



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y
EMPRESARIALES.**

CARRERA DE ECONOMIA

**El cambio climático y su efecto en el acceso a alimentos
sanos y nutritivos**

Trabajo de integración curricular previo a la obtención del título de:

ECONOMISTA

Autor: Calderón Álava, Jorge Luis

Director: Rojas Ojeda, Luis Alfonso

CENTRO UNIVERSITARIO LOJA

2023



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2023

Aprobación del director del Trabajo de Integración Curricular

Loja, día de mes de año

Doctor.

Diego Alejandro Ochoa Jiménez

Director de la carrera de Economía

Ciudad. -

De mi consideración:

Me permito comunicar que, en calidad de director del presente Trabajo de Integración Curricular denominado: Cambio climático y su efecto en el acceso a alimentos sanos y nutritivos; realizado por Jorge Luis Calderón Álava ha sido orientado y revisado durante su ejecución, así mismo ha sido verificado a través de la herramienta de similitud académica institucional, y cuenta con un porcentaje de coincidencia aceptable. En virtud de ello, y por considerar que el mismo cumple con todos los parámetros establecidos por la Universidad, doy mi aprobación a fin de continuar con el proceso académico correspondiente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

No colocar firmas en el Trabajo de Integración Curricular que se envía a Biblioteca

Director: Luis Alfonso Rojas Ojeda.

C.I.:

Correo electrónico: larojas@utpl.edu.ec

Declaración de autoría y cesión de derechos

Yo, Jorge Luis Calderón Álava, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

Ser autor (a) del Trabajo de Integración Curricular denominado: Cambio climático y su efecto en el acceso a alimentos sanos y nutritivos, de la carrera de Economía, específicamente de los contenidos comprendidos en: Capítulo 1: Marco Teórico; Capítulo 2: Metodológico; Capítulo 3: Resultados y Discusión de Resultados, siendo Luis Alfonso Rojas Ojeda, director del presente trabajo; también declaro que la presente investigación no vulnera derechos de terceros ni utiliza fraudulentamente obras preexistentes. Además, ratifico que las ideas, criterios, opiniones, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad. Eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación con la propiedad intelectual de este trabajo.

Que la presente obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTP, que establece: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”, en tal virtud, cedo a favor de la Universidad Técnica Particular de Loja la titularidad de los derechos patrimoniales que me corresponden en calidad de autor/a, de forma incondicional, completa, exclusiva y por todo el tiempo de su vigencia.

La Universidad Técnica Particular de Loja queda facultada para ingresar el presente trabajo al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

No colocar firmas en el Trabajo de Integración Curricular que se envía a Biblioteca

.....

Autor: Jorge Luis Calderón Álava.

C.I.: 0105159875.

Correo electrónico: jcalderon8@utpl.edu.ec

Dedicatoria

Con todo el amor, esfuerzo y dedicación para mi familia, quienes han sido mi mayor inspiración y respaldo para lograr cada una de las metas que me he propuesto.

Para mis padres, quienes son y serán un ejemplo de lucha, esfuerzo, entrega y dedicación.

Sin duda han sido los mejores maestros de la vida, brindándome su apoyo incondicional en todo momento y en cada una de las decisiones que he tomado.

A mis hermanos, que me han apoyado en toda esta aventura; gracias a ellos puedo continuar con todo lo que me propongo y a la vez ser un ejemplo para ellos.

A mis abuelitos que, con sus sabios consejos y apoyo incondicional han sido piezas claves para poder ser un hombre de bien. La dedicación a las cosas que uno las realiza, es una de las principales frases con las que me quedo.

A mis profesores quienes impusieron su granito de arena brindando todos sus conocimientos y a la vez transmitirlos con todo el cariño y paciencia. Sin duda, les debo a cada uno de ellos todo lo aprendido durante la travesía en esta hermosa institución.

Agradecimiento

A la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) por ser una institución que me brindó todo su apoyo desde el primer día que decidí ingresar a estudiar en esta prestigiosa institución formadora de grandes profesionales.

A la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales por darme la oportunidad de adquirir conocimientos sobre esta rama importante como lo es la Economía. Agradecimiento especial a quienes con su colaboración y ayuda han hecho posible llegar a la parte final de mi proyecto.

A los compañeros y maestros que me acompañaron durante toda esta aventura, brindándome su apoyo para continuar estudiando Economía y no desistir. Mención especial al Mgs. Luis Alfonso Rojas Ojeda por ser mi tutor y un gran maestro, quien con su orientación me permitió desarrollar de una correcta manera este proyecto.

Índice de contenido

Carátula.....	I
Aprobación del director del Trabajo de Integración Curricular	II
Declaración de autoría y cesión de derechos	III
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento.....	VI
Índice de contenido	VII
Resumen.....	1
Abstact.....	2
Introducción	3
Capítulo uno.....	5
Marco Teórico.	5
1.1 Teorías.	5
1.1.1 Teoría Astronómica:.....	5
1.1.2 Teoría Antropogénica:	6
1.1.3 Teoría de la Variabilidad Natural:	7
1.1.4 Teoría del Cambio climático:	8
1.1.5 Teoría de la Agricultura:	9
1.2 Conceptualización.	10
1.2.1 Concepto sobre Cambio climático.....	10
1.2.1.1 Efectos del Cambio climático:	10
1.2.2 Concepto sobre efecto invernadero.....	12
1.2.2.1 Tipos de Gases de Efecto Invernadero (GEI).	12
1.2.2.2 Consecuencias de los gases de efecto invernadero (GEI).	14
1.2.3 Concepto sobre seguridad alimentaria.....	14
1.2.4 Efectos del cambio climático sobre la seguridad alimentaria.....	16
1.2.4.1 Impacto del cambio climático en la agricultura.....	16
1.3 Evidencia Empírica.....	18
1.3.1 Impacto del cambio climático sobre la agricultura y los productores.	18
Capítulo dos	23

Metodología.....	23
2.1 Descripción de la Metodología.	23
2.2 Descripción de Herramientas.....	26
2.2.1 Características de la fuente secundaria.	26
Capítulo tres	28
Resultados.....	28
3.1 Riesgos que provoca el cambio climático en el sector agrícola.	28
3.1.1 Introducción.	28
3.1.2 Análisis Documental del sector agrícola en Latinoamérica.....	28
3.1.2.1 Efectos del cambio climático esperados en el sector agrícola.	32
3.1.2.2 Tendencias del cambio climático en América Latina.	35
3.2 Estrategias implementadas dentro del sector agrícola para la minimización del impacto climático.....	36
3.2.1 Introducción.	36
3.2.2 Análisis Documental de las estrategias implementadas.....	37
3.2.2.1 Tipos de estrategias de adaptación.	37
3.2.3 Principales logros obtenidos.....	38
Discusión de Resultados.....	52
Conclusiones.....	58
Recomendaciones	61
Referencias.....	63

Índice de figuras

Figura 1	39
Figura 2	40
Figura 3	41
Figura 4	41
Figura 5	42
Figura 6	43
Figura 7	45
Figura 8	46
Figura 9	46
Figura 10	47
Figura 11	48
Figura 12	49
Figura 13	50

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo realizar un análisis bibliográfico para determinar los efectos que produce el cambio climático sobre los alimentos sanos y nutritivos. Para el cumplimiento del objetivo, se aplica una metodología cualitativa basada en el análisis documental con el propósito de evaluar cada dato e información relevante. Entre los principales resultados tenemos que, el cambio climático reducirá el rendimiento de los cultivos, por lo que los impactos en el bienestar de miles de agricultores serán graves. Por ello, un hallazgo importante es que, utilizar métodos como la mejora de las propiedades del suelo, el seguimiento a plagas y enfermedades, el uso del sistema agroforestal y la cosecha del agua; son acciones claves para que el sector agrícola tome decisiones acertadas ante estas variaciones en el clima. Por ello, como recomendación, es necesario desarrollar e implementar estrategias de adaptación ya que ayuda a aumentar la productividad y reducir pérdidas económicas, materiales y humanas. Finalmente, este estudio busca generar conciencia y buenos hábitos que permitan enfrentar los eventos climáticos y recuperarse de sus efectos, en un futuro.

Palabras clave: agricultura, cambio climático, estrategias de adaptación.

Abstract

The objective of this study is to carry out a bibliographic analysis to determine the effects of climate change on healthy and nutritious food. In order to achieve this objective, a qualitative methodology based on documentary analysis is applied to evaluate each relevant data and information. Among the main results we have that, climate change will reduce crop yields, so the impacts on the welfare of thousands of farmers will be severe. Therefore, an important finding is that using methods such as improving soil properties, monitoring pests and diseases, the use of agroforestry systems and water harvesting are key actions for the agricultural sector to make the right decisions in the face of these variations in climate. Therefore, as a recommendation, it is necessary to develop and implement adaptation strategies as it helps to increase productivity and reduce economic, material and human losses. Finally, this study seeks to generate awareness and good habits that will allow us to face climate events and recover from their effects in the future.

Keywords: agriculture, adaptation strategies, climate change.

Introducción

Actualmente los países de América Latina enfrentan importantes desafíos ambientales; es por ello, que estos cambios ambientales han causado impactos económicos, sociales y medioambientales. En este sentido, al hablar de los impactos del cambio climático, es necesario abordar a la agricultura, ya que es uno de los sectores más afectados. De ahí surge la necesidad de relacionar estrategias de mitigación ambiental con el fin de impulsar a las personas a proteger el ecosistema y brindar al sector agrícola un respiro necesario en la búsqueda de una producción sana y con alto valor nutricional.

Hoy en día, para brindar soluciones a los problemas del cambio climático, especialmente para minimizar el impacto en el sector agrícola, es necesario prestar la debida atención a las tecnologías utilizadas por los agricultores desde nuestros antepasados hasta nuestros días. Miles de agricultores tradicionales en muchas áreas rurales se han adaptado a las circunstancias cambiantes, desarrollando sistemas diversos y resistentes para hacer frente a limitaciones que produce el factor climático. Muchos de estos sistemas agrícolas son ejemplos de desarrollo sostenible puesto que brindan una adaptación donde se puede ayudar a millones de personas en áreas rurales a reducir su vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático.

Siguiendo este enfoque, esta investigación tiene como objetivo general mediante un análisis bibliográfico, determinar los efectos que produce el cambio climático sobre los alimentos sanos y nutritivos; así mismo se han planteado como objetivos específicos identificar los principales riesgos generados por el cambio climático específicamente en el sector agrícola; e identificar las posibles acciones o estrategias que se puedan implementar para minimizar este daño sobre la producción agrícola.

En ese sentido, el cambio climático y la agricultura han sido un tema de discusión a lo largo de los años; por lo que, este es un punto a favor, ya que existe gran variedad de información relevante que ha facilitado el desarrollo de este estudio. Sin embargo, entre las limitaciones existentes se puede considerar; la excesiva cantidad de información que no

está a la altura de las expectativas por lo falta de evidencia científica, por lo que deben ser revisados con cautela y, sobre todo, con objetividad.

Es así, como la metodología general propuesta se basa en el análisis documental, misma que está guiada por la inclusión de métodos cualitativos; basadas en la definición, descripción y análisis de elementos y procesos en proyectos de adaptación al cambio climático, con enfoque en la seguridad alimentaria.

Para ello, el documento está compuesto por tres capítulos; el primer capítulo aborda las teorías impuestas a lo largo de la historia, así mismo incluye términos y conceptos relacionados con el cambio climático, la seguridad alimentaria y la evidencia empírica. El Capítulo 2 describe la metodología prescrita para el desarrollo de esta investigación, por lo que esta sección aborda las herramientas utilizadas para recopilar información que nos permitieron cumplir con los objetivos propuestos. En el Capítulo 3, por su parte presenta los resultados y discusión de resultados obtenidos, por lo que se debe prestar mucha atención esta sección; ya que será parte esencial para la resolución del problema. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones respectivas de la investigación.

Capítulo uno

Marco Teórico.

1.1 Teorías.

1.1.1 Teoría Astronómica:

Esta teoría postula que, la órbita controla los cambios climáticos cíclicos que se han producido a lo largo de la historia de la Tierra, con frecuencias que van desde decenas hasta cientos de miles de años (Chivelet et al., 2015). Si bien no se puede descartar que la presencia humana haya acelerado el cambio climático por el aumento de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera y su conocido efecto invernadero; sin embargo, poco se ha dicho sobre el impacto de las fuerzas orbitales y cómo los cambios orbitales afectan el clima (Hernández Navarro , 2014).

En este sentido, Milutin Milankovitch es uno de los principales astrofísicos y uno de los primeros en teorizar sobre el movimiento de la Tierra y su impacto a largo plazo en el cambio climático. Es así como, un aspecto muy interesante planteado por este astrofísico en cuanto a estos cambios ambientales; es que la glaciación debe ocurrir cuando se produce una combinación específica de elementos orbitales de inclinación y precesión, lo que dicta una insolación particularmente débil en latitudes altas y en verano. Esto ocurre cuando el eje de rotación de la Tierra está ligeramente inclinado (baja inclinación) y cuando el afelio coincide con el verano (Chivelet et al., 2015). En este orden de ideas, Hernández Navarro (2014), menciona que los cambios orbitales ocurren durante miles de años, y el sistema climático puede tardar el mismo tiempo en responder a los cambios causados por las fuerzas orbitales (Hernández Navarro , 2014).

Actualmente, muchos científicos desconocen los mecanismos por los cuales la excentricidad de la órbita de la Tierra afecta el clima de manera directa e importante; sin

embargo, la evidencia más reciente, publicada en el año 2000 sugiere que el dióxido de carbono atmosférico puede desempeñar un papel importante en la amplificación del efecto orbital. Con estos antecedentes, muchos científicos y/o investigadores siguen siendo escépticos sobre el vínculo entre el ciclo climático y los cambios orbitales (Hernández Navarro , 2014).

1.1.2 Teoría Antropogénica:

El cambio climático antropogénico se entiende como una variedad de cambios climáticos terrestres que resultan del sobrecalentamiento debido a que ciertos gases emitidos cuando quemamos combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) se acumulan en la atmósfera. En esencia, la ciencia ya no duda de esta teoría; pero la sociedad, por extraño que parezca, todavía la ve como un tema de controversia (Castro Muñoz de Lucas, 2015).

Según Roger Orellana, esta teoría se refiere a las señales de cambio climático que recibimos en la segunda mitad del siglo XX. Aparentemente debido al aumento de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, lo que lleva a un aumento en la temperatura promedio global; donde las condiciones que contribuyen al cambio climático se deben principalmente al aumento de las concentraciones globales de dióxido de carbono. Es importante considera que, en el siglo XVIII, la concentración de CO₂ era de 270 ppm (parte por millón) y que actualmente bordea los 370 ppm (parte por millón); sin embargo, se estima que alcance las 720 ppm (parte por millón) para el año 2050. Así, al aumentar la concentración de gases de efecto invernadero, aumenta el calor retenido por la radiación solar, lo que de hecho se convierte en un grave problema para la población mundial (Orellana Lanza, s.f.).

Siguiendo este enfoque, entre los diversos gases atmosféricos responsables de este "efecto invernadero" son el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO₂) y el metano (CH₄), en ese orden. Obviamente, si la concentración de alguno de estos en la atmósfera aumenta, la temperatura global en la superficie de la Tierra también aumentará. Esto proporciona

evidencia muy concluyente de que tales gases antropogénicos son la principal causa del calentamiento global en los últimos 150 años (Castro Muñoz de Lucas, 2015).

Tales emisiones son un importante impulsor del cambio climático observado, por lo que parece razonable concluir que el clima futuro estará determinado por la elevada tasa de uso de combustibles fósiles. La pregunta es cómo se comportarán las emisiones antropogénicas globales en el próximo período y cuáles serán las proyecciones climáticas futuras (Castro Muñoz de Lucas, 2015).

1.1.3 Teoría de la Variabilidad Natural:

La variabilidad natural se refiere a las variaciones en el estado medio del clima y otros datos estadísticos como las desviaciones estándar, ocurrencia de eventos extremos, etc; en todas las escalas temporales y espaciales, más allá de un evento meteorológico específico (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, s.f.). En este sentido, los cambios en las condiciones atmosféricas durante períodos de meses, años, décadas se explican por el cambio climático.

El clima cambia naturalmente; por lo que estas fluctuaciones ocurren periódicamente debido a factores como la rotación y traslación de la Tierra, las manchas solares o la actividad volcánica (Geociencias SURA, 2018). Ejemplos de cambio climático se incluyen ciclos de temperatura diurna, temporadas climáticas en regiones templadas, temporadas de invierno y verano en ciclos anuales en regiones tropicales, temporadas de huracanes, entre otras. En este sentido, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales menciona que, la variabilidad natural puede deberse a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna) o variaciones en las influencias externas inducidas por el hombre (variabilidad externa). Es así como, dentro de la escala temporal del cambio climático, se consideran más importantes para determinar y regular los procesos atmosféricos los siguientes:

* Estacional: Esta fase corresponde al cambio climático mensual. Es así que, determinar el ciclo anual de los elementos del clima es un paso fundamental en el cambio climático a esta escala donde en las latitudes medias-altas, el orden de invierno, primavera, verano y otoño es común para los habitantes de estas regiones; mientras que, en las latitudes bajas y/o tropicales, la alternancia de estaciones húmedas y secas es común para dicho sector (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, s.f.).

* Interanual: Esta escala corresponde a las variaciones climáticas que ocurren cada año. Se reconoce que las precipitaciones en un lugar en particular generalmente no son las mismas de un año a otro, sino que fluctúan más o menos de lo normal. Ejemplos típicos de variabilidad climática interanual corresponden a fenómenos integrados en ciclos de El Niño, La Niña, Oscilación del Sur y oscilaciones cuasi-bienales, entre otras. Es así como, el viento sopla alternativamente del este y del oeste cada temporada por lo que no se puede decir con certeza qué tipos de fenómenos naturales pueden ocurrir (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, s.f.).

1.1.4 Teoría del Cambio climático:

Hace unos 30 años, los expertos estaban divididos sobre si el planeta se estaba calentando o enfriando, y era imposible determinar si el futuro que nos esperaba era un frigorífico o un invernadero. En 1975, los primeros modelos informáticos sofisticados sugerían que, si el dióxido de carbono en la atmósfera se duplicaba, las temperaturas globales aumentarían unos 3°C; sin embargo, ni los científicos ni la comunidad mundial estaban demasiado preocupados; incluso hubo un período de optimismo, con algunos investigadores argumentando que el dióxido de carbono adicional en la atmósfera fertilizaría los cultivos del mundo y traería riqueza a los agricultores (Lieberman & Gordon, 2021). Sin duda; esto se convertiría en un gran problema en la actualidad donde las consecuencias se están evidenciado cada vez más.

Por otro lado, el aumento de las temperaturas a escala global afecta las variables climáticas, lo que lleva a una amplia variedad de eventos extremos, como: pérdida de hielo marino, cambios en los patrones de precipitación, cambios en el suelo, extremas sequías e inundaciones, intensas olas de calor, etc. Por estos motivos, el cambio climático ya ha tenido importantes impactos económicos, sociales y ecológicos, y está a punto de alcanzarse el umbral de cambios irreversibles en ciertos elementos del sistema climático (Salaverry & Botana, 2021). Por esta razón, el cambio climático se considera el flagelo de nuestro tiempo, y las consecuencias pueden ser devastadoras; esto podría ser fatal si no reducimos drásticamente nuestra dependencia de los combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero (Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad, 2022).

1.1.5 Teoría de la Agricultura:

La agricultura es una invención o práctica perfeccionada durante los últimos 15.000 años; donde el paso de la vida nómada a la vida sedentaria fué el principal origen, ya que los nómadas vivían básicamente de la caza y la recolección. Este cambio se ve facilitado por el ablandamiento de la temperatura y la expansión de la vegetación más adecuada para el uso diario; es así como se descubrió la agricultura (Bolaños Santos, 2021).

Por otro lado, según Crespo Garay (2022), hace unos 12.000 años, en el Neolítico, el surgimiento de la agricultura revolucionó la historia, revolucionó la forma de vida y la forma en que vivían los humanos. El cultivo de la tierra como base para la producción de sus propios alimentos permitió al ser humano introducir cambios trascendentales como el sedentarismo y la formación de poblaciones que marcaron por completo el devenir de nuestra historia. En la actualidad, la agricultura es una de las actividades fundamentales de la industria primaria y la fuente de sustento de la mayor parte de la población del planeta; por lo que la agricultura moderna se basa y está intrínsecamente vinculada a la investigación científica, la física y la biología; es por eso que, numerosos avances en estas

áreas de conocimiento pueden optimizar los procesos de producción y cosecha y traducir las actividades agrícolas en prácticas más sostenibles (Bolaños Santos, 2021).

1.2 Conceptualización.

1.2.1 Concepto sobre Cambio climático.

El cambio climático es una variación en el clima y la temperatura de la Tierra que afecta a los ecosistemas y provoca cambios que resultan directa o indirectamente de las actividades humanas. Los aumentos excesivos de los gases de efecto invernadero provocan cambios de temperatura y el deterioro de la capa de ozono (Manos Unidas, 2022). Estos gases en exceso son producidos por diversas actividades humanas como el uso de la energía eléctrica, la dependencia industrial de los combustibles fósiles o la contaminación de las zonas urbanas por el tráfico, el mal uso de los residuos, los procesos industriales, entre otras.

En este sentido, según Manos Unidas (2022), el cambio climático es un fenómeno ambiental con consecuencias económicas y sociales de gran alcance, que afecta principalmente a países ubicados en áreas que no son estructuralmente lo suficientemente fuertes para resistir tales fenómenos naturales. Por esta razón, es necesaria una acción global para limitar las emisiones, ya que se prevé que las temperaturas globales aumenten otros 4°C para el año 2100 (Manos Unidas, 2022). Si llegamos a esa temperatura, los cambios ya serán irreversibles.

1.2.1.1 Efectos del Cambio climático:

Los efectos del cambio climático ya son catastróficos. Uno de los temas más discutidos en la actualidad, es el cambio climático y su impacto en el planeta. Este es un tema polémico cuyas implicaciones ya son evidentes y que tiene el potencial de ser

generalizado. Es decir, estos impactos tienen implicaciones para los medios de vida, las economías, la salud y la seguridad alimentaria mundial en todo el planeta. En este sentido, se dará a conocer los principales efectos del cambio climático y estos son:

* Olas de calor: Las olas de calor son cada vez más comunes y son causadas por los gases de efecto invernadero en la atmósfera. Las investigaciones muestran que estas olas de calor seguirán aumentando en los próximos años. Esto conducirá a un aumento de enfermedades relacionadas con el calor e innumerables incendios lo que evidentemente afectaría al sector agrícola (Manos Unidas, 2022).

* Sequías: Las sequías están en el otro extremo del espectro y podemos verlas causando estragos en todo nuestro planeta. El planeta se está calentando y, a su vez, el agua dulce está disminuyendo, lo que genera malas condiciones agrícolas. Esto ha llevado a la pérdida de cosechas y a la incertidumbre sobre la seguridad alimentaria (Manos Unidas, 2022).

* Enfermedades: Cuando los hábitats cambian, las temperaturas aumentan y se producen inundaciones y sequías, lo que crea las condiciones de crecimiento adecuadas para ratones, mosquitos y otras plagas portadoras de enfermedades. Es claro que las plagas presentes en los cultivos no son de ayuda, sino al contrario esto puede conllevar a un serio problema de seguridad alimentaria; donde los alimentos cada vez son más propensos a ser de mala calidad (Manos Unidas, 2022).

Con todos estos efectos mencionados anteriormente, es necesario indicar que el cambio climático y la agricultura están estrechamente relacionados; ya que sus efectos conducen al debilitamiento de los cultivos, la contaminación e incluso el desperdicio de productos debido a los continuos cambios de temperatura y la sequía (Gallardo, 2019). Sin embargo, el cambio climático no es nada nuevo, por suerte cada día encontramos más

tecnologías verdes en el mercado para combatir este fenómeno ambiental; aun así, queda un largo camino por recorrer para revertir los efectos del cambio climático en nuestros ecosistemas.

1.2.2 Concepto sobre efecto invernadero.

El efecto invernadero según Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad (2022), es un fenómeno natural que ayuda a mantener el nivel medio de temperatura en la superficie terrestre. Esto es crucial para la vida en la Tierra porque sin este fenómeno, la temperatura media sería de 18°C bajo cero, en lugar de la media actual de 15°C. Es así como el clima de la Tierra puede verse afectado por factores naturales fuera del sistema climático, como la actividad volcánica, la radiación solar y los cambios en la órbita de la Tierra alrededor del sol; sin embargo, si hablamos del calentamiento global contemporáneo, dos causas relacionadas son los cambios en la actividad volcánica y los cambios en la radiación solar, que contribuyen a las tendencias climáticas actuales al aumentar los gases de efecto invernadero (Manos Unidas, 2022).

En este orden de ideas, según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la cantidad de gases de efecto invernadero que atrapan el calor en la atmósfera ha alcanzado niveles récord; por este motivo no existen señales de reversión de la tendencia que está provocando un cambio climático a largo plazo (Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad, 2022). No existe duda alguna de que este efecto invernadero es un factor que influye en el desarrollo de alimentos sanos y nutritivos dentro de la población.

1.2.2.1 Tipos de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Los Gases de efecto invernadero directos, son gases que al ser emitidos a la atmósfera provocan este efecto invernadero, por lo que en este grupo se encuentran:

* Dióxido de carbono CO₂: El dióxido de carbono es uno de los gases traza más comunes e importantes en el sistema atmósfera-océano-tierra, el gas de efecto invernadero más importante asociado con las actividades humanas y el segundo gas más importante en el calentamiento global después del vapor de agua (Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad, 2022).

* Metano CH₄: El metano es un potente gas de efecto invernadero que juega un papel importante en la determinación de la capacidad oxidativa de la tropósfera. La fuente más importante de metano es la descomposición de la materia orgánica en los sistemas biológicos. Están asociados a las actividades agrícolas tales como: a) fermentación entérica como resultado del proceso digestivo de los herbívoros, b) descomposición anaeróbica (sin oxígeno) del estiércol producido por el ganado, c) riego de cultivos de arroz y d) combustión de grandes pastizales y cultivos agrícolas, entre otros (Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad, 2022).

* Óxido nitroso (N₂O): El óxido nitroso, de fuentes naturales y antropogénicas, contribuye con alrededor del 6% del forzamiento del efecto invernadero. Sus fuentes incluyen los océanos, la quema de combustibles fósiles y biomasa, así como la agricultura y los compuestos halogenados (Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad, 2022).

* El vapor de agua: Sigue siendo el gas de efecto invernadero más abundante en la atmósfera, y las nubes son una parte importante del efecto invernadero planetario de la Tierra. Los gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono y el metano, pueden estudiarse más ampliamente, pero las nubes pueden tener el mismo efecto: calientan nuestro planeta al atrapar el calor debajo (Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad, 2022). Sin embargo, a diferencia de los gases de efecto invernadero, las

nubes que reflejan la luz solar también tienen un efecto refrescante. Además, la temperatura del aire afectada por las nubes afecta a su vez la formación de las propias nubes.

1.2.2.2 Consecuencias de los gases de efecto invernadero (GEI).

Las consecuencias del exceso de gases de efecto invernadero en el medio ambiente incluyen:

- Aumento de la temperatura y por lo tanto calentamiento global.
- Derretimiento del hielo en los polos.
- Aumento del nivel del mar e inundaciones de ciudades costeras.
- Propagación más fuerte y frecuente de huracanes.
- Desertificación en zonas fértiles y su impacto en la agricultura.

1.2.3 Concepto sobre seguridad alimentaria.

La seguridad alimentaria es el estado de certeza sobre la disponibilidad y el acceso a los suministros de alimentos para el consumo humano. En otras palabras, es la capacidad de las personas para obtener ya sea produciendo o comprando, suficientes alimentos para satisfacer sus necesidades básicas y así llevar una vida sana y activa (Ivette, 2021).

En este sentido, la seguridad alimentaria implica la formulación de estrategias para garantizar que todos los alimentos sean seguros para comer; es decir, se centra en alimentos que no representan una amenaza para la salud humana y que son saludables (Educo, 2020). Por otro lado, según Ivette (2021), la seguridad alimentaria en un país se logra cuando tiene la capacidad de producir alimentos en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades nutricionales de una población.

En este orden de pensamientos, la seguridad alimentaria se basa en tres pilares fundamentales: el primero se trata de la disponibilidad física que hace referencia a que el alimento debe estar disponible para todos, es decir, se deben cuidar los niveles de producción e inventario; el segundo pilar es el acceso donde desde un punto de vista

económico, los alimentos deberían ser accesibles para todos y finalmente la estabilidad dentro la seguridad alimentaria debe ser estable y no puede ocurrir solo en un cierto período de tiempo (Educo, 2020).

Entre los desafíos más destacados para la seguridad alimentaria incluyen:

- * Cambio climático.
- * Un fenómeno meteorológico que afecta a los cultivos.
- * Uso ineficiente de los recursos naturales.
- * Pobreza.

Se debe tener en cuenta que todos estos aspectos mencionados anteriormente se ven afectados por factores como el clima, los desastres naturales, los conflictos sociales y guerras. Es así como, en los países en vías de desarrollo, los principales problemas relacionados con la seguridad alimentaria están relacionados con el acceso al agua potable, las dietas bajas en nutrientes esenciales y la escasez de alimentos. Sin embargo, en los países desarrollados, los problemas de seguridad de los alimentos están asociados a deficiencias en la producción, manipulación o conservación (Educo, 2020).

Siguiendo este enfoque, Iagua (2019) menciona que, "La seguridad alimentaria se verá cada vez más afectada por el cambio climático en el futuro, con menores rendimientos agrícolas especialmente en los trópicos, precios más altos, menor calidad nutricional y cadenas de suministro interrumpidas. Veremos las consecuencias de manera diferente en diferentes países, pero habrá un impacto más dramático en los países pobres en recursos de África, Asia y América Latina y el Caribe". En este contexto; es importante mencionar que si no se toman medidas para detener la degradación de la tierra y mantener el calentamiento global por debajo de los 2 °C; los alimentos serán más caros y menos nutritivos; y la interrupción de las cadenas de distribución afectarán a todo el planeta y de manera desproporcionada a los países más pobres (Iagua, 2019).

Por otro lado, según Hancock (2019), los gobiernos deben introducir y hacer cumplir regulaciones más estrictas; así mismo los consumidores tienen un papel importante que desempeñar en la reducción del desperdicio de alimentos, abogando por mejores políticas y apoyando a las empresas en la dirección correcta en beneficio del planeta (Hancock, 2019). Por tal motivo, para lograr estos cambios a gran escala y reducir verdaderamente el impacto climático dentro del sector agrícola, se requiere la participación de todos; así mismo se necesitan implementar nuevas tecnologías para hacerlo más eficiente. Así mismo, se requieren financiamientos innovadores que promuevan prácticas inteligentes para el planeta; para ello, las empresas deben trabajar juntas y coordinarse para eliminar el abastecimiento insostenible de sus cadenas de suministro.

1.2.4 Efectos del cambio climático sobre la seguridad alimentaria.

El calentamiento global se puede deber a la acumulación de varios gases en la atmósfera terrestre y a las actividades humanas. Esto sucede todo el tiempo, pero ahora este calentamiento se está acelerando drásticamente; debido a las emisiones masivas de CO₂, la deforestación y la destrucción de ecosistemas. Pero estos hechos no son los únicos factores que complican el cambio climático ya que según El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) ha advertido que la agricultura también es la responsable del 14 % de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (Gallardo, 2019). Con estos antecedentes es necesario enfatizar los impactos que genera el cambio ambiental en la agricultura puesto que es un sector importante en la consecución de alimentos sanos y nutritivos.

1.2.4.1 Impacto del cambio climático en la agricultura.

Las frutas y verduras son más accesibles que nunca, pero hay mucho trabajo detrás que no siempre es visible. Utilizando esto como punto de partida, es necesario describir brevemente el impacto en la agricultura. En este sentido, la agricultura es uno de los

sectores más afectados por el cambio climático; ya que esto provoca grandes pérdidas en términos de productividad de alimentos para el consumo humano a través de la pérdida de superficie sembrada, sequías en muchas partes del país e inundaciones en otras (Bolaños Santos, 2021).

El cambio climático está afectando a la agricultura de varias formas:

- En general empeorando las previsiones y el cambio climático, dificultando la planificación de las actividades agrícolas.
- El aumento del nivel del mar amenaza la agricultura costera e insular y por ende al sector agrícola costero.
- Pérdida de la biodiversidad más sensible.
- El clima extremo está ocurriendo con frecuencia.
- Desequilibrios actuales en la producción de alimentos por región.
- Las plagas y enfermedades se introducen en áreas donde antes no estaban presentes.

Por otro lado, algunos investigadores predicen que el cambio climático reducirá el rendimiento de los cultivos, por lo que el impacto en el bienestar de miles de agricultores familiares será grave, especialmente si se reduce el componente de medios de vida de la productividad. Estos cambios en la calidad y cantidad de la producción pueden afectar la productividad laboral de los agricultores e incluso afectar negativamente la salud de sus familias (Nicholls & Altieri, 2015).

Sin duda, este fenómeno podría generar impactos significativos en la producción, los medios de subsistencia de quienes dependen de la agricultura y la seguridad alimentaria de la población en general (OCHA, 2018). Con estos antecedentes, el cambio climático y la agricultura se investigan constantemente para encontrar el equilibrio ideal entre ambos, para minimizar al máximo el impacto del CO₂ y los gases de efecto invernadero, y para

mejorar los mecanismos agrícolas es necesario emplear una serie de técnicas que permitan minimizar este impacto negativo que producen a los cultivos (Gallardo, 2019).

1.3 Evidencia Empírica.

1.3.1 Impacto del cambio climático sobre la agricultura y los productores.

Es claro que, este cambio climático empeorará las condiciones de vida de agricultores y habitantes de los bosques, ya vulnerables y en condiciones de inseguridad alimentaria, el hambre y la desnutrición aumentarán y las comunidades rurales enfrentan un riesgo inmediato y creciente de pérdida de cultivos (FAO, s.f.).

En este sentido, según Romero y Bravo en el año 2022; dentro de su investigación realizada sobre la percepción de la resiliencia al cambio climático, mencionan que, en el Ecuador, especialmente en el cantón Zaruma, los agricultores de la región están abandonando los cultivos debido a que los rendimientos ya no son los mismos de hace una década, ya que los cambios climáticos repentinos dañan las plantaciones y los cultivos ya no son productivos.

Entre los métodos utilizados en el desarrollo de este estudio está la implementación de encuestas que fue de tipo exploratoria y descriptiva, donde se utilizaron métodos analíticos de síntesis y deductivos, y para recolectar información se aplicaron cuestionarios a 252 caficultores. Es así como, los resultados obtenidos mencionan que el 96% de los productores dicen que el cambio climático afectará el crecimiento y el rendimiento de los cultivos. El mayor impacto del cambio climático en los cultivos son las plagas (66%), seguidas de las enfermedades (18%) y las malezas (12%) (Romero & Bravo, 2022). Todos estos factores limitan al desarrollo de una agricultura sana y segura; por lo que efectivamente el cambio ambiental es un gran impacto generado a este sector agrícola lo que conduce a la baja producción y/o cultivación; como también la formación de alimentos poco nutritivos.

De ahí surge la necesidad de emplear métodos de adaptación dentro del sector agrícola para la obtención de alimentos con alto valor nutricional. En este sentido, la agricultura requerirá sistemas que sean más productivos, donde se utilicen los insumos de manera más eficiente, reduzcan la variabilidad y aumenten la estabilidad de la producción (OIEA, 2018). Se debe tener en cuenta, que el cambio climático no es nada nuevo y, afortunadamente, cada día encontramos más tecnologías verdes en el mercado que nos ayudan a combatir el cambio climático. Sin embargo, aún queda un largo camino por recorrer para revertir los efectos del cambio climático en nuestros ecosistemas (Gallardo, 2019). Por ello, los agricultores están comenzando a adaptar sus sistemas de siembra y cultivo a través de prácticas eficientes y poco contaminantes.

En este contexto, los autores Nicholls y Altieri durante el año 2015, examinaron las estrategias de adaptación de los pequeños agricultores para desarrollar sistemas agrícolas adaptados localmente que les permitan emprender la producción continua necesaria para la supervivencia. A partir de este estudio, los autores afirman que la diversificación es una estrategia importante para gestionar los riesgos de producción en los sistemas de pequeña agricultura.

Entre los resultados se tiene que los agricultores mantienen la diversidad como un seguro contra cambios ambientales o futuras necesidades sociales y económicas. Por lo tanto, se puede decir que los sistemas agroforestales y mulching (capa protectora que reduce el impacto de la temperatura y la humedad); son alternativas para obtener los cambios esperados. De estos, se espera que muchos agricultores cultiven en arreglos agroforestales, utilizando la cubierta arbórea para proteger los cultivos de las fluctuaciones extremas. La presencia de árboles en las parcelas agroforestales constituye una estrategia clave para mitigar los impactos impredecibles del cambio micro climático, especialmente en los sistemas de producción a pequeña escala (Nicholls & Altieri, 2015).

Asimismo, estos autores Nicholls y Altieri (2015), por otra parte, señalan la importancia de mejorar la resistencia del suelo durante las estaciones cálidas y frías; y lo examinan esto a través de la investigación y la experiencia de los agricultores que buscan

utilizar tecnologías que reduzcan los impactos negativos del suelo. Se ha encontrado que, a través de estas técnicas, muchos agricultores familiares hacen un uso extensivo de siembra de plantas sobre el suelo para reducir la radiación y los niveles de calor en las superficies recién plantadas, asimismo lo hacen para conservar el estado húmedo del suelo y para absorber la energía cinética de la lluvia que desciende. Cuando se esperan heladas nocturnas, algunos agricultores queman paja u otros desechos para generar calor y crear humo que atrapa la radiación. Por otro lado, la implementación de los camellones elevados son comunes en los sistemas tradicionales, mismo que se utilizan para controlar la temperatura del suelo y reducir las inundaciones al mejorar el drenaje (Nicholls & Altieri, 2015).

Por su parte, Irene Gallardo en el año 2019, estudió las medidas de actuación para combatir el cambio climático, con el objetivo de introducir nuevas técnicas agroecológicas para compensar el impacto sobre el medio ambiente. La metodología de este estudio se basa en recomendaciones de las Naciones Unidas, donde la iniciativa 4/1000 pide como factor a considerar; el desarrollar suelos de calidad para brindar una seguridad alimentaria y mejorar el clima. Esta iniciativa tiene como objetivo reducir en un 4 por mil, el carbono almacenado en los suelos. En cuanto a los resultados esperados, los suelos utilizados para cultivos y pastos serán más fértiles y productivos debido a un pequeño aumento en el almacenamiento de carbono. A su vez, la iniciativa prevé limitar el aumento de la temperatura media global a 1,5 o 2°C (Gallardo, 2019). Las fuentes de energía renovable, como los paneles solares y la maquinaria híbrida, ayudarán a reducir el impacto del calentamiento global y el cambio climático.

Agronotips (2022), por otro lado, investigó los efectos de la quema de especies de plantas sobre el cambio climático, con el objetivo, por supuesto, de aumentar la resistencia del suelo y de los cultivos. Para ello, fue necesario analizar las numerosas especies de plantas y animales actualmente debilitadas por la contaminación y la pérdida de hábitat, ya que no podrán sobrevivir en los próximos años. El resultado esperado de esta práctica es eliminar los residuos vegetales de los cultivos mediante el uso de fuego directo en el campo.

Por lo tanto, la aplicación de medidas de reducción de emisiones debe orientarse a mantener prácticas que promuevan la conservación del suelo y aumenten los niveles de materia orgánica (Agronotips, 2022).

Con estos antecedentes, no hay duda de que los medios de subsistencia de miles de agricultores familiares, tradicionales y pueblos indígenas de los países en vías de desarrollo se verán gravemente afectados por el cambio climático; pero también es cierto que miles de agricultores tradicionales en muchas áreas rurales se han adaptado a las circunstancias cambiantes, desarrollando sistemas diversos y resistentes para hacer frente a las limitaciones que han enfrentado durante mucho tiempo. Muchos de estos sistemas agrícolas son ejemplos de desarrollo sostenible, proporcionando medidas de adaptación que pueden ayudar a millones de personas de zonas rurales a reducir su vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático.

Siguiendo este enfoque, Zapatta Carpio et al., dentro de su investigación de Gestión del Drenaje, publicada en 2019 menciona que, en el ámbito del riego se tienen una serie de impactos, como la limitada calidad y cantidad de los recursos hídricos, reducción de la superficie agrícola, cambios en el uso del suelo, etc. Por tal motivo la metodología empleada en este estudio fué exploratoria y se desarrolló a partir de un análisis de datos obtenidos del INEC.

Por tanto, entre los principales resultados obtenidos, es que se trata de una técnica implementada en las regiones costeras del Ecuador, principalmente en las provincias de Manabí, Guayas, Los Ríos y El Oro; como parte de la infraestructura de los grandes sistemas de riego, para complementar los sistemas de drenaje natural existentes en áreas agrícolas; esto con el objetivo de mantener condiciones adecuadas de humedad del suelo y/o evacuar el agua de las inundaciones para que la producción agrícola no se vea afectada (Zapatta Carpio et al., 2019).

Por otro lado, la Prefectura Chimborazo dentro de su estudio Plan de Manejo Integrado de Suelos en el año 2021 plantea que, los suelos son parte fundamental de los sistemas productivos que contribuyen a la calidad y productividad agrícola y su vinculación

con el cambio climático. Para ello, este estudio se centra en los parámetros fundamentales para el cálculo y diseño de la calidad del suelo en la provincia de Chimborazo; sin embargo, también se tienen en cuenta algunos factores importantes como la topografía de la zona, factores meteorológicos, requerimientos hídricos de los cultivos, entre otros.

Los resultados obtenidos de esta investigación son el promover sistemas agrícolas multifuncionales, es decir, sistemas más productivos y diversos, que permitan mejorar las condiciones del suelo y la eficiencia en el uso de nutrientes y agua; en formas que benefician los servicios ecosistémicos y ayuden a reducir las emisiones de CO₂ (Dióxido de Carbono) y N₂O (Óxido Nitroso) para ayudar a que los sistemas de producción sean más resistentes al cambio climático (Prefectura Chimborazo, 2021).

Capítulo dos

Metodología.

El proceso investigativo tiene como finalidad generar y aprobar soluciones a los problemas identificados al inicio de la investigación. Por lo tanto, bajo la etiqueta de metodología de la investigación, ésta hace referencia a todas las decisiones que toman los investigadores para lograr sus objetivos, las cuales se enfocan en el diseño de la investigación, las estrategias utilizadas, las muestras a estudiar, los métodos utilizados para la recolección de datos, entre otros (Ugalde Binda & Balbastre Benavent, 2013). Los diseños de investigación actuales giran en torno a dos paradigmas principales: modelos cuantitativos y modelos cualitativos.

2.1 Descripción de la Metodología.

Los autores Ugalde Binda y Balbastre Benavent (2013), hacen mención que la investigación cualitativa tiende a ser más abierta y flexible, lo que permite seguir nuevas direcciones de investigación y recopilar datos adicionales a medida que surgen nuevas ideas durante el proceso de investigación. Por lo tanto, el desarrollo de la investigación será fundamentada mediante un análisis cualitativo donde será necesario la recopilación de información para un mejor desenvolvimiento.

En este orden de ideas, Morrás Dimas (2015), en su trabajo desarrollado sobre métodos de integración de actividades de adaptación del cambio climático en proyectos de desarrollo rural; pretende generar adaptaciones al cambio climático en el contexto de proyectos de desarrollo rural, convirtiéndose en una herramienta útil para aumentar la efectividad y el impacto en la lucha contra el hambre. Con este fin, se busca proponer un enfoque que integre elementos de adaptación al cambio climático en el contexto de la producción agrícola.

Como resultado de esta investigación, el enfoque general presentado estuvo guiado por el enfoque cualitativo, basado en la definición, descripción y análisis de elementos y

procesos en proyectos de adaptación al cambio climático, con un enfoque en seguridad alimentaria. Para ello, se combina el conocimiento experto extraído de revisiones bibliográficas como los artículos, informes y documentos en el sitio web; con el conocimiento empírico obtenido del Programa de Seguridad Alimentaria y Adaptación al Cambio Climático del Sistema de las Naciones Unidas (Morrás Dimas, 2015).

En este sentido, se considera que esta metodología propuesta por Morrás Dimas, es la ideal para el desarrollo de este estudio; debido a que la investigación cualitativa es empírica, es decir, busca definir e interpretar marcos que evolucionan a medida que avanza el estudio de esta temática. Por lo tanto, esto requiere una investigación descriptiva versátil y una construcción abierta que abarque el contexto (teórico y conceptual) de todos los subtemas que abordan esta investigación.

Por tal razón, el desarrollo de este trabajo hará uso de esta metodología cualitativa ya que implica abordar la resolución de definiciones, búsqueda de nuevos métodos de los agricultores para enfrentar al cambio climático, análisis conjunto de datos ya establecidos, entre otros. Para ello se utilizará el método de análisis documental, es decir, se extraerá la información ya compartida de diversos autores, misma que se entiende como una metodología destinada a descubrir y desarrollar teorías emergentes a partir de datos recopilados y analizados de manera sistemática e interrelacionada a través de libros, revistas, sitios webs, artículos, entre otros.

Tipos de Investigación Cualitativa:

* Entrevista Personal: Las entrevistas son una de las herramientas de recolección de datos más utilizadas en la investigación cualitativa, principalmente debido a su enfoque personal. Los entrevistadores o investigadores recopilan datos directamente de los encuestados (Question Pro, 2023).

* Análisis documental: Este enfoque de investigación de la literatura utiliza fuentes de información y literatura confiable existentes similares a las fuentes de datos. Es decir, estos datos se pueden utilizar para nuevas investigaciones (Question Pro, 2023). Esto es similar a ir a la biblioteca, donde allí se puede hurgar en libros y otras referencias para recopilar datos relevantes que se podría usar en una investigación.

* La investigación longitudinal: Es un método de investigación observacional que dura años o incluso décadas. El propósito de este enfoque es encontrar correlaciones a través de estudios empíricos de sujetos con características comunes (Question Pro, 2023).

* Caso de Estudio: En este enfoque, los datos se recopilan a través de un análisis en profundidad. La versatilidad de este enfoque es evidente en la forma en que se puede utilizar para analizar problemas simples y complejos. La fortaleza de este enfoque es que usa juiciosamente uno o más combinaciones de métodos de recolección de datos cualitativos para sacar inferencias (Question Pro, 2023).

En base a estos conceptos, se ha considerado seguir un modelo de investigación cualitativa basado en el análisis documental, ya que es una técnica encargada de recopilar y seleccionar información mediante la lectura de documentos, libros, revistas, periódicos, bibliografías, etc. En este orden de ideas, las características más relevantes del análisis documental son la recopilación y la utilización de documentos existentes extraídos de organismos mundiales; como la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), la OMS (Organización Mundial de la Salud), la ONU (Organización de las Naciones Unidas), el IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático), la OEA (Organización de los Estados Americanos), entre otros; para analizar datos y proporcionar resultados lógicos. Así mismo este método de Análisis Documental, recopila datos en un orden específico, lo que hace posible encontrar eventos que ocurrieron hace algún tiempo, encontrar otros recursos de investigación, desarrollar herramientas de investigación y más.

Finalmente, utiliza procesos como análisis, síntesis y deducción de documentos (Ortega, 2023); es decir, procede de manera ordenada y plantea objetivos específicos para construir nuevos conocimientos. Sin duda, este tipo y/o método de investigación será empleado debido a su riqueza existente de datos e información.

2.2 Descripción de Herramientas.

Las herramientas en esta metodología de investigación básicamente hacen referencia a la utilización de fuentes ya existentes de documentación e información fiables; donde todos estos datos pueden utilizarse para nuevas investigaciones. De ahí surge la necesidad de emplear fuentes de investigación secundarias puesto que utiliza información recopilada por otras fuentes, como agencias gubernamentales, medios de comunicación, cámaras de comercio, etc. Toda esta información se puede encontrar en periódicos, revistas, libros, sitios web de organismos mundiales, etc; por tanto, los datos procedentes de la investigación cualitativa son considerados como ricos y profundos por lo que este método es necesario de emplear.

2.2.1 Características de la fuente secundaria.

Dentro de las características claves de las fuentes secundarias incluyen:

- Es un documento basado en el documento original.
- Recoge información como objeto de investigación.
- Esta información fue desarrollada por un individuo en base a una investigación original.
- Esta información está adulterada por lo que no revela fielmente lo expresado por el autor.
- Se refiere a una obra original que es prueba directa en una investigación.
- No tratan de exponer la información en sí, sino de dónde obtener dicha información.

Con esto en mente, el siguiente paso es describir la metodología utilizada para llevar a cabo la investigación de Análisis documental:

1. Selección de materiales: El primer paso al realizar un análisis documental, es recopilar ampliamente los materiales que podrían ser útiles para el proceso.

2. Material de revisión: En este paso, el investigador categoriza el material y separa aquellos que no son estrictamente necesarios de aquellos que son importantes para el tema.

3. Organización: Los investigadores comparan el material seleccionado y obtienen información textual para citas y referencias para apoyar teorías e interpretaciones.

4. Análisis de datos: Finalmente, el investigador analiza toda la información y construye un documento donde se refleje su opinión y toda la información relevante en el desarrollo del estudio.

Por lo tanto, el análisis documental es sin duda, un paso importante en el desarrollo propio de una investigación y una parte integral de la investigación científica (Ortega, 2023). Es de gran importancia para nuestra sociedad este tipo de investigación ya que se encarga de exponer y mostrar todo el conocimiento que se va dejando en el tiempo. Es así como la calidad del trabajo final está directamente relacionada con la calidad de la información utilizada para crearlo.

Capítulo tres

Resultados

3.1 Riesgos que provoca el cambio climático en el sector agrícola.

3.1.1 Introducción.

La relación entre el cambio climático y la agricultura funciona en ambos sentidos puesto que la agricultura contribuye al cambio climático de varias formas importantes, y el cambio climático a menudo afecta negativamente a la agricultura. En este orden de pensamientos, la agricultura se expande y necesita satisfacer las necesidades del sistema capitalista mediante actividades como la tala de árboles, para sostener los cultivos y por otro lado la utilización casi permanente de agroquímicos que provoca una filtración en las aguas subterráneas deteriorando aún más el ecosistema (Maldonado et al., 2015). Bajo este contexto, la agricultura y el cambio climático van de la mano, por lo que, para desarrollar un ecosistema humano saludable junto con el medio ambiente, y sostener un desarrollo global efectivo, es necesario mirar los campos y el ingenio humano como soluciones para los problemas que el propio ser humano ya ha generado.

En este sentido, este capítulo abordará cada uno de los resultados obtenidos a través de un análisis documental, con la finalidad de que los interesados en la rama puedan desarrollar estrategias, políticas y acciones de adaptación y mitigación; que permitan ayudar a millones de personas de las zonas rurales a reducir su vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático y así mismo permitir al sector agrícola defenderse y producir alimentos con un mayor valor nutricional.

3.1.2 Análisis Documental del sector agrícola en Latinoamérica.

Debido a la estrecha relación entre los ciclos productivos y las estaciones climáticas, la producción de frutas y vegetales se vuelve altamente sensible a los cambios de las condiciones climáticas, especialmente para los agricultores de subsistencia que dependen

del estado climático. Con esto en mente, Viguera et al. (2017) menciona que, los factores como las precipitaciones y la temperatura son determinantes para la producción de cultivos en América Latina. Es así como, las variaciones en la estacionalidad, intensidad, frecuencia y duración de los eventos climáticos; y las condiciones ambientales, pueden provocar pérdidas significativas en la producción de alimentos esenciales (Viguera et al, 2017).

Bajo ese contexto, la amenaza del cambio climático global según Morales Casco y Zuniga Gonzales (2016), preocupa a los científicos debido a que los cambios en las variables climáticas, como la precipitación y la temperatura afectarán la producción agrícola. Si bien los efectos del cambio climático en la producción de cultivos están generalizados en diferentes regiones, se espera que los cambios tengan impactos significativos, principalmente en los países en vías de desarrollo como Latinoamérica donde constantemente existen precipitaciones escasas, olas de calor, fenómeno del Niño, entre otros. (Morales Casco & Zuniga Gonzalez, 2016). Con esto en mente, los principales impactos directos del cambio climático en la agricultura son los siguientes:

- El aumento de las temperaturas y la reducción de las precipitaciones afectarán directamente a los cultivos de las regiones, por lo que precisamente la región Latinoamericana será de las más afectadas por estos cambios. Es por ello, que, si la temperatura de floración alcanza los 35°C, puede ocurrir esterilidad de flores y daños irreversibles cuando se cosecha (Viguera et al, 2017). Así mismo, la reducción de las precipitaciones se convierte en un gran problema ya que pone a los cultivos en un constante estrés hídrico y, por otro lado, las fuertes lluvias en cuestión de horas provocan grandes inundaciones; por lo que, sin duda, todos estos factores antes mencionados ponen en riesgo el desarrollo de una agricultura de calidad.

- La variabilidad climática por otro lado, dificulta la planificación de las actividades agrícolas; en este sentido, los agricultores no cumplen con su planificación por lo que se traduce en un gran problema para el desarrollo de la cultivación (Morales Casco & Zuniga Gonzalez, 2016). Por otro lado, esta variabilidad puede afectar en gran medida a la agricultura si es que la temperatura media anual supera los 1,5 y 2,5 °C, ya que será en ese punto, donde

se podrían extinguir entre el 20 y el 30 % de las especies de plantas y animales (Banco Mundial, 2022).

– El aumento gradual de la temperatura, produce una mayor propagación de plagas y enfermedades en áreas antes inexistentes, debido al aumento de las precipitaciones y sumado a las altas temperaturas, pueden favorecer la aparición de hongos, insectos y vectores biológicos; lo cual pueden generar una afectación en el desenvolvimiento de la planta provocando así pérdidas cuantiosas; ya que, cuando se registran temperaturas que fluctúan entre los 16 y 28 °C, y una humedad relativa del 85%, aumenta la aparición de enfermedades como el virus del mosaico y la enfermedad bacteriana común *Xanthomonas rapae* o la mancha angular que, afecta gravemente al follaje del cultivo. Por otro lado, las lluvias prolongadas y la alta humedad relativa, aumentan la incidencia de plagas como los gorgojos de la vaina, que atacan las etapas de floración y formación de frutos; y así mismo el desarrollo de las babosas que dañan las plántulas (la primera etapa del desarrollo de la planta) (Viguera et al, 2017).

– Degradación y erosión del suelo, afectando la fertilidad. Este factor puede reducir significativamente el rendimiento de los cultivos y la capacidad de los suelos para almacenar y completar el ciclo del carbono, los nutrientes y el agua (Morales Casco & Zuniga Gonzalez, 2016). En este sentido, la abrumadora conclusión del informe presentado por la FAO es que, la mayoría de los recursos de suelo en el mundo se encuentran en malas o muy malas condiciones; y en muchos de los casos la situación ha empeorado más que mejorado. En particular, el 33% de la tierra se encuentra en un estado de degradación moderada a alta, debido a la erosión del suelo, la salinización, la compactación, la acidificación y la contaminación química (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015). Por lo que se puede deducir que, en efecto, este factor es necesario a considerar.

– Desequilibrios en la producción mundial de alimentos, lo que se traduce en desnutrición y aparición de enfermedades catastróficas. Así mismo, la escasez de agua se encuentra entre las principales preocupaciones, debido a que es un recurso importante de

vida, para la sociedad y sobre todo para el desarrollo de los cultivos. En ese contexto, según cifras del Banco Mundial, el 33% de los alimentos producidos en el mundo se pierden o se desperdician, por lo que debe abordarse para mejorar la seguridad alimentaria y así ayudar a alcanzar los objetivos relacionados con el clima, y reducir la presión sobre el medio ambiente; esto debido a que, los riesgos asociados con una dieta deficiente también son una de las principales causas de muerte en todo el mundo; donde millones de personas no comen lo suficiente o están desnutridas, por lo que, una doble carga de desnutrición puede conducir a enfermedades y crisis de salud (Banco Mundial, 2022).

Sin duda, como menciona Innoplant (2022) estos cambios significativos en la temperatura no solo afectan la supervivencia humana y agravan la contaminación; sino que también reducen la producción agrícola y las temporadas de cosecha; además de producir sequías, fuertes lluvias, deshielos polares, olas de calor y la reducción de la biodiversidad, entre otros. Por tanto, los impactos del cambio climático ponen en evidente riesgo las actividades agrícolas, convirtiéndose en el mayor desafío ambiental que enfrenta la humanidad.

Por esa parte, en colaboración con el Banco Mundial y las instituciones nacionales marroquíes, la FAO realizó un estudio detallado de los impactos del cambio climático en 50 cultivos en las principales zonas agroecológicas y bajo diferentes escenarios de cambio climático. El estudio destaca que, un clima más cálido y seco, impactará negativamente en los principales cultivos; y que para 2050, algunos productos como el trigo, se perderán en un 33% en temporadas secas, más del triple que en temporadas lluviosas; siendo aspectos ampliamente negativos, y de mantenerse esta tendencia; el efecto aumentará con el paso del tiempo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, s.f.). Por ello, la investigación y el análisis como este; son particularmente útiles para la planificación de la adaptación.

Por otro lado, según el Banco Mundial (2022) dentro del informe 2021; es probable que entre 720 y 811 millones de personas sufrirán hambre, lo que supone más del 10% de la población mundial. Es así como, Cayambe Terán (2017) hace énfasis en que, todos estos

cambios drásticos en las condiciones climáticas no solo pondrán a prueba la producción de alimentos; sino también a todas las personas y por supuesto la seguridad alimentaria en todas las regiones del mundo, debido a la reducción del rendimiento de los cultivos, el aumento de plagas y malezas agrícolas; y la reducción de la calidad de los alimentos. Sin embargo, a lo largo de la historia, la agricultura ha demostrado una gran capacidad para adaptarse a los cambios; por lo que, la agricultura actual necesita adaptarse ante los posibles nuevos escenarios, para poder subsistir.

3.1.2.1 Efectos del cambio climático esperados en el sector agrícola.

Según Viguera et al. (2017), los impactos en el sistema agrícola de cada país variarán según el clima, la topografía, el tipo de suelo, el tipo de cultivo, la disponibilidad de agua y las interacciones entre los tipos de cultivos y árboles utilizados por los agricultores en cada país. Así mismo, las condiciones sociales y políticas que intervienen en las tomas de decisiones y las acciones tomadas por los productores y las comunidades; determinarán en última instancia la gravedad del impacto ambiental. Con esto en mente, algunos de los impactos directos esperados del cambio climático en la agricultura son:

- Disminución de la productividad y los rendimientos asociados con la reducción de la disponibilidad de agua en los acuíferos, aumento de las concentraciones de contaminantes en el suelo, pérdida de humedad del suelo por el excesivo calor, etc. En esta parte, si el contenido de humedad en el suelo es inferior al 40% de su capacidad durante la fase de crecimiento vegetativo; existirá una afectación en el desarrollo severo de la planta, por lo que efectivamente es un factor negativo hacia el desarrollo de una agricultura de calidad (Viguera et al, 2017).

- Efectos inmediatos de fenómenos extremos como huracanes y tormentas en plantas y cultivos; provocan afectaciones tales como la rotura de tallos, hojas caídas, vuelcos, etc. Bajo este contexto, según Bacon (1989), un ejemplo de este efecto es lo sucedido con los recursos costeros de Jamaica, que fueron devastados por el huracán; donde se estimó que el 50% de la playa estuvo severamente erosionada; así mismo se estimó que se perdió

alrededor del 60% de los árboles en el área de manglares, como también no se pudieron salvar el 50% de las cosechas; y de igual manera hubo otros daños no cuantificables en la calidad del agua de la isla (Bacon, 1989). Este tipo de efectos normalmente afectan a los cultivos cercanos de alguna zona costera.

- Efectos sobre la fenología (cambios extremos) de las plantas, manifestados como floración errática o cosechas con poco valor nutricional (Viguera et al, 2017). En esta parte, las altas temperaturas detienen la fotosíntesis, impiden la fertilización de los óvulos de la planta y provocan deshidratación; es por ello, que en las plantas la tasa máxima de fotosíntesis está entre los 20 y 32 °C; por lo que esta va disminuyendo conforme las temperaturas se van incrementando; es así como, cuando se llega a los 40 °C, la planta se encuentra en estado de choque térmico, y es en ese estado, donde la planta busca una salida para sobrevivir (Fernández, 2013). En resumen, un aumento de la temperatura provocará una mayor tasa de desarrollo fenológico, es decir, donde se reduce el período de desarrollo y crecimiento de la planta, lo que a su vez se traduce en la reducción del rendimiento general del cultivo.

- Por otro lado, existirá una mayor incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos (incluidas las que afectan la postcosecha y el almacenamiento). Siguiendo este enfoque, algunos hongos, insectos y virus se verán favorecidos por las nuevas condiciones climáticas con mayor temperatura y humedad variable; y enemigos naturales cada vez más debilitados (Viguera et al, 2017). En este sentido, un aumento de la temperatura media de 17 °C a 22 °C con una humedad relativa superior al 75 %, aumenta la incidencia de manchas asfálticas que afecta el desarrollo foliar (suministro de nutrientes) de los cultivos; por otra parte, un aumento de la temperatura media por encima de los 30 °C y una disminución de la humedad relativa, favorecen la aparición del gusano cogollero que provoca severos daños en las hojas y perforación de las plantas (Viguera et al, 2017); por lo que, sin duda este es un factor determinante que produce una afectación en el desarrollo de una agricultura segura.

- Así mismo, cada vez la distribución y el número de polinizadores que son fundamentales para la producción de algunos cultivos, especialmente las abejas, pueden

verse afectados por las condiciones de sequía y los cambios en las estaciones de floración; por lo que este factor sin duda es determinante dentro de la producción de alimentos ya que, dependemos de estos agentes polinizadores para obtener alimentos ricos y nutritivos (Viguera et al, 2017). En este sentido, según Fernández, el cambio climático también conducirá a una reducción de las interacciones ecológicas mutualistas entre las plantas y los polinizadores naturales; ya que las concentraciones atmosféricas de CO₂ pueden inducir a cambios fenológicos en las plantas; y dichos cambios, reducirían los recursos florales disponibles para las especies polinizadoras entre un 17 y un 50 %; por lo que, una reducción en la coincidencia temporal entre plantas y polinizadores, conduciría no solo a una reducción en el alimento disponible para los polinizadores, sino también a su extinción y a la de varias especies de plantas (Fernández, 2013).

En este orden de ideas, según el Banco Mundial (2022), el desarrollo del sector agrícola es uno de los medios más importantes para erradicar la pobreza extrema, impulsar la prosperidad compartida y alimentar a una población, que se prevé alcance los 9.700 millones de personas para el año 2050. En este sentido, varios autores coinciden en que el impacto del CC (cambio climático) puede ser más severo, especialmente para agricultores de subsistencia en economías campesinas o en entornos frágiles; sin embargo, según un análisis del Banco Mundial, el 65 % de los adultos pobres; se ganan la vida con la agricultura, por lo que, es precisamente en esta área donde la gente se preocupa, ya que la reducción en la productividad puede causar graves desequilibrios en la vida de esas personas (Fernández, 2013).

Por otro lado, la agricultura a nivel mundial tiene sus propias cualidades, dependiendo de la región y sus características climáticas, así como del tipo de cultivos elegidos; en este sentido, el impacto del cambio climático en la agricultura significa que los agricultores tienen que adaptarse, a veces teniendo que probar métodos y técnicas que no han usado antes; por tanto, se puede decir que estos impactos ambientales obligan a los agricultores a considerar estrategias de mitigación (Ivanchuk, 2022). Afortunadamente, existen muchas iniciativas para abordar el cambio climático en el sector agrícola, con el objetivo de reducir la variabilidad

climática y sus consecuencias; sin embargo, se necesita la colaboración de las personas, países y empresas; para tener un impacto significativo en el medio ambiente y el planeta (Innoplant, 2022); ya que, la agricultura puede ayudar a reducir la pobreza, aumentar los ingresos y mejorar la seguridad alimentaria, para el 80 % de las personas pobres del mundo que viven en zonas rurales y trabajan principalmente en la agricultura (Banco Mundial, 2022). Es por esa razón que, son necesarias las medidas de adaptación respetuosas con el medio ambiente basadas en las buenas prácticas agrícolas (BPA) para mejorar los rendimientos, la seguridad alimentaria y combatir los impactos climáticos.

3.1.2.2 Tendencias del cambio climático en América Latina.

Según el cuarto informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas, la agricultura es una actividad económica muy importante en América Latina, representando el 10% del Producto Interno Bruto (PIB) de la región (Morales Casco & Zuniga Gonzalez, 2016). Por tal motivo, según estos autores Morales Casco y Zuniga Gonzales (2016) la agricultura se convierte en la principal forma de vida de los productores y así mismo depende totalmente del clima; por lo que cualquier cambio o variación que resulte ya sea, una disminución de las precipitaciones o un aumento de la temperatura afectará directamente el crecimiento de cualquier cultivo. En este sentido, la CEPAL ha sugerido que, si no se atienden las consecuencias del dióxido de carbono presentes en el planeta; la producción de cereales en la región podría caer un 30 % para 2080, si se tiene en cuenta un escenario considerablemente más alentador (Fernández, 2013).

Con esto en mente, varios estudios y modelos de impacto de cultivos, predicen disminuciones de rendimiento para varios cultivos, debido a este daño ambiental; por lo que, los escenarios de cambio climático global solo pueden abordarse de manera efectiva si las medidas de adaptación se implementan adecuadamente, es decir, si se promueve una gestión idónea contra los desastres ambientales dentro de la región; y para ello, se debe realizar un diagnóstico suficiente de la situación actual para poder identificar medidas en

diferentes tiempos de evaluación, para así mitigar este impacto negativo presente en las áreas agrícolas.

3.2 Estrategias implementadas dentro del sector agrícola para la minimización del impacto climático.

3.2.1 Introducción.

Se ha visto que, la agricultura está siendo afectada por el cambio climático y se espera que estos impactos aumenten en las próximas décadas. Es así como, el sector agrícola contribuye en gran medida como emisor de gases de efecto invernadero, sin embargo, existen estrategias de mitigación y buenas prácticas agrícolas que pueden ayudar a reducir la cantidad de gases emitidos, reduciendo su impacto en la atmósfera.

Bajo ese contexto, según Morales Casco y Zuniga Gonzales (2016), existen personajes que mejoran la situación en los cultivos como son los agricultores; quienes pueden cambiar algunos factores ambientales ajustando sus prácticas de manejo; sin embargo, el clima es el principal factor que interviene en la producción agrícola y determina el rendimiento final de los cultivos. Por tal razón, este daño climático es un problema para los países en vías de desarrollo, especialmente América Latina; y para las personas socialmente desfavorecidas que, a menudo enfrentan peligros y estrés climático. Siguiendo este enfoque, Green Facts (2022) hace énfasis en que, el conocimiento tradicional y local presentado por los agricultores constituye una gran cantidad de experiencia acumulada y capacidad de generación de conocimiento, que es necesaria para lograr los objetivos de sostenibilidad. Bajo este principio es necesario destacar que, todos los conocimientos tradicionales y locales son dinámicos; es decir pueden tener impactos amplios y positivos.

En este sentido, en los últimos años se ha observado que la colaboración activa para la generación de conocimientos y la innovación, agrega valor al desarrollo tecnológico basado en la ciencia (Green Facts, 2022). Bajo este contexto, la mayoría de las prácticas agrícolas

actuales de los que depende la seguridad alimentaria, enfrentan condiciones de productividad reducida; por lo tanto, los sistemas agrícolas y alimentarios deben transformarse para buscar la resiliencia a los impactos climáticos y al mismo tiempo satisfacer las necesidades de la población. Es así como, a medida que la población mundial continúa creciendo, el principal desafío que enfrenta el sector agrícola es, aumentar la cantidad y calidad de la producción de alimentos y, al mismo tiempo, reducir su impacto en el cambio climático (Banco de Desarrollo de América Latina, 2022). Afortunadamente existen cada vez más tecnologías verdes presentes en el mercado, que ayudan con la mitigación de este fenómeno y permiten al sector agrícola defenderse y producir alimentos con un mayor valor nutricional.

3.2.2 Análisis Documental de las estrategias implementadas.

El sector agrícola posee un gran potencial para adaptarse a los impactos negativos del cambio climático; sin embargo, no todos los agricultores pueden adoptar estrategias, ya sea por razones económicas, de tiempo, legislativas, entre otras. Por esta razón, según Viguera et al. (2017), la elección de la estrategia dependerá de las opciones disponibles localmente, la situación de la tenencia de la tierra, las instalaciones disponibles, el interés disponible para cada agricultor, y los costos económicos de implementar medidas de adaptación apropiadas. Sin duda, las estrategias de adaptación es un proceso continuo que considera los impactos actuales y futuros del cambio climático, ya sea gradual o repentino por lo que la implementación de estas medidas, dependerán de los factores antes mencionados.

3.2.2.1 Tipos de estrategias de adaptación.

Las soluciones de adaptación a los impactos del cambio climático pueden tomar muchas formas, dependiendo de cada situación y de los impactos específicos que se enfrentarán. Es así como, la adaptación puede darse de forma autónoma, es decir, cuando ocurre de forma natural en los ecosistemas, o puede ser preventiva o reactiva, como suele hacer la gente. Generalmente los agricultores suelen utilizar dos tipos de respuestas:

a) Adaptación preventiva. Son aquellas acciones proactivas y planificadas para reducir el daño a largo plazo; donde la acción se toma antes de que ocurra el impacto climático y que se espera que ocurra. Esta acción requiere procesos de toma de decisiones, evaluación y gestión de riesgos para mejorar la eficacia (Viguera et al, 2017).

b) Adaptación reactiva: Son las acciones tomadas en respuesta a los impactos, para restaurar la estabilidad previa al impacto, es decir, buscando reducir la pérdida o el bienestar de los cultivos (Viguera et al, 2017).

3.2.3 Principales logros obtenidos.

La agricultura a menudo se considera parte del problema del cambio climático, ya que el 13 % de las emisiones antropogénicas mundiales de gases de efecto invernadero provienen de este sector (CEPAL, 2011). Por tal motivo, en muchas partes del mundo, los agricultores han desarrollado sistemas agrícolas adaptados a las condiciones locales que les permiten producir de manera sostenible para su subsistencia; a pesar de cultivar en entornos de tierras marginales, con climas variables y un uso muy bajo de insumos externos (Nicholls & Altieri, 2015). Por lo tanto, la diversificación puede ser una estrategia importante para gestionar los riesgos de producción en los sistemas agrícolas; por lo que, en la mayoría de los casos, es una respuesta efectiva a los cambios ambientales. A continuación, se presentarán cada una de las estrategias adoptadas por los agricultores dentro de la región Latinoamericana:

1) Mejora de las propiedades del suelo.

El cambio de uso de la tierra es el responsable de aproximadamente el 25% de las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que se convierte en un serio problema por afrontar (Banco Mundial, 2022); en este sentido, el manejo adecuado del suelo es fundamental para mantener los niveles de producción de alimentos necesarios; ya que, el

aumento del contenido de materia orgánica en el suelo favorece a su vez la capacidad de retención de agua, lo que se traduce en un beneficio al cultivo. Por otro lado, según las condiciones climáticas, es necesario realizar adaptaciones para cumplir con estos requisitos.

En general, se deben considerar las siguientes prácticas:

- Siembra Directa.
 - Cubrir de restos de plantas.
 - Cubrir el suelo con mulching y mantillo plástico.
 - Reducir la cantidad de tiempo en que el suelo permanece limpio.
- Siembra directa: Los factores más destacados son el aumento de la capacidad de retención de agua del suelo y la reducción de las pérdidas por escorrentía; así mismo, mejora el contenido de materia orgánica del suelo.

Figura 1

Método de siembra directa



Nota. Adaptado de Eos Data Analytis (2021)

Tal como se observa en la Figura 1, este método se basa en la siembra convencional, es decir se busca plantar inmediatamente las semillas, de este modo el suelo sufre poca alteración. Con esta técnica se estaría logrando una reducción de la erosión hasta un 65 %; por lo que, sin duda, nos enfrentamos ante un método de mitigación al cambio climático que es importante hacer hincapié, en la formación de los agricultores (Juste, 2019).

- Cubrir de restos de plantas: Esta medida por su parte, tiene importantes beneficios agrícolas, ambientales y económicos; ya que, también reduce los costos de producción, ahorra tiempo y mano de obra. La implementación de esta técnica, específicamente el uso de residuos como el bagazo, evitó alrededor de 700 Gt (giga toneladas) de CO₂ eq. (dióxido de carbono equivalente) en la industria azucarera guatemalteca (Viguera et al, 2017).

Figura 2

Método de cobertura con residuos vegetales



Nota. Adaptado de López y Delgado (2015)

Tal como se observa dentro de la Figura 2; este método desempeña un papel fundamental en la reducción de la erosión hídrica y brinda protección al suelo de los efectos de las gotas de lluvia y las fuerzas del viento. Así mismo, mejora el contenido de materia orgánica, favorece el almacenamiento de CO₂ y mejora la biodiversidad (Juste, 2019).

- Cubrir el suelo con mulching y mantillo plástico: Esta medida tiene como objetivo mantener la humedad del suelo y aumentar el contenido de materia orgánica del suelo; y al mismo tiempo, protegen el cultivo de posibles días helados o días de extremo calor (Juste, 2019).

Figura 3*Método Mulching*

Nota. Adaptado de Passamonte Pilar (2022)

Como se puede apreciar en la Figura 3; en esta técnica se hace uso de hojas picadas, restos de cultivos, paja, plástico, entre otros; para generar así una cubierta para la protección del suelo; por lo tanto, este método guarda estrecha relación con el método presentado anteriormente.

- Reducir la cantidad de tiempo en que el suelo permanece limpio: Las gotas de lluvia golpean el suelo expuesto, produce erosión y forman cañones. Es por ello, que, esta medida es de particular interés para suelos con una pendiente, debido a que cuanto más empinada es la pendiente, más susceptible es a la erosión hídrica. Cabe señalar que cuanto más densa es la cubierta vegetal (barbechos con cubierta), más protegido está el suelo (Juste, 2019).

Figura 4*Método Barbecho*

Nota. Adaptado de Portal Frutícola (2017)

De acuerdo con la Figura 4, la técnica barbecho consiste en dejar descansar la tierra durante uno o varios ciclos de siembra, con el objetivo de recuperar y a su vez almacenar materia orgánica y la humedad como tal. Para ello, se ha establecido De esta manera, el suelo se dará un respiro, por lo que este método trae grandes beneficios.

2) Seguimiento de plagas y enfermedades.

La vigilancia es una tarea encaminada a estimar la abundancia y distribución de plagas y sus enemigos naturales en los cultivos a través de muestreos periódicos. Esto significa que los cultivos se controlan regularmente para medir la densidad y estimar las infestaciones de plagas y enfermedades.

Figura 5

Método seguimiento de plagas



Nota. Adaptado de SENASA (2021)

Tal como se ve en la Figura 5; el objetivo principal de la vigilancia de plagas es determinar los umbrales de intervención, esto significa decidir cuándo implementar medidas de control, como la aplicación de productos fitosanitarios (fumigación) o la liberación de enemigos naturales. En este sentido, para minimizar el daño de las plagas a los cultivos a través de este manejo, es importante relacionar la densidad de insectos y/o ácaros de plagas con el daño que pudiesen generar (Juste, 2019). Es así como, al monitorear la presencia de plagas y enemigos naturales, se puede tomar decisiones informadas sobre cuándo aplicar

pesticidas y qué ingredientes activos usar; por lo que, con esta buena práctica se ha podido evitar hasta el 45% de pérdida de la producción (CEPAL, 2011). Por lo tanto, el monitoreo permite:

- Conocer la salud de sus plantas.
- Reconocer el aumento de las poblaciones de plagas.
- Reconocer los problemas del proceso de aplicación y la baja potencia de los ingredientes activos (pesticidas) y corregirlos de manera oportuna.

Por otro lado, se espera que el cambio climático aumente el riesgo de brotes de plagas, por lo que es conveniente trabajar y profundizar las medidas de control biológico. Bajo este contexto, Juste (2019) menciona que, se pretende reducir el uso de productos fitosanitarios, en línea con una agricultura sostenible y respetuosa con el medio ambiente; esto también reduce el uso de pesticidas como se puede ver en la Figura 6, contribuyendo a la sostenibilidad de la producción agrícola y reemplazándolos con sistemas integrados de manejo de plagas y enfermedades. Por otra parte, el uso de fertilizantes de liberación lenta redujo las emisiones de 200kg de CO₂ eq. / ha (dióxido de carbono equivalente por hectárea) en Costa Rica (Viguera et al, 2017); por lo que este sistema resulta ser efectivo e importante, en la búsqueda de lograr una mitigación considerable.

Figura 6

Prevención y Monitoreo: Uso adecuado de pesticidas



Nota. Adaptado de Revista Agraria (2015)

3) Un sistema agroforestal sostenible.

Otro aspecto importante en la adaptación al cambio climático es el aprovechamiento de sistemas agroforestales que combinan plantas forrajeras, arbustos y árboles. Estos sistemas son capaces de alcanzar niveles aceptables de productividad incluso en condiciones climáticas adversas y, por lo tanto, pueden representar una alternativa más eficiente en la agricultura de gran escala. Por otro lado, según la experiencia de agricultores en Nicaragua, el uso de este sistema agroforestal puede evitar hasta 40 kg de CO₂ eq. (equivalente) por kilo de producción (Viguera et al, 2017). Por lo tanto, este sistema resulta ser efectivo ya que estima un potencial de mitigación de 5,4 Gt (giga toneladas) de CO₂ por año, equivalentes al 64 % de las emisiones globales (CEPAL, 2011).

Bajo ese contexto, según los autores Arteaga y Burbano (2018), existe una gran variedad de plantas que se pueden utilizar en este tipo de sistema, así mismo se pueden incluir árboles frutales como mango, guayaba, limón y naranja; o especies arbóreas como pino, eucalipto y chopo; ya que se componen de una madera para su uso en sistemas industriales y agroforestales, tolerante a sequías, plagas y enfermedades (Arteaga & Burbano, 2018).

Por otro lado, Nicholls y Altieri (2015) mencionan que, al proteger y plantar árboles, los agricultores influyen en el microclima, ya que la cubierta forestal reduce la temperatura, la velocidad del viento y la evapotranspiración; y así mismo protege los cultivos de la luz solar directa, el granizo y la lluvia. Tal como se proyecta en la Figura 7, la presencia de árboles en parcelas agroforestales es una estrategia importante para mitigar los impactos impredecibles del cambio del microclima, especialmente en los sistemas agrícolas de baja y alta escala (Nicholls & Altieri, 2015); ya que, con la gestión más sostenible de los activos forestales, la deforestación se puede reducir entre un 25 y un 50% (Banco Mundial, s.f.); por lo que, sin duda estos sistemas que se practican actualmente en América Latina, son muy necesarios para tomar en cuenta.

Figura 7*Sistema agroforestal*

Nota. Adaptado de Ibáñez Juan José (2008)

4) Cosecha de agua, embalse, lluvia festiva.

Las proyecciones muestran que la escasez de agua como recurso en la agricultura aumentará como resultado de los cambios en las precipitaciones debido a las alteraciones climáticas; así mismo, el aumento de la producción de alimentos también hará que el uso del agua se incremente en un 40 a 50 % en las próximas décadas (Banco Mundial, 2017). Por esta razón, es importante buscar nuevas fuentes de agua y sobre todo alternativas que puedan ayudar a ampliar la disponibilidad de agua en las comunidades agrícolas (Muck et al., 2013).

En este sentido, una fuente importante de agua es el agua de lluvia, de la cual no se suele utilizar para el riego y en el mayor de los casos se pierde por escorrentía y filtración debido a la falta de infraestructura de almacenamiento de agua. Por lo tanto, se debe asegurar la disponibilidad de agua y promover su uso eficiente, ya que es fundamental para hacer frente al cambio climático en el sector agrícola. Dependiendo de las características topográficas y climáticas de un sitio en particular, se pueden diseñar diferentes tipos de proyectos para permitir la acumulación de agua de lluvia. Para ello, se han desarrollado diversas técnicas para lograr este fin:

- Amunas es un sistema de recarga de acuíferos desarrollado por los agricultores peruanos tal como se proyecta en la Figura 8, donde el agua en la estación húmeda fluye a través de canales abiertos hacia lagos y embalses donde se filtra bajo tierra y emerge meses después en la estación seca

(Arteaga & Burbano, 2018). En este sentido, la Universidad de Ingeniería y Tecnología de Perú, realizó un estudio en el distrito de San Pedro de Casta, donde se registró la recolección de un poco más de 225 mil m³ de agua al año en el periodo 2018-2019; por lo que, se deduce que es un importante sistema de recolección de agua en ese país.

Figura 8

Sistema amunas



Nota. Adaptado de Barreto Otty (2022)

- Recolección en el suelo, resulta ser otro método de cosecha de agua, es decir, a través de una variedad de técnicas que facilitan la infiltración de la escorrentía y su acumulación en los perfiles del suelo como las terrazas, zanjas, acequias, calizas, entre otras (Muck et al., 2013).

Figura 9

Técnica de los atajados



Nota. Adaptado de Hans Joachim Picht (2019)

De este método, surge la técnica de los atajados como se ilustra en la Figura 9, que son básicamente embalses construidos a partir de excavaciones donde se recoge el agua de escorrentía para utilizarla en épocas de escasez (Arteaga & Burbano, 2018). Esta técnica reduce el riesgo de pérdida de cultivos durante períodos de sequía y crea un microclima regional húmedo que es favorable para la vida silvestre. Por otro lado, dentro de la Figura 10 se puede demostrar otra técnica que consiste en recolectar agua de los techos de las casas y cobertizos; y canalizarla a los embalses a través de canaletas o sistemas de tuberías (Muck et al., 2013). Bajo este contexto, se estima que, con la implementación de esta técnica en las zonas del Pacífico, se puede captar en promedio 1200 litros de agua lluvia por cada metro cuadrado; por lo que si se dispone de un techo de 60 m² se podrá aprovechar un promedio de 72 mil litros durante la temporada. Sin duda, esta es otra técnica empleada por los agricultores para aprovechar, proteger y/o utilizar este preciado recurso hídrico.

Figura 10

Recolección de agua mediante canales



Nota. Adaptado de Hirozumi Kiyoshi (2015)

- Por otra parte, la lluvia sólida o Solid Rain, es un método que se desarrolló en México y consiste en almacenar agua de lluvia en forma de un material polimérico super absorbente a base de acrilato de potasio. Como se puede

observar en la Figura 11; tiene una capacidad de almacenamiento hasta de 500 veces su peso en agua; y como resultado, el agua se obtiene en pequeños trozos sin cambiar su estructura química y se puede almacenar en bolsas para facilitar su transporte; así mismo, este material no se pierde bajo tierra por filtración, por lo que es ideal para plantar en zonas secas y de escasa precipitación (Arteaga & Burbano, 2018). Es así como, este método permite a los agricultores ahorrar costos, utilización de agua, fertilizantes, energía y mano de obra, hasta un 80% (Agriculturers, 2016).

Figura 11

Método Lluvia sólida



Nota. Adaptado de Pérez Miguel A. (2016)

- Dentro del sector público, se destaca la acción del Gobierno Autónomo de Descentralización del sector de San Bartolomé en Azuay, quienes a través del Proyecto de Adaptación al Cambio Climático (PACC), han planteado la elaboración de fertilizantes ecológicos como el biol (Gobierno del Ecuador, s.f.). Según Zegers et al. (2021), este producto (Biol) es el resultado de la fermentación de estiércol y agua en un ambiente anaerobio a través de la descomposición y transformación química de residuos orgánicos, tal como se puede ver en la Figura 12; básicamente es un producto bioestable rico en humus y de baja carga patógena.

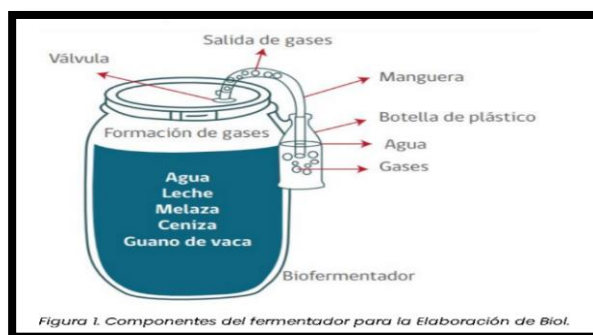
Sus principales beneficios son sus propiedades fitorreguladoras (estimula el crecimiento de la planta), que favorecen la actividad fisiológica y el desarrollo

de las plantas, así mismo las hacen más resistentes al ataque de plagas y enfermedades; y aportan más nutrientes (Zegers et al., 2021).

En comparación con los métodos tradicionales, el biol se usa de manera eficiente y el tiempo de humectación aumentan en más del 50 %, por lo que el efecto de mitigación es notable (Otoya Vaca, 2018). Por otro lado, Toalombo Yumbopatin (2013) menciona que, a través de esta técnica, se permitió demostrar que, la aplicación de este producto (biol) entre el 20 y el 50% en los cultivos, pueden estimular el crecimiento, mejorar la calidad del producto e incluso tener algún efecto repelente de plagas. De esta forma, las pérdidas de cosecha se reducen hasta en un 25%; por lo que, el uso de esta técnica constituye una respuesta a la necesidad de mejorar los fertilizantes (CEPAL, 2011).

Figura 12

Propuesta del gobierno ecuatoriano: Método biol



Nota. Adaptado de Agronotips (2021)

- Por otro lado, el gobierno provincial de Imbabura, en conjunto con el gobierno parroquial y los agricultores del sector, han impulsado la construcción de reservorios de riego, con el objetivo de asegurar que las tierras productivas del municipio cuenten con este recurso, especialmente en épocas de sequía. En este sentido, de acuerdo con la Figura 13, este sistema de captación consiste

básicamente en la creación de pozos profundos que actúan como reservorios y que se impermeabilizan con geomembranas (material de plástico) para aprovechar al máximo los líquidos vitales; evitando así la filtración del agua almacenada en el suelo (Prefectura de Imbabura, 2022).

En Ecuador, de las 338.000 hectáreas de pequeños y medianos productores con acceso a riego, el 93% aún riega de forma convencional, con niveles de eficiencia reducidos y capacidad limitada de almacenamiento de agua (Banco Mundial, 2021); es por ello, que el propósito de estos reservorios es brindar un espacio físico para almacenar parte del agua que ingresa a los campos durante los turnos de riego. Así mismo, cabe señalar que esta zona Imbabureña se caracteriza por la agricultura pura, por lo que se impulsó a trabajar en conjunto, para desarrollar esta alternativa que mejoraría el manejo, la eficiencia y la productividad. Como resultado de la aplicación de este método, los ingresos en los hogares de los agricultores aumentarían en un 60 %; y más de 9 mil hogares utilizarían sistemas de riego más nuevos y de mayor tecnología en 10500 hectáreas de tierras de cultivo (Banco Mundial, 2021); por lo que sin duda esta estrategia de mitigación brindará beneficios notorios.

Figura 13

Técnica de reservorios propuestos por el sector público



Nota. Adaptado de Agraria.pe (2021)

Basados en los resultados obtenidos, no hay duda de que los medios de subsistencia de los agricultores y comunidades de pueblos indígenas en los países de Latinoamérica se verán gravemente afectados por el cambio climático; producto de ello, miles de agricultores en muchas áreas rurales se han adaptado a las circunstancias cambiantes, desarrollando sistemas diversos y resistentes para hacer frente a las limitaciones que han enfrentado durante mucho tiempo (Nicholls & Altieri, 2015).

Con esto en mente, según el Banco Central (2022), se estima que la producción agrícola debería aumentar alrededor de un 70% para 2050 debido a la excesiva población; por lo que, se puede decir que la adaptación al cambio climático ofrece el potencial para reducir de manera sostenible muchos de los efectos adversos de este cambio, y aumentar los efectos beneficiosos. Bajo este contexto, la agricultura puede ayudar a reducir la pobreza, aumentar los ingresos y mejorar la seguridad alimentaria del 80 % de las personas pobres en el mundo que, viven y trabajan principalmente en zonas rurales (Banco Mundial, 2017). Por lo que, gracias a los muchos sistemas agrícolas tradicionales que sin duda son modelos de desarrollo sostenible; brindan ejemplos de medidas de adaptación que pueden ayudar a millones de personas de las zonas rurales a reducir su vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático.

Discusión de Resultados.

Dentro de ese apartado es importante mencionar que, mediante un análisis bibliográfico se determinó los efectos que produce el cambio climático sobre los alimentos. Es por esta razón que, para poder brindar una respuesta a esta temática fue necesario identificar los principales riesgos que provoca el cambio ambiental dentro del sector agrícola; y a su vez plantear estrategias que busquen minimizar los impactos del cambio climático sobre la producción agrícola.

Viguera et al. (2017) hace énfasis en que, las variaciones en estacionalidad, intensidad, frecuencia y duración de los eventos climáticos; y las condiciones ambientales; provocan pérdidas significativas en la producción de alimentos, por lo que efectivamente comparte una misma línea de pensamiento que el autor Gallardo (2019) quien por su parte dentro del apartado de marco teórico, hace mención de que, el cambio climático y la agricultura están estrechamente relacionados; ya que sus efectos conducen al debilitamiento de los cultivos, la contaminación e incluso el desperdicio de productos; todo esto debido a los continuos cambios de temperatura (Gallardo, 2019).

Afortunadamente, el cambio climático no es nada nuevo y cada día encontramos más tecnologías, métodos y técnicas para combatir este fenómeno ambiental. Siguiendo este enfoque, se considera necesario plantear medidas de adaptación respetuosas con el medio ambiente, basadas en las buenas prácticas agrícolas (BPA) para así mejorar los rendimientos, la seguridad alimentaria y por supuesto combatir los impactos climáticos como tal. En este orden de ideas, existen sistemas agrícolas tradicionales que son modelos de desarrollo sostenible, y brindan ejemplos de medidas de adaptación que pueden ayudar al sector agrícola a reducir su vulnerabilidad hacia los cambios ambientales.

Los hallazgos fueron obtenidos mediante un arduo trabajo de análisis documental, y se pudo identificar que los investigadores predicen que el cambio climático reducirá el rendimiento de los cultivos, por lo que los impactos en el bienestar de miles de agricultores serán graves, especialmente si la productividad de subsistencia disminuye en parte; por lo tanto, estos cambios en la calidad y cantidad de la producción pueden afectar la productividad

laboral de los agricultores e incluso aportar negativamente la salud de sus familias (Nicholls & Altieri, 2015). En este sentido, este hallazgo guarda cierta relación con lo expuesto por IAGUA (2019) dentro de la sección marco teórico, quien indica que la seguridad alimentaria se verá cada vez más afectada por el cambio climático en el futuro, con menores rendimientos agrícolas especialmente en los trópicos, precios más altos, menor calidad nutricional y cadenas de suministro interrumpidas (IAGUA, 2019). Por lo tanto, se puede determinar que los impactos ambientales actuales, producen un alto riesgo tanto al ser humano como al sector agrícola, por lo que es de suma importancia adaptarse a las circunstancias cambiantes, y a su vez plantear estrategias de mitigación, con el fin de hacer frente a esta terrible situación ambiental.

Por otro lado, Viguera (2017), hace mención de que, la agricultura de la región se encuentra en alto peligro de exposición a los riesgos climáticos y se verá fuertemente afectada por el cambio ambiental; afectando los cultivos más relevantes y los granos básicos, especialmente en sistemas agrícolas de pequeña escala; con implicaciones hacia diferentes grupos sociales. Lo que concuerda con lo postulado por la FAO dentro de la sección evidencia empírica, quien establecía que la reducción de la producción de cultivos afectará generalmente a la región, lo que provocará escasez de alimentos y precios más altos; en otras palabras, este cambio climático empeorará las condiciones de vida de los agricultores y de los habitantes ya vulnerables, y en condiciones de inseguridad alimentaria (FAO, s.f.).

Otro de los hallazgos más importantes es que, el sector agrícola tiene la oportunidad de mitigar el cambio climático mediante la adopción de buenas prácticas agrícolas para reducir las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero), minimizando la deforestación, y aumentando la captura de carbono en el suelo. En este sentido, tiene concordancia con lo presentado por OIEA (2018) dentro del apartado de evidencia empírica, quien hace el mismo énfasis en la necesidad de emplear métodos de adaptación dentro del sector agrícola, con el fin de reducir las emisiones de GEI y lograr la obtención de alimentos con un alto valor nutricional. Por otro lado, dada la escasez de recursos, la adaptación debe ser una prioridad

en la región, con estrategias locales y focalizadas que involucren a diferentes actores como el gobierno, sector privado, universidades, comunidad internacional y sociedad civil.

En definitiva, todos estos hallazgos planteados anteriormente, guardan relación con el primer objetivo específico ya que se demuestran los potenciales riesgos que se presentan, dentro del sector agrícola a causa del cambio climático.

Por otro lado, el desarrollo de estrategias de adaptación exitosas enfrenta desafíos como la incertidumbre sobre el clima futuro, la necesidad de información específica para aplicar medidas locales, la necesidad de más información sobre las respuestas de las especies (animal y vegetal) al cambio, entre otros (Viguera et al, 2017). Definitivamente, esta temática es discutida a nivel mundial, por lo que plantear estrategias de mitigación (reducción del impacto) se considerado un hallazgo de suma importancia para la sociedad; especialmente en el sector agrícola donde una vez que se empleen esas técnicas, los cultivos gozarán de un mayor cuidado y por ende su valor nutricional aumentará; obteniendo así, alimentos de calidad y aptos para el consumo humano.

Para ello, nos adentramos a la sección de evidencia empírica donde enfatizaremos lo que expresan los autores Nicholls y Altieri; quienes exponen que el examinar las estrategias de adaptación de los pequeños agricultores nos permitirá desarrollar sistemas agrícolas adaptados localmente; lo que permitirá emprender la producción necesaria para la supervivencia de las personas que se dedican a esta actividad. A partir de ello, estos mismos autores afirman que la diversificación es una estrategia importante por lo que la metodología aplicada (análisis documental) permitirá recopilar una serie de técnicas y métodos planteados por los pequeños agricultores, en las distintas regiones; con el único fin de buscar contribuir en la mitigación del cambio climático (Nicholls & Altieri, 2015).

Actividades de mitigación.

Si bien la agricultura es uno de los mayores emisores de gases de efecto invernadero a nivel regional, también posee uno de los mayores potenciales para reducir las emisiones

de estos gases. El sector agrícola puede contribuir a la mitigación del cambio climático de dos maneras principales:

(a) A través de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la producción agrícola y actividades relacionadas (deforestación, degradación forestal, etc.) mediante la implementación de prácticas menos contaminantes, utilizando insumos de manera más eficiente y evitando la expansión agrícola en las áreas boscosas, y

(b) Aumentando la absorción y el secuestro de carbono en el suelo, y la biomasa a través de las buenas prácticas agrícolas (BPA).

Siguiendo este enfoque, entre los hallazgos más importantes recopilados para mitigar el cambio climático incluyen:

Reducción de emisiones:

Para la consecución de este objetivo; se deben implementar acciones como: mejorar la eficiencia del uso de fertilizantes y otros agroquímicos calculando con precisión las necesidades de los cultivos (siguiendo el asesoramiento técnico); mejorar las técnicas de fertilización para evitar la volatilidad o la pérdida de los nutrientes, como también planificar la aplicación de fertilizantes de acuerdo con el pronóstico del tiempo para mejorar el efecto de la fertilización.

Así mismo, implementar medidas de protección al suelo para reducir la pérdida de suelo por erosión; puede ser otra de las alternativas de mitigación donde se puede incluir, el correcto manejo de los residuos de cultivos como mantillo protector (mantillo muerto) o como biomasa en la producción de energía limpia. Con ese hallazgo, partimos de la sección de evidencia empírica, donde se puede demostrar que esta técnica (mulching) antes planteada, tiene la misma relación con lo expuesto por los autores Nicholls y Altieri (2015) por lo que efectivamente se considera una alternativa eficiente para obtener los cambios esperados.

Por otro lado, reducir la frecuencia o extensión de las quemas permite el cuidado ambiental; en este orden de ideas, este hallazgo contrasta lo propuesto por Agronotips (2022) dentro de la sección de evidencia empírica donde menciona que, el resultado de esta práctica (quema in-situ) es eliminar los residuos vegetales de los cultivos mediante el uso de fuego directo en el campo y que resulta ser un método aplicable por la mayoría de los agricultores. Por lo tanto, la aplicación de esta medida debe orientarse a mantener una responsabilidad sobre la quema vegetal, buscando siempre promover la conservación del suelo y aumentar los niveles de materia orgánica (Agronotips, 2022).

Captura o almacenamiento de carbono:

Para lograr este objetivo, es necesario emplear acciones como el establecimiento de sistemas agroforestales o silvopastoriles; donde se puede decir que esta alternativa guarda relación con lo planteado por los autores Nicholls y Altieri en el apartado de evidencia empírica, donde hacen énfasis en que, muchos agricultores emplean sistemas agroforestales, es decir, utilizando la cubierta arbórea buscan proteger los cultivos de las fluctuaciones extremas. Por lo tanto, la presencia de árboles en las parcelas agroforestales constituye una estrategia clave para mitigar los impactos impredecibles del cambio climático (Nicholls & Altieri, 2015).

Por otro lado, la rehabilitación de tierras degradadas existentes; es otra de las alternativas a considerar; así mismo el practicar la rotación de cultivos y cultivos intercalados permite al suelo descansar y mejorar sus condiciones. Por lo tanto, se puede decir que adoptar prácticas de agricultura de conservación como mantener la cobertura, utilizar la rotación de cultivos, cultivos intercalados, minimizar la perturbación del suelo, entre otras; forman parte de los principales hallazgos obtenidos durante la fase de análisis documental.

Es importante destacar que las proyecciones muestran que la escasez de agua como recurso en la agricultura aumentará como resultado de los cambios en las precipitaciones, debido a las alteraciones climáticas; por lo que se puede determinar que sigue el enfoque presentado por Zapatta Carpio et al. (2019), dentro del apartado de evidencia empírica donde

menciona que, en el ámbito del riego se tienen una serie de impactos, como la limitada calidad y cantidad de los recursos hídricos. Con esto en mente, dependiendo de las características topográficas y climáticas de un sitio en particular, se pueden diseñar diferentes tipos de proyectos para permitir la acumulación de agua de lluvia; como el sistema amunas que consiste en el desarrollo de canales abiertos para la circulación del agua; así mismo la recolección del agua de las cubiertas de los techos de las casas mediante sistemas de tuberías o canalización; por otro lado el método de lluvia sólida donde el agua se encuentra en estado sólido y permite humedecer el suelo por mucho tiempo; así mismo, la técnica de reservorios propuestos por el sector público, resulta ser otra de las medidas llamativas a implementar para lograr la conservación de este importante recurso hídrico.

Definitivamente, todos estos hallazgos planteados anteriormente, cumplen con el segundo objetivo específico ya que, se plantean estrategias a implementar con el objetivo de minimizar el impacto del cambio climático sobre la producción agrícola.

Finalmente, es importante destacar que, para mejorar los rendimientos, la seguridad alimentaria y responder a los impactos climáticos; es necesario tomar en cuenta cada uno de los hallazgos planteados; con la finalidad de aprovechar e implementar estas medidas de adaptación descritas anteriormente para hacer frente a esta situación ambiental. Bajo este contexto, podemos concluir que los resultados obtenidos aceptan la hipótesis planteada ya que la adaptación al cambio climático en el ámbito de lograr una alimentación sana y nutritiva efectivamente es una herramienta clave para la mejora de la eficiencia dentro del sector agrícola.

Conclusiones

Luego de haber realizado un análisis documental acerca de los efectos del cambio climático en el sector agrícola, es posible concluir que existen numerosas evidencias de efectos del cambio climático tales como: sequías, inundaciones, tornados, plagas, olas de calor, entre otras; las cuales afectan directamente a la agricultura, la seguridad alimentaria, y debido a este gran problema se da paso a la desnutrición, la hambruna, la escasez de alimentos y el agua. En este sentido, la CEPAL ha sugerido que, si no se atienden estos efectos, la producción en la región podría caer un 30 % para el año 2080.

Con esto en mente, varios estudios predicen disminuciones de rendimiento para varios cultivos, debido a este daño ambiental; por lo que, los escenarios de cambio climático global solo pueden abordarse de manera efectiva si las medidas de adaptación se implementan adecuadamente, es decir, si se promueve una gestión idónea contra los desastres ambientales dentro de la región; y para ello, se debe realizar un diagnóstico suficiente de la situación actual para poder identificar medidas en diferentes tiempos de evaluación, para así mitigar este impacto negativo presente en las áreas agrícolas.

En este sentido, es claro, que el cambio climático es un fenómeno irreversible que continuará aunque dejemos de emitir dióxido de carbono (CO₂), por lo que solo queda desarrollar medidas y estrategias para resistir y reducir los impactos; ya que se estima que la producción agrícola debería aumentar alrededor de un 70% para el año 2050 debido a la excesiva población; por lo que, se puede decir que la adaptación al cambio climático ofrece el potencial para reducir de manera sostenible muchos de los efectos adversos de este cambio, y aumentar los efectos beneficiosos.

Es así como, los hallazgos sugieren que para lograr esta adaptación es necesario la implementación de estrategias de mitigación y buenas prácticas agrícolas que pueden ayudar a reducir la cantidad de gases emitidos, reduciendo su impacto en la atmósfera. Ya que, se considera que la agricultura puede ayudar a reducir la pobreza, aumentar los ingresos y mejorar la seguridad alimentaria del 80 % de las personas pobres en el mundo que, viven y trabajan principalmente en zonas rurales (Banco Mundial, 2017).

Por lo tanto, para lograr ese bien común es necesario utilizar estos resultados (medidas de adaptación) tales como la mejora de las propiedades del suelo donde los métodos como la siembra directa puede reducir la erosión hasta un 65%; así mismo la implementación del sistema mulching o cubierta vegetal favorece el contenido de materia orgánica y reduce la exposición de dióxido de carbono equivalente en la atmósfera; y finalmente el reducir la cantidad de tiempo en que el suelo permanece limpio, conlleva a la implementación de barbechos lo cual genera una menor erosión y un mejor aprovechamiento del suelo.

Por otro lado, el seguimiento a las plagas y enfermedades es otro de los principales hallazgos donde se llega a la conclusión de que, se puede tomar decisiones informadas sobre cuándo aplicar pesticidas y qué ingredientes usar; por lo que, con esta buena práctica se ha podido evitar hasta el 45% de pérdida de la producción (CEPAL, 2011) por lo que este sistema resulta ser efectivo e importante en la búsqueda de lograr una mitigación ambiental considerable.

Así mismo, el uso de un sistema agroforestal promueve proteger y plantar árboles ya que la cubierta forestal reduce la temperatura, la velocidad del viento y la evapotranspiración; y así mismo protege los cultivos de la luz solar directa, el granizo y la lluvia; por lo que, la presencia de árboles en parcelas agroforestales es una estrategia importante para mitigar los impactos impredecibles del cambio del clima, especialmente en los sistemas agrícolas (Nicholls & Altieri, 2015); ya que, con la gestión más sostenible de los activos forestales, la deforestación se puede reducir entre un 25 y un 50% (Banco Mundial, s.f.); por lo que, sin duda este sistema que se practican actualmente en América Latina, son muy necesarios para tomar en cuenta.

Finalmente, la cosecha de agua no se suele utilizar para el riego y en el mayor de los casos se pierde por escorrentía y filtración debido a la falta de infraestructura; por tal motivo, es necesario aplicar métodos como el amuna que es un sistema peruano que permite la recaudación de un poco más de 225 mil m³ de agua al año; por otro lado, la recolección de agua de los techos de las casas y cobertizos puede captar en promedio 1200 litros de agua

lluvia por cada metro cuadrado en zonas del Pacífico; y finalmente la lluvia sólida es otro recurso importante de distribución y almacenamiento del agua, por lo que este método permite a los agricultores ahorrar costos, utilización de agua, fertilizantes, energía y mano de obra, hasta un 80% (Agriculturers, 2016); por lo tanto, estas técnicas permiten a los agricultores aprovechar, proteger y/o utilizar este preciado recurso hídrico.

Para concluir, no hay duda de que los medios de subsistencia de los agricultores en los países de Latinoamérica, se verán gravemente afectados por el cambio climático; producto de ello, los agricultores se han visto en la obligación de adaptarse a las circunstancias cambiantes, desarrollando sistemas diversos y resistentes para hacer frente a las limitaciones que han enfrentado durante mucho tiempo (Nicholls & Altieri, 2015). En este sentido, gracias a los muchos sistemas agrícolas tradicionales presentados en este documento, que sin duda son modelos de desarrollo sostenible; han brindado una segunda oportunidad a cada uno de los responsables en el desarrollo de una agricultura de calidad (agricultores) quienes a su vez juegan un papel importante en la lucha por la obtención de la seguridad alimentaria; por lo que evidentemente son claros ejemplos de medidas de adaptación que pueden ayudar a millones de personas de las zonas rurales a reducir su vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático y permiten al sector agrícola defenderse y producir alimentos con un mayor valor nutricional.

Recomendaciones

La investigación se llevó a cabo con el objetivo de que los interesados en la rama puedan utilizar los resultados y desarrollar estrategias, políticas y acciones de adaptación y mitigación, con un enfoque en la creación de oportunidades para los pequeños agricultores de la región Latinoamericana que se verán afectados por el cambio climático.

Por esta razón, para que el sector agrícola pueda hacer frente al cambio climático, se necesita establecer Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para ser amigables con el medio ambiente a través de métodos agroecológicos y orgánicos; con la finalidad de mejorar la calidad nutricional de los cultivos volviéndolos aptos para el consumo humano.

Bajo ese contexto entre las estrategias a tomar en cuenta destacan, el considerar los pronósticos y advertencias generados por el monitoreo del clima, ya que esto es muy útil para tomar decisiones correctas en función de las tareas de producción agrícola. Por otra parte, se deben implementar obras de conservación del suelo para ayudar a prevenir la erosión del suelo; esto a través de barreras activas y muertas como zanjas, diques, terrazas, camellones, entre otras. Así mismo incentivar a la producción de fertilizantes a partir de residuos y materias orgánicas obtenidas en fincas, parcelas o dentro de nuestras casas, con el fin de aprovechar nuestros "desperdicios orgánicos".

Por otro lado, es importante conservar los pocos recursos naturales que nos quedan y para ello es importante implementar la diversificación de la producción o establecimiento de asociaciones de cultivo con el objeto de lograr beneficios entre los responsables de la cosecha. Otra de las recomendaciones es evitar el uso de productos químicos o sintéticos que contaminan el medio ambiente en grandes cantidades.

Así mismo, se debe buscar la promoción de los sistemas agroforestales como forma de diversificar y mantener la producción con beneficios sociales, económicos y ambientales; y a su vez incentivar a la formulación de bancos comunitarios que implementen semillas que se adapten a las condiciones geográficas de la región y a su vez, sean más resistentes a los cambios bruscos que se presentan en el clima. Por último, otra recomendación es aprovechar la poca cantidad de lluvia durante la cosecha y la captación de agua.

Siguiendo este enfoque, para conseguir una mejora en los rendimientos de los cultivos, la seguridad alimentaria y hacer frente a las condiciones climáticas adversas; es necesario dar uso a cada una de estas recomendaciones (medidas de adaptación y mitigación climática antes mencionadas); ya que de esa forma podremos desarrollar un sistema agrícola adecuado, con altos niveles de valor nutricional y disponibles a la población.

Referencias

- Agencia Europea de Medio Ambiente. (Mayo de 2021). *La agricultura y el cambio climático*. Eea.europa.eu: <https://bit.ly/3AwJu2B>
- Agriculturers. (15 de Marzo de 2016). *¿Es la lluvia sólida una solución para la sequía en la agricultura?* Agriculturers.com: <https://bit.ly/43sPoOI>
- Agronotips. (2022). *Cambio climático y sus efectos en la agricultura*. Portalfruticola.com: <https://bit.ly/3UnMe9G>
- Amnistía Internacional. (2022). *Cambio Climático*. Amnesty.org: <https://bit.ly/3UNacMu>
- Arteaga , L. E., & Burbano, J. E. (13 de Septiembre de 2018). *Efectos del cambio climático: Una mirada al Campo*. Scielo.org.co: <https://bit.ly/3NoD4cX>
- Bacon, P. (1989). Assessment of the Economic Impacts of Hurricane Gilbert on Coastal and Marine Resources in Jamaica. En U. R. Studies. Kingston.
- Banco de Desarrollo de América Latina. (12 de Noviembre de 2022). *Iniciativas Climáticamente Inteligentes para el sector Agropecuario*. Caf.com: <https://bit.ly/414Y6Rr>
- Banco Mundial. (29 de Noviembre de 2017). *Agricultura climáticamente inteligente*. Bancomundial.org: <https://bit.ly/43wGKhV>
- Banco Mundial. (14 de Julio de 2021). *En Ecuador, el riego tecnificado equivale a cultivos más sostenibles y mejor alimentación*. Bancomundial.org: <https://bit.ly/437xLUA>
- Banco Mundial. (01 de Abril de 2022). *Agricultura y Alimentos*. Bancomundial.org: <https://bit.ly/45Bhj0y>
- Banco Mundial. (s.f.). *Acción climática en América Latina y el Caribe*. Bancomundial.org: <https://bit.ly/3qee7rp>
- Bolaños Santos, V. P. (02 de Febrero de 2021). *La agricultura, una práctica milenaria*. Fundacionaquae.org: <https://bit.ly/3EkbGqt>

- Castro Muñoz de Lucas, M. (2015). *El Cambio Climático Antropogénico: Una teoría científica en un debate socio-político a escala global*. Divulgameteo.es: <https://bit.ly/3J4nDVh>
- CEPAL. (Julio de 2011). *Agricultura y cambio climático: instituciones, políticas e innovación*. Cepal.org: <https://bit.ly/45ul5aB>
- Chivelet et al., J. M. (2015). *Cicloestratigrafía, Cambio Climático y la Escala de Tiempo Astronómico*. ISSN. file:///C:/Users/WEBCOMPU/Downloads/306514-Text%20de%20'article-431491-1-10-20160329.pdf
- Coll Morales, F. (21 de Febrero de 2021). *Fuente secundaria*. Economipedia.com: <https://bit.ly/3CZT2Es>
- Corbett et al., J. B. (22 de Julio de 2009). *Teoría del conflicto e información sobre el cambio climático*. Interacción entre medios, ciencia, política, industria y audiencias: file:///C:/Users/WEBCOMPU/Downloads/Dialnet-TeoriaDelConflictoEInformacionSobreElCambioClimati-3907213.pdf
- Crespo Garay, C. (04 de Enero de 2022). *¿Cuál fue el origen de la agricultura?* Nationalgeographic.es: <https://bit.ly/3glzPVO>
- Díaz Cordero, G. (2012). *El cambio climático*. Repositoriobiblioteca.intec.edu.do: <https://bit.ly/3ElxKfZ>
- Educo. (31 de Enero de 2020). *¿Qué es la seguridad alimentaria y por qué es importante?* Educo.org: <https://bit.ly/3QTIZGE>
- FAO, O. (s.f.). *Cambio climático y seguridad alimentaria*. Fao.org: <https://bit.ly/3OkqREC>
- Fernández, M. E. (Marzo de 2013). *Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores*. Glaciares.ideam.gov.co: <https://bit.ly/3BVE8OG>
- Gallardo, I. (24 de Abril de 2019). *El Cambio Climático y la Agricultura: Cómo nos afecta*. Utw.es: <https://bit.ly/3Gvo0H2>
- Geociencias SURA. (Diciembre de 2018). *Variabilidad y cambio climático: características y oportunidades*. Segurossura.com: <https://bit.ly/3XfRj69>
- Gobierno del Ecuador. (s.f.). *MAE capacitó a beneficiarios de la parroquia San Bartolomé, Azuay*. Ambiente.gob.ec: <https://bit.ly/43vveD8>

- Green Facts. (06 de Abril de 2022). *Agricultura y desarrollo*. Greenfacts.org:
<https://bit.ly/3LERaFR>
- Gutiérrez, J. M., & Pons, M. R. (2006). *Modelización numérica del cambio climático: Bases Científicas, incertidumbres y proyecciones para la península Ibérica*. Tierra.rediris.es:
<https://bit.ly/3Xeyh0l>
- Hancock, L. (Agosto de 2019). *Un llamado de atención al rol de la agricultura en el cambio climático*. Worldwildlife.org: <https://bit.ly/3Au12MI>
- Hernández Navarro , A. (2014). *La teoría astronómica del cambio climático*. Archivo.estepais.com: <https://bit.ly/3ZM1BfZ>
- lagua. (09 de Agosto de 2019). *El cambio climático pondrá en riesgo la alimentación y el agua del planeta*. lagua.es: <https://bit.ly/3UTAf4A>
- Innoplant. (14 de Enero de 2022). *¿Cómo afecta el cambio climático a la agricultura?* Innoplant.es: <https://bit.ly/43rI9pH>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (s.f.). *Conceptos básicos de cambio climático*. Cambioclimateco.gov.co: <https://bit.ly/3wdDtW0>
- IPCC, G. (2015). *Cambio climático 2014*. Informe de síntesis: <https://bit.ly/3Vbgygd>
- Ivanchuk, N. (25 de Mayo de 2022). *Cambio climático en la Agricultura: cómo adaptarse*. Eos.com: <https://bit.ly/43IDrKs>
- Ivette, A. (04 de Julio de 2021). *Seguridad alimentaria*. Economipedia.com:
<https://bit.ly/3ku0YaP>
- Juste, D. (12 de Junio de 2019). *Manual InfoAdapta-Agri II. Medidas de adaptación al cambio climático*. Issuu.com: <https://bit.ly/3LgyCus>
- Lieberman, B., & Gordon, E. (Octubre de 2021). *El cambio climático en la historia de la humanidad: Desde la prehistoria al presente*. Books.google.com.ec:
<https://bit.ly/3gi5Uhh>
- Maldonado et al., J. (2015). *Rural development programmes and conditional cash transfers:examining synergistic effects in Latin America. Policy in Focus: Social Protection, Entrepreneurship and LabourMarket Activation*.

- Manos Unidas. (2022). *Cambio climático*. Manosunidas.org: <https://bit.ly/3Vfu3Ux>
- Morales Casco, I. A., & Zuniga Gonzalez, C. (21 de Abril de 2016). *Impactos del cambio climático en la agricultura y seguridad alimentaria*. Revistas.unanleon.edu.ni: <https://bit.ly/3oVzehy>
- Morrás Dimas, E. (2015). *Metodología de Integración de actividades de adaptación al cambio climático en proyectos de desarrollo rural*. Oa.upm.es: <https://bit.ly/3ZMPjUA>
- Muck et al., P. (2013). *Plan de adaptación al cambio climático del sector silvoagropecuario*. (X. Chile, Ed.) 4.unfccc.int: <https://bit.ly/3Llh77O>
- Nicholls, C. I., & Altieri, M. A. (Diciembre de 2015). *Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas*. Agropecuaria.org: <https://bit.ly/3hU8JFC>
- NU. CEPAL. (01 de 2018). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Repositorio.cepal.org: <https://bit.ly/3tHRERM>
- OCHA. (Febrero de 2018). *Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional América Latina y el Caribe (gestión del riesgo de desastres en el sector agrícola)*. Reliefweb.int: <https://bit.ly/3tHEMvh>
- OIEA, O. (12 de Febrero de 2018). *Seguridad alimentaria y cambio climático*. laea.org: <https://bit.ly/3OAbybn>
- Orellana Lanza, R. (s.f.). *Cambio Climático Antropogénico*. Ccpy.gob.mx: <https://bit.ly/3HheY0i>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (04 de Diciembre de 2015). *Los suelos están en peligro, pero la degradación puede revertirse*. Fao.org: <https://bit.ly/3oy3fnM>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s.f.). *Adaptación de la agricultura al cambio climático*. Fao.org: <https://bit.ly/45w2DQ5>
- Ortega, C. (2023). *¿Qué es la investigación documental?* Questionpro.com: <https://bit.ly/438MSwZ>

- Otoya Vaca, J. A. (2018). *Determinación de la eficiencia del Biol con respecto al método tradicional para la mitigación del polvo en el jirón El Sol sin pavimentar, distrito Baños del Inca - Cajamarca*. Repositorio.unc.edu.pe: <https://bit.ly/3IGItJr>
- Prefectura Chimborazo. (03 de Mayo de 2021). *La Prefectura a través de la dirección de gestión ambiental ejecuta el plan de gestión integral de suelos*. Ambiente.chimborazo.gob.ec: <https://bit.ly/3XAIJ1O>
- Prefectura de Imbabura. (07 de Marzo de 2022). *22 Reservorios de agua para mejorar la producción agrícola en Ibarra*. Imbabura.gob.ec: <https://bit.ly/45AtmuG>
- Question Pro. (2023). *¿Qué es la investigación cualitativa?* Questionpro.com: <https://bit.ly/3N1BIVi>
- Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad. (Enero de 2022). *Cambio Climático: que es, definición, causas, efectos, consecuencias y combate*. Responsabilidadsocial.net: <https://bit.ly/3OovE8o>
- Romero, M., & Bravo, D. (2022). *Percepción de la resiliencia al cambio climático: Caso de estudio productores cafetaleros de Zaruma*. Revistas.unl.edu.ec: <https://bit.ly/3XCRGaC>
- Salaverry, E., & Botana, M. I. (Abril de 2021). *Las teorías sobre cambio climático aplicadas en América Latina y la estandarización de los sistemas ambientales*. Memoria.fahce.unlp.edu.ar: <https://bit.ly/3Op58vA>
- Ugalde Binda, N., & Balbastre Benavent, F. (Septiembre de 2013). *Investigación cuantitativa e investigación cualitativa: Buscando las ventajas de las diferentes metodologías de investigación*. Revistas.ucr.ac.cr: <https://bit.ly/3QOwCff>
- Viguera et al, B. (2017). *Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación*. Conservation.org: <https://bit.ly/3GsKOr9>
- Zapatta Carpio et al., A. (Diciembre de 2019). *Plan Nacional de Riego y Drenaje 2019-2027*. Prefecturaeesmeraldas.gob.ec: <https://bit.ly/3XHLeiJ>
- Zegers et al., G. (29 de Septiembre de 2021). *Agricultura Ecológica*. Portalfruticola.com: <https://bit.ly/3MAITn2>

