, ubicándose en 1,2 ppmm sobre del valor del año 2019. La agricultura aporta cerca del 70 % de todas las emisiones antropogénicas a causa del uso de fertilizantes nitrogenados y estiércol (OMM, 2021).

1.2.5. Gases de corta vida

Se incluyen dentro de esta categoría el dióxido de azufre y el monóxido de carbono, que son químicamente reactivos y normalmente se destruyen por acción de la oxidación atmosférica, mediante eliminación superficial o precipitación. El ozono es un gas que fomenta el efecto invernadero en la troposfera, por reacción natural; el ser humano influye sobre la estabilidad del ozono por el cambio en los gases precursores que favorecen su generación como los Cloro Flúor Carbonados (CFC); al reducir su uso, se propende a la eliminación del ozono (IPCC,2018).

Los CFC desgastan la capa de ozono estratosférico, conjuntamente con los gases halogenados menores que aportan alrededor de un 11 %, al forzamiento radiactivo causado por los GEI de larga vida; los equipos de distribución de energía, fabricados por la industria química generan estos compuestos prioritariamente como aislante eléctrico, esta rama productiva ha incrementado la contaminación llevándola a niveles más altos en la actualidad (OMM,2021).

1.2.6. Cero emisiones netas

Los gobiernos de todos los países del mundo se han centrado en lograr Cero emisiones netas dentro de un período de tiempo, para ello se han establecido acuerdos; la agenda 2030 del desarrollo sostenible es una de esas herramientas, seguida de la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), en la que se establecen reuniones anuales para abordar temáticas

relevantes sobre el cambio climático y los efectos adversos en poblaciones humanas y ecosistemas. Bajo este contexto se ha propuesto disminuir al máximo los niveles de emisiones de GEI, descarbonizar el sistema productivo, y lograr la no dependencia de combustibles fósiles (ONU, 2015).

Los mercados de carbono pueden ser una opción interesante para equilibrar la emisión de los GEI, considerando que las estrategias estén acordes con los ODS; sin embargo, es poco probable que todos los países logren cero emisiones en el mismo tiempo, debido a que sus capacidades son diferentes y presentan diversos niveles históricos de emisiones; es posible que los países que han emitido mayor cantidad de GEI inserten propuestas de mitigación de manera inmediata, generalmente son países desarrollados que tienen el potencial de adquirir tecnologías más amigables con el ambiente (ONU, 2015). Esto puede contribuir a promover la innovación y la eficiencia energética en las empresas y fomentar la responsabilidad social.

De acuerdo con el MAATE (2022), una de las estrategias vinculadas con las emisiones cero, son las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN), estipulado en el Artículo 6 del Acuerdo de París, direccionado a los gobiernos, para la ejecución de acciones climáticas basadas en la generación de políticas públicas destinadas a fomentar resiliencia en los sistemas agroalimentarios, mediante la producción sostenible con adopción de tecnologías alternativas y el fortalecimiento de capacidades para una mejor gestión de riesgos climáticos.

1.2.7. Desechos y generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

La implementación de rellenos sanitarios dispuestos alrededor del mundo donde se recolectan y acumulan residuos sólidos, producen emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la magnitud de estas emisiones es directamente proporcional al crecimiento demográfico, los GEI más comunes emanados en los vertederos de residuos son: el metano CH₄ y el dióxido de carbono CO₂ (Martin y Castañeda, 2021); de manera similar (Serrano *et al.*, 2022) mencionan que, los sistemas alimentarios actuales que no controlan la pérdida y desperdicio de alimentos, provocan por su parte afectaciones ambientales; de esta manera el incremento

poblacional, los estilos de vida en las ciudades, los patrones de consumo y la capacidad adquisitiva, contribuyen a agudizar el porcentaje de residuos sólidos urbanos (RSU). De manera generalizada, los países en desarrollo con ingresos bajos y medios, producen entre el 40 y 85% de RSU, y bajo las consideraciones anteriores, esto se traduce en una potencial disyuntiva ambiental.

En base al Primer Informe Bienal de Actualización del Ecuador (MAE 2016), el 4,16% de los GEI que se generan en el sector desechos corresponde a 3.335,41 Gg de CO₂eq, y el manejo de estiércol 381,80 Gg de CO₂eq, esta cifra no incluye los gases que generan las excretas procedentes del pastoreo directo, que generalmente se incluyen en la categoría de Suelos Agrícolas. Por otra parte, la constitución y generación de desechos industriales difiere del tipo de actividad industrial, y se relacionan de acuerdo al tipo de tecnología incorporada al proceso, de tal manera que el volumen de desechos orgánicos industriales es considerable en la mayoría de países.

1.3. Problemas Ambientales

La PNUMA, (2021) enfatiza, que los “patrones insostenibles de consumo y producción están alimentando la triple emergencia planetaria del cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la contaminación”; estos tres factores interrelacionados entre sí ocasionan fuertes dificultades al medio ambiente, limitando de manera perniciosa a los sectores vulnerables dentro de los parámetros ambiental, social y económico.

1.3.1. Deforestación en el Ecuador

En el Ecuador aproximadamente el 88% del área agropecuaria, de acuacultura y plantaciones en el 2018 fue implementada mediante la transformación de bosques naturales y ecosistemas endémicos locales, principalmente en la Sierra. Por otro lado, el área deforestada a nivel nacional para usos agropecuarios, acuacultura y plantaciones forestales ascendió al 42% en las tres últimas décadas, el crecimiento demográfico influyó negativamente alcanzando el 320%, esta actividad redujo los bosques nativos y está ligada con la mejora del promedio del rendimiento del uso

del suelo (Sierra *et al.*, 2021). En la sierra, la ampliación de la frontera agrícola destruye los páramos y produce daños en la biodiversidad y esencialmente provoca pérdidas de vertientes y altera el ciclo del agua.

En el entorno comunitario la deforestación es un problema de interés, si bien no existen bosques extensos y la mayoría de ellos son constituidos por especies exóticas plantados en la época de la colonia, especialmente eucalipto, éstos son talados de forma constante para la obtención de madera; en el caso específico de la Parroquia Cusubamba, no se han obtenido cifras de esta actividad, pero una problemática que si se observa en esta localidad es la introducción de especies no locales que ha causado impactos severos en las vertientes y cuencas de ríos, PDyOT (GADP, Cusubamba, 2018).

1.3.2. Deforestación y cambio climático

La deforestación incide en alrededor del 12% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI), ocasionado por la acción antropogénica. La deforestación produce emisiones de gases de efecto invernadero de manera similar que la actividad del transporte (13%) y la agricultura (12%); en este sentido los bosques son esenciales para la absorción de las emisiones de GEI de acción humana; sin embargo, la deforestación reduce este proceso. El cambio climático significa un estrés adicional para los ecosistemas forestales, suscitando en incremento de mortalidad de los árboles, a consecuencia de altas temperaturas, sequías, y la presencia e intensidad de plagas y enfermedades, así como el incremento en la frecuencia con la que se presentan incendios forestales, es mayor en la actualidad (Greenpeace, 2014).

1.4. Cambio climático y biodiversidad

Conforme al pronunciamiento de la IPCC (2002), que hace referencia a las consecuencias del cambio climático sobre la biodiversidad, se menciona que la alteración climática ejerce presión y afecta a la biodiversidad, a consecuencia de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero que han ascendido desde épocas preindustriales por acciones humanas, relacionadas con el uso de

combustibles fósiles y los cambios en el uso y en la cobertura de los mismos. La temperatura de la superficie terrestre y marina se ha incrementado, se han alterado los patrones espaciales y temporales de lluvias, se ha elevado el nivel del mar, y ha aumentado la frecuencia e intensidad de los fenómenos asociados con la corriente de El Niño.

De acuerdo al criterio de expertos, las variaciones en el clima y sus factores esenciales como la temperatura y la precipitación, cambian el hábitat de las especies de flora y fauna, e incluso conlleva a una adaptación forzosa que muchas especies no lo consiguen y se extinguen; hecho que reduce la biodiversidad del planeta entero, incluso poniendo en peligro las cadenas tróficas propias de la sinergia natural (Caballero, *et al.*, 2007).

1.5. Impactos del cambio climático en la producción agrícola en comunidades

El desarrollo de la agricultura en los últimos años se ha acoplado a modelos y tecnologías externas, ocasionando impactos negativos en el ambiente y constituyéndose en un factor importante de emisión del dióxido de carbono, óxido nitroso y otros elementos químicos que aceleran el cambio climático (Chalan, 2019). Las comunidades, lamentablemente, son influenciadas por la producción convencional de tipo agroindustrial, altamente dependiente del uso de insumos externos; esta dependencia que se replica en pequeñas parcelas de monocultivo, destruye la biodiversidad local, incide en la contaminación del suelo, agua y aire, y afecta progresivamente la salud de las personas. Las evidencias de la adopción de prácticas incompatibles con el contexto local se reflejan en la desvalorización de las prácticas ancestrales como el asocio de cultivo, típico de las chacras andinas y la poca capacidad de respuesta de adaptación frente a shocks climáticos (Lechón y Chicaiza, 2019).

1.5.1. Cambio climático y recurso hídrico en las comunidades

El cambio climático disminuye la cantidad y calidad del agua disponible en todo el mundo, esto conlleva a que muchas personas no puedan acceder al líquido vital para cubrir sus necesidades básicas de supervivencia, muchos asentamientos humanos

no pueden acceder al recurso hídrico y a saneamiento de manera apropiada; de acuerdo al informe de la (ONU, 2020), en el mundo existen 2.200 millones de personas privadas de acceso al agua potable y otros 4.200 millones que carecen de sistemas de saneamiento seguros; bajo la luz de estas cifras, se deduce que los efectos de clima dificultan el cumplimiento del sexto Objetivo de Desarrollo Sostenible plasmado dentro de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas.

El incremento de la demanda de agua, visibiliza los efectos del cambio climático, las áreas que requieren agua son más extensas; la sobreexplotación de los acuíferos en países de América Latina y el Caribe va en aumento, presentándose competencia por el líquido vital, este fenómeno es vinculado a la existencia de múltiples canales de riego sin revestir y la implementación de técnicas inadecuadas para regar parcelas, factores que inducen a la promoción de la innovación para el uso eficiente del agua para riego agrícola (CAF, 2019).

Para el año 2025, es posible que más del 60 % de la población mundial estará expuesta a condiciones de estrés hídrico. Actualmente, 1.800 millones de personas sufren por efectos del deterioro de la tierra, especialmente la desertificación y la sequía (WWAP, 2018). Según, Benítez (2018), una alternativa de adaptación que podría ser implementada para afrontar los problemas hídricos a causa de la acción del cambio climático es la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), debido a que es un instrumento de gobernanza ambiental que aborda la planificación, recolección y metodologías de sistemas de información y la participación de actores, constituyéndose en una herramienta útil para minimizar impactos adversos frente a las actividades unidireccionales y permite una coordinación más amplia

En Ecuador mediante el trabajo del Comité Interinstitucional de Calidad del Agua, se establece la Estrategia Nacional de Calidad del Agua, que se compone de ejes, estrategias operativas y líneas de acción; que facilitan la identificación y la toma de acciones para solucionar el impacto del detrimento de la calidad del agua, que incide en la contaminación de los ecosistemas y enfermedades de origen hídrico. A fin de lograr el alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos dentro de la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (MAATE, s.f).

Barbosa y Bustillos (2020), identifican que en la provincia de Cotopaxi existen múltiples problemas que generan preocupación a los habitantes de las parroquias rurales y del sector urbano, la principal es la reducción en un 60% del caudal de las vertientes, ya que existe el riesgo de que con el tiempo éstas se sequen por acción de la variabilidad climática; por otro lado, la presencia en un 10% de heces de animales y de agua con un color oscuro 30%, que constituyen elementos que imposibilitan el consumo humano.

En las zonas rurales la administración del agua está sujeta a un operador comunitario CAF (2019), el proceso del saneamiento generalmente es responsabilidad de cada familia de manera individual; este sistema presenta desafíos al momento de ampliar o adecuar un componente de las redes de conducción, o al momento de readecuar captaciones, debido a que la cuota que cada familia aporta es un mínima, difícilmente cubre los costos de operación y de mantenimiento normal, en los que no se contemplan rubros para arreglos de relevancia. Un aspecto también evidente en los sistemas de agua rurales es la potabilización, proceso que es esencial para eliminar bacterias patógenas; esta situación ha llamado la atención de instituciones gubernamentales y no gubernamentales, para la inversión basada en modelos asociativos, con y sin subsidio del gobierno sub-nacional, con un enfoque de fortalecimiento de capacidades locales; sin embargo, la sostenibilidad del servicio requiere de un monitoreo y seguimiento continuo de las obras de infraestructura, para alcanzar la autonomía comunitaria, en este aspecto.

Según el PDyOT del Gad Municipal Salcedo (2018), en relación a las adjudicaciones de agua en el cantón existen: 263 concesiones de agua de las cuales, 252 son para riego, 135 pertenecen a ríos, quebradas y laguna, 110 a vertientes y 7 a pozos. El mayor número de concesiones se registra en el Río Nagsiche, siendo los ríos Nagsiche y Yanayacu, los que mayor número de beneficiarios del agua tienen. Las vertientes superan en número de beneficiarios a los ríos, quebradas y laguna, no así en caudal ya que los ríos y quebradas representan un 80% más, respecto a vertientes. Por localización geográfica y corroborada con la información de concesiones, la Parroquia Cusubamba y

Parroquia San Miguel, son las que más recursos hídricos posee y las parroquias Mulliquindil, Holguín y Panzaleo, presentan escasos (p.21).

El número de adjudicaciones deja en evidencia el gran requerimiento de agua para la producción, debido a la demanda hídrica de los cultivos, la cual no es compensada únicamente con la lluvia; una condición de sequía prolongada sería fatal para el sector agropecuario local, que de seguro desencadenaría en pobreza y hambruna.

1.5.2. Precipitación en la parroquia Cusubamba

En mención a la información cartográfica del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el nivel de precipitaciones en la parroquia Cusubamba varía a lo largo de su territorio de acuerdo a sus zonas altitudinales, disponiendo “entonces en la zona alta 500 mm/año, en la zona media 583 mm/año y en la zona baja la precipitación alcanza el nivel más alto donde se registra 625 mm/año”, como consta en el PDyOT (GADP Cusubamba, 2018).

1.5.3. Cambio climático y desertificación en comunidades

En Ecuador la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial Uso y Gestión del Suelo (LOTUGS), dentro del artículo 19 designado al uso de suelo en las zonas rurales, ratifica lineamientos y señala los posibles efectos de la sequía en el sector productivo rural; además recalca estrategias de adaptación al cambio climático direccionado a suelos que presentan factores de riesgo o que se encuentran en procesos de desertificación; también se dispone de una Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales, esta herramienta tiene la finalidad de normar el uso y acceso a la propiedad rural. La titulación de tierras brinda la autonomía a los productores para la producción sostenible y por consiguiente reducir el riesgo por acción de la sequía, insertado en el Plan Nacional de Sequia (MAAE, 2021). A pesar de disponer de estas leyes, la presencia de erosión en los suelos de las comunidades, es inminente; causada generalmente por la aplicación de malas prácticas de labranza del suelo y la réplica de modelos productivos inadecuados para el contexto local; un factor que empeora esta condición es la falta de conocimiento en los productores

locales de sistemas de gestión integral del suelo y la complementariedad con los componentes de los sistemas productivos.

Los principales obstáculos para lograr una producción agrícola sostenible y eficiente en Ecuador son: el deterioro del suelo y la contaminación de los mismos, los autores Sánchez y Enríquez (2021), mencionan que los plaguicidas y los fertilizantes que se incorporan a los cultivos, si bien aumentan sus rendimientos, son mayores sus efectos adversos como la contaminación del suelo, del agua, y aire, deterioran los suelos al destruir los microorganismos naturales existentes, y comprometen la seguridad alimentaria.

1.6. Adaptación de la agricultura y cambio climático

Los sistemas agrícolas diversificados, pueden presentar sinergias interesantes, respecto a una mayor estabilidad y reducción de riesgos en pérdida de biodiversidad, y fomentan la resiliencia frente a la crisis climática (Veloz, 2019). Los sistemas productivos diversos pueden ser más sostenibles, con esta lógica es primordial identificar los componentes existentes en la comunidad y determinar una forma de producción, para establecer su sostenibilidad. A lo que Altieri y Nicholls (2018), adiciona que los pequeños agricultores que utilizan prácticas agroecológicas han podido afrontar e incluso prepararse para el cambio climático, minimizando las pérdidas de sus cosechas. Para alcanzar la sostenibilidad, es primordial retomar las prácticas ancestrales omitidas en las últimas décadas y mejorar la eficiencia de las chacras, sumando nuevas técnicas que permitan el equilibrio de los subsistemas que conforman la unidad productiva, cerrar ciclos sinérgicos y ser menos dependientes de insumos externos.

1.6.1. Conocimientos tradicionales y adaptación al cambio climático

Las complicaciones ambientales se agudizan cada vez más, sus efectos son visibles a nivel local y global; solo aquellas personas que han desarrollado su vida en un ecosistema específico, pueden desarrollar herramientas interesantes como lo manifiesta Blancas *et al.*, (2020), ahí es posible encontrar respuestas desde las experiencias vivenciales, aunque los ecosistemas son muy cambiantes; según la

FAO (2015), las poblaciones locales poseen conocimientos, pero hace falta una manera adecuada de transmitirlos.

Los sistemas productivos comunitarios en el Ecuador están muy ligados a los fenómenos climatológicos, los mismos que suelen ser decisivos en los volúmenes de producción alcanzables. La alta variabilidad climática dificulta planificar de manera adecuada una campaña agrícola; los saberes ancestrales de los pueblos, así como saber identificar bio-indicadores se constituyen en elementos importantes para interpretar la variabilidad climática (Portugal, 2020).

1.6.2. Mujer y cambio climático

Dupar *et al.*, (2012) mencionan que, desde todos estos ángulos, el cambio climático tiene consecuencias particulares para las mujeres, pues las instituciones sociales influyen de forma profunda en su bienestar y sus opciones de vida: no necesitan del impacto del cambio climático para tener que enfrentar las desigualdades de género que conducen normalmente a tasas más altas de pobreza, así como una experiencia de pobreza más profunda para ella que para el hombre. El cambio climático implica escasez de recursos, lo cual afecta profundamente a la mujer, en particular en aquellas zonas donde son las principales agricultoras y administradoras de la leña y el agua (p.1).

1.6.3. Migración rural y cambio climático

De acuerdo con la FAO (2022), los climas extremos destruyen los ecosistemas y fomentan la migración, con el desplazamiento se pierden los medios de subsistencia; de cierta manera los conocimientos tradicionales de las personas más ancianas de las comunidades y pueblos son una opción para la adaptación climática, este conocimiento se pierde por el fenómeno migratorio.

1.7. Cambio climático y seguridad alimentaria

Los autores Viglizzo y Puignau (2016), en relación con los efectos del cambio climático, sostiene que las problemáticas más preocupantes, se engloban en el ámbito de la naturaleza, que influyen en el hábitat de humanos y animales,

especialmente altera el ciclo hidrológico, la producción de alimentos y el abastecimiento de energía, componentes vinculados que mantienen el funcionamiento de las sociedades actuales, el desequilibrio de uno de ellos, causará impactos desastrosos; razón por la cual es imprescindible fomentar estrategias de adaptación en las localidades rurales, con mayor atención en los componentes agua y sistemas productivos.

En base al pronunciamiento de Arteaga y Burbano (2018), el cambio climático incide en el sector agropecuario, conlleva conflictos sociales, pérdidas económicas y pone en riesgo la seguridad alimentaria de la población; la afectación se aprecia esencialmente durante los periodos de lluvias intensas y sequía; en este sentido, las comunidades rurales, ubicadas en ecosistemas frágiles, se exponen a riesgos climáticos, la superación de esta problemática demanda de procesos de planeación a largo plazo, direccionados en la recuperación de los ecosistemas, el uso de nuevas tecnologías y fortalecimiento cultural encaminada hacia la sostenibilidad.

Dentro de la constitución ecuatoriana, la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria (LORSA), en su artículo 3 delimita las responsabilidades del estado con respecto a la soberanía alimentaria, este derecho se robustece con lo expresado en el Art. 281 de la Constitución el Estado, en el cual se focaliza la producción sostenible y sustentable de alimentos, reorientando el modelo de desarrollo agroalimentario, lo cual constituye un elemento valioso para continuar en la exploración de estrategias inclusivas y amigables con el ambiente y favorecer la seguridad alimentaria (LORSA, 2010).

Para fortalecer las motivaciones y aplicar las políticas públicas a favor de un desarrollo ambientalmente sostenible, que vaya en equilibrio con aspectos económicos, culturales y sociales, es fundamental enlazar el compromiso de Ecuador dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), aceptado de manera oficial en 1994 y el Acuerdo de París que fue firmado en julio de 2016, actualmente ratificado en 2017; con el fin de influir en el cumplimiento de las Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC), que incluye planes y acciones de adaptación y mitigación, enfocadas en los sectores

determinados, se contempla también dentro de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), la soberanía alimentaria e hídrica (MAE, 2012).

Analizando el marco constitucional es posible promover una producción alternativa y crear estrategias para coadyuvar la producción de alimentos de manera sostenible en las comunidades, reduciendo las emisiones de CO₂, debido a que la subsistencia de los pequeños agricultores ubicados generalmente en los sectores rurales depende de las condiciones climáticas, al presentar éstos una vulnerabilidad alta, se torna indispensable buscar la adaptación y fomentar la resiliencia, a las condiciones adversas del clima que presenta mucha variabilidad en las últimas décadas.

1.8. Riesgo climático

Para Germanwatch (2021), el Índice de Riesgo Climático Global (IRC) que indica el nivel de exposición y vulnerabilidad al clima extremo, debería ser recibido por cada país como una advertencia que los prepare para eventos meteorológicos más frecuentes o graves en el futuro. Según este autor, los riesgos son potenciales para todos los países, por ello se torna necesario disponer de datos a largo plazo para hacer comparativos, con las cifras socioeconómicas para definir soluciones adecuadas.

1.8.1. Heladas en el cantón Salcedo

Según la investigación realizada por Moreno y Herrera (2017), la frecuencia e intensidad de heladas en condiciones de altitud de 2628 msnm, se caracterizan: 52,4% heladas suaves, el 23,2% como heladas moderadas, el 13,8% como heladas fuertes, el 6,5% heladas muy fuertes, y el 3,3% heladas severas; además, afirma que las heladas suaves y moderadas (75,6%) se producen en el período anual de heladas. Los resultados de la investigación en base a datos recopilados por la estación Rumipamba del cantón Salcedo de las tres décadas (360 datos), las heladas más peligrosas para los cultivos se producen cuando más se adelantan o se retrasan del período invernal (octubre-abril). Siendo importante para los productores, definir fechas extremas de heladas, sobre todo las fuertes, muy fuertes y extremas; implicando en la necesidad de elaborar un calendario estacional de siembras basado

en acontecimientos suscitados para este fenómeno meteorológico para disminuir impactos negativos en el sector agrícola y evitar pérdidas en cultivos (p. 102-103).

1.8.2. Sequías

De acuerdo con el informe del (MAAE, 2021), en Ecuador se han registrado períodos más frecuentes de sequías, provocando la pérdida de cultivos en el sector agrícola, así mismo, es precursor de alteraciones en el ecosistema, provocando la migración de especies de fauna, especialmente en ecosistemas endémicos, cuyo equilibrio es muy sensible, la sequía ocasiona cuantiosas pérdidas económicas para los agricultores del Ecuador, este informe indica que entre los años 2000 y 2017, se perdieron principalmente cultivos arroz, cacao, café y otros productos producidos en menor escala; aproximadamente se perdieron USD 424 millones en menos de 20 años; de manera adicional, la sequía engendra hambruna y pobreza afectando a los sectores energéticos y productivos del país. Con estos antecedentes se ha establecido un Plan Nacional de Sequia 2021-2030, dentro del marco de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, en el que se hace referencia a planes de mitigación y adaptación, basándose en las Contribuciones no Determinadas (NDC).

1.9. Comunidades resilientes al cambio climático

La resiliencia climática rural desde el enfoque de la FAO, es la capacidad que tienen los ecosistemas naturales y las sociedades rurales y agrícolas para contrarrestar las diferentes presiones y los impactos ocasionados por alteraciones en los patrones climáticos. (FAO, 2019).

Es fundamental una conjunción de factores indispensables para avanzar hacia la resiliencia, según Calle y Costales (2021), los principales factores son: la Gobernabilidad y participación ciudadana, que involucra el fortalecimiento de capacidades locales, tanto de tomadores de decisiones, como de productores, una activa participación de ambas partes en los Planes de Desarrollo, Presupuestos Participativos y generación de proyectos. Otro elemento fundamental son las actividades productivas alternativas (emprendimientos) y de negocios inclusivos resilientes y adaptados al cambio climático; el acceso al agua, saneamiento y salud

centrado en la gestión del servicio de calidad y sistemas en buen estado con mecanismos de sostenibilidad y la gestión de riesgos ante desastres naturales, que implementa procesos de capacitación, con el fin de fomentar en la población respuestas oportunas y apropiadas, ante eventos extremos de clima. “La evaluación de resiliencia se realiza en un marco multidimensional, incluyendo resiliencia ecológica, social, económica y de gobernanza” (FAO, 2021), en este sentido se establecen indicadores para las 4 categorías principales citadas, constituyendo los cuatro pilares de la sostenibilidad, como se aprecia en la (figura 1).

Figura 1. Indicadores para evaluar la resiliencia de un ecosistema

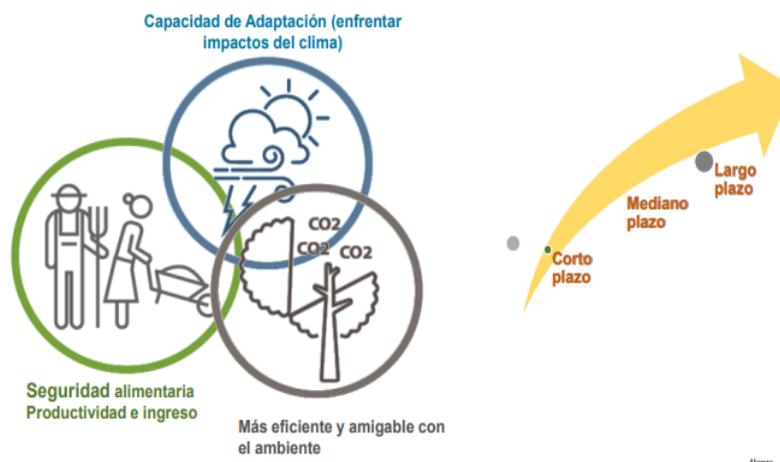
Indicador Ecológico		Indicador Económico	
Meta	Impactos minimizados en especies vulnerables y en peligro.	Meta	Máximo Rendimiento Económico.
Objetivo	Minimizar número de tortugas capturadas incidentalmente.	Objetivo	Cambiar la estrategia de comercialización.
Indicador	Número de tortugas capturadas (basado en muestreo).	Indicador	% de producto con mayor valor agregado.
Indicador Social		Indicador de Gobernanza	
Meta	Máximo beneficio social derivado de la pesquería.	Meta	Mejora en el cumplimiento y aplicación de normas.
Objetivo	Aumentar/mantener empleo en los sectores captura y post-captura.	Objetivo	Fortalecer el cumplimiento y aplicación de normas mediante una mejora en la cooperación interinstitucional.
Indicador	Número de empleos en sectores captura y post-captura.	Indicador	Grupo de coordinación formado, planes de aplicación de normas formulados ("multi-agencia") y reuniones periódicas llevadas a cabo con minutas acordadas.

Fuente: (FAO, 2021).

1.10. Agricultura Sostenible Adaptada al Clima (ASAC)

Aplicando el enfoque CCAFS (2014). Agricultura Sostenible Adaptada al Clima - ASAC (Conocida en inglés como Climate-Smart Agriculture o CSA) que es una herramienta integradora para combatir los desafíos relacionados a la seguridad alimentaria y el cambio climático, que plantea los siguientes objetivos: incrementar la producción sostenible, fortalecer la resiliencia de los sistemas alimentarios frente al cambio climático y reducir las emisiones de GEI de la agricultura CCAFS (2014), en ese contexto, el autor Bonilla (2022) indica que, la incorporación de género puede aportar la eficiencia del uso de la tierra y mejorar los medios de vida rurales (figura 2).

Figura 2. Triple objetivo ASAC



Fuente: (Bonilla, 2022).

1.9.1. Elementos de la agricultura sostenibles adaptada al clima

La característica esencial de la ASAC, es que es una herramienta que aglutina componentes propios de los contextos locales, no se puede direccionar universalmente; la ASAC toma en cuenta acciones políticas, tecnológicas y económicas; en relación a lo descrito la Climate Change, Agriculture and Food Security [CCAFS] (2014), incluye elementos de gestión de fincas, y ecosistemas, para alcanzar la resiliencia con la optimización de recursos disponibles; además toma en cuenta los servicios para los agricultores y los administradores de tierras a fin de que puedan implementar los cambios necesarios (CCAFS, 2014).

1.9.2. Desafíos para la agricultura sostenible adaptada al clima

Según la Conferencia Regional para América Latina y el Caribe FAO (2021), en la que se analizaron las prioridades de la institución en la región, bajo el Marco estratégico de la FAO para 2022-2031, gran parte del incremento de la producción en el último decenio es producto del perfeccionamiento en la productividad, y no corresponde con la utilización de más tierra para la producción. Por otro lado, los mayores volúmenes de producción alcanzados en toda la región, se deben a la acción de la ciencia, la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i); complementada con decisiones adecuadas en un contexto adecuado; bajo el apoyo del estado y el presupuesto de inversión designado, en América Latina apenas se

invierte el 1% del PIB agrícola, a diferencia de los países desarrollados que han invertido más del 4 % durante varias décadas.

La producción agrícola se ve afectada por el cambio climático, de continuar a los niveles actuales es muy probable que para el siglo XXI las consecuencias resulten más drásticas. La variabilidad en la producción puede fluctuar entre el -2,3 % y el -10,7 % en el período comprendido de los años 2013-2040. La variabilidad del clima podría presentar problemas graves en la producción, con escenarios complejos en América Central y el Caribe; sin duda el cambio climático alterará las campañas agrícolas, reduciendo el rendimiento de los cultivos y su calidad, también impactará en el comercio, se incrementarían las plagas y enfermedades, problemas de estrés de los animales y el agotamiento de especies marinas. Es posible que los efectos del cambio climático afecten a las comunidades de la misma forma que el resto de regiones del planeta (FAO, 2022).

1.10. Trabajo comunitario desde la investigación acción participativa.

Desarrollar una propuesta de metodologías participativas conlleva un análisis inicial acerca de que comprendemos por participación comunitaria. Si desde nuestra visión apreciamos la participación asumiendo que se trata únicamente de presencia, se omite y quedan dispersos procesos reales que permiten el cambio y la construcción de capacidades locales que realmente pueden tener impactos para la transformación de grupos marginados (Dorward, *et al.*, 2017).

Soliz y Maldonado, (2006), sostienen que actualmente en nombre del mal llamado desarrollo se ha generado el factor clientelar, relacionado con reivindicaciones puntuales, en muchas ocasiones para silenciar la intranquilidad de un determinado grupo de interés, la participación debe ser considerada como un proceso de construcción colectiva, permite desarrollar la planificación de propuestas, gestionar los recursos, realizar actividades y evaluar proyectos construidos en el contexto comunitario. La Investigación Acción Participativa (IAP), es una metodología que genera pensamiento crítico, favorece el empoderamiento y la construcción de soberanía viabilizando el cambio en las comunidades.

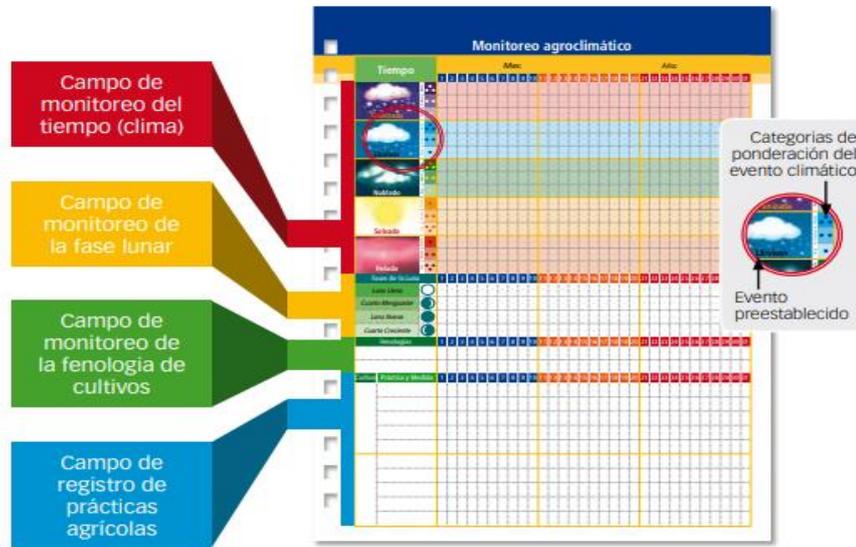
1.11. El Pachagrama

Es una herramienta de registro de datos agroclimáticos, que fue desarrollada por PROSUCO, para el trabajo con organizaciones de productores en Bolivia, se trata del registro de los fenómenos climáticos de manera diaria por un lapso de 3 a 5 años, con el fin de generar un registro que pueda ayudar en la toma de decisiones en las campañas agrícolas. Para ello requiere de la identificación de un observador comunitario quien esté dispuesto y comprometido con la co-creación del conocimiento local.

En este sentido el saber local, conserva elementos claves que viabilizan el empoderamiento y la construcción constante de conocimientos en un contexto comunitario. Según Baldiviezo (2014), en Bolivia los Yapuchiris, considerados personas sabias para los pueblos indígenas, son quienes se encargan de llevar los registros sobre el comportamiento del clima y su efecto en la producción; en este sentido se consideró relevante insertar la tecnología del Pachagrama en las comunidades Carrillo y Compañía Baja, la información que abarca permite validar pronósticos locales en base a indicadores naturales; también esta herramienta inserta información productiva y fases lunares, como se observa en la (figura 3).

En la gráfica se evidencian apartados que permiten monitorear el tiempo, la fase lunar, el estado fenológico del cultivo y cuenta con un espacio para describir prácticas culturales realizadas por los agricultores.

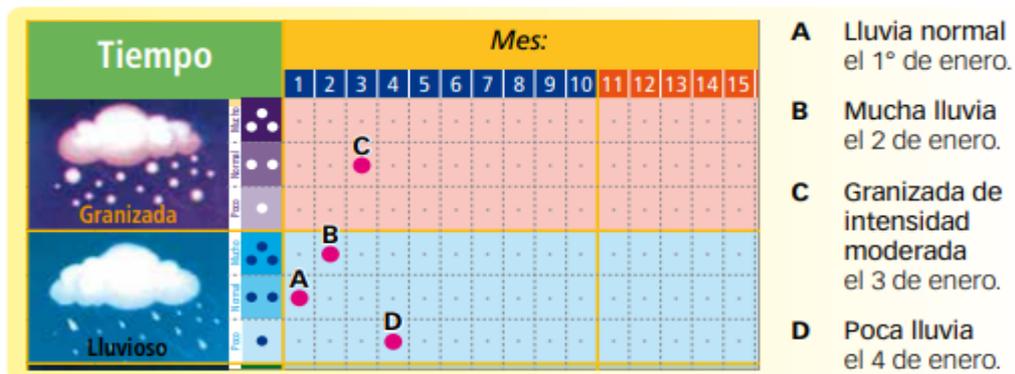
Figura 3. Partes del registro Pachagrama y forma adecuada de llenar



Fuente: (Baldiviezo, 2014).

Para registrar correctamente el tiempo, se debe detallar el mes y el año de registro; además tomar en cuenta que cada hoja corresponde a un mes, se utiliza puntos para ubicar dentro de las cuadrículas, cada marca se relaciona con una ponderación de la intensidad del evento en una fecha específica de observación, como se aprecia en la (figura 4).

Figura 4. Registro del tiempo

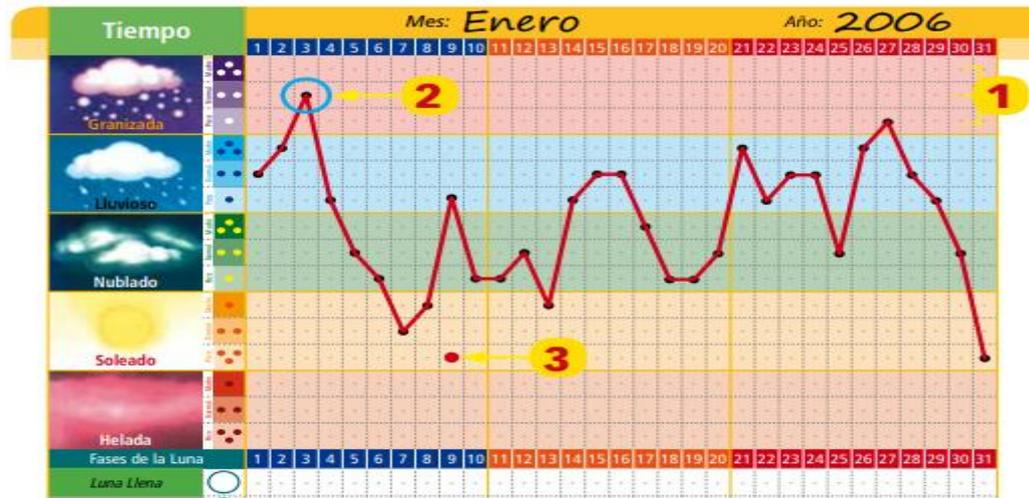


Fuente: (Baldiviezo, 2014).

Es importante realizar el registro de los puntos de manera correcta, un punto significa poco, dos puntos normal y 3 puntos mucho. Posterior a esto se debe unir

con líneas rectas y esto permite mirar la tendencia del tiempo de manera general; sin embargo, se debe relacionar la banda que corresponde a cada evento para identificar la ocurrencia, intensidad y tendencia del mismo, esto debe vincularse con la fase fenológica del cultivo monitoreado, como se visualiza en la (figura 5).

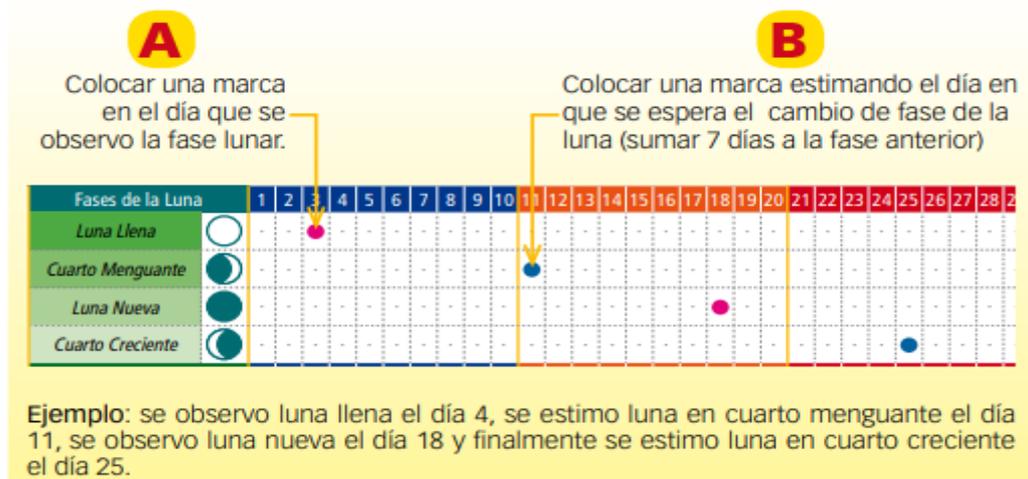
Figura 5. Identificación de ocurrencia, intensidad y tendencia



Fuente: (Baldiviezo, 2014).

El monitoreo de las fases lunares dentro del Pachagrama, consiste en registrar la fase de la luna de acuerdo a los días específicos, el objetivo de este proceso es fomentar la observación de la luna y el estudio de su influencia en las actividades agrícolas y promover mayor eficiencia productiva; esto debido a que las generaciones actuales de agriculturas y agricultores, están perdiendo estos conocimientos milenarios que consisten en la observación de indicadores naturales, como se observa en la (figura 6).

Figura 6. Registro de la fase lunar en el Pachagrama

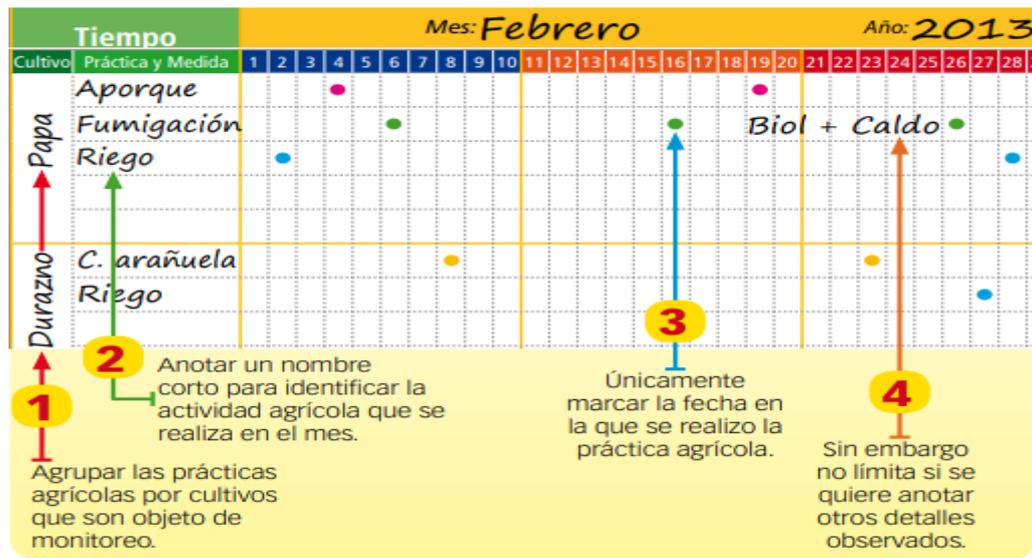


Fuente: (Baldiviezo, 2014).

Este registro es importante para que los observadores designados puedan generar la reflexión y el análisis apropiado, y de esta manera planificar las actividades y prácticas de producción agrícola, e insertar el conocimiento local de personas que poseen la experticia necesaria y aporten de esta manera al componente.

En el ámbito del monitoreo de las fases fenológicas del cultivo, es primordial considerar que cada especie tiene su desarrollo diferente, por ello es vital el seguimiento para identificar variaciones en las diversas etapas de crecimiento y poder analizar las tendencias; esto, con el fin de prever riesgos y obtener seguridad alimentaria, considerando que un agricultor siempre realiza prácticas en la etapa de crecimiento para condicionar la producción, de la misma manera establece medidas de prevención y manejo de los cultivos frente a posibilidades de susceptibilidad, como se aprecia en la (figura 7).

Figura 7. Registro de las fases fenológicas de cultivos



Fuente: (Baldiviezo, 2014).

El análisis de los datos de la información generada en este estudio a nivel de las comunidades de Carrillo y Compañía Baja en la parroquia Cusubamba del Cantón Salcedo, se ha centrado básicamente en buscar la integralidad de las condiciones climáticas, las características del cultivo y la capacidad de agricultoras y agricultores en relacionar interacciones; no obstante, las familias pueden en base a los resultados de la actividad de producción, analizar los puntos débiles y determinar si las condiciones climáticas han interferido. Para ello es importante evaluar y establecer una valoración del comportamiento del tiempo y como las decisiones de las campañas agrícolas se ven afectadas. “El realizar el proceso de monitoreo y planificación sistemático, dinámico y participativo, fortalecerá la resiliencia frente al cambio climático” (Baldiviezo, 2014).

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Área de estudio

El área de estudio está ubicada en la provincia de Cotopaxi, cantón Salcedo parroquia Cusubamba, como unidad de estudio se eligieron dos comunidades Carrillo y Compañía Baja, ambas situadas entre los 3050 a 3100 m.s.n.m.

2.1.1. Descripción de las comunidades en estudio

Carrillo

La Comunidad Carrillo se encuentra en la zonificación baja de la parroquia Cusubamba, la cual forma parte del cantón Salcedo, a una altitud aproximada de 3000 msnm. La temperatura media anual es de 6,5°C, pudiendo bajar hasta los 0°C; la precipitación media anual es de 569,44 mm/año. Esta limita al Norte con el Río Nagsiche, al Sur con la vía principal Mulalillo-Cusubamba seguido del sector San Carlos, al Este por la comunidad San Francisco y el Oeste por la comunidad Compañía Baja, en la comunidad habitan 80 familias. Esta zona se caracteriza por tener pendientes regulares, suaves o ligeramente onduladas. Los suelos son franco-arenosos, compuestos por depósitos aluviales, material laharítico, andesítico, toba, piedra pómez y aglomerado PDyOT (GADP Cusubamba, 2018).

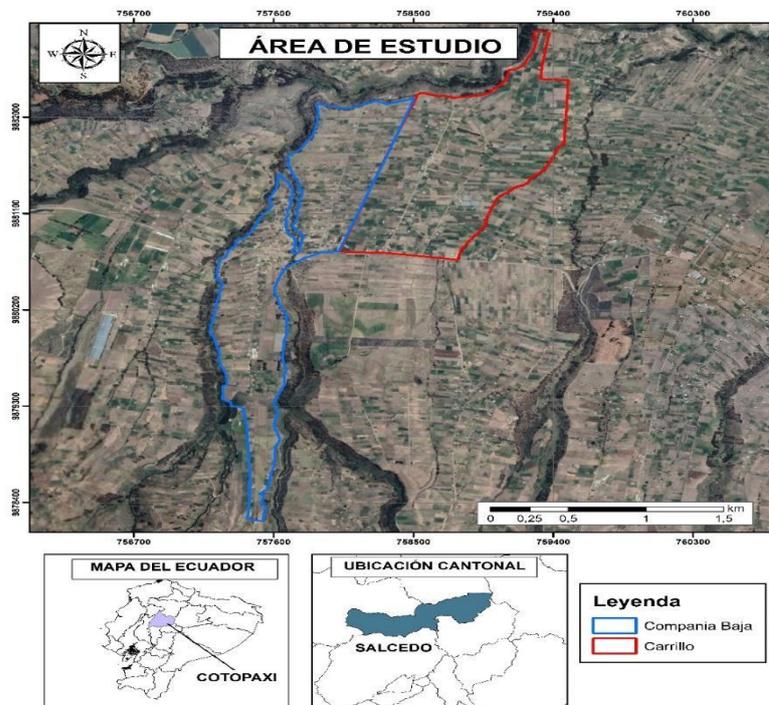
Las principales actividades agropecuarias son: cultivos de papa, maíz, pastos como alfalfa y reygrass, crianza de ganado para producción de leche, crianza y comercialización de animales menores. La producción de leche corresponde a un fuerte ingreso económico para la familia, junto con la comercialización de papa. La

comunidad tiene riego por dos sistemas por aspersión e inundación que favorece el desarrollo de la agricultura y ganadería.

Compañía Baja

La Comunidad Compañía Baja, está ubicada en la zona baja de la parroquia Cusubamba - cantón Salcedo, a una altitud de 3000 m.s.n.m. aproximadamente. Está limitada al norte por la comunidad Compañía Chica, al sur por el Río Nagsiche, al este por la comunidad Carrillo y la hacienda San Carlos y el oeste por la comunidad Belén Cuatro Esquinas; en la comunidad habitan 80 familias, las temperaturas promedio oscilan de 6,5°C a de 21 °C, existen ocasiones en que la temperatura baja a menos 0 °C, conocido como heladas. Los suelos son franco-arenosos. La actividad agropecuaria es la principal fuente de ingresos económicos en especial la producción de maíz, papa y leche; sin embargo, esta comunidad tiene riego por aspersión, en la (figura 8), se evidencia la localización de las comunidades.

Figura 8. Ubicación de las comunidades de Carrillo y Compañía Baja



Fuente. (Google earth, 2023).

Elaborado por: (Padilla, 2023)

Tabla 1. *Coordenadas de las comunidades Carrillo y Compañía Baja*

Comunidad	Coordenadas		
	X	Y	Altura
Carrillo	78°40'34.79"O	1° 4'14.90"S	3050
Compañía Baja	78°41'8.14" O	1° 4'35.82"S	3101

Elaborado por: (Padilla, 2023).

2.2. Metodología

2.3. Modalidad o enfoque de la investigación

El estudio tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo

2.3.1. Metodología cualitativa

Dentro del entorno cualitativo se realizó una revisión de literatura acerca del cambio climático para concretar los objetivos de la investigación; también, se indagó sobre la plataforma NASA, para descargar datos de las variables precipitación y temperatura específicamente de la zona donde se ubican las comunidades Carrillo y compañía baja; además, se mantuvo reuniones informativas en las comunidades en estudio, se realizó recorrido de campo para evidenciar los principales cultivos en ambas comunidades; también, se exploró herramientas que permitan tomar mejores decisiones para las campañas agrícolas desarrollados en otros países, en el presente estudio se eligió el Pachagrama, una herramienta participativa empleada por la Organización de Promoción de la Sustentabilidad y Conocimientos Compartidos (PROSUCO), organización que se localiza en Bolivia y ha desarrollado la herramienta para el trabajo con pequeños agricultores de las comunidades rurales.

2.3.2. Metodología cuantitativa

En el componente cuantitativo, con el objetivo de identificar los datos de las variables precipitación y temperatura, se empleó el programa R para descargar datos de la plataforma Agroclimatología (National Aeronautics and Space Administration [NASA], de esta manera se obtuvo 30 años de datos para el periodo 1990-2020, que posteriormente fueron analizados mediante la hoja de cálculo Microsoft Excel, donde se realizó las gráficas y tablas para analizar datos de precipitación y temperatura de manera mensual y anual; de igual manera, se realizó un análisis estadístico en Excel las respuestas de las encuestas aplicadas en las comunidades Carrillo y Compañía baja para establecer particularidades entre percepciones de productores y datos de la NASA.

2.4. Métodos

Los métodos aplicados en la investigación se realizaron en base a la revisión bibliográfica y la inducción de los datos obtenidos de la plataforma NASA y los datos procedentes de la encuesta direccionada a los productores de las comunidades que fueron estudiadas.

2.4.1. Bibliográfico

Con el fin de viabilizar el estudio se realizó una exploración de información bibliográfica, relacionado con el cambio climático en el contexto mundial y local. Recopilando información valiosa de fuentes como: revistas científicas, tesis, marco legal del Ecuador, estudios, informes de entidades gubernamentales nacionales e internacionales, planes de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Salcedo y de la parroquia Cusubamba.

2.4.2. Inductivo

Se realizó el análisis de los datos obtenidos de la plataforma NASA y de la encuesta, para finalmente conseguir las conclusiones sobre las percepciones de los productores conforme a la variabilidad climática y la influencia en cultivos de maíz y papa en la zona de estudio.

2.4.3. Explicativa

Porque evalúa y define las apreciaciones de los productores, mediante la matriz de evaluación participativa relacionado con el uso de la herramienta Pachagrama luego de un proceso de socialización.

2.5. Técnicas

Mediante las técnicas de la investigación se logró obtener información primordial para solventar de manera adecuada los objetivos planteados.

2.5.1. Reunión informativa

Antes de iniciar con el proceso de investigación se procedió con reuniones informativas en cada una de las comunidades, partiendo con una socialización donde se dio a conocer a los habitantes de las comunidades Carrillo y Compañía Baja, las actividades que se desarrollarían: levantamiento de puntos de referencia geográfica, salidas de campo, aplicación de encuestas y socialización de la herramienta Pachagrama.

2.5.2. Salida de campo

Mediante la visita in-situ en las dos comunidades, se realizó el levantamiento de los puntos geográficos para la descarga de los datos de precipitación y temperatura de la plataforma NASA; además, fue necesario para identificar los cultivos más importantes en cada comunidad (maíz y papa), esta actividad se llevó a cabo del 21 al 25 de noviembre de 2022.

2.5.4. Encuesta

Con el fin de conocer las percepciones de los productores de las comunidades de Carrillo y Compañía Baja, sobre la variación climática y los posibles efectos en cultivos de maíz y papa, se desarrollaron encuestas aleatorias utilizando el método no probabilístico por conveniencia, seleccionando personas que acepten participar. El tipo de encuesta para el presente estudio fue de tipo cerrada que contenía 13

preguntas, (Anexo 2); de esta manera, se recopiló la información de 45 personas por cada comunidad, obteniendo un total de 90 productores, este proceso se realizó durante todo el mes de noviembre de 2022.

2.5.5. Diálogo con informantes clave

Es una técnica empleada para completar ciertas informaciones: dialogando con personas bien informadas sobre la comunidad, se puede obtener en forma rápida informaciones pertinentes para orientar el trabajo, Geilfus (2009), en el estudio se utilizó para obtener datos básicos de producción de los cultivos maíz y papa en las comunidades estudiadas.

2.6. Instrumentos

El desarrollo eficiente de los métodos y técnicas fue posible mediante la aplicación de los instrumentos adecuados que facilitaron el proceso investigativo.

2.6.1. Plataforma NASA

Se obtuvieron datos de temperatura y precipitación de la plataforma Agroclimatología (National Aeronautics and Space Administration [NASA]. La cual proporciona un conjunto de datos de energía renovable y crea nuevos conjuntos de datos solares y meteorológicos, procedentes de investigación de la NASA, direccionado para brindar apoyo a proyectos de energías renovables, edificios sostenibles y Agroclimatología (National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2022), de esta plataforma se identificaron datos de precipitación y temperatura de 30 años para realizar gráficas ilustrativas y comparar con las respuestas de los productores de las comunidades Carrillo y Compañía Baja, obtenidas mediante la aplicación de encuestas.

2.6.2. Programa R

Es un programa libre y de código abierto (Martínez, *et al.*, 2022). Mediante este programa se identificaron los datos de precipitación y temperatura de la plataforma NASA, que se emplearon en el estudio.

2.6.3. Microsoft Excel Software

Mediante la hoja de cálculo Microsoft Excel se realizó las gráficas y tablas con los resultados obtenidos de la investigación, de esta manera se creó una base de datos con la información recopilada a partir de las encuestas para su procesamiento y tabulación, que fue complementado con datos obtenidos de la plataforma NASA

2.6.4. Pachagrama

El Pachagrama es una herramienta participativa que es utilizada para el registro de variables climáticas especialmente precipitación, temperatura y viento, en el estudio se procedió con la socialización mediante un taller dirigido a productores que deseen participar.

2.6.5. Matriz de evaluación participativa (caritas)

La matriz de caritas es el instrumento adecuado para evaluar indicadores cualitativos, que se relacionan con la apreciación de los participantes, es práctico para evaluar talleres, según el autor Geilfus (2009), “Para indicadores cualitativos, se recomienda el uso de símbolos sencillos que permiten expresar diversos grados de apreciación (como las “caritas”), necesarios para un monitoreo, cualitativo que no preste a confusión (p.199). Con el fin de conocer la percepción de productores sobre la complejidad de ingreso de datos agroclimáticos se abordó la matriz mencionada en los dos talleres de socialización del Pachagrama realizados uno por cada Comunidad.

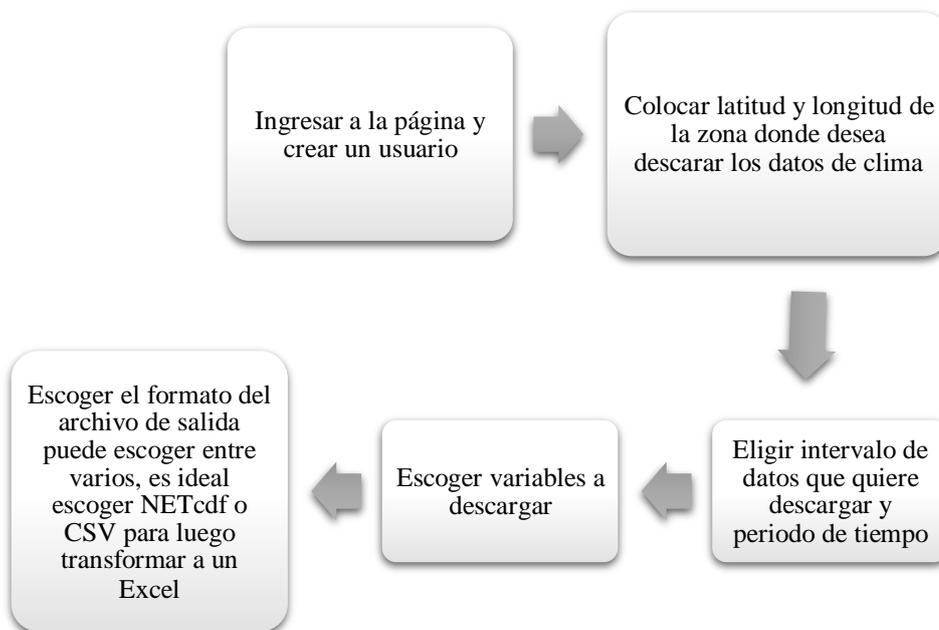
2.6.6. Marco metodológico de acuerdo a los objetivos planteados

Con el fin de cumplir los objetivos planteados en la investigación se utilizó las siguientes metodologías propuestas:

2.6.6.1. Identificar los datos climáticos de los últimos 30 años, obtenidos de la plataforma (National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2022), de las comunidades de Carrillo y Compañía Baja, para relacionar la variabilidad climática con las percepciones de las familias

Con la finalidad de concretar el primer objetivo se realizó reuniones informativas para iniciar con la investigación, posterior de ello, se realizó la visita in-situ, para levantar los puntos de referencia geográfica en las comunidades de Carrillo y Compañía Baja, con el fin de proceder con la descarga de los datos de la plataforma NASA, procedimiento que se logró mediante el uso del programa R, para ello fue necesario realizar los pasos que se indican en la (figura 10).

Figura 9. Pasos para la descarga de datos de la plataforma NASA



Elaborado por: (Padilla, 2023).

De esta manera se logró gestionar los datos de precipitación y temperatura de 30 años para el periodo considerado entre 1990-2020.

Posterior se insertaron los datos en Excel, software que se empleó para realizar las tablas y gráficas con datos mensuales y anuales, de manera que permita analizar la fluctuación de la variación de las variables precipitación y temperatura de la zona

estudiada durante los 30 años establecidos en la investigación, para luego ser corroborados con las percepciones de los productores de las comunidades.

2.6.6.2. Analizar la variación climática en dos cultivos (maíz y papa) en las comunidades Carrillo y Compañía Baja.

Para viabilizar el segundo objetivo, se desarrolló una encuesta con 13 preguntas cerradas que fueron direccionadas para la obtención de información relacionada con las percepciones de productores de las comunidades Carrillo y Compañía Baja, en función a la variabilidad climática en ambas comunidades.

Para determinar la muestra se consideró como población a las comunidades de Carrillo y Compañía Baja, cada comunidad tiene 80 familias dando un total de 160 familias; en este sentido se aplicó la fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra de poblaciones finitas, con un nivel de error máximo asociado a un nivel de confianza del 95%, resultando en 45 encuestas para el tamaño de muestra por cada comunidad, representando un total de 90 familias participantes en el estudio.

Para establecer la muestra se escogió la fórmula para una población finita, cuando se conoce el total de unidades de observación que la integran (Aguilar, 2005).

$$n = \frac{NZ^2S^2}{d^2(N - 1) + Z^2S^2}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población

Z = valor de Z crítico, calculado en las tablas del área de la curva normal.

Llamado también nivel de confianza.

S^2 = varianza de la población en estudio (que es el cuadrado de la desviación estándar y puede obtenerse de estudios similares o pruebas piloto).

d = nivel de precisión absoluta. Referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor promedio de la variable en estudio.

La aplicación de las encuestas se realizó mediante el muestreo no probabilístico por conveniencia a personas dispuestas en participar.

Para levantar información de la producción de los cultivos maíz y papa se utilizó la técnica del diálogo con personas clave en las comunidades, se identificó 5 personas en cada comunidad que tengan la misma variedad en ambos cultivos y extensiones dentro del promedio visualizado durante la salida a campo.

2.6.6.3. Socializar la herramienta participativa (Pachagrama) para la toma de decisiones en la agricultura en las comunidades Carrillo y Compañía Baja.

El tercer objetivo se desarrolló mediante un taller en cada una de las comunidades estudiadas, con el fin de dar a conocer la herramienta agroclimática Pachagrama, para ello se definieron las actividades que se plasman en la (figura 10).

Figura 10. Proceso de socialización Pachagrama



Elaborado por: (Padilla, 2023)

Para evaluar el taller se aplicó la matriz de evaluación participativa en las dos comunidades Carrillo y Compañía baja, luego de la socialización del Pachagrama

para determinar si es de fácil uso para los productores, la matriz empelada en la socialización se muestra en la (tabla 2).

Tabla 2. Matriz de evaluación participativa (caritas)

Evaluación Taller socialización Pachagrama					
	Muy fácil	Fácil	Difícil	Muy difícil	No entendió
¿Fue fácil llenar el Pachagrama?					

Fuente: (Geilfus, 2009).

Elaborado por: (Padilla, 2023).

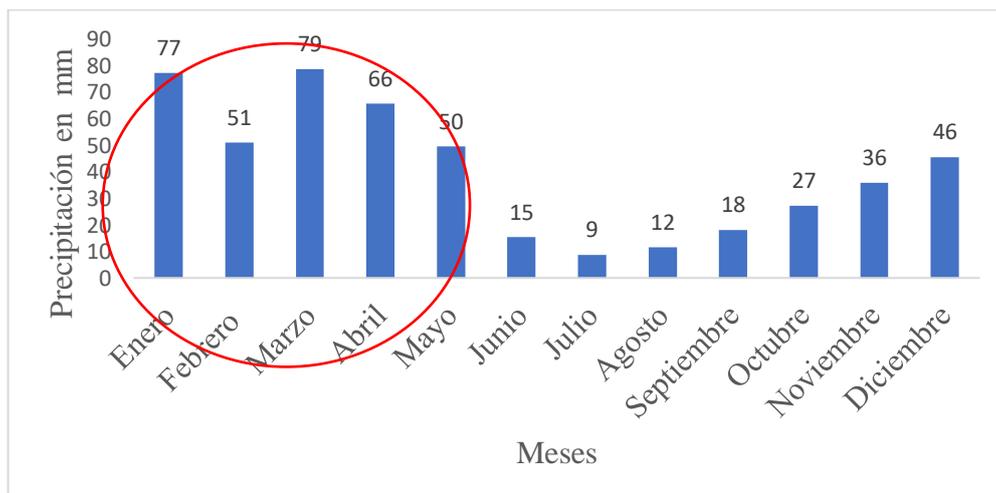
CAPÍTULO III

3. RESULTADOS

3.1. Datos de precipitación y temperatura periodo 1990-2020 obtenidos de la plataforma NASA

De los datos obtenidos de la plataforma NASA para las dos comunidades, se analizaron los registros promedio de precipitaciones mensuales durante los últimos 30 años, desde el año 1990 hasta el año 2020, en donde se evidencia que los meses con mayor precipitación fueron: marzo 79 ml., enero 77ml., abril 66 ml., febrero 51 ml y mayo 50 ml. Como se observa en la (figura 11), se identifican los promedios mensuales de precipitación más alta dentro del círculo rojo.

Figura 11. Promedio mensual (mm) Carrillo-Compañía Baja (1990-2020), plataforma NASA.



Fuente. (Plataforma NASA,2022).

Elaborado por: (Padilla, 2023)

Se determinó también, los promedios mensuales en relación a la temperatura mínima, una vez analizado los datos se evidenció que los meses de julio y agosto presentan mayor descenso de temperatura mínima a comparación del resto de los meses del año, como se observa resaltado de color celeste en la (Tabla 3), este descenso de temperatura puede generar las heladas, de acuerdo con Moreno y Herrera (2017), las heladas son una causa principal para la pérdida de cultivos en el cantón Salcedo; además, prioriza la importancia de una planificación de siembras tomando en cuenta acontecimientos históricos relacionado con temperaturas mínimas extremas registradas; de igual manera, se obtuvo datos de temperaturas máximas promedio mensual de los 30 años enmarcados en la investigación, para el periodo 1990-2020, apreciando que los meses: septiembre, octubre, noviembre y diciembre presentan promedios más altos como se aprecia resaltado de amarillo en la (Tabla 4), es decir que en estos meses la temperatura se incrementa y trae como consecuencia posibles sequías. Lo cual puede afectar los cultivos en las comunidades, de acuerdo con el INIAP (2008), las altas temperaturas pueden generar estrés hídrico en los cultivos y afectar la producción.

Tabla 3. Temperatura mínima promedio mensual (1990 – 2020), Carrillo-Compañía Baja, plataforma NASA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
1990	6,43	6,14	6,04	5,73	3,63	3,94	2,4	2,8	4,24	5,1	5,4	5,26
1991	5,59	5,51	5,55	6,29	5,43	4,8	3,81	1,96	3,47	3,34	5,54	6,06
1992	6,49	5,53	6,61	6,35	5,34	4,64	3,8	2,77	3,4	4,16	4,15	6,48
1993	5,15	5,36	5,58	6,03	4,92	3,66	3,82	3,15	4,17	2,86	5,31	6,15
1994	5,49	5,67	5,44	5,75	6,16	4,12	4,48	3,23	3,05	4,02	5,95	5,66
1995	4,26	6,12	5,55	6,26	4,56	4,86	3,94	2,94	3,3	3,4	6,06	5,71
1996	6,34	5,62	5,87	5,27	5,28	4,9	1,92	2,63	5,44	4,69	5,79	5,85
1997	5,2	5,08	6,94	5,93	5,83	4,28	5,34	3,47	3,83	5,96	6,33	6,23
1998	6,47	7,09	7,56	7,9	5,8	5,73	3,59	4,09	3,82	4,88	6,28	5,21
1999	5,87	5,3	4,88	5,38	5,65	4,74	1,31	1,8	4,85	3,4	4,19	5,63
2000	4,84	4,83	5,21	5,03	4,94	4,51	3,37	3,65	3,47	3,82	5,02	5,93
2001	5,35	5,19	5,51	6,29	5,45	3,8	2,73	2,71	2,87	4,51	5,16	6,59
2002	4,33	6,33	5,55	5,31	6,15	4,23	3,78	2,18	2,02	3,99	4,4	5,89
2003	5,5	6,69	5,59	5	6,08	4,27	2,64	4,23	4,46	4,71	5,51	6,11
2004	4,07	5,34	5,67	5,51	5,43	4,43	3,87	3,27	4,29	5,19	5,15	5,51
2005	5,63	6,98	5,75	5,67	5,07	4,54	4,63	5,19	5,48	6,19	3,86	5,53

2006	4,8	5,89	5,51	5,66	3,56	2,02	2,58	4,83	4,26	4,39	5,73	4,93
2007	6,32	5,07	6,21	5,92	6,62	5,23	5,26	3,71	3,3	5,32	5,05	5,08
2008	5,33	5,26	4,78	5,38	5,16	3,73	2,73	3,37	2,94	4,88	5,45	5,81
2009	5,52	5,3	5,63	6,23	4,65	5,31	3,69	4,19	3,65	6,57	5,33	5,89
2010	6,11	6,2	6,28	6,05	6,44	4,62	3,79	3,4	3,97	4,73	5,08	4,94
2011	5,32	5,37	4,96	5,35	5,65	3,7	4,92	3,57	3,95	5,22	5,07	5,12
2012	5,41	5,21	5,57	5,99	5,83	4,31	3,83	2,53	3,8	5,09	6,37	5,83
2013	6,15	5,12	6,08	3,82	5,44	3,85	5,05	2,39	3,87	4,8	5,57	5,71
2014	5,68	5,75	5,51	5,68	5,84	4,8	4,43	3,54	3,63	4,11	6,22	5,54
2015	6,47	5,91	5,95	5,35	6,58	5,73	4,05	4,4	3,83	6,1	4,8	5,01
2016	6,18	7,48	7,69	6,55	5,89	5,09	4,76	2,68	4,14	3,82	6,12	6,19
2017	5,35	5,31	6,26	6,3	5,05	4,94	2,39	1,91	2,98	5,77	5,98	6,15
2018	5,36	5,64	6,44	5,4	5,72	3,04	3,74	3,51	2,35	5,31	7,05	4,93
2019	5,23	5,73	6,15	6,3	5,77	4,89	3,07	2,73	4,33	5,19	6,25	6,84
2020	3,97	5,9	6,02	5,99	5,84	4,19	3,73	2,76	4,7	4,83	5,35	6,55
PROM	5,49	5,74	5,88	5,80	5,48	4,42	3,66	3,21	3,80	4,72	5,47	5,75

Fuente: (Plataforma NASA, 2022).

Elaborado por: (Padilla, 2023).

Tabla 1. *Temperatura máxima promedio mensual (1990 – 2020), Carrillo-Compañía Baja, plataforma NASA*

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
1990	19,51	19,15	18,23	18,69	17,83	17,39	17,26	18,12	18,84	19,1	19,02	18,24
1991	18,37	18,37	18,44	17,99	17,78	18,42	16,78	17,08	18,52	18,98	18,72	18,73
1992	18,87	18,85	18,94	18,44	17,68	17,22	16,88	17,94	18,06	18,68	19,23	18,55
1993	18,23	18,26	17,47	18	17,52	17,03	17,03	17,5	17,74	17,97	17,65	18,2
1994	17,83	17,69	18,15	17,55	17,7	16,51	17,3	16,96	18,77	18,19	18,26	18,44
1995	18,36	18,88	18,65	18,48	17,92	18,11	17,52	18,05	18,81	19,25	18,23	18,43
1996	17,75	17,58	18,44	17,68	17,57	17,24	17,12	17,37	18,1	18,65	19,08	19,05
1997	18,01	18,2	19,06	18,67	18,15	17,72	17,77	18,4	18,85	19,07	18,68	19,14
1998	18,72	19,05	18,8	18,84	18,06	16,95	16,55	17,34	18,26	19,05	17,92	17,84
1999	17,1	16,76	17,19	17,43	16,84	16,58	16,82	17,4	17,37	17,65	18,77	17,59
2000	17,71	18,19	17,51	17,55	17,23	17,23	17,52	19,04	18,55	20,3	20,47	20,23
2001	18,83	18,88	18,95	18,7	19,24	18,12	18,53	19,1	19,4	20,38	20,46	19,62
2002	19,21	19,05	19,23	17,94	18,66	17,94	18,83	18,66	19,87	19,9	19,23	19,33
2003	19,08	19,37	18,74	19,01	18,24	17,97	17,55	18,65	19,49	19,83	18,94	18,78
2004	19,21	18,58	18,92	19,37	18,98	17,17	17,38	18,47	19,7	19,19	18,73	19,1
2005	19,12	21,32	19,26	20,08	19,2	19,39	19,78	20,33	20,83	20,71	20,26	19,92
2006	19,91	18,4	18,87	18,86	18,75	18,33	17,48	18,49	20,23	21,44	20,29	20,53
2007	21,02	21,13	20,34	19,57	21,05	19,05	20,22	20,21	20,49	19,71	18,83	17,56

2008	17,73	17,43	17,29	17,38	17,26	17,9	16,61	17,36	18,17	18,39	18,63	18,88
2009	18,4	18,06	18,58	18,29	18,94	18,11	19,12	20,46	20,83	20,72	20,9	19,77
2010	19,97	20,21	19,53	19,37	19,83	17,65	18,55	18,83	20,32	20,29	18,88	17,69
2011	18,16	17,85	17,73	17,98	18,68	18,64	17,1	18,44	18,55	18,69	18,68	18,72
2012	18,57	17,05	17,72	17,44	17,35	18,05	17,26	18,26	19,65	19,43	18,77	18,54
2013	19,32	18,07	18,75	18,98	18,16	18,03	17,33	18,06	19,47	19,4	18,82	18,83
2014	18,64	18,54	19,24	19,21	19,01	17,96	18,27	18,75	20,04	19,76	19,48	18,91
2015	19,38	18,69	18,98	18,38	18,28	17,7	17,81	18,73	20,15	19,78	20,06	20,01
2016	20,03	19,94	20,22	19,19	18,63	17,19	17,33	18,7	18,65	19,56	19,74	18,7
2017	19,12	18,27	17,48	18,41	17,68	17,75	18,52	18,41	19,05	19,11	18,84	19,17
2018	18,57	18,74	18,83	17,76	18,55	18,08	17,27	17,71	18,95	19,07	20,04	18,2
2019	19,52	18,78	18,69	19,08	18,4	18,17	17,96	18,37	19,61	18,71	19,2	18,99
2020	19,35	19,78	19,04	19,24	19,26	18,34	17,48	19,55	20,7	20,1	20,44	19,01
PROM	18,83	18,68	18,62	18,50	18,34	17,80	17,71	18,41	19,23	19,39	19,20	18,86

Fuente: (Plataforma NASA, 2022).

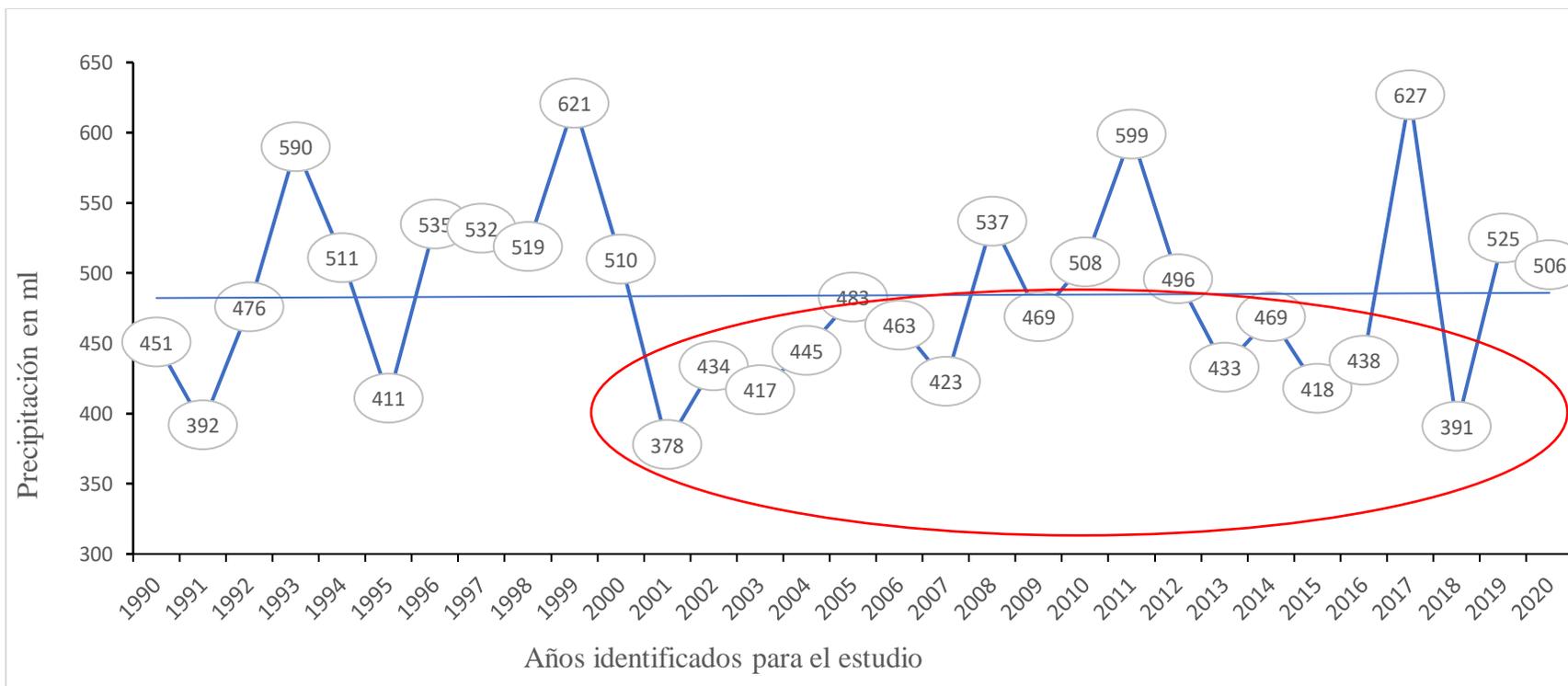
Elaborado por: (Padilla, 2023).

Con el propósito de validar la percepción de los productores, se analizaron los datos obtenidos de la plataforma NASA, en esta ocasión se puntualizó en los promedios anuales de precipitación, correspondientes a 30 años considerando el período 1990 a 2020, con ello se identificó 12 años por debajo de la media normal establecida para la zona de estudio que son 600ml promedio anual, según PDyOT (GADP Cusubamba, 2018), para los últimos 20 años establecidos entre el 2000 -2020, cómo se observa señalado con el círculo rojo (Figura 12); en este sentido, las percepciones de los productores, quienes afirmaron que llueve menos en los últimos años es correcta.

También se recopiló datos de promedios anuales de precipitación de la estación M004 Rumipamba-Salcedo (1990-2020) para mirar similitud la variación, con ello se estableció que, de los últimos 20 años, 14 años muestran cifras por debajo del promedio normal sobre la base de 800ml promedio anual de acuerdo con el PDyOT (GADM Salcedo, 2018), como se muestra con el círculo rojo (Figura 13). De cierta manera, muestra similitud con los datos de la plataforma NASA.

Las dos fuentes de datos demuestran que los últimos 20 años, presentan más años con precipitaciones inferiores de los promedios normales.

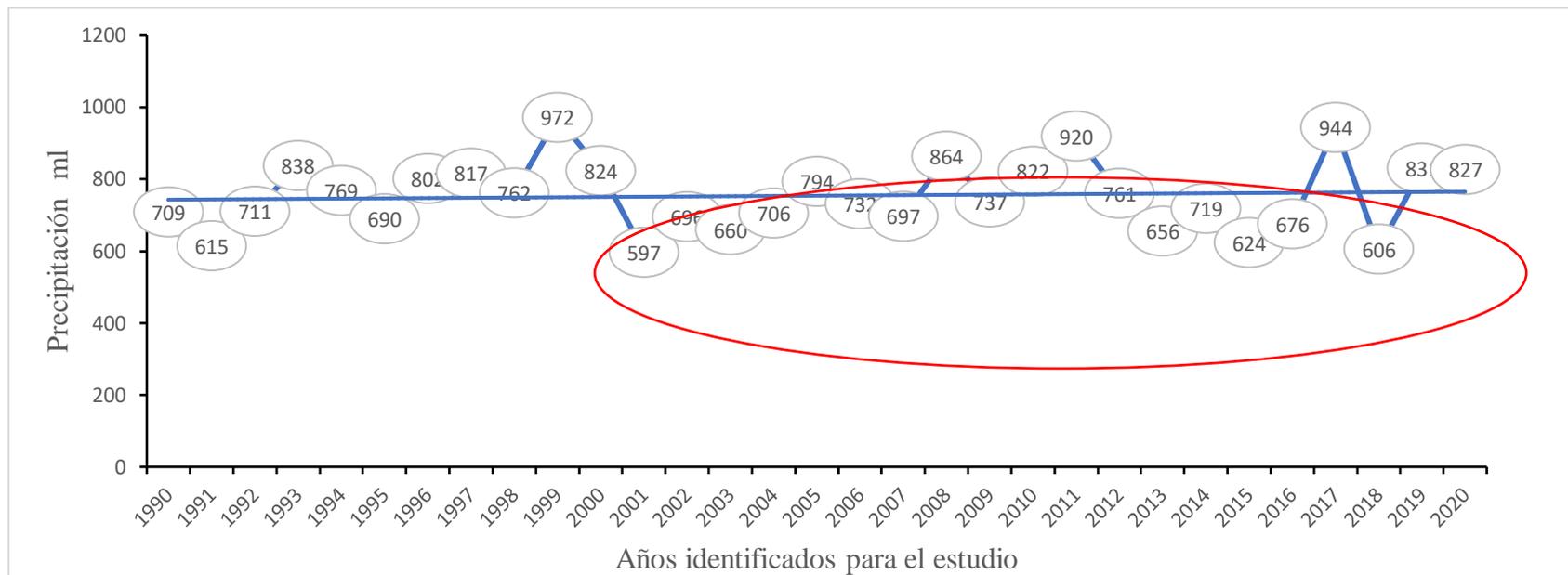
Figura 12. Promedio precipitación anual mm (1990-2020), Carrillo-Compañía Baja, plataforma NASA



Fuente: (Plataforma NASA, 2022).

Elaborado por: (Padilla, 2023).

Figura 13. Precipitación anual estación M004 Rumipamba-Salcedo (1990-2020)



Fuente: (M004 Rumipamba-Salcedo, 2022).

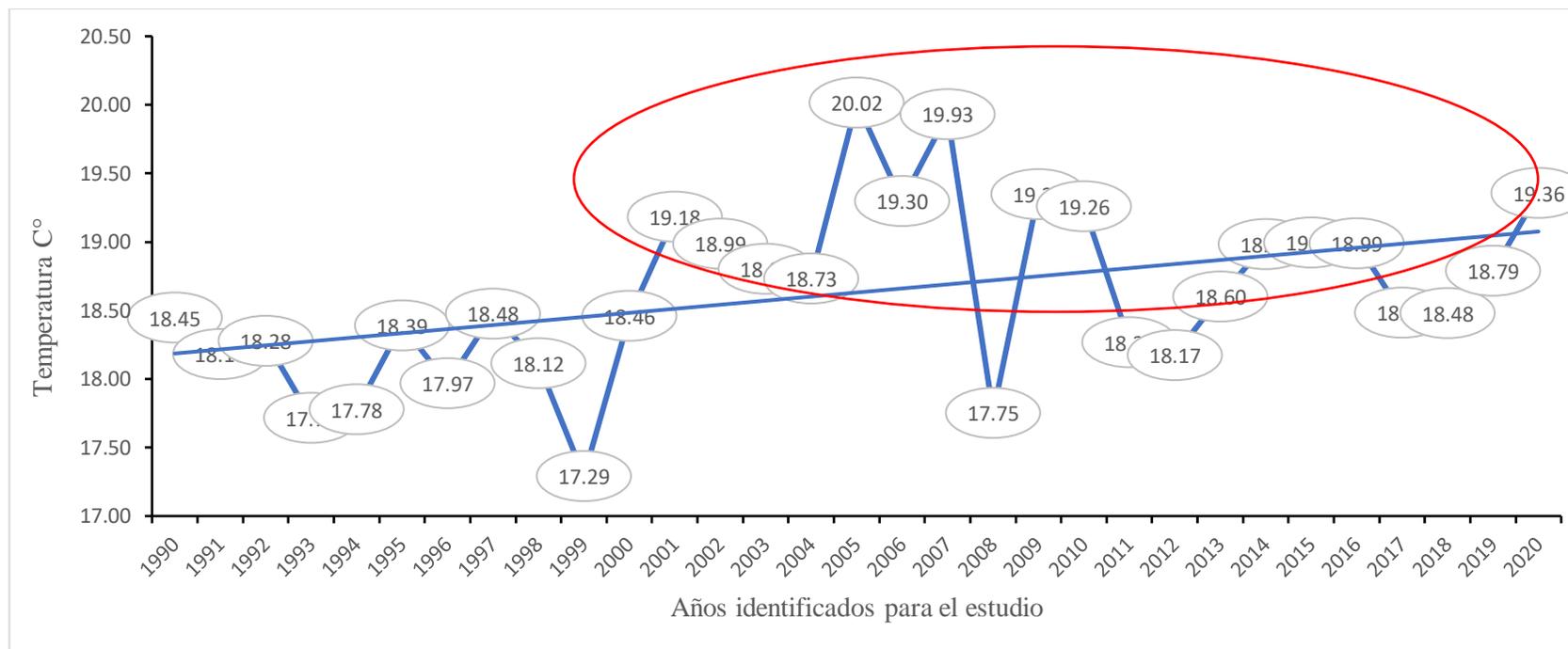
Elaborado por: (Padilla, 2023).

Con la finalidad de equiparar percepciones de los productores conforme al incremento de temperatura en los últimos años, se analizaron los datos de las temperaturas máximas anuales, obtenidos de la plataforma NASA en los últimos 30 años, desde el año 1990 hasta el año 2020 como se observa en la (Figura 14), en las que se identifica el promedio anual de temperatura máxima en ascenso en los últimos 20 años como se muestra en el círculo rojo.

En el análisis de los datos de las temperaturas máximas registradas durante los últimos 20 años, por la plataforma NASA, se aprecia ligeras variaciones en el incremento de temperatura, especialmente se evidencia una alteración brusca en el año 2005 que sobrepasa los 20°C.

Con el objetivo de comparar la información de temperaturas máximas con otra fuente a parte de la plataforma NASA, se identificó datos de la estación M004 (Figura, 15), analizando estos datos se observa pequeñas variaciones que se encuentran dentro del promedio normal para Salcedo que se define en 12 a 14 °C, según PDyOT (GADM Salcedo, 2018). El año en que la temperatura máxima repunto fue 2005, llegando a los 15°C; en este sentido, tanto la plataforma NASA como la estación M004 tienen relación para este año con un incremento notorio en el promedio; no obstante, las percepciones de las personas para el periodo 2000-2020 se relacionan más con los datos de la plataforma NASA, quizá porque son datos específicos de las comunidades.

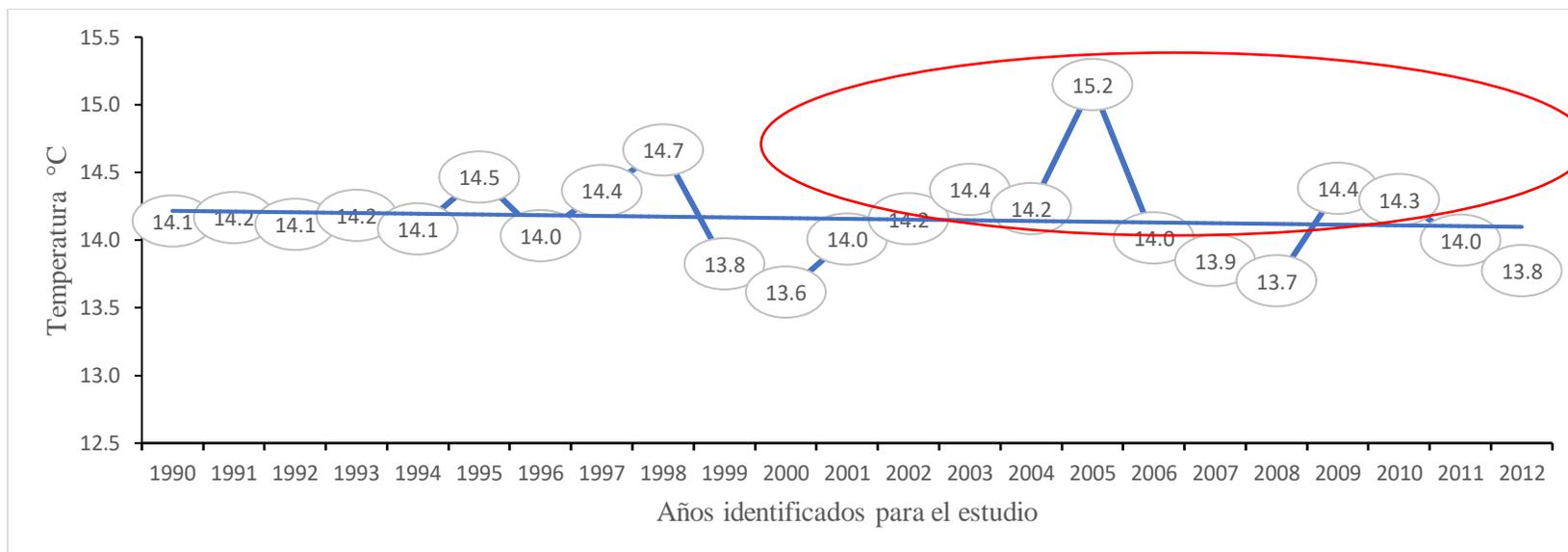
Figura 14. Promedio anual temperaturas máximas (1990-2020), Carrillo-Compañía Baja, plataforma NASA



Fuente: (Plataforma NASA, 2022).

Elaborado por: (Padilla, 2023).

Figura 15. Promedio anual temperaturas máximas estación M004 Rumipamba-Salcedo (1990-2012)



Fuente: (M004 Rumipamba-Salcedo, 2022).

Elaborado por: (Padilla, 2023).

3.2. Resultados de la encuesta

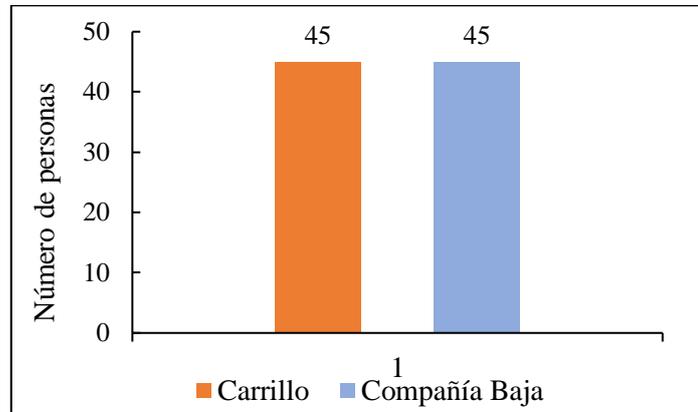
Durante esta fase se recopiló la información de 45 familias de la comunidad de Carrillo y 45 familias de la comunidad de Compañía Baja, con el fin de conocer sus percepciones, respecto a la variación climática y los efectos en cultivos de maíz y papa.

Con el propósito de identificar cuáles son los cambios más evidentes para las productoras y productores de las comunidades se realizaron 13 preguntas que se detallan a continuación:

Pregunta 1.- ¿Cree usted que el clima está cambiando en su sector?

Al analizar los resultados de la encuesta realizada en la comunidad Carrillo, 45 personas (100%), escogieron que el clima si está cambiando; de manera similar en la comunidad Compañía Baja, como se evidencia en la (figura 16). La relación que las comunidades tienen con el entorno está plasmada por afectividad y misticismo, esto permite que hombres y mujeres alcancen conocimientos específicos sobre la interacción de componentes naturales (flora, fauna, suelo, agua, atmósfera) de su contexto ambiental determinando los cambios/variaciones que se presentan en el medio ambiente (Ramírez, s.f), en este ámbito las personas que habitan en las comunidades pueden percibir los cambios en el clima de manera más afectiva, debido a que sus actividades agrícolas, pecuarias y de subsistencias, están vinculadas con los saberes ancestrales.

Figura 16. ¿Cree usted que el clima está cambiando en su sector?



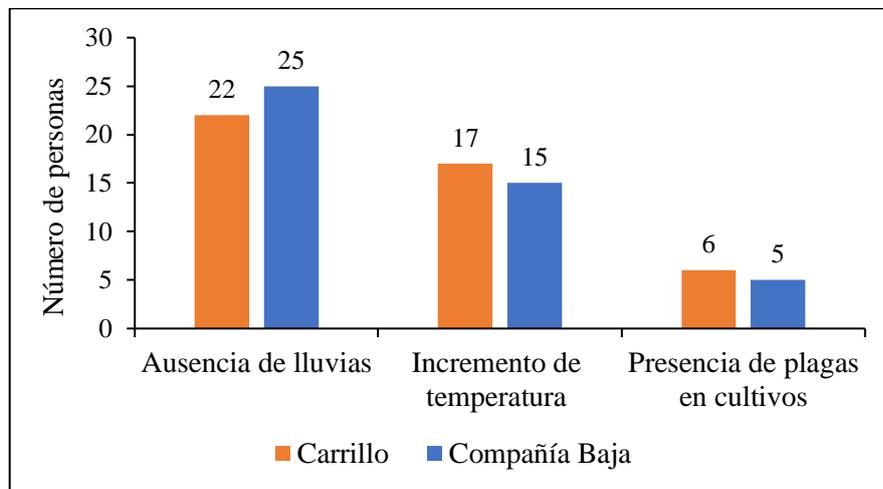
Elaborado por: (Padilla, 2023).

Pregunta 2.- ¿Qué cambios en el clima percibe usted?

Del análisis de los resultados, en la comunidad de Carrillo, 22 personas (49%), señalaron ausencia de lluvia, 17 personas (38%) mencionaron el incremento de temperatura, y 6 personas (13%) indicaron la presencia de plagas en cultivos. Por otro lado, en la comunidad Compañía Baja, 25 personas (56%) mencionaron ausencia de lluvia, 15 personas (33%) respondieron incremento de temperatura y 5 personas (11%), manifestaron la presencia de plagas. Para los productores de las dos comunidades la ausencia de lluvias y el incremento de la temperatura son variables más evidentes del cambio climático, como se evidencia en la (figura 17).

La investigación de Romo (2015), menciona que los agricultores tienen percepciones relacionadas con las variables temperatura y precipitación; en este sentido, los dos factores señalados por las familias de las dos comunidades posiblemente influyen de manera directa en los cultivos y por consiguiente son más evidentes.

Figura 17. ¿Qué cambios en el clima percibe usted?

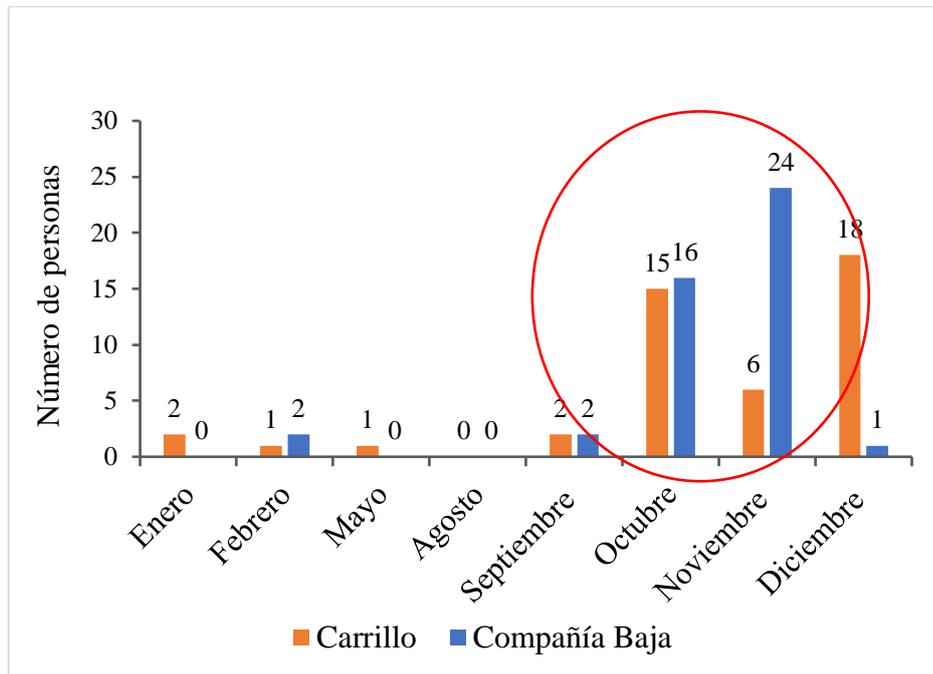


Elaborado por: (Padilla, 2023).

Pregunta 3.- ¿En qué mes siembra usted sus cultivos?

Conforme a los resultados en la comunidad de Carrillo los meses de siembras se distribuyeron de la siguiente manera: 18 personas (40%) diciembre, 15 personas (33%) octubre, 6 personas (13%) noviembre, 2 personas (5%) enero, 2 personas (5%) septiembre, 1 persona (2 %) febrero y 1 persona (2%) mayo. En cambio, en Compañía Baja las personas indicaron los siguientes meses: 24 personas (53%) noviembre, 18 personas (40%) octubre, 2 personas (5%) febrero y 1 persona (2%) diciembre. Del análisis de estos resultados, se aprecia que las familias en las comunidades de Carrillo y Compañía Baja siembran los cultivos de papa y maíz en los meses de octubre, noviembre y diciembre, como se aprecia en el círculo en rojo en la (figura 18).

Figura 18. ¿En qué mes siembra usted sus cultivos?



Elaborado por: (Padilla, 2023).

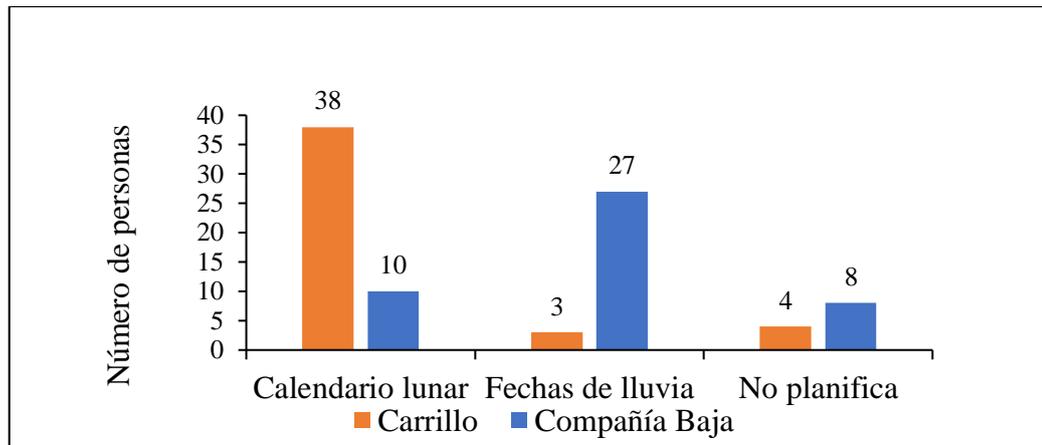
Comparando las percepciones de los productores y los datos de la NASA que indica que los meses que llueve más son: marzo n 79 ml., enero 77ml., abril con 66 ml., febrero con 51 ml y mayo con 50 ml. No hay concordancia esto puede ser debido a las prácticas de las personas que acostumbran a sembrar en los meses de octubre a diciembre, donde existe poca precipitación como para humedecer el suelo y germinar la semilla; en este sentido, los 5 primeros meses del año con mayor cantidad de precipitación favorece el crecimiento de los cultivos, considerando que la fase del desarrollo de las plantas requiere mayor cantidad de agua según (INIAP, 2008).

Pregunta 4.- ¿Cómo planificar las siembras de sus principales cultivos?

En la comunidad de Carrillo 38 personas (84%) indicaron que planifican sus cultivos en base al calendario lunar, 4 personas (9%) no planifican y 3 personas (7%) puntualizan con las fechas de lluvia. Por otro lado, en Compañía Baja, 27 personas (60%) planifican con las fechas de lluvia, 10 personas (22%) mediante el calendario lunar y 8 personas (18%) no planifican, como se aprecia en la figura 19. Se visualiza una diferencia marcada entre los porcentajes de planificación

relacionados con el calendario lunar y las fechas de lluvia por cada comunidad; de tal manera que prevalece las fechas de siembra en base al calendario lunar en la comunidad de Carrillo de acuerdo con la investigación de Bolaños (2018), indica una posible influencia significativa entre fases lunares y periodos de siembra; además, menciona que es un factor no independiente de las variables climáticas, en base a esto es probable que el comportamiento de los cultivos tengan interacción con las fases lunares y se justificaría el uso del calendario lunar, para la comunidad de Carrillo; respecto a la comunidad de Compañía Baja no disponer de suficiente agua induce a la siembra en los meses de lluvia.

Figura 19. ¿Cómo planifica las siembras de sus principales cultivos?

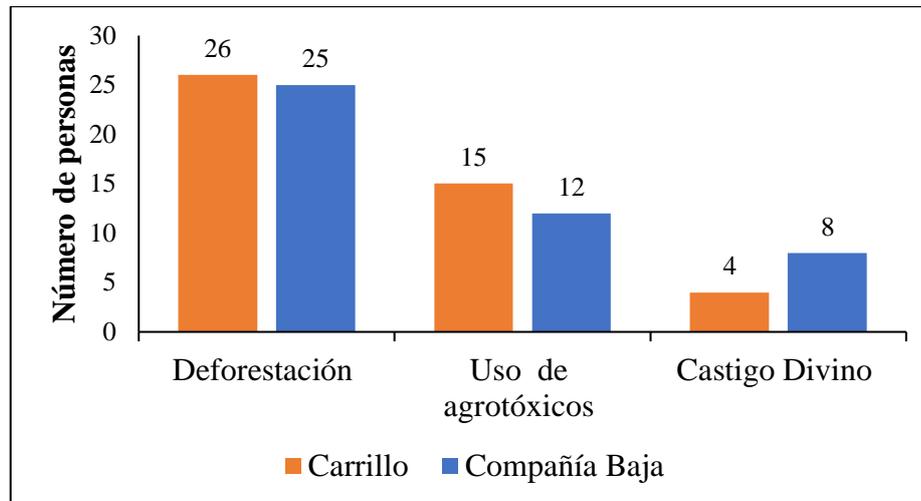


Elaborado por: (Padilla, 2023).

Pregunta 5.- ¿Por qué piensa usted que cambia el clima?

En la comunidad de Carrillo, 26 personas (58%) expresaron que el cambio de clima es debido a la deforestación, 11 personas (24%) mencionaron que es producto del uso de agrotóxicos, y 8 personas (18%) indicaron que es a causa del castigo divino. En caso de la comunidad Compañía Baja, 27 personas (60%) vincularon el uso de agrotóxicos como causa principal de las alteraciones en la variación climática, 10 personas (22%) relacionaron la deforestación como agente de cambio del clima y 8 personas (18 %) señalaron el castigo divino como factor que ocasiona el cambio de clima, los resultados de esta pregunta se muestran en la (figura 20). Las familias de la comunidad de Carrillo perciben que la deforestación es un factor que contribuye con el cambio climático en mayor proporción, de acuerdo con el MAE (2011), los bosques tienen un rol importante en la captura de carbono, en Ecuador, cada año se pierden por deforestación aproximadamente 47.497 hectáreas de bosque, que corresponden a una emisión neta anual de 22'045.681 tCO₂eq, y de 1'363.578 tCO₂eq por degradación forestal. Este fenómeno rompe el equilibrio y agudiza el cambio climático. Desde la perspectiva de los habitantes de la comunidad Compañía Baja relacionaron el uso de agrotóxicos como una principal causa para el cambio de clima (Torres, *et al.* 2011), describen la actividad agrícola como fuente de emisiones de contaminantes en países en desarrollo. Sin duda la demanda de productos alimentarios ha inducido a la población campesina a emplear insumos de síntesis química para incrementar la producción; no obstante, esto ha generado campesinos más pobres y dependientes del modelo capitalista.

Figura 20. ¿Por qué piensa usted que cambia el clima?

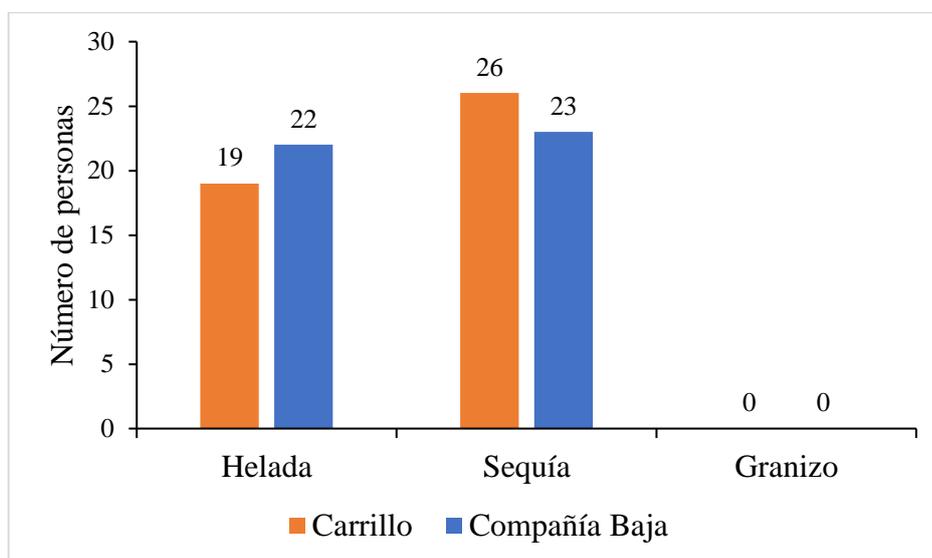


Elaborado por: (Padilla, 2023).

Pregunta 6.- ¿Qué fenómeno climático ha causado mayor pérdida en cultivos en los últimos años?

Tras el levantamiento de la información en la comunidad de Carrillo, 26 personas (58%) especificaron que la sequía provocó mayor pérdida de cultivos, 19 personas (42%) manifestaron que la causa principal por la que se perdieron cultivos, son las heladas. En Compañía Baja, 23 personas (51%) señalaron que las pérdidas de cultivos se deben a la sequía, 22 personas (49%) indicaron que las heladas provocaron más pérdidas de cultivos como se observa en la (figura 21). Las variables climáticas que afectan con mayor intensidad los cultivos en las dos comunidades son: las sequías y heladas, según Moreno y Herrera (2017), las heladas son una causa principal para la pérdida de cultivos en el cantón Salcedo.

Figura 21. ¿Qué fenómeno climático ha causado mayor pérdida en cultivos de papa y maíz, en los últimos años?

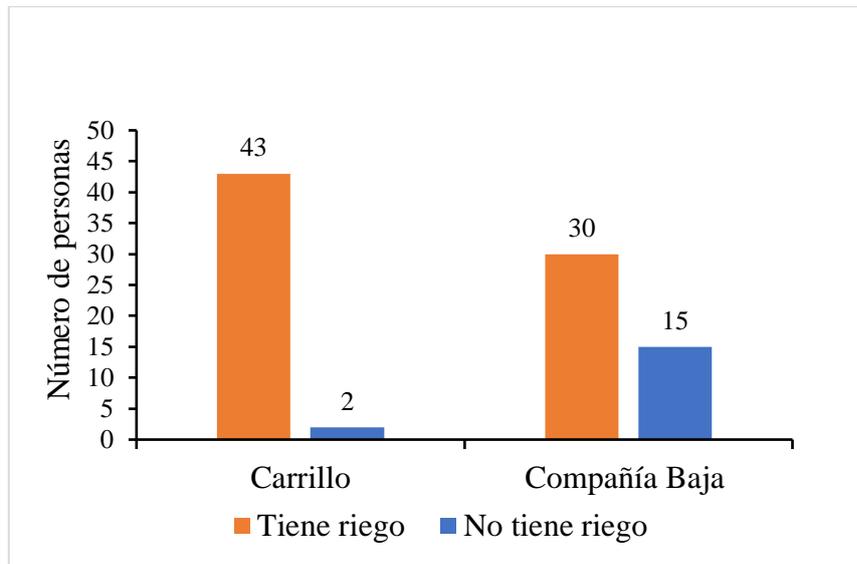


Elaborado por: (Padilla, 2023).

Pregunta 7.- ¿Tiene acceso a riego?

En la comunidad Carrillo, 43 (96%) de las familias disponen de riego, y 2 personas (4%) no tiene riego; en la comunidad de Compañía Baja, 30 personas (67%) tienen riego, y 15 personas (33%) de familias carecen de riego, como se evidencia en la (figura 22). La mayoría de las familias en las dos comunidades tiene acceso al riego y que de alguna manera puede influir en las decisiones de productoras y productores para la planificación de actividades agrícolas, en especial la siembra; sin embargo, existen familias que dependen de la precipitación porque no tienen riego. Según los autores Arroyo y Boelens (2013), el recurso agua tiene una distribución heterogénea e inequitativa en las comunidades en muchas ocasiones depende de las relaciones de poder; en este sentido se puede apreciar la concentración del agua de riego en pocas manos limitando el acceso para las familias campesinas.

Figura 22. ¿Tiene acceso a riego?

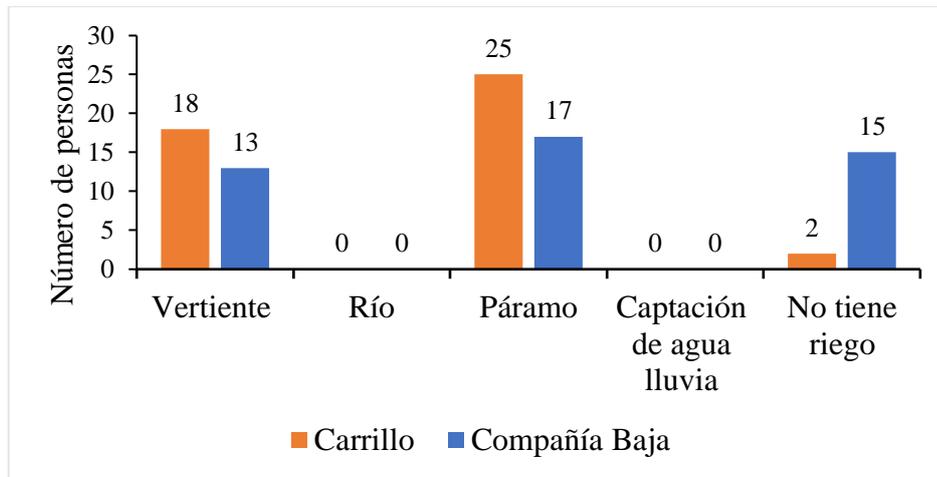


Elaborado por: (Padilla, 2023).

Pregunta 8.- ¿De dónde capta el agua para el riego?

Del análisis de las respuestas, en la comunidad Carrillo, 25 personas (56%) mencionaron que captan el agua del páramo, 18 personas (40%) de los encuestados indicaron que captan el agua de vertiente, 2 personas (4%) no tienen riego no captan agua de ninguna fuente; en la comunidad de Compañía Baja 17 personas (38%) indicaron que captan el agua para riego del páramo, 13 personas (29%) captan el agua de vertientes, 15 personas (33%) no tiene riego y no captan agua. Se debe resaltar que las dos comunidades dependen de las reservas de agua de los páramos, como se observa en la (figura 23); en este sentido, Cáceres (2019) sostiene que los páramos son muy importantes por las funciones que desempeñan: ecológica, hidrológica y agrícola. Prácticamente son fábricas de agua, esponjas de almacenamiento constituyéndose en la cuna del sistema hídrico, para las familias de las comunidades la función agrícola tiene más impacto desde su punto de vista, por estar asociado a la producción de alimentos por ende impacta directamente en la seguridad alimentaria.

Figura 23. ¿De dónde capta el agua para el riego?

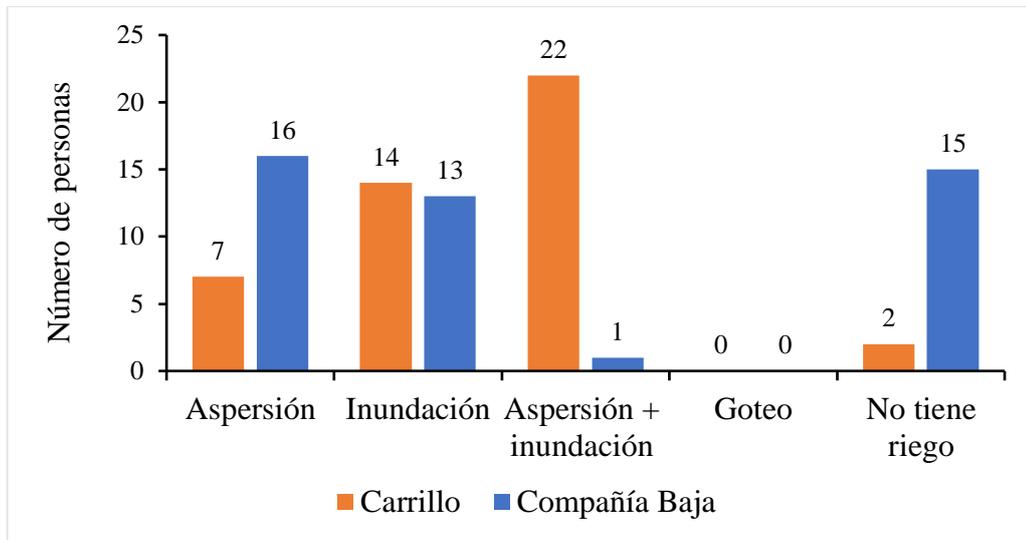


Elaborado por: (Padilla, 2023).

Pregunta 9.- ¿Qué mecanismos de riego dispone?

En respuesta a esta pregunta, en la comunidad Carrillo, 22 personas (49%) manifestaron que poseen dos tecnologías de riego por aspersión e inundación de manera conjunta, 14 personas (31%) indicaron disponer riego por inundación, 7 personas (16%) señalaron disponer riego por aspersión y 2 personas (4%) no tienen riego. Por su parte en la comunidad de Compañía Baja, 16 personas (36%) tienen riego por aspersión, 13 personas (29%) tienen riego por inundación, 1 persona (2%) dispone de riego por inundación y aspersión de manera conjunta, y 15 personas (33%) no tienen riego como se aprecia en la (figura 24), El recurso agua es relevante para las dos comunidades; de acuerdo con (Gaybor, 2018), el acceso a la tecnología es indispensable para perfeccionar el riego; sin embargo, resulta ser más complejo no interviene únicamente los procesos mecánicos, sino que a la par vincula las dinámicas de sistemas ambientales, sociales, económicos y culturales. Con este argumento las principales limitantes son los costos de tecnificación para la implementación de tecnologías de riego y sumado la fragmentación de tierras que se evidencia en las dos comunidades con pequeños predios dispersos en el caso de ambas comunidades.

Figura 24. ¿Qué mecanismos de riego dispone?

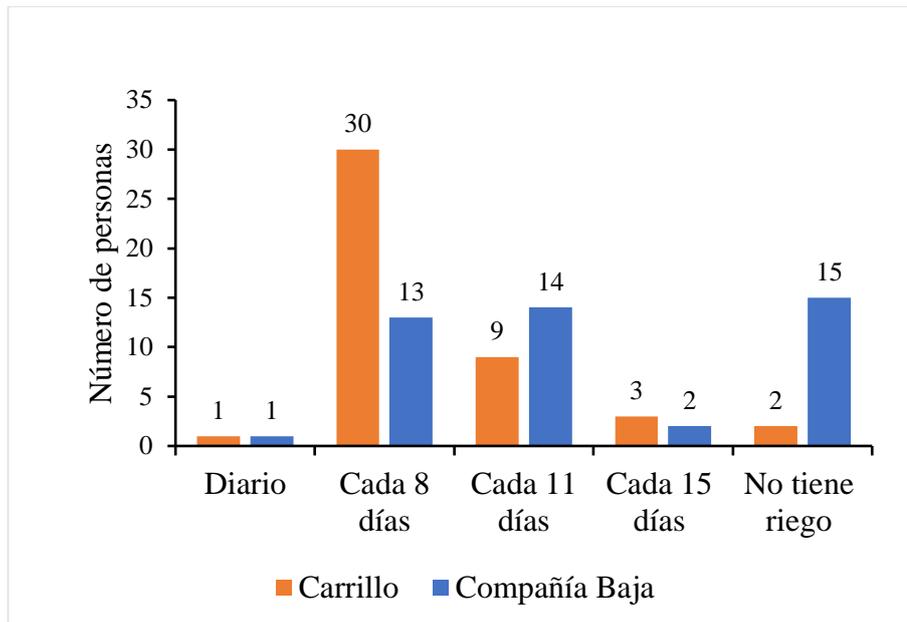


Elaborado por: (Padilla, 2023).

Pregunta 10.- ¿Con que frecuencia realiza el riego en sus cultivos?

En la comunidad de Carrillo, 30 personas (67%) riegan sus cultivos cada 8 días, 9 personas (20%) riegan cada 11 días, 3 personas (7%) aplican riego cada 15 días, 1 persona (2%) tiene frecuencia diaria de riego, debido a que posee un reservorio y 2 personas (4%) no tienen riego; en Compañía Baja, 14 personas (31%) realiza el riego cada 11 días, 13 personas (29%) riegan sus cultivos cada 8 días, 2 personas (5%) riega cada 15 días, 1 persona (2%) aplica riego diariamente, y 15 personas (33%) no tienen riego, como se presenta en la (figura 25). Las familias que tienen riego más continuo con frecuencia de 8 días están ubicadas en Carrillo, esto posiblemente les ayuda a enfrentar el fenómeno climático de la sequía y evitar la pérdida de un alto porcentaje de los cultivos. El recurso agua, está relacionado con las relaciones de poder que existen, que a la vez incide en la distribución desigual y genera polémica entre los beneficiarios y autoridades competentes; de la misma manera la gestión del agua requiere de colaboraciones para la funcionalidad efectiva, (Fernández, 2022).

Figura 25. ¿Con que frecuencia realiza el riego en sus cultivos?



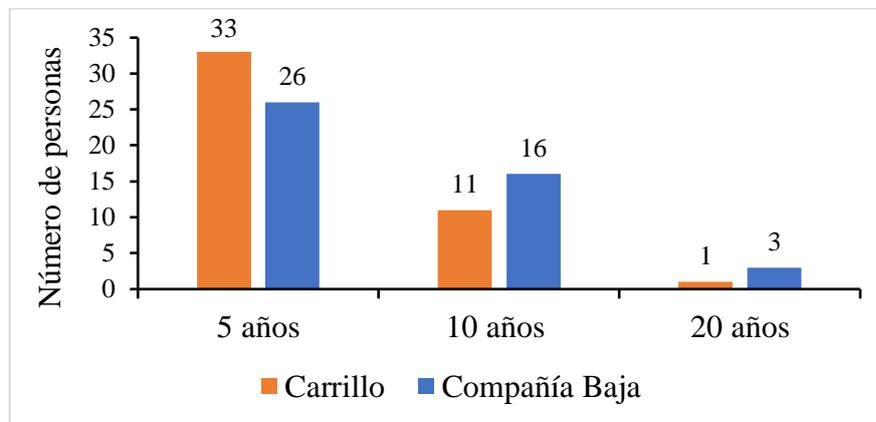
Elaborado por: (Padilla, 2023).

Pregunta 11.- ¿Desde hace cuántos años cree usted que ha cambiado la cantidad de lluvia que cae?

Las percepciones a esta pregunta que se registraron en la comunidad de Carrillo, fueron las siguientes: 33 personas (73%) señalaron que la cantidad de lluvia ha cambiado desde hace 5 años, 11 personas (25%) manifestaron que la precipitación cambió hace 10 años y 1 persona (2%) mencionó hace 20 años. En la comunidad de Compañía Baja, 26 personas (58%) mencionaron que el cambio de precipitación cambio desde hace 5 años, 16 personas (35%) expresaron que la cantidad de lluvia cambio hace 10 años, y 3 personas (7%) indicaron que el cambio de la precipitación es evidente desde hace 20 años, los datos se presentan en la (figura 26).

Se observa que hay preocupación por alteraciones de la precipitación en las dos comunidades, se evidencia que la variabilidad de precipitaciones desde la percepción de las productoras y productores se hace más evidente en los últimos 20 años.

Figura 26. ¿Desde hace cuántos años cree usted que ha cambiado la cantidad de lluvia que cae?



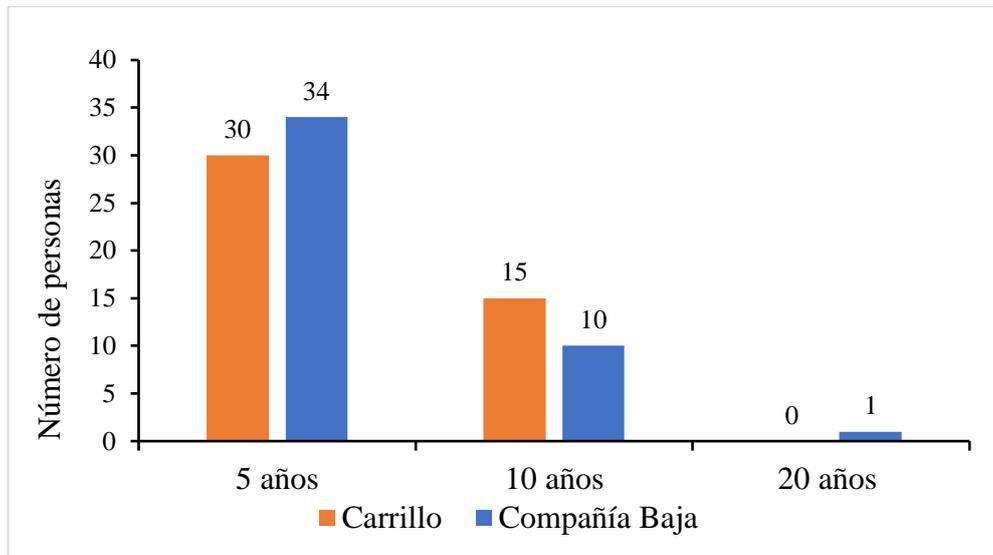
Elaborado por: (Padilla, 2023).

Comparando con los datos de los promedios de la precipitación anual obtenidos de la plataforma NASA, existe relación ya que se evidencia más años con promedios mensuales por debajo de la media normal para la zona.

Pregunta 12.- ¿Desde hace cuántos años piensa que incrementó el calor?

En la comunidad de Carrillo, 30 personas (67%) expresaron que el calor se incrementó desde hace 5 años, y 15 personas (33%) indicaron que se evidencia cambios de temperatura desde hace 10 años. En la comunidad de Compañía Baja, 34 personas (76%) manifestaron que perciben un incremento en la temperatura desde hace 5 años; 10 personas (22%) indicaron que hace más calor desde hace 10 años y 1 persona (2%) enfatizó que la temperatura incremento hace 20 años, como se observa en la (Figura 27). Las apreciaciones son diferentes en las dos comunidades; no obstante, la mayoría de familias tiene la percepción que hace más calor en los últimos 10 años.

Figura 27. ¿Desde hace cuántos años piensa que incremento el calor?



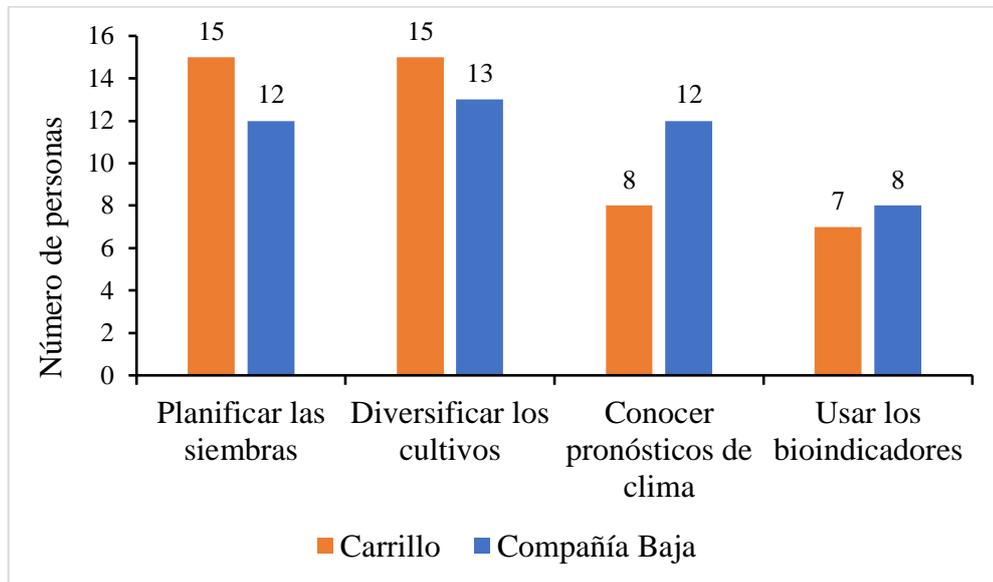
Elaborado por: (Padilla, 2023).

Corroborando con datos de promedios anuales de temperatura máxima obtenidas de la plataforma NASA, para el periodo 1990-2020 los últimos 20 años; es decir, desde el 2000 se evidencia un ascenso de temperatura, concordando con la percepción de los productores de las dos comunidades.

Pregunta 13.- ¿Cómo mejoraría la producción de su Chacra?

Los datos obtenidos de la encuesta, en la comunidad Carrillo, 15 personas (33) % señalaron mediante la diversificación de cultivos, 15 personas (33%) enfatizaron aplicando la planificación de siembras, 8 personas (18%) mencionaron que los pronósticos del tiempo podrían ayudar a minimizar los riesgos climáticos y mantener los cultivos y 7 personas (16%) acotaron con el uso de bioindicadores por el vínculo con el clima. En la comunidad Compañía Baja, 13 personas (29%) mencionaron la diversificación de cultivos, 12 personas (27%) indicaron que los pronósticos del tiempo podrían ayudar a reducir las pérdidas de cultivos, 12 personas (26 %) eligieron la planificación de siembras y 8 personas (18%), manifestaron la importancia del uso de bioindicadores. En las dos comunidades las familias mencionaron que la diversificación de cultivos les puede ayudar a mejorar la producción, como se aprecia en la (Figura 27).

Figura 28. ¿Cómo mejoraría la producción de su Chacra?



Elaborado por: (Padilla, 2023).

Tomando como referencia a la FAO, (2021). La investigación, desarrollo e innovación son fundamentales para entender las condiciones actuales de las poblaciones y explorar soluciones de acuerdo al contexto. En este ámbito es importante que los habitantes de las comunidades Carrillo y Compañía Baja de la parroquia Cusubamba del cantón Salcedo entiendan la incidencia negativa y perjudicial de la variabilidad climática sobre los cultivos y que, por consiguiente, afecta a la producción agrícola, a la economía local y a la disponibilidad de alimentos para las familias.

3.2.1. Efectos de la variación climática en cultivos de maíz y papa en las comunidades Carrillo y Compañía Baja

Para analizar los principales efectos de la variación climática en los cultivos de papa y maíz, se consideró las variables que sobresalieron en la encuesta en especial se puntualizó en la pregunta 6, donde las familias identificaron las sequías y heladas como los principales factores climáticos que afectan sus cultivos. Generalmente para las personas en las comunidades el efecto de estos dos fenómenos incide en la producción.

De acuerdo con la nota de prensa del diario el comercio (2016), “La afectación de la sequía sería a 15,000 agricultores de Pujilí, Saquisilí, Sigchos, Salcedo y Latacunga. Según datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca se han contabilizado 550 hectáreas afectadas por la falta del agua”, esto demuestra que la sequía es una problemática grave en la provincia de Cotopaxi. De la investigación realizada por Caicedo (2017), identificó que en las Estaciones Meteorológicas (Rumipamba-Salcedo, Cotopaxi Clirsen, El Corazón y Pilaló) ubicadas en la provincia de Cotopaxi, presentaron que la época seca se extiende, en los meses de junio-agosto e incluso puede llegar hasta septiembre por lo que estas zonas son afectadas por las sequías.

Según los autores Moreno y Herrera (2017), establecen que las principales pérdidas de cultivos en el cantón Salcedo son a causa de las heladas, la intensidad de las heladas, se establece para el mes de noviembre, donde existe mayor número de eventos vinculados con descenso de temperatura; también, mencionan que las heladas severas con alto riesgo para cultivos, se presentan en los primeros meses de la época lluviosa.

3.2.2. Producción de cultivos maíz y papa en las comunidades Carrillo y Compañía Baja.

Los datos de producción son muy necesarios para validar los posibles efectos de la variación climática en cultivos; no obstante, en las comunidades en estudio no existen datos que permitan reflejar dicha afectación; en este sentido, para

complementar la investigación mediante un recorrido de campo y el dialogo con informantes clave en las dos comunidades, se apreció que los productores de las dos comunidades siembran extensiones pequeñas de papa de entre 500 a 1000 m2 y la producción varia por comunidad, así en Carrillo de las 5 personas quienes participaron en un dialogo como informantes clave, tienen extensiones de siembra que fluctúan entre 700 a 1200 m2 el promedio de producción fue 59 sacos de 100 lb, como se aprecia en la (Tabla 4), transformando en toneladas/ha se obtiene un promedio 2,69 t/ha, conforme a la cifras del MAG (2018), que indica un promedio para el cultivo de papa en Cotopaxi de 15,55 t/ha es muy bajo. Para el levantamiento de información se consideró productores que tienen la misma variedad de papa.

Tabla 4. Producción de papa Carrillo 2023, promedio 5 productores

Productor/a	Variedad	Extensión m2	Sacos producidos
1	Cecilia	800	50
2	Cecilia	1000	60
3	Cecilia	700	45
4	Cecilia	1000	67
5	Cecilia	1200	75
Promedio			59,4

Elaborado por: (Padilla, 2023).

En Compañía baja las extensiones de siembra evidenciadas fueron más pequeñas de entre 300 a 500 m2, de las 5 personas que participaron como informantes clave el promedio de producción fue 17 sacos de 100 lb (Tabla 5), transformado a toneladas se tiene 0.77/t/ha, equiparando con las cifras del MAG (2018), la producción es bajo, incluso menos que el de la comunidad de Carrillo.

Tabla 5. Producción de papa 2023 Compañía Baja, promedio 5 productores

Productor/a	Variedad	Extensión m2	Sacos producidos
1	Cecilia	500	21
2	Cecilia	300	11
3	Cecilia	400	14
4	Cecilia	500	28
5	Cecilia	200	12
Promedio			17,2

Elaborado por: (Padilla, 2023).

Para el caso del maíz las extensiones de siembra no superan la hectárea y las parcelas se establecen entre 2000 a 3000 m2 en Carrillo. La producción según versiones de productores informantes clave en 3000m2 obtienen un promedio de 11 sacos de maíz seco (Tabla 6). Según cifras del MAG (2018), en la provincia de Cotopaxi el rendimiento es de 1,38 t/ha. En base a este argumento y las versiones de productores haciendo la relación de los sacos producidos y la extensión sembrada tomando como base los 3000m2, se obtiene una producción de 38 sacos/ha, transformados a toneladas resulta 1,40 t/ha, lo cual supera el promedio establecido por el MAG, las cifras del estudio están en relación con la presentación que manejan los productores en las comunidades es decir sacos de 80 libras.

Tabla 6. Producción maíz seco Carrillo, promedio 5 productores

Productor/a	Variedad	Extensión m2	Sacos producidos
1	Blanco	3000	15
2	Blanco	2000	10
3	Blanco	3000	12
4	Blanco	3000	10
5	Blanco	3000	11
Promedio			11,6

Elaborado por: (Padilla, 2023).

Por otro lado, Compañía Baja en los 1000m2 establecidos como promedio de área sembrada obtienen un promedio de 3 sacos de maíz seco (Tabla 7), obteniendo una

producción de 30 sacos/ha, transformados a toneladas resulta 1,08 t/ha en relación con las cifras del MAG (2018), está por debajo del promedio provincial.

Tabla 7. Producción maíz seco Compañía Baja, promedio 5 productores

Productor/a	Variedad	Extensión m2	Sacos producidos
1	Blanco	1000	4
2	Blanco	1500	5
3	Blanco	500	2
4	Blanco	1000	3
5	Blanco	1000	4
Promedio			3,6

Elaborado por: (Padilla, 2023).

La diferencia en relación a la producción entre las dos comunidades puede ser influida por el riego, como se evidencia en las respuestas de las preguntas 7, 9 y 10 de la encuesta en la comunidad de Carrillo hay más familias con riego, tienen dos técnicas de riego conjunta que son: aspersión e inundación y la frecuencia de riego es más continuo cada 8 días, esto puede ser una condicionante para una mayor producción; mientras que, Compañía Baja tiene poca acceso a riego; de esta manera el riego puede jugar un rol importante en este sentido, en especial en los meses con precipitación promedio mensual bajo.

3.1.4. Socialización Pachagrama

Este paso se realizó en las dos comunidades Carrillo y Compañía Baja en espacios de taller. La socialización de la herramienta fue complicada, los ejemplos de ingreso de datos necesitaron varias repeticiones; puesto que, existió confusión en la parte de intensidad que se registra según el número de puntos: un punto poco, dos puntos normal y 3 puntos mucho, en especial en el momento de relacionar con los días, presencia de lluvia, granizo, nubes, sol y viento con la etapa fenológica del cultivo, lo ideal es trabajar con un solo cultivo por Pachagrama para evitar confusiones, los

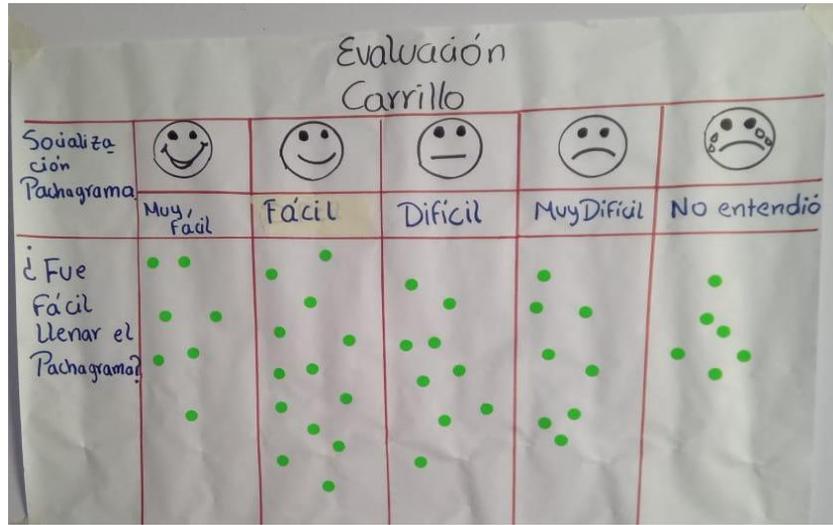
cultivos con los que se realizó el ejercicio de ingreso de datos en las dos comunidades fueron papa y maíz.

Se utilizó un prototipo ampliado del Pachagrama facilitado por la fundación EkoRural, para una mejor comprensión de la información climática, es importante mencionar que los datos ingresados dependen de la óptica de la persona que llena la información; en consecuencia, la persona elegida como observador comunitario debe estar debidamente capacitado y empoderado en el análisis del comportamiento de los factores climáticos que se registran: precipitación, temperatura y viento (Anexo 6). Una limitante que se pudo apreciar en los espacios de socialización fue la escolaridad de los participantes, existieron personas que apenas terminaron la primaria y el llenado del Pachagrama les resultó muy difícil, difícil y algunos no entendieron.

Se finalizó con una evaluación cualitativa utilizando las caritas donde se evaluó la dificultad en el registro de datos climáticos: precipitación, temperatura y viento; en este sentido, se empleó un modelo de matriz.

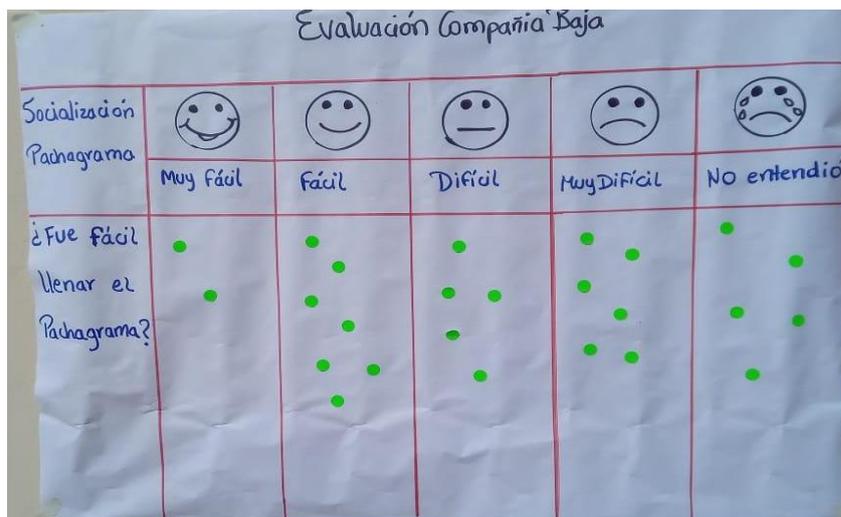
La evaluación del taller consistió en que cada participante coloque un adhesivo de color en una de las caritas según su apreciación, previa explicación del significado de cada carita; de esta manera, se obtuvo que de los 43 participantes en la comunidad de Carrillo: 13 eligieron que les pareció fácil, 7 que fue muy fácil, 8 seleccionaron que fue muy difícil, 9 escogieron que fue difícil y 6 personas no entendieron como se observa en la (figura 29).

Figura 29. Evaluación cualitativa del taller Carrillo



Por otro lado, en la comunidad Compañía Baja de las 25 personas que asistieron para el taller de socialización: 7 indicaron que fue fácil, 5 no entendieron, 6 seleccionaron que fue muy difícil, 2 eligieron que fue muy fácil y 5 expresaron que fue difícil (figura 30).

Figura 30. Evaluación cualitativa del taller Compañía Baja



Conforme a los resultados de la evaluación la mayoría de personas en las dos comunidades indicaron que la herramienta es fácil de llenar; no obstante, se debe recalcar que las personas que escogieron las opciones muy fácil y fácil tienen una

escolaridad media, han terminado la secundaria y las personas que se identificaron con las opciones muy difícil y difícil terminaron la primaria y los participantes que no entendieron no habían terminado la primaria.

Considerar el resultado de la evaluación es importante para emplear alternativas de la facilitación participativa, mencionando que en este estudio no se trabajó en grupos, sino en plenaria general; puesto que no se tenía suficientes prototipos ampliados del Pachagrama y se omitió el perfil de los participantes, porque la convocatoria fue realizada a toda la comunidad, con ayuda de los líderes comunitarios y no fue de carácter obligatorio asistieron las personas que querían participar en el taller y conocer la funcionalidad del Pachagrama.

CAPÍTULO IV

5.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

¿Existe relación entre las percepciones de las familias que habitan en las comunidades Carrillo y Compañía Baja y datos de la plataforma NASA, para las variables precipitación y temperatura?

El estudio se basó en los datos obtenidos de la plataforma NASA, porque en las comunidades seleccionadas no existe una estación meteorológica cerca; además, la estación M001 ubicada en Rumipamba, Salcedo tiene una diferencia en altura considerable está situada en 2700 m.s.n.m y las comunidades Carrillo y Compañía se ubican sobre los 3000 m.s.n.m , en este contexto se descargó datos de la plataforma NASA, relacionado con la información de temperatura y precipitación identificados para un periodo de 30 años, revisando la información se observó una variación clara en especial en los últimos 20 años donde existen más años con promedios anuales por debajo de la media normal para la zona que se establece en los 600 ml/año, de acuerdo con el PDyOT (GAD Parroquial Cusubamba, 2018). En el caso de la temperatura máxima los promedios anuales tienden a ascender en los últimos años, con los datos proporcionados por la plataforma NASA, complementado con el análisis de las encuestas realizadas se puede mencionar, que los habitantes de las comunidades de Carrillo y Compañía Baja en la parroquia Cusubamba del cantón Salcedo, perciben cambios en el clima y las variables más notorias para ellos son la precipitación y el incremento de temperatura, debido a su influencia directa en cultivos y en el desarrollo de actividades agropecuarias, que se constituye en una fuente importante de sus ingresos familiares. De acuerdo con Ramírez, (S.F), las familias tienen una alta sensibilidad en relación con las alteraciones de las variables climáticas por el estrecho vínculo con el proceso

productivo agrícola y la relación con la seguridad alimentaria de las familias. De acuerdo con los resultados de este estudio, el inicio de las campañas agrícolas en las comunidades, está vinculado a los meses de septiembre a diciembre, donde se registra un promedio mensual de precipitaciones de 18 a 46 ml, este comportamiento en los productores no coincide con los meses de mayor precipitación registrado por la plataforma NASA que son los meses: marzo con 79 ml., enero con 77ml., abril con 66 ml., febrero con 51 ml y mayo con 50 ml; sin embargo, de acuerdo con el autor Coronel (2019), el conocimiento tradicional puede tener un rol importante en las decisiones de los agricultores, porque tienen mayor interacción con los sistemas productivos.

¿Cuáles son los efectos que causa la variación climática en cultivos de maíz y papa en las comunidades Carrillo y Compañía Baja?

En la investigación de Moreno y Herrera, (2017) las heladas afectan directamente los cultivos con pérdidas considerables, la producción está directamente comprometida; de igual manera, Caicedo (2017) en su estudio analizando datos de estaciones meteorológicas dispuestas en Cotopaxi establece que la estación M004 ubicada en Rumipamba Salcedo, arroja datos que demuestran que el sector es susceptible a sequías, según el diario el comercio (2016), en la nota de prensa expresa que el cantón Salcedo está dentro uno de los cantones que presentan problemas de sequía por falta de agua. De los diálogos direccionados relacionados con la producción realizada en las dos comunidades se obtuvo cifras que pueden reflejar una diferencia considerable conforme con la disposición de riego, esto demuestra que si las precipitaciones disminuyen y la temperatura incrementa la producción será seriamente afectada.

¿Es la herramienta participativa Pachagrama fácil de utilizar para los productores de las comunidades Carrillo y Compañía Baja?

La construcción de conocimiento agroclimático local requiere de la adaptación de herramientas participativas; en este sentido, Dorward *et al.*, (2017), sostiene que el empoderamiento de capacidades locales permite entender mejor el contexto comunitario conforme al clima. En consecuencia, el Pachagrama es muy útil para

registrar variables climáticas: precipitación, temperatura y viento diariamente Baldiviezo (2014). Durante la socialización del Pachagrama se apreció gran interés de las familias en aplicar esta herramienta en ambas comunidades; sin embargo, resultó confusa porque las variables agroclimáticas se registran mediante ponderaciones: 1 punto significa poco, 2 puntos normal y 3 puntos mucho; además, se necesita de constancia y de ciertas habilidades que deben ser pulidas en las personas que realicen el registro de datos climáticos. Como un primer paso fue relevante conocer qué piensan los productores de la dificultad en el uso de la herramienta, mediante la aplicación de una evaluación participativa cualitativa tomada y adaptada de Geilfus (2009), respecto a la dificultad en el ingreso de datos climáticos, como resultado la herramienta fue fácil de registrar para las personas que tienen mayor preparación académica y es muy difícil para las personas que tienen instrucción básica (primaria). Con esto se ve la necesidad de continuar con el proceso de capacitación de manera continua para investigaciones futuras relacionadas con la aplicación del Pachagrama.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Mediante la identificación y análisis de los datos climáticos recopilados de la plataforma NASA, para las comunidades Carrillo y Compañía Baja de los últimos 30 años considerados del periodo (1990-2020), se concluye que existe relación con las percepciones de los productores de las dos comunidades; en este sentido, las personas encuestadas manifestaron que las variables más fluctuantes en los últimos 20 años son la precipitación y la temperatura.
- Desde la perspectiva de los productores en las comunidades de Carrillo y Compañía Baja, el efecto más evidente de la variabilidad climática en los cultivos es la producción. Al analizar los datos de producción y realizar diálogos enfocados en el tema con 5 personas de cada comunidad, se pudo observar diferencias significativas, especialmente debido a la influencia del riego.
- El taller realizado para la socialización del Pachagrama y el registro de datos agroclimáticos en un prototipo ampliado fue evaluado utilizando una herramienta participativa cualitativa (Caritas). Se observó que el proceso de registro resultó confuso y complicado para algunas personas. Por lo tanto, se concluye que es necesario proporcionar capacitación constante para asegurar el registro de datos locales confiables.

RECOMENDACIONES

- La plataforma (National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2022), ofrece datos más específicos de las comunidades; en este sentido sería importante realizar más estudios con su uso, adicional las instituciones estatales, educativas y ONGs deberían capacitar a las personas en las comunidades el uso de esta plataforma, para descargar datos locales y promover la investigación desde las comunidades.
- Las instituciones de estado y ONGs que desarrollan trabajo en las comunidades, deben enfocarse en el empoderamiento de capacidades locales, para generar información valiosa desde las bases, en especial impulsar el registro de los cultivos en las familias campesinas de esta manera se tendría mejores datos para investigaciones contundentes que permita generar mejores estrategias contra riesgos climáticos.
- Las instituciones gubernamentales, educativas y ONGs, deberían probar el uso de la herramienta Pachagrama, con ello motivar a productores hacer una planificación de siembras de acuerdo con las fechas propicias, con el fin de reducir los efectos de los riesgos climáticos en los cultivos, con ello salvaguardar la soberanía alimentaria y la economía de las familias que habitan en las comunidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud Salud en Tabasco, vol. 11, núm. 1-2, enero-agosto, 2005, pp. 333-338 Secretaría de Salud del Estado de Tabasco Villahermosa, México
<https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Arteaga, L., & Burbano, J. (2018). Efectos del cambio climático: Una mirada al Campo. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 35(2): 79-91. doi:
<http://dx.doi.org/10.22267/rcia.183502.93>
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2018), Agroecología y cambio climático: ¿adaptación o transformación? *Revista de Ciencias Ambientales, Tropical Journal Environmental Sciences*. 52(2): 235-243. DOI:
<http://dx.doi.org/10.15359/rca.52-2.14>
- Arroyo, A., & Boelens, R. (2013), Aguas robadas: despojo hídrico y movilización social. *Justicia Hídrica*, Lima, IEP, Quito, Abya Yala. *Agua Y Territorio / Water and Landscape*, (7), 181–182.
<https://doi.org/10.17561/at.v0i7.2990>
- Baldiviezo, E. (2014). Manual de uso del Pachagrama Herramienta de monitoreo agroclimático participativo, PROSUCO. La Paz- Bolivia
- Banco Mundial. 2022. Cambio climático (extraído 16-07-2022)
<https://www.bancomundial.org/es/topic/climatechange/overview>
- Barbosa, S., & Bustillos, L. (2020). Diseño de un fondo ambiental para la protección del agua, zonas de almacenamiento y recarga hídrica en la provincia de Cotopaxi. [Universidad Técnica de Cotopaxi].
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6781>
- Benítez, M. (2018). La Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) como herramienta para contribuir al proceso de adaptación del cambio climático en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira. Quito [Universidad Andina Simón Bolívar]. <http://hdl.handle.net/10644/6438>
- Blancas, N., Ish, E., Panario, D., & Gutiérrez, O. (2020), El cambio climático y los conocimientos tradicionales, miradas desde Sudamérica. *Terra*.

- Nueva Etapa*. 35(59).
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72166221005>
- Bolaños, A. (2018). Determinación de la influencia de las fases lunares sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de fréjol *Phaseolus vulgaris*. [Universidad Central del Ecuador].
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16530/1/T-UCE-0004-CAG-025.pdf>
- Bonilla, F. (2022). Agricultura sostenible adaptada al clima y sensible al género. https://parlamericas.org/uploads/documents/Agricultura_%20sostenible_adaptada_al_clima_Osana_Bonilla_Findji.pdf
- Caballero, M., Lozano, S & Ortega, B. (2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Revista Digital Universitaria*. 8, ISSN: 1067-6079
- Cáceres, J. (2019). Los páramos de la parte altoandina de la reserva de la biosfera macizo del cajas (ecuador): gestión para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos. [Universidad Autónoma de Barcelona].
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/670141/jfca1de1.pdf;jsessionid=2E0A9BD0FDA0FFC08D9E93B635144F0F?sequence=1>
- Calle, S., & Costales, Z. (2021). Participación ciudadana urbana cantonal en el gobierno local. *Revista Ciencias Pedagógicas E Innovación*, 9(1), 85-91.
<https://doi.org/10.26423/rcpi.v9i1.453>
- Caicedo, C. (2017). Estudio sobre los efectos locales del cambio climático y fenómenos meteorológicos en la provincia de Cotopaxi 2021 [Universidad Técnica de Cotopaxi].
 Ambiente <https://core.ac.uk/download/pdf/287339527.pdf>
- CCAFS (2014). *Agricultura sostenible adaptada al clima*.
<https://ccafs.cgiar.org/es/agricultura-sostenible-adaptada-al-clima>
- CAF. (2019). CAF. (2019). Estrategia del agua 2019-2022.
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5886>
- Carrere, M. (2021). Informe IPCC cambio climático calentamiento global. *Mongabay*. <https://es.mongabay.com/2021/08/informe-ipcc-cambio-climatico-calentamiento-global>

- CEPAL. (2020). Amenazas de cambio climático, métricas de mitigación y adaptación en ciudades de América Latina y el Caribe.
- Coronel Alulima, T. N. (2019). Los sistemas de producción agroecológica y su resiliencia frente al cambio climático en la parroquia San Lucas, provincia de Loja. San Lucas, Loja, Ecuador.
- Dorador, C., Segovia, N., Ramón, J., Núñez, A., Arredondo, M. B., & Aguila, A. (2019). La evidencia científica de la crisis climática. *etilmercurio*.
- Dorward, P., Clarkson, G., y Stern, R. (2017). Servicios Integrados Participativos de Clima para la Agricultura (PICSA): Manual de campo-Una guía detallada sobre el uso de PICSA con agricultores, paso por paso.
- Dupar, M., Andrew, N., & Philip, L. (2012). Las mujeres y el cambio climático <https://cdkn.org/sites/default/files/files/mujeres-y-cambio-climatico.pdf>
- El comercio. (2016). Grave sequía destruye los cultivos en Cotopaxi [Nota de prensa]. Recuperado de <https://reliefweb.int/report/ecuador/grave-sequ-destruye-los-cultivos-en-cotopaxi-om>
- FAO. (2015). *Panorama de la Inseguridad Alimentaria en América Latina y el Caribe*. <https://www.fao.org/3/i4636s/i4636s.pdf>
- FAO. (2017). Contribución del conocimiento y tecnologías tradicionales a la adaptación al cambio climático en las montañas de América Latina. Apuntes de Investigación. <http://www.solucionespracticas.org.pe/Descargar/179342/559532>
- FAO. (2019). *La reducción de la población de abejas es una amenaza para la seguridad alimentaria y la nutrición* <https://www.fao.org/news/story/es/item/1194963/icode/>
- FAO. (2021). *Criterios e indicadores sobre resiliencia climática en el desarrollo e implementación de programas de desarrollo agrícola rural Una aproximación desde América Latina y el Caribe*. <https://catedra-tse.foronacionalambiental.org.co/wp-content/uploads/2021/05/Criterios-e-indicadores-Resilencia-clima%CC%81tica-5-04-2021-FAO-1.pdf>
- FAO. (2022). Acción por el clima. <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>

- Fernández, J. (2022). Infraestructuras, sequías y acceso diferenciado al agua
Relaciones de poder y desigualdades en el manejo del agua en el
Municipio de Loja. [Universidad Andina Simón Bolívar].
<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/8726/1/T3822-MEPAL-Ferna%CC%81ndez-Infraestructuras.pdf>
- GAD P Cusubamba. (2018). PDyOT.
- GAD M Salcedo. (2018). PDyOT.
- Gaybor, A. (2018). Análisis exploratorio hacia la comprensión de la evolución
tecnológica del riego en el Ecuador. *REVISTA ECONOMÍA*, 70, (112),
33-51.
https://oa.upm.es/73024/1/JAVIER_EZCEQUIEL_COLIMBA_LIMAICO.pdf
- Germanwach, 2021. Índice de Riesgo Climático Global
2021.<https://germanwatch.org/sites/default/files/Resumen%20Indice%20de%20Riesgo%20Clim%C3%A1tico%20Global%202021.pdf>
- Geilfus, F. (2009). 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico,
planificación,
monitoreo evaluación <https://issuu.com/bchaupas/docs/80herramientas/7>
- Giraldo Mendez, D., Aguilar, A., Toruño, I., Quintero, N., & Leguia, E. (2019).
Implementación de Servicios Integrados Participativos de Clima para la
Agricultura (PICSA) en el TESAC El Tuma La Dalia - Nicaragua. CCAFS
Working.
- Google earth. (2023). Datos de ubicación geográfica comunidades Carrillo y
Compañía Baja.
- Greenpeace. (2014).
<http://archivos.greenpeace.org/espana/Global/espana/2014/Report/cambio-climatico/GTII%20IPCC%20bosques.pdf>
- INIAP. (2008). Manual guía de cultivos en Ecuador. Quito, Ecuador. (Manual no.
72). <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5309> INIAP. (2021).
Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana.,
Manual No. 122. Quito, Ecuador.

- file:///D:/Downloads/GUIA%20CULTIVO%20DE%20MAIZ%202021-1%20(2).pdf
- IPCC. (2002). Cambio climático y biodiversidad Documento técnico V
<https://archive.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-changes-biodiversity-sp.pdf>
- IPCC, (2007). *Fourth Assessment Report: Climate Change*
https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-1.html
- IPCC. (2018). *Global Warming of 1.5 °C*.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf
- INEC-ESPAC. (2014). Datos producción 2014-2018, cultivos de papa y maíz
<http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- IPCC. (2019). *IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*. <https://researchportal.helsinki.fi/en/activities/ipcc-2019-climate-change-and-land-an-ipcc-special-report-on-climate>
- Jordán, A., & Villamarín. (2021). Determinación de escenarios de la producción de alimentos frente al Cambio Climático en la Provincia de Tungurahua tomando como muestra los cultivos de maíz (*Zea mays*), papa (*Solanum tuberosum*), mora (*Rubus ulmifolius*) y tomate de árbol (*Solanum betaceum*), Tungurahua 2021 [Universidad Técnica de Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33625/1/AL%20795.pdf>
- Lechón, W., & Chicaiza, J. (2019). De la agricultura familiar campesina a las microempresas de monocultivo. Reestructura socio territorial en la sierra norte del Ecuador. *Revista de Desarrollo Económico Territorial*.
- López, E. I. (2012). camaren.org. Obtenido de
<https://camaren.org/documents/cambioclimatico.pdf>
- LORSA. (2010). Soberanía alimentaria.
<https://www.soberaniaalimentaria.gob.ec/pacha/wp-content/uploads/2011/04/LORSA.pdf>

- MAE. (2011). *Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático*.
- MAE. (2012). *Estrategia Nacional de Cambio Climático*.
- MAE. (2016). *Primer Informe Bienal de Actualización del Ecuador a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.
<https://unfccc.int/sites/default/files/resource/ECUBUR1.pdf>
- MAAE. (2018). *Pueblos y nacionalidades indígenas comparten experiencias sobre conocimientos tradicionales y recursos genéticos*.
- MAAE. (2021). Plan nacional de sequía. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/05/plan-nacional-de-sequia.pdf>
- MAATE. (S,F).Marco de cooperación de las Naciones Unidas para el desarrollo sostenible 2022-2026.
https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-09/UNSDCF%20Ecuador%202022-2026_0.pdf
- MAG. (2018). Cifras de producción provincial, Cotopaxi.
<Http://sipa.agricultura.gob.ec/>
- Martin, J., & Castañeda, J. (2021). Estimación de metano, dióxido de carbono y compuestos orgánicos en el relleno de Doña Juana en Bogotá, Colombia. *Ciencias Ambientales*, vol.55 (2). <http://dx.doi.org/10.15359/rca.55-2.16>
- Martínez, F., Herrera, J., & Paredes, F. (2022). El programa R: una estrategia inicial para su entendimiento y aprendizaje. *Revista Digital Universitaria* (rdu), 23(4). <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2022.23.4.4>
- Montaño, D. (2021). Nuevo estudio: en los últimos 26 años Ecuador ha perdido más de 2 millones de hectáreas de bosque. *Mongabay*.
- Moreno, P., & Herrera, M. (2017). Caracterización de las heladas en el Cantón Salcedo, Cotopaxi. *UTCiencia*, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 99-106, jun. 2017. ISSN 2602-8263. Disponible en:
<http://investigacion.utc.edu.ec/revistasutc/index.php/utciencia/article/view/12>>. Fecha de acceso: 29 jun. 2023
- Montealegre J., & Pabon, J. (2000): La Variabilidad Climática Interanual asociada al ciclo El Niño-La Niña–Oscilación del Sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia. *Meteorol. Colomb.* 2:7-21. ISSN 0124-6984. Bogotá, D.C. – Colombia

- <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/218/2181054002/html/index.html>
- Munguira, A. V., & Camino, E. R. (2019). Cambio climático: calentamiento global de 1,5 °C.
https://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/Fisica_del_caos_en_la_predicc_meteo/I_Cambio_climatico_calentamiento_global_de_15.pdf DOI: 10.31978/014-18-009-X.I AEMET y OECC 2018
- Noboa, S. J., Castro, L., Yépez, J., & Wittmer, C. (2012). *Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia en el Ecuador*. Obtenido de www.fundacioncarolina.es.
- OMM. (2020). *Boletín de la OMM sobre los gases de efecto invernadero*.
https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10459.
- OMM. (2021). *Estado de los gases de efecto invernadero en la atmósfera según las observaciones mundiales realizadas en 2020*.
https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21819
- ONU. (1992). Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático
<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- ONU. (2015). *Cuatro indicadores clave del cambio climático*.
<https://ecuador.un.org/es/182786-cuatro-indicadores-clave-del-cambio-clim%C3%A1tico-batieron-r%C3%A9cords-en-2021>
- ONU. (2020). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos*.
<https://www.un-ilibrary.org/content/periodicals/27070859>
- ONU; Sendai. (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030*.
<https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>
- Pino, S., Aguilar, H., Apolo, A., & Sisalema, L. (2018). Aporte del sector agropecuario a la economía del Ecuador. Análisis crítico de su evolución en el período de dolarización. *ESPACIOS*.
- Plataforma National Aeronautics and Space Administration. (2022). Descarga de datos precipitación y temperatura de las comunidades Carrillo y Compañía Baja <https://power.larc.nasa.gov/>

- PNUMA. (2021). *Reducción del desperdicio de alimentos por parte de los consumidores mediante tecnologías ecológicas digitales*.
<https://unepccc.org/wp-content/uploads/2022/04/spanish-version-unep-food-waste-report-2021-final.pdf>
- Portugal, M. (2020). Cambio climático y resiliencia tradicional/ancestral: pueblos y nacionalidades indígenas del centro oriental de la Amazonía Ecuatoriana. *Revista científica UNERMB*.
- Ramírez, Y. (S.F). Saberes ancestrales sobre indicadores climáticos de los hombres y mujeres indígenas amazónico. Biblioteca Nacional del Perú N° 2014-09403, ISBN 978-612-46730-1-6
- Romero, A. (2021). Actividad ganadera: evaluación de las emisiones y estrategias de mitigación. *Anales de la Real Academia de Doctores de España*.
- 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. [Universidad Internacional SEK].
<https://es.scribd.com/document/475581654/Tesis-Cambio-Climatico-Final-PDF-pdf#>
- Sánchez, C. I., & Enríquez, M. (2021). Degradación del suelo y desarrollo económico en la agricultura familiar de la parroquia Emilio María Terán, Píllaro. *Siembra*, 8(1), e1735. <https://doi.org/10.29166/siembra.v8i1.1735>
- Sandoval, M. (2020). Análisis de las iniciativas del Ecuador en las negociaciones internacionales sobre cambio climático COP21 y COP23, Quito, [Universidad Andina Simón Bolívar].
<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/7430/1/T3226-MCCNA-Sandoval-Analisis.pdf>
- Serrano, J., Viteri, O., Cadillo, J. & Buenaño, X. (2022). Investigación Caracterización de los residuos sólidos urbanos y desperdicios de alimentos del Distrito Metropolitano de Quito. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad* Vol. 5, DOI:
<https://doi.org/10.46380/rias.v5.e230>. <https://ambiente-sustentabilidad.org/index.php/revista/article/view/230/216>

- Sierra, R., Calva, O., & Guevara, A. (2021). La Deforestación en el Ecuador, 1990-2018. Factores promotores y tendencias recientes. Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador, Ministerio de Agricultura del Ecuador, en el marco de la implementación del Programa Integral Amazónico de Conservación de Bosques y Producción Sostenible. Quito, Ecuador. 216 pp
- Soliz, F., & Maldonado, A. (2006). Guía de metodologías Comunitarias Participativas, Edición: Clínica Ambiental, ISBN: 978-9942-11-084-8.
- Torres, P., Cruz, J., & Acosta, R. (2011). Vulnerabilidad agroambiental frente al cambio climático. *Agendas de adaptación y sistemas institucionales. redalyc* [en línea]. 2011, (36), 205-232. ISSN: 0188-7742. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26721226009>.
- Veloz, T. (2019). Efectos y percepciones del cambio climático en la nacionalidad achuar del Ecuador. [Universidad Andina Simón Bolívar]. file:///D:/Documents/TESIS/Tesis%20relacionada%20a1%20tema%20%202986-MCCSD-Veloz-Efectos.pdf
- Viglizzo, E., & Puignau, J. (2016), Monitoreo ambiental y uso sustentable de las tierras del Cono Sur. <http://repositorio.iica.int/handle/11324/7881>
- WWAP. (2018). *(Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas) (2018). Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. París: UNE.*
- Zambrano, J. L. & Caviedes, M. (2022). Estado actual de la producción de maíz en Ecuador. En: Memorias de la XXIV Reunión Latinoamericana de Maíz. Ed. Chávez, A., Guillén, W., Escobal, F., INIA, Lima, Perú, pg 23.

ANEXOS

Anexo 1. *Fotografías socialización inicial de estudio*



Socialización estudio comunidad Compañía Baja



Socialización estudio comunidad Carrillo

Anexo 2. Aplicación de encuestas



Comunidad Compañía Baja



Comunidad Carrillo

Anexo 3. Socialización Pachagrama



Socialización Pachagrama comunidad Carrillo



Socialización Pachagrama comunidad Compañía Baja

Anexo 4. *Datos diálogo con informantes clave en las comunidades Carrillo y Compañía Baja, producción papa*

Carrillo producción papa

Productor/a	Variedad	Extensión m2	Sacos producidos
Luis Aguaiza	Cecilia	800	50
Silvia Guala	Cecilia	1000	60
Carmelina Aguayo	Cecilia	700	45
Rebeca Aguaiza	Cecilia	1000	67
Enrique Aguaiza	Cecilia	1200	75
Promedio			59,4

Compañía Baja producción papa

Productor/a	Variedad	Extensión m2	Sacos producidos
Hortensia Allauca	Cecilia	500	21
Balbina Caguano	Cecilia	300	11
Florinda Tigse	Cecilia	400	14
Antonio Caguana	Cecilia	500	28
Alejandro Iza	Cecilia	200	12
Promedio			17,2

Anexo 5. *Datos diálogos con informantes clave en las comunidades Carrillo y Compañía Baja, producción maíz.*

Carrillo producción maíz seco

Productor/a	Variedad	Extensión m2	Sacos producidos
Herminia Aguaiza	Blanco	3000	15
José Mangui	Blanco	2000	10
Rafael Aguaiza	Blanco	3000	12
Franklin Llasag	Blanco	3000	10
Margarita Aguaiza	Blanco	3000	11
Promedio			11,6

Compañía Baja producción maíz seco

Productor/a	Variedad	Extensión m2	Sacos producidos
Marcia Vaca	Blanco	1000	4
Concepción Chillagana	Blanco	1500	5
María Sopa	Blanco	500	2
Oswaldo Sopa	Blanco	1000	3
Teresa Sopa	Blanco	1000	4
Promedio			3,6

Anexo 6. Encuesta

ENTENDIMIENTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO, EN RELACIÓN CON LOS RECURSOS PRODUCTIVOS EN DOS COMUNIDADES DE LA PARROQUIA CUSUBAMBA, PROVINCIA DE COTOPAXI

Datos Informativos	
Comunidad	Nombre
Edad	Años que vive en la comunidad

1. ¿Cree usted que el clima está cambiando en su sector?

Si

No

2. ¿Qué cambios en el clima percibe usted? Seleccione

Ausencia de lluvias

Mayor temperatura

Presencia de plagas en cultivos

3. ¿En qué mes usted siembra sus principales cultivos?

Enero

Febrero

Marzo

Abril

Mayo

Junio

Julio

Agosto

Septiembre

Octubre

Noviembre

Diciembre

4. ¿Cómo planifica las siembras de sus principales cultivos?

Calendario lunar

Fechas de lluvia

No planifica

5. ¿Por qué piensa usted que cambia el clima?

Deforestación

Uso de agrotóxicos

Castigo Divino

6. ¿Cuál de estos fenómenos climáticos ha causado mayor pérdida en sus cultivos de papa y maíz? Seleccione

Helada

Sequía

Granizo

7. ¿Tiene acceso a riego?

Si

No

8. ¿De dónde capta el agua para el riego?

Vertiente

Río

Páramo

Captación de agua lluvia

9. ¿Qué mecanismos de riego dispone?

Aspersión

Inundación

Goteo

10. ¿Con que frecuencia realiza el riego en sus cultivos?

Diario

Cada 8 días

Cada 11 días

Cada 15 días

11. *¿Desde hace cuántos años cree usted que ha cambiado la cantidad de agua de lluvia que cae?*

5 años

10 años

20 años

12. *¿Desde hace cuántos años piensa que incrementó el calor?*

5 años

10 años

20 años

13. *¿Cómo mejoraría la producción de su Chacra?*

Planificar las siembras

Diversificar los cultivos

Conocer pronósticos de clima

Usar bioindicadores

Anexo 7. Respuestas de la encuesta

1. ¿Cree usted que el clima está cambiando en su sector?

Comunidad	Opción	respuesta	%
Carrillo	Si	45	100
Compañía Baja	Si	45	100

2. ¿Qué cambios en el clima percibe usted?

Opciones	Carrillo Número de personas	%	Compañía Baja Número de personas	%
Ausencia de lluvias	22	49	25	56
Mayor temperatura	17	38	15	33
Presencia de plagas en cultivos	6	13	5	11

3. ¿En qué meses usted siembra sus principales cultivos?

Meses	Carrillo	%	Compañía Baja	%
Enero	2	5	0	0
Febrero	1	2	2	5
Mayo	1	2	0	0
Agosto	0	0	0	0
Septiembre	2	5	2	0
Octubre	15	33	16	40
Noviembre	6	13	24	53
Diciembre	18	40	1	2
	45		45	

4. ¿Planifica las siembras de sus principales cultivos?

Opciones		Carrillo	%	Compañía Baja	%
Calendario lunar	1	38	84%	10	22%
Fechas de lluvia	2	3	7%	27	60%
No planifica	3	4	9%	8	18%

5. ¿Por qué piensa usted que cambia el clima?

Opciones		Carrillo	%	Compañía Baja	%
Calendario lunar	1	38	84%	10	22%
Fechas de lluvia	2	3	7%	27	60%
No planifica	3	4	9%	38	18%

6. ¿Cuál de estos fenómenos climáticos ha causado mayor pérdida en sus cultivos en los últimos años?

Opciones		Carrillo	%	Compañía Baja	%
Helada	1	19	42%	22	49%
Sequía	2	26	58%	23	51%
Granizo	3				

7. ¿Tiene acceso a riego?

Opciones	Carrillo	%	Compañía Baja	%
Si	43	96%	30	67%
No	2	4%	15	33%

8. ¿De dónde capta el agua para el riego?

Opciones	Carrillo	%	Compañía Baja	%
Vertiente	18	40%	13	29%
Río	0	0%	0	0%
Páramo	25	56%	17	38%
Captación de agua lluvia	0	0	0	0%
No tiene	2	4%	15	33%

9. ¿Qué método de riego realiza en sus cultivos?

Opciones	Carrillo	%	Compañía Baja	%
Aspersión	7	16%	16	36%
Inundación	14	31%	13	29%
Aspersión + inundación	22	49%	1	2%
Goteo	0	0	0	0%
No tiene riego	2	4	15	33%

10. ¿Con que frecuencia realiza el riego en sus cultivos?

Opciones	Carrillo	%	Compañía Baja	%
Diario	1	2%	1	2%
Cada 8 días	30	67%	13	29%
Cada 11 días	9	20%	14	31%
Cada 15 días	3	7%	2	5%
No tiene riego	2	4%	15	33%

11. ¿Desde hace cuántos años cree usted que ha cambiado la cantidad de agua de lluvia que cae?

Opciones	Carrillo	%	Compañía Baja	%
5 años	33	73%	26	58%
10 años	11	25%	16	35%
20 años	1	2%	3	7%

12. ¿Desde hace cuántos años piensa que incremento el calor?

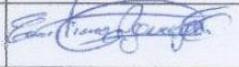
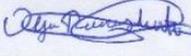
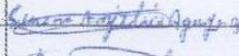
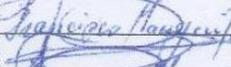
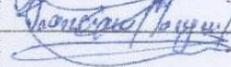
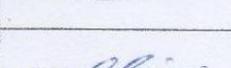
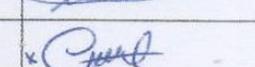
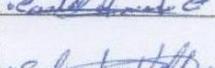
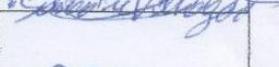
Opciones	Carrillo	%	Compañía Baja	%
5 años	30	67%	34	76%
10 años	15	33%	10	22%
20 años			1	2%

13. ¿Cómo mejoraría la producción de su Chakra?

Opciones	Carrillo	%	Compañía Baja	%
Planificar las siembras	15	33%	12	26%
Diversificar los cultivos	15	33%	13	29%
Conocer pronósticos de clima	8	18%	12	27%
Usar los bioindicadores	7	16%	8	18%

Anexo 8. Lista participantes socialización Pachagrama

AGUAIZA YANCHATIPAN NELSON CRISTOBAL	0501539092	
CHILLAGANA GUALA JUAN GUSTAVO	0501676399	
CHASI AGUAIZA HECTOR MARCELO	0502381023	
AGUAIZA AGUAISA EDGAR LEONARDO	1803515285	
CHOLANGO GARCIA VICTOR ROGELIO	0502270721	
AGUAISA AGUAYO MARTHA CECILIA	0502129885	
AGUAISA GUALA JENIFFER MARIUXI	0550718316	
AGUAISA YANCHATIPAN MARIA BALVINA	0501200463	
AGUAIZA TOAPANTA JUAN RODRIGO	0504770886	
GUALA TOAPANTA SILVIA MARGOTH	0503081242	
AGUAIZA AYUQUINA MARIA MATILDE	0501849863	
VEGA PILAPAXI JOSE AURELIO	0502040066	
CHILLAGANA CHASIQUINGA AIDA MARINA	1718041195	
LIQUINCHANA AGUAIZA MARTHA CECILIA	0502026008	
AGUAIZA YANCHATIPAN JUAN OLMEDO	0502025752	
AGUAIZA AGUAIZA FRANKLIN EDISON	0502797434	
AGUAIZA AGUAIZA ELSA LUCELIA	0502825813	
CHILLAGANA CHOCHOS LUIS GONZALO	0502440837	
VIVANCO LLASAG VICTOR MARCELO	0502157902	
LIQUINCHANA AGUAIZA MYRIAN MARLENE	0502497738	
AGUAIZA YANCHATIPAN BERTHA CONSUELO	0503206963	
LIQUINCHANA MANGUI GLORIA MARIA	0501201925	

AGUALONGO SOPA LUIS NICOLAS	0502034648	
AGUAYO QUISHPE CARMELINA	0501428783	
CHACHA AGUAIZA MARIA MERCEDES	0501445381	Maria Mercedes
PILLIZA YANCHATIPAN JUAN ANTONIO	0501371835	Juan Antonio
PUMASUNTA TAIFE OLGA TERESA	0503031874	
GUALA AGUAIZA MARTHA CECILIA	1711722924	
AGUAIZA YANCHATIPAN JUAN LUIS	0500802236	
AGUAYO YANCHATIPAN VIDAL RODRIGO	0502270739	
AGUAYO YANCHATIPAN SUSANA ANGELICA	0502634786	
AGUAYO YANCHATIPAN GALO ANIBAL	0501900211	
MANGUI AGUAYO FRANCISCO	0500083084	
AGUAIZA YANCHATIPAN LUIS ALONSO	0500816202	
YASIG FLORES MARIO UBALDO	0501678098	
CHISAGUANO IZA GRABIEL	0500830732	
CHISAGUANO YANCHATIPAN LIGIA VERONICA	0502848518	
PADILLA YANCHATIPAN JOSE MOISES	0501677098	
MIRANDA CAYANCELA CARLOS RAUL	0501758544	
VILLAGOMEZ VEGA MANUEL SALVADOR	0500867593	
TOAPANTA AGUAYO MARIA CATALINA	1704854841	
AGUAYO YANCHATIPAN VICENTE ABEL	0501791321	
BARAHONA LIQUINCHANA YAJAIRA ELIZABETH	0504444951	