



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como
requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

Impacto del cambio climático en la adaptación de prácticas agrícolas
tradicionales en el cultivo de maíz (*Zea mays* L).

AUTORA:

Vanessa Tatiana Chileno Guano

TUTOR:

Arq. Pedro José Rodríguez Gómez. MsC

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2025

RESUMEN

El maíz es uno de los cultivos de gran importancia en la agricultura a nivel mundial, sin embargo debido a las variaciones climáticas su producción se ha visto afectada. El objetivo general de esta investigación fue describir los factores climáticos que influyen en la adaptación de prácticas agrícolas tradicionales en el cultivo de maíz, con el fin de dar posibles soluciones. Para llevar a cabo esta investigación, se recopiló información actualizada a partir de artículos científicos, sitios web, Google Académico y bibliotecas virtuales, lo que permitió obtener opiniones e ideas de diversos autores sobre esta temática. La investigación se desarrolló como un trabajo no experimental de carácter bibliográfico, utilizando síntesis, análisis y resumen de la información recopilada. Se abordó el impacto del cambio climático en el cultivo de maíz, considerando que las prácticas tradicionales como la quema de residuos, uso inadecuado de pesticidas y fertilizantes sintéticos, monocultivo y labranza convencional inciden directamente al cambio climático, por lo que es necesario implementar estrategias de mitigación y adaptación. La adopción de prácticas agrícolas sostenibles frente al cambio climático demostró ser esencial no solo para tener una producción viable, sino también para reducir los efectos del cambio climático. Dentro de la implementación de estrategias para mitigar los efectos del cambio climático se encuentran la selección de variedades, manejo sostenible del suelo, agroforestería, entre otras. Así como también es importante fomentar la educación y capacitación de los agricultores sobre dichas prácticas sostenibles y resilientes al cambio climático con el fin de salvaguardar la producción agrícola y la seguridad alimentaria.

Palabras claves: Cambio climático, maíz, prácticas tradicionales, prácticas sostenibles.

SUMMARY

Corn is one of the most important crops in agriculture worldwide, however, due to climatic variations, its production has been affected. The general objective of this research was to describe the climatic factors that influence the adaptation of traditional agricultural practices in corn cultivation, in order to provide possible solutions. To carry out this research, updated information was collected from scientific articles, websites, Google Scholar and virtual libraries, which allowed obtaining opinions and ideas from various authors on this subject. The research was developed as a non-experimental work of a bibliographic nature, using synthesis, analysis and summary of the information collected. The impact of climate change on corn cultivation was addressed, considering that traditional practices such as burning waste, inappropriate use of pesticides and synthetic fertilizers, monoculture and conventional tillage directly affect climate change, so it is necessary to implement mitigation and adaptation strategies. The adoption of sustainable agricultural practices in the face of climate change has proven to be essential not only for viable production, but also for reducing the effects of climate change. The implementation of strategies to mitigate the effects of climate change includes variety selection, sustainable soil management, agroforestry, among others. It is also important to promote the education and training of farmers on these sustainable and climate-resilient practices in order to safeguard agricultural production and food security.

Keywords: Climate change, corn, traditional practices, sustainable practices.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
1. CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del problema	3
1.1. Justificación.....	4
1.2. Objetivos del estudio.....	5
1.2.1. Objetivo general.....	5
1.2.2. Objetivos específicos	5
2. DESARROLLO	6
2.1 Marco conceptual	6
2.1.1. Generalidades del maíz amarillo.....	6
2.1.1.1 Taxonomía	6
2.1.1.2 Descripción botánica.	7
2.1.1.2.1 Raíces.....	7
2.1.1.2.2 Tallos.....	7
2.1.1.2.3 Hojas.....	7
2.1.1.2.4 Inflorescencia.....	8
2.1.1.2.5 Fruto.....	8
2.1.2. El cambio climático	8
2.1.2 Impacto del cambio climático en la agricultura.....	9
2.1.3 Factores climáticos en el cultivo de maíz.....	11
2.1.3.1 Factores climáticos relevantes.	11
2.1.3.1.1 Temperatura.....	11
2.1.3.1.2 Precipitación.....	12
2.1.3.1.3 Radiación solar.	12

2.1.3.2	Factores climáticos adversos.	12
2.1.3.2.1	Sequias	12
2.1.3.2.2	Heladas	12
2.1.3.2.3	Lluvias excesivas	13
2.1.3.2.4	Olas de calor	13
2.1.4.6.	Labranza Convencional	16
2.1.5.1.	Selección de variedades resilientes	17
2.1.5.2.	Manejo sostenible del suelo.....	18
2.1.5.3.	Agroforestería.....	18
2.1.5.4.	Agricultura regenerativa	19
2.1.5.5.	Uso adecuado de fertilizantes.	19
2.1.5.6.	Establecer épocas de siembra.	19
2.1.5.7.	Uso eficiente del recurso hídrico	20
2.1.5.8.	Uso de tecnologías	20
2.1.5.9.	Incentivos.....	20
2.1.5.10.	Educación y capacitación	20
2.2.	Marco metodológico	21
2.3	Resultados	22
2.4	Discusión de resultados.....	24
3	. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26
3.1	Conclusiones	26
3.2.	Recomendaciones	27
4.	REFERENCIAS Y ANEXOS	28
4.1.	Referencias bibliográficas.....	28
4.2.	Anexos	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Factores climaticos adversos en el maiz.....	35
Figura 2: Las sequias y las olas de calor en la produccion de maiz	36
Figura 3: Quema de residuos de cosechas.....	37
Figura 4: Agricultura regenerativa.....	38
Figura 5: Practicas agricolas sostenibles.....	39

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. Introducción

El cultivo de maíz representa gran relevancia tanto económica y alimentaria, además es considerado como uno de los cereales más cultivados junto con el arroz y el trigo. A nivel global se producen 389,7 millones de toneladas siendo EE.UU uno de los principales productores mientras que China y Brasil ocupan el segundo y tercer lugar. Su versatilidad y capacidad de adaptación a diversas condiciones agroclimáticas lo hacen fundamental en múltiples áreas como la nutrición humana, alimentación animal, acuicultura, y producción industrial de productos como almidón, proteínas, aceites, edulcorantes, bebidas alcohólicas y biocombustibles (Salazar et al., 2023).

A nivel nacional la producción de esta gramínea es fundamental para la soberanía alimentaria nacional, puesto que representa aproximadamente el 7% del valor agregado agrícola (PIB) total. Dentro de lo que respecta a su producción se concentra principalmente en la costa ecuatoriana específicamente entre las provincias de Manabí, Los Ríos y Guayas; las mismas que en su proceso realización incluyen cambios en el uso de semillas certificadas, tecnologías de nutrición de cultivos, planificación de fertilización, riego y cadenas de valor agroindustria (Albán et al., 2023).

La producción de maíz se secciona por una perceptible dualidad, en la cual coexisten dos sistemas de producción visiblemente notorios en la agricultura. Por un lado, se encuentran los grandes productores que emplean tecnologías avanzadas y prácticas agrícolas modernas como el uso de drones, riego eficiente, entre otras, logrando un rendimiento promedio 7,1 toneladas por ha. Mientras, que por otra parte están localizados los pequeños agricultores que hasta en la actualidad utilizan métodos tradicionales y manuales en sus cultivos, cuya producción alcanza un rendimiento mínimo de 4,8 toneladas por ha (Guamán et al., 2020).

Sin embargo, pese a los efectos del cambio climático y otros aspectos asociados con una mala gestión agronómica ha provocado que no estén creciendo como se esperaba. Por ende en la actualidad se han desarrollado tecnologías para aumentar los rendimientos, reducir los costos de producción y producir productos de alta calidad mediante la intensificación sostenible de la producción y la adopción de buenas prácticas agrícolas (Albán et al., 2023).

Carrasco et al. (2023) afirman que el maíz ha sido empleado por mucho tiempo como una práctica agrícola milenaria y fundamental en muchas regiones de América Central y del Sur, ocupando un papel esencial en la alimentación y cultura de distintas comunidades indígenas y campesinas. A lo largo del tiempo, *Z. mays* se ha cultivado en estas regiones, por lo que este cultivo se tuvo que adaptar a una extensa variedad de condiciones climáticas, agronómicas y edafológicas, cuyas adaptaciones le han permitido la diversificación y la supervivencia en los diferentes ecosistemas.

Por lo general, el cambio climático ha alterado muchos patrones en cuanto a condiciones climáticas, las mismas que han afectado directamente el desarrollo y producción del cultivo de maíz generando grandes desafíos en los productores de este cultivo.

1.2. Planteamiento del problema

El cambio climático ha afectado significativamente a la agricultura a nivel mundial conduciendo a varios estragos, desde una reducción notable en la producción de cultivos y afectando a la seguridad alimentaria de la población en general. Debido a este fenómeno los procesos de erosión del suelo aumentan de manera rápida, lo que conlleva a la disminución de la calidad de los suelos agrícolas. Estos fenómenos meteorológicos extremos como sequías, inundaciones y olas de calor tienden a ser una amenaza cada vez mayor en la agricultura (Morales et al., 2016).

A nivel mundial la agricultura tiende a ser heterogénea debido a las condiciones climáticas y agronómicas; Sin embargo, en los últimos años, estas peculiaridades climáticas no han permanecido las mismas ni han sido más o menos constante pese a estas fluctuaciones climáticas la agricultura necesita adaptación, requiriendo la demostración de métodos y técnicas modernos (Ivanchuk, 2023).

En la actualidad las variaciones climáticas han aturcido de manera representativa a la agricultura convencional, especialmente en el cultivo de maíz debido a que este cultivo es un recurso primordial tanto a nivel alimenticio como a lo económico para las numerosas poblaciones rurales en todo el mundo. Estas fluctuaciones climáticas extremas perjudican el rendimiento y desarrollo normal del cultivo, disponiendo riesgos graves para la seguridad alimentaria y la economía regional, ya que en su mayoría los agricultores de pequeña escala dependen exclusivamente de sus cosechas y ante estos fenómenos climáticos ellos deberán recurrir a la adopción de nuevas estrategias con el fin de obtener una producción viable frente a este fenómeno que hoy en día nos enfrentamos.

1.1. Justificación

Este fenómeno supone una amenaza cada vez mayor, especialmente para la producción agrícola, ya que el aumento de temperatura afecta al normal desarrollo de los cultivos que muchos agricultores la producen mediante practicas agrícolas tradicionales, dando como resultado una baja producción de los cultivos y a su vez esto representa un grave riesgo para la seguridad alimentaria mundial en el futuro.

El impacto del cambio climático representa un gran desafío significativo para la agricultura, ya que estas variaciones climáticas como el aumento de temperatura, irregularidad en las precipitaciones afectan directamente a la productividad del maíz y a la adaptación de ciertas practicas tradicionales que los agricultores han realizado por muchos años y que resultaron, pero que en la actualidad es una amenaza tanto como como a nivel productivo y económico.

Por esta razón es necesario conocer los efectos del cambio climático que influyen en la adaptación de practicas agrícolas en maíz, el enfoque de esta investigación bibliográfica tiene como objetivo identificar estrategias resilientes que permitan promover la sostenibilidad ambiental y mitigar los efectos de la misma con en el fin de salvaguardar la seguridad alimentaria, ya que el maíz es un cultivo de gran importancia no solo desde el punto de vista económico, sino que también tiene gran relevancia en lo cultural y social.

1.2. Objetivos del estudio

1.2.1. Objetivo general

Describir los factores climáticos que influyen en la adaptación de practicas agrícolas tradicionales en el cultivo de maíz (*Z. mays* L).

1.2.2. . Objetivos específicos

- Identificar los factores climáticos que afectan al cultivo de maíz
- Detallar las prácticas agrícolas tradicionales utilizadas en el cultivo de maíz que inciden al cambio climático.
- Sugerir estrategias implementadas para mitigar los efectos del cambio climático en el cultivo de maíz

1.3 Líneas de investigación

La presente investigación está enfocada dentro de los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo de Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología. El enfoque principal de este estudio se centra en el: “Impacto del cambio climático en la adaptación de practicas agrícolas tradicionales en el cultivo de maíz (*Z. mays* L)”. En este contexto, específicamente se aborda las líneas de Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable y en la Sublíneas de Mitigación y adaptación al cambio climático.

2. DESARROLLO

2.1 Marco conceptual

2.1.1. Generalidades del maíz amarillo

El maíz amarillo en Ecuador es uno de los productos agrícolas más relevantes para la economía del país. Es la principal materia prima utilizada en la producción de alimentos concentrados (balanceados) para la industria animal, especialmente en la avicultura comercial, que se destaca como una de las actividades más dinámicas del sector agropecuario (INIAP, s.f.).

Es un cultivo crucial para la economía y la sociedad, ya que se siembran alrededor de 162 millones de hectáreas cada año en todo el mundo y su producción supera las 950 millones de toneladas de maíz, logrando rendimientos promedio de 5.2 toneladas por hectárea. Además tiene un alto valor en la cadena alimenticia de la población en general, así como también en la industria puesto que es utilizado como materia prima para la elaboración de alimentos para el sector pecuario (Piguave, 2020).

2.1.1.1 Taxonomía

Reino:	Plantae
Subdivisión:	Magnoliophyta
Clase:	Angiosperma
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideae
Tribu:	Tripsacinae
Genero:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>Z. mays</i> L.

2.1.1.2 Descripción botánica.

2.1.1.2.1 Raíces.

El sistema radicular cuenta con una parte de raíces adventicias seminales que representa aproximadamente el 52% de la planta, siendo además el principal sistema de fijación y absorción, además de que constituye el 48% de la masa total de raíces; por lo general estas raíces de anclaje tienen la función de mantener la planta erguida, evitando así su caída. Mientras que en lo que respecta al sistema culinar, las plántulas se hacen visibles cuando tienen tres hojas sobre la superficie, aunque sus puntos de crecimiento aún se encuentran bajo tierra (Sánchez, 2014).

2.1.1.2.2 Tallos.

El tallo es un eje compuesto por nudos y entrenudos, en la cual el número y longitud presentan diferencias considerables. La sección inferior y superior del tallo esta constituida por entrenudos muy cortos de los cuales emergen las raíces primarias y los brotes laterales. Mientras que los entrenudos superiores son de forma cilíndrica tanto que al observar un corte transversal, se puede notar que la epidermis está formada por paredes gruesas y haces vasculares. Esta parte tiene un rol muy importante en la planta, ya que permite la conducción de agua y nutrientes que se obtienen del suelo o que se producen en las hojas mediante la fotosíntesis (Ortigaza et al., 2019).

2.1.1.2.3 Hojas.

Presentan una morfología característica de las gramíneas, con un tamaño que oscila entre 30 - 90 cm de longitud y 2 - 5 cm de ancho; Son largas y estrechas con una forma lineal debido a la presencia de una lámina foliar delgada y alargada. La vaina es una estructura cilíndrica abierta hasta la base, que se origina en la parte superior del nudo que funciona como una estructura de soporte y protección. Mientras que la lámina es una banda estrecha y delgada que se caracteriza por la presencia de un nervio central bien desarrollado que se destaca por situarse en el envés de la hoja (Ortigaza et al., 2019).

2.1.1.2.4 Inflorescencia.

El maíz es una planta monoica, es decir que consta de flores masculinas y flores femeninas separadas, pero situadas en la misma planta. La inflorescencia masculina o también conocida como panícula u espiga, se ubica en la parte superior de la planta de maíz y se caracteriza por tener una coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de granos de polen. Por otro lado, la inflorescencia femenina o también conocida como la futura mazorca, se sitúa a media altura de la planta para recibir el polen procedente de la inflorescencia masculina que luego dará lugar a la mazorca (Ortigaza et al., 2019).

2.1.1.2.5 Fruto.

El fruto es indehisciente cada grano se denomina cariósipide, el grano esta compuesto por las siguientes partes: el pericarpio que principalmente esta constituido con la testa de la semilla formando la pared del grano; además constituye alrededor del 5 a 6% de peso total del grano. Mientras que el endospermo presenta alrededor de un 80 - 85%, ya que el resto esta constituido de la piloriza que es una pequeña estructura cónica encargada junto con el pedicelo de unir el grano a la espiga (Sánchez, 2014).

La mazorca esta insertada en el raquis de la planta de maíz, la cantidad de grano producido está limitada por el número de granos por hilera y de hileras por mazorca. Las estructuras que constituyen el grano del maíz (pericarpio, endospermo y embrión) le confieren propiedades físicas y químicas como el color, textura, tamaño (Ortigaza et al., 2019).

2.1.2. El cambio climático

En 1990 según un informe del Grupo Intergubernamental de Expertos del Cambio Climático (IPCC), llego a la conclusión de que con el pasar de los años la acción del hombre estaría estrechamente relacionada con el cambio climático. En la actualidad las evidencias ante las actividades del hombre que han modificado el clima son muy notorias y extremadamente agobiantes, puesto que las fluctuaciones

climáticas cada vez se presentan con más frecuencia, magnitud, con nuevas combinaciones climáticas en muchos lugares del mundo (IPCC, 2021).

El cambio climático se refiere a las variaciones a largo plazo en las temperaturas y los patrones meteorológicos, es importante tener en cuenta que este fenómeno no solo se debe a la interacción del hombre, sino que también estos cambios pueden ser naturales, como los causados por fluctuaciones en la actividad solar o grandes erupciones volcánicas, pero aun así no descarta que desde el siglo XIX la actividad humana ha sido el factor dominante detrás del cambio climático y esto se debe principalmente a la quema de combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas, así como también a las malas prácticas agrícolas (Organización de las Naciones Unidas, 2023).

Este fenómeno tiene un impacto cada vez más significativo en diversos aspectos esenciales de la vida humana, incluyendo la salud, la capacidad de producción de alimentos, la vivienda, la seguridad y el empleo. Debido a que los grupos más vulnerables a estos efectos son particularmente, las personas que residen en pequeñas naciones insulares y en países en vías de desarrollo (ONU, 2023).

2.1.2 Impacto del cambio climático en la agricultura.

La amenaza del cambio climático global ha causado preocupación a los expertos, ya que la producción de cultivos podría verse seriamente causando graves perjuicios en la agricultura debido a las variaciones climáticas, ya que provocan un cambio radical en los regímenes climáticos alrededor del mundo comprometiendo a la seguridad alimentaria y la economía. Aunque los efectos del cambio climático sobre los rendimientos agrícolas varían de región a región, los efectos más perjudiciales se centran en los países en vías de desarrollo con climas desde áridos a húmedos, las amonestaciones de este fenómeno incluyen inundaciones de zonas bajas debido a la frecuencia de las precipitaciones, o también mayor constancia de sequías en zonas semiáridas con temperaturas extremas en zonas templadas y mediterráneas limitando el crecimiento y la producción agrícola (Altieri & Nicholls, 2013).

El incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero han intensificado al cambio climático a una velocidad inesperadamente alta, las posibles repercusiones podrían ser enormes y a su vez causando cambios climáticos drásticos en la agricultura, como fuertes tormentas o vientos, largos periodos de sequía y lluvias. Tanto así que de no tomarse acciones inmediatas de mitigación frente a este fenómeno la temperatura mundial podría aumentar más de 3°C, lo que provocaría impactos desastrosos en todos los sistemas naturales de la Tierra (ONU, 2023).

A nivel mundial la agricultura se representa como un sector extremadamente vulnerable ante el cambio climático, dado a su alta sensibilidad a las variaciones de temperatura y los patrones de precipitación. Estos factores climáticos anticipan transformaciones significativos en la agricultura de diversas regiones del mundo, que incluyen cambios en la temperatura y las precipitaciones, así como un aumento en la frecuencia y la gravedad de fenómenos extremos como sequías y vientos fuertes; estas alteraciones tendrán graves repercusiones en el rendimiento y la distribución de los cultivos, así como en las fluctuaciones de los precios, la producción y el consumo, impactando a su vez el bienestar de las familias agrícolas (Rodríguez, 2021).

El Ecuador, al igual como otros países en vías de desarrollo, es muy vulnerable al cambio climático debido a su limitada capacidad para adaptarse a sus efectos, así como también por factores como la pobreza y la ubicación geográfica. Esta situación requiere la implementación de soluciones urgentes para mitigar los impactos del cambio climático, a pesar de que las emisiones de gases de efecto invernadero en Ecuador son relativamente bajas en el contexto global representa aproximadamente 0,15% sigue representando un desafío que necesita ser abordado como país (Chávez, 2021).

2.1.3 Factores climáticos en el cultivo de maíz

Los factores climáticos tienen gran relevancia en el ciclo de vida de los cultivos, ya que una alteración en ello afecta de manera significativa en su desarrollo y producción. Por ende es importante tener en cuenta los efectos del cambio climático y su interacción con los procesos fisiológicos del cultivo de maíz, dentro de los factores climáticos claves para su producción se encuentra la temperatura, las precipitaciones y la luz solar; así como también se debe tener en cuenta que la temperatura anormal y un desequilibrio hídrico debido a condiciones climáticas anormales tienen diferentes efectos sobre este cultivo. (Zhexi et al., 2022).

2.1.3.1 Factores climáticos relevantes.

Según la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, (2014) mencionaron que las condiciones climáticas óptimas en el desarrollo del cultivo de maíz son muy esenciales, ya que de esta manera se puede garantizar una producción viable y así los agricultores tengan éxito de sus cosechas. A continuación, se presentan las condiciones climáticas idóneas para este cultivo.

Pluviosidad: entre 650 a 1300 mm/año

Temperatura: 18 °C a 30 °C

Humedad relativa: 65 a 85%

Altitud: 0-2.500 msnm.

Velocidad del viento: moderado

2.1.3.1.1 Temperatura.

El cultivo de maíz como tal requiere de temperaturas que varían entre 18 - 30 °C durante todo su ciclo vegetativo. Sin embargo, en condiciones de suelo adecuadamente húmedo, el maíz puede tolerar temperaturas de hasta 38 °C (100 °F), considerando que este cultivo requiere de humedad adecuada con un suministro de agua constante, ya sea a través de precipitaciones suaves y regulares o mediante un riego adecuado (Kogut, 2024).

2.1.3.1.2 Precipitación

El cultivo de maíz es altamente vulnerable a la escasez de agua, especialmente durante la floración y el llenado del grano, por ende es importante cumplir con los requerimientos hídricos ya que esto determinara el rendimiento agrícola. A lo largo de su ciclo, el maíz requiere entre 500 y 700 mm de precipitaciones bien distribuidas para satisfacer sus necesidades hídricas (Ortigoza et al., 2019).

2.1.3.1.3 Radiación solar.

Las plantas, son organismos vivos capaces de producir sus propios alimentos a través de la fotosíntesis. En este proceso, la clorofila capta la luz solar y la usa como energía para convertir, en presencia de agua, el dióxido de carbono de la atmósfera se transforma en glucosa y oxígeno. Este compuesto orgánico es utilizado por la planta como fuente energética para otros procesos fisiológicos que resultan en el desarrollo y crecimiento de los distintos órganos que la conforman, incluyendo el grano (Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2020).

2.1.3.2 Factores climáticos adversos.

2.1.3.2.1 Sequía

El conocido estrés hídrico se debe tanto por escasez de agua (sequía), como por un exceso de la misma que provoca asfixia radicular. Por ejemplo, la primera situación se produce cuando una planta pierde más agua por transpiración de la que puede absorber, uno de los primeros signos que se pueden observar es cuando la célula comienza a perder firmeza, causando que se deshidrate, además de cerrar los estomas y disminuir la capacidad de realizar fotosíntesis (Factores climáticos, 2019).

2.1.3.2.2 Heladas

La exposición al frío detiene las actividades enzimáticas y provoca una disminución en la fluidez de las membranas celulares, lo que puede afectar el transporte de agua y nutrientes a través de ellas, llevando a la planta a dejar de producir. Si la temperatura desciende de manera intensa y repentina, la planta puede correr el riesgo de congelarse lo que resulta una fuerte deshidratación celular (Bioberica, 2019).

2.1.3.2.3 Lluvias excesivas

La profusión de precipitaciones puede ocasionar varios problemas en los cultivos, dañando su producción y calidad. Por ejemplo en etapa de floración, las lluvias abundantes pueden perturbar la polinización, cuya fase es crucial para que los frutos se desarrollen adecuadamente, pero debido a las intensas precipitaciones esta se puede ver afectada lo que causaría una disminución en el rendimiento de los cultivos. Además en otro de los casos causar un estrés hídrico dificultando que las raíces no reciban oxígeno necesario para crecer, perjudicando su desarrollo e incluso puede llevar a la muerte de las plantas (Agro pinos, 2023).

Por otro lado, las precipitaciones constantes generan condiciones favorables para el aumento de enfermedades causadas por hongos y bacterias, las cuales perjudican la salud de las plantas y una disminución en su productividad, ampliando así los problemas en la agricultura. Por ende es necesario tener en cuenta que las lluvias intensas conllevan peligros significativos para los productores de maíz desde la merma en la producción hasta la disminución en la calidad y un incremento en los problemas de salud de los cultivos (Agro pinos, 2023).

2.1.3.2.4 Olas de calor

Las altas temperaturas ocurren más a menudo y con más fuerza en todo el mundo desde los años 50 debido al cambio climático, este factor climático tiene efectos devastadores en la agricultura. Las temperaturas altas pueden tener un impacto negativo en diferentes etapas del desarrollo de los cultivos, desde el inicio de las plantas hasta la cantidad y calidad de la producción, además intervienen en la captación de humedad del suelo, la fotosíntesis, respiración, asimilación de agua. Provocando una intensificación en la pérdida de humedad del suelo por evaporación, reduciendo la cantidad de agua que las plantas pueden absorber. Además, empeoran la situación del medio ambiente, poniendo en riesgo la capacidad de subsistencia de áreas como la agricultura, (Ruiz, s.f.)

2.1.4 Prácticas agrícolas tradicionales utilizadas en el cultivo de maíz que inciden al cambio climático.

2.1.4.1. Quema de residuos.

Esta práctica agrícola tradicional causa una serie de daños sobre el medio ambiente, provocando cambios notables en el equilibrio de la vida en campos agrícolas al emitir diversos contaminantes a la atmósfera como son el monóxido de carbono (CO), óxido nitroso (NO₂) y hidrocarburos, lo que aumenta la contaminación atmosférica por gases de efecto invernadero (INIA, 2019).

Por muchos años, los agricultores han optado deshacerse de los restos de las cosechas de maíz mediante la quema, sin tomar en cuenta que generan una gran cantidad de materia orgánica al retribuirlos al suelo. Debido a esta mala práctica agrícola se ha deteriorado la calidad física, química y biológica de los suelos agrícolas, perjudicando la fertilidad, y consecuentemente provocando una disminución en la productividad en sus cultivos (INIA, 2019).

2.1.4.2. Uso de fertilizantes sintéticos

El uso excesivo de fertilizantes de fuentes granuladas o de origen sintético tiene un efecto negativo en los suelos agrícolas y las aguas subterráneas, puesto que contaminan los sistemas acuáticos y especialmente las fuentes hídricas como son los pozos de agua, usados para consumo humano y riego. Además las pérdidas gaseosas debido a la volatilización y desnitrificación contribuyen a la contaminación los suelos dedicados a la agricultura, ya que emiten una gran cantidad de óxido nitroso a la atmósfera siendo este gases de efecto invernadero muy potencial que aporta al cambio climático (Instituto de Política y Agrícola, 2023).

La producción y utilización de fertilizantes sintéticos nitrogenados contribuyen al 2,4% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero a nivel mundial, convirtiéndolos en uno de los principales químicos industriales que contaminan el clima. En 2018, se estimó que la cadena de suministro de estos fertilizantes generó alrededor de 1250 millones de toneladas de CO₂e, equivalente al 21,5% de las emisiones anuales directas de la agricultura, que ascienden a 5800

millones de toneladas. Sin embargo la mayoría de las emisiones ocurren cuando el óxido nitroso (N₂O) se libera a la atmósfera, ya que este gas de efecto invernadero es altamente persistente y tiene un gran potencial de incidencia 265 veces mayor que el CO₂ (Instituto de Política Y Agrícola, 2023).

2.1.4.3. Uso intensivo de pesticidas

Los pesticidas son sustancias químicas que aportan de manera representativa al cambio climático a lo largo de su ciclo de vida, empezando desde la fabricación hasta su eliminación, cabe recalcar que además de que son productos tóxicos para el medio ambiente, también lo son para los seres humanos. Un dato muy relevante es que el 99% de todos los productos químicos sintéticos, incluidos los pesticidas se derivan de combustibles fósiles, esto indica que varias compañías de petróleo y de gas juegan un papel de gran importancia en la elaboración de estos (Pesticide Action Network, 2023).

Además, los pesticidas contribuyen de una manera muy significativa a las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que agrava aun mas la situación del cambio climático ya que los agricultores no realizan su uso de manera correcta provocando contaminación inmediata al medio ambiente, suelos, recursos hídricos superficiales y subterráneos, y contaminando el aire (Pesticide Action Network, 2023).

2.1.4.4. Monocultivo.

El uso intensivo de los suelos agrícolas se debe principalmente al monocultivo, este método agrícola tradicional favorece la degradación de los suelos, perjudicando los ecosistemas circundantes, ya que al ser necesarias grandes expansiones de suelos dedicados para la agricultura es necesario eliminar diversos ecosistemas y hábitats, dejando espacios solos a un cultivo en específico. Sin embargo, esto proporciona alimento de algunas especies, pero la falta de diversidad de cultivos hace que estas dependan únicamente de un solo cultivo y a su vez esto provoca que esas grandes extensiones de cultivos sean más propensos a plagas. Además el constante uso de un único cultivo no permite que estos suelos recuperen sus nutrientes, lo que resulta un rápido desgaste de la fertilidad del suelo (Lizano, 2021).

2.1.4.5. Deforestación

Esta actividad realizada por el hombre esta fuertemente enlazada al cambio climático, ya que este fenómeno se describe tanto como una causa como una consecuencia debido a la deforestación. En efecto la deforestación y degradación forestal conducen a un incremento de dióxido de carbono (CO₂) en el aire; el cual es uno de los principales gases más nocivos que contribuye a estas variabilidades climáticas. Por ello es importante considerar que si el hombre evitara estas actividades, la absorción neta de carbono de los bosques subvencionaría mucho mas eficiente en la eliminación de carbono presente en el ambiente (Artaxo et al., 2021).

La agricultura sigue siendo una de las principales causas de la deforestación debido a la expansión agrícola, provocando aproximadamente un 90 % de la deforestación global siendo esta una amenaza cada vez mayor, puesto que la agricultura es causante de mas de la mitad de estas perdidas forestales; mientras que el 40 % de las deforestaciones se debe a la ganadería (FAO, 2021).

2.1.4.6. Labranza Convencional

Es la práctica tradicional con el uso de implementos operados por un tractor o con implementos de tracción animal para realizar las labores agrícolas; es considerada como la principal responsable de la degradación del suelo. Esta práctica tradicional iniciado hace más de medio siglo, hoy en la actualidad demuestra como una practica agrícola insostenible al constituir como un modelo emisor de gases de efecto invernadero (GEI) y que además no contribuye a la conservación y mejora de los recursos naturales como son el aire, suelo y agua (Martínez et al., 2023).

2.1.5. Estrategias implementadas para mitigar los efectos del cambio climático en el cultivo de maíz.

Hay dos enfoques claves para enfrentar el cambio climático: la precaución, que busca minimizar los impactos al reducir las causas del calentamiento global y limitar la contaminación, y la preparación que prácticamente se enfoca en estar listos para reducir los daños causados por el cambio climático (Sánchez, 2022).

La adaptación de la agricultura al cambio climático comporta la identificación, puesta a prueba, demostración y divulgación de buenas prácticas agrícolas para contrarrestar las cambiantes condiciones climáticas. Por lo general la adaptación de los sistemas alimentarios al cambio climático es esencial para fomentar la seguridad alimentaria, la mitigación de la pobreza y la gestión sostenible y conservación de los recursos naturales (FAO, 2020).

La mitigación del cambio climático hace referencia a la intervención de las acciones humana destinadas a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero, en la cual los sistemas agrícolas tiene un gran potencial para contribuir la mitigación debido a que los sectores como la agricultura, por ello es importante mejorar el gestionamiento del carbono y nitrógeno en la agricultura con el fin de reducir los impactos negativos y así prevenir los posibles riesgos que amenaza la seguridad alimentaria a futuro (Peñaherrera et al., 2021).

De acuerdo con varios autores, a continuación se presentan algunas de las estrategias de mitigación y adaptación que los productores de maíz deben implementar en la producción de maíz, con el fin de tener buenos resultados a corto y largo plazo.

2.1.5.1. Selección de variedades resistentes

En un entorno en constante cambio, en el que los patrones climáticos cambian y surgen como nuevos desafíos en la agricultura, la utilización de variedades de semillas adaptadas o resistentes a ciertas condiciones climáticas desempeña un papel vital para garantizar el desarrollo y la producción de este cultivo. Estas variedades poseen características que les permiten soportar y

adaptarse a diversas situaciones de estrés, lo que garantiza rendimientos constantes y menor vulnerabilidad a las condiciones climáticas (Gattinger, 2023).

Además ante los factores climáticos extremos e impredecibles debido al cambio climático, las variedades resilientes ofrecen una protección contra las condiciones adversas, lo que permite a los agricultores adaptarse de manera más efectiva (Gattinger, 2023).

2.1.5.2. Manejo sostenible del suelo

Según Carranza et al. (2024) afirmaron que la conservación y el gestionamiento sostenible de los suelos son fundamentales para garantizar la productividad de los cultivos. Además numerosos estudios han evaluado estrategias y métodos más eficaces que ayudan a conservar el suelo, abarcando tácticas como rotación de cultivos, labranza mínima, utilizar cubiertas vegetales y agregar enmiendas orgánicas, debido a que ayudan a conservar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

2.1.5.3. Agroforesteria

Los sistemas agrícolas diversificados como sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles y policultivos, ilustran de manera impresionante cómo los agroecosistemas complejos pueden adaptarse y resistir ante los efectos del cambio climático. Estos sistemas agrícolas tienen una alta complejidad estructural, que actúa como amortiguador frente a las variaciones climáticas, cuya función principal es mantener el cultivo cerca a sus condiciones óptimas (Bezner et al., 2022).

Así mismo, la agroforesteria brinda beneficios medianos a grandes para los cinco desafíos de la tierra descritos en el SRCCL (mitigación del cambio climático, adaptación, desertificación, degradación de la tierra y seguridad alimentaria), y se considera que tiene un amplio potencial de adaptación y mitigación moderado en comparación con otros desafíos de la tierra, ya que brinda múltiples beneficios tanto como biofísicos y socioeconómicos (Bezner et al., 2022).

2.1.5.4. Agricultura regenerativa

Este modelo agrícola consiste en restaurar suelos degradados y aumentar la productividad agrícola de manera más eficiente para prevenir la deforestación. Esta técnica básicamente se trata de la gestión de suelos y los cambios de uso de la misma que emergen como características críticas de todas las vías de mitigación que buscan limitar el impacto del cambio climático. Teniendo en cuenta que la agricultura y la silvicultura representan más del 42% de las emisiones de gases que contribuyen al cambio climático. Dadas las crecientes tasas de deforestación en algunas partes de la región debido al crecimiento de sectores de la agricultura; Sin embargo, la capacidad productiva del sector agrícola depende de la conservación de los ecosistemas (Almeida et al., 2020).

2.1.5.5. Uso adecuado de fertilizantes.

Es importante realizar la fertilización de manera eficiente utilizando dosis precisas (ni más ni menos fertilizante que el necesario); los agricultores necesitan ayuda para idear estas prácticas agrícolas climáticamente resilientes que puedan adaptarse a los efectos del cambio climático y mitigarlos, y que además ofrecen la posibilidad de incrementar la producción de alimentos, cuidar los recursos naturales como el agua y el suelo (Organismo Internacional de Energía Anatómica, 2023).

Por ello es necesario que los agricultores se gestionen ante una planificación de fertilizantes, u en el mejor de los casos optar por utilizar fertilizantes de composición orgánica, ya que son mas amigables con el medio ambiente y además aumentan la acumulación de materia orgánica e incrementan la productividad, y de esta manera conseguir una agricultura más productiva y resiliente (Organismo Internacional de Energía Anatómica, 2023).

2.1.5.6. Establecer épocas de siembra.

Los ajustes en las fechas de siembra en los cultivos podrían reducir los impactos negativos, y aumentar los rendimientos o permitir la realización de dos cultivos por temporada, aumentando la productividad por unidad de tierra; así como también al establecer épocas de siembra es una estrategia de manejo de ciertas

plagas y enfermedades que tienen mas incidencia en ciertas condiciones climáticas (Doody, 2023).

2.1.5.7. Uso eficiente del recurso hídrico

El sector agrícola es el principal usuario de agua y consume aproximadamente alrededor del 70% del agua dulce disponible en el mundo. Sin embargo, la cantidad de agua disponible de agua está disminuyendo debido a la explotación insostenible de las cuencas hidrográficas y a las fluctuaciones debido al cambio climático. Ante este desafío, es imperativo implementar las medidas de adaptación con el objetivo de realizar la gestión y uso sostenible del recurso hídrico, cuyas actividades incluyen el riego sostenible, reservorios de agua para la agricultura, manejo de áreas de captación de agua (Cayambe, 2017).

2.1.5.8. Uso de tecnologías

Un ejemplo clave es la nueva agricultura 4.0 que prácticamente se enfoca en el empleo de tecnologías para realizar las tareas agrícolas, tales como: el internet de las cosas, la agricultura detallada, la utilización de vehículos aéreos no tripulados como drones, etc. La introducción de la tecnología en las prácticas agrícolas puede generar diversos beneficios en términos de eficiencia, reduciendo los efectos de los cambios climáticos impredecibles (BASF, 2023).

2.1.5.9. Incentivos.

Las medidas de regulación, así como también los principios de sostenibilidad, expansión de áreas protegidas, certificación de productos forestales y expansión de plantaciones forestales en áreas no forestales son medidas implementadas para la adaptación frente al cambio climático. La mayoría de los países ofrecen incentivos para la gestión de sus bosques nativos (Cayambe, 2017).

2.1.5.10. Educación y capacitación

Esta estrategia es fundamental para promover la adopción de prácticas agrícolas sostenibles entre los agricultores. Además estos programas de capacitación pueden proporcionar a los agricultores las habilidades y los conocimientos necesarios para implementar técnicas de gestión del suelo,

agroforestales y de conservación que ayuden a mitigar el cambio climático y promuevan la implementación de estos métodos (Atika, s.f.).

En el sector agrícola esta estrategia es indispensable ya que permiten a los agricultores y la población en general comprender la magnitud y las consecuencias del cambio climático, pese a que este fenómeno se debe principalmente a la acción del hombre. La educación es un proceso de gran relevancia para fortalecer la conciencia, de modo que los agricultores adopten las medidas de gestión adecuadas en las actividades agrícolas para minimizar la liberación de sustancias contaminantes al aire que contribuyen a las variaciones climáticas (Cruz & Cruz, 2024).

2.2. Marco metodológico

Para el presente documento se reúne información de documentos actuales artículos de investigación, bibliotecas virtuales y sitios web para ayudar a presentar las opiniones e ideas de los actores que permitan desarrollos de investigación.

Se identificaron temas relevantes sobre el impacto del cambio climático en la adaptación de practicas agrícolas tradicionales en el cultivo de maíz (*Z. mays* L).Este trabajo se desarrolló como una investigación bibliográfica no experimental utilizando la técnica de análisis, revistas, textos actuales, artículos síntesis y resumen de los datos recopilados.

2.3 Resultados

El cultivo de maíz juega un papel importante dentro de la agricultura, por ende es importante tener en cuenta sus requerimientos climáticos como la temperatura, la precipitación y la luz solar ya que tienen un rol crucial en su desarrollo y rendimiento. Sin embargo las temperaturas extremas y los desequilibrios de la misma provocados por el cambio climático pueden afectar negativamente el crecimiento del maíz.

El maíz es susceptible a varios factores climáticos adversos como las sequías, heladas, lluvias excesivas y olas de alta temperatura, los cuales representan riesgos graves en la producción y desarrollo de este cultivo. Estos factores extremos tienen la capacidad de provocar estrés hídrico, daño a los tejidos vegetales, efectos negativos en la polinización, aumento de enfermedades provocadas por hongos, virus y bacterias que deterioran la salud de las plantas y reducen tanto la calidad como cantidad de sus cosechas representando graves pérdidas económicas para los agricultores.

Las prácticas agrícolas tradicionales como la quema de residuos de cosechas representan un gran efecto en el ambiente al liberar contaminantes en la atmósfera, como monóxido de carbono, compuestos nitrogenados e hidrocarburos. Estas sustancias contribuyen de manera directa la contaminación del aire, afectando a la calidad de los suelos agrícolas.

Debido a la intensificación de los factores climáticos las prácticas agrícolas tradicionales utilizadas en el cultivo de maíz, tales como el uso indiscriminado de fertilizantes sintéticos y plaguicidas, la quema de residuos de cosecha, entre otros, empeoran drásticamente los eventos climáticos y que cada vez son mucho más visibles. Los agricultores no toman en cuenta que estas prácticas agrícolas solo han conseguido aumentar las pérdidas de sus cultivos debido a los factores climáticos y mal manejo agronómico

En la actualidad cultivo de maíz al igual que los demás cultivos se enfrenta a importantes desafíos debido al cambio climático, por ello se han puesto en marcha diversas estrategias que buscan tanto reducir las emisiones de gases de efecto invernadero como aumentar la resiliencia de los sistemas agrícolas.

Entre las estrategias más relevantes de adopción al cambio climático se encuentra la selección de variedades resistentes, que pueden soportar condiciones climáticas extremas y asegurar la producción, manejo sostenible del suelo, técnicas como la rotación de cultivos, la labranza mínima, la agroforestería puesto que ayuda a mejorar la salud del suelo. Una de las estrategias claves para la implementación de estas prácticas sostenibles es la educación y capacitación de los agricultores, puesto que mediante ello se dan a conocer la importancia de las nuevas metodologías y como implementarlas.

2.4 Discusión de resultados

El maíz es un cultivo de gran relevancia en la agricultura, y a su vez la producción de la misma esta estrechamente relacionada con las condiciones climáticas tal como lo menciona Noein & Soleymani (2022), ya que cuando las condiciones normales que enfrentan los cultivos cambian tiene un impacto significativo en su rendimiento, puesto que las diferentes etapas de desarrollo del maíz son vulnerables a estos eventos climáticos y como consecuencia reducen drásticamente la producción del cultivo.

El impacto del cambio climático en el cultivo de maíz cada vez es mas visible dado a que los agricultores deben recurrir a nuevos métodos como lo menciona Ivanchuk (2023), los productores de maíz deben estar alerta a estos cambios para garantizar un buen rendimiento de sus cultivos y llevar a cabo una gestión más eficiente y efectiva. Por lo general las adaptaciones resilientes son más recomendable cuando se trata de cambio climático y agricultura.

Las prácticas tradicionales utilizadas en el cultivo de maíz tiene gran influencia en el cambio climático, debido a esto es necesario identificar estrategias de mitigación y adaptación viables para los agricultores tal como mencionan Adeagbo et al. (2021) mediante diversos métodos entre ellos: la variación de la fecha de siembra, la conservación del suelo y el agua, uso de variedades resistentes, agroforesteria, rotación de cultivos, métodos de aplicación de fertilizantes, y la labranza mínima.

Dentro de las estrategias de mitigación frente al cambio climático la agricultura regenerativa es una alternativa que ha desarrollado un conjunto de prácticas sostenibles que ayudan a mitigar los efectos de la misma, así como lo menciona Chávez (2021), dentro de ellas incluye la rotación de cultivos, que previene el desarrollo de malezas y plagas al mantener el suelo en constante cambio, reduciendo la necesidad de sustancias químicas y a su vez disminuye la erosión del suelo, otra de las medidas implementadas es el manejo integrado de plagas que permite a los agricultores reducir su dependencia de productos químicos para el control de plagas.

La adopción de estas medidas de adaptación y mitigación al cambio climático tiene como enfoque reducir su impacto en la producción de maíz, tal como lo indican Cruz et al. (2024) la implementación de estas prácticas agrícolas busca mejorar la eficiencia con el fin de aumentar la productividad agrícola, así como también, fortalecer las capacitaciones de los agricultores para afrontar estos cambios, ya que es una tarea importante y necesaria para asegurar la continuidad de esta actividad y garantizar la seguridad alimentaria a largo plazo.

3 . CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones

El maíz al igual que los demás cultivos es susceptible a las condiciones climáticas, dado que su desarrollo y productividad están vinculados con la temperatura, las precipitaciones y la radiación solar. No obstante, un cambio en estos factores representa un impacto significativo en su crecimiento y desarrollo, por lo que resalta la importancia de aplicar prácticas de agricultura sostenible y adaptable al cambio climático.

La producción del cultivo de maíz mediante la utilización de prácticas tradicionales resultaron ser focos de emisiones de gases nocivos para la atmosfera y que a su vez contribuyen al cambio climático. Además, han provocado que la mayoría de los suelos agrícolas pierda fertilidad que a largo plazo tendrá graves consecuencias para la sostenibilidad agrícola.

La implementación de prácticas agrícolas sostenibles como la selección de variedades mejoradas, la gestión sustentable del suelo, agroforestería, agricultura regenerativa, la utilización eficaz del agua y la fertilización adecuada , pueden aportar de manera relevante a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y potenciar la producción del cultivo de maíz ante. Por ende, es esencial brindar capacitaciones a los agricultores para que adopten y apliquen exitosamente estas estrategias de mitigación y de esta manera salvaguardar la economía y seguridad alimentaria de la población.

3.2. Recomendaciones

Adoptar variedades de maíz resistentes a condiciones climáticas extremas, así como también a plagas y enfermedades de esta manera garantizaremos una producción viable.

Fomentar la aplicación de prácticas más amigables con el medio ambiente como la rotación de cultivos, la agricultura regenerativa, puesto que ayuda a potenciar la salud del suelo y disminuir la necesidad de pesticidas y fertilizantes sintéticos.

Brindar a la población en general y en especial a los productores de maíz capacitaciones acerca de prácticas resilientes frente al cambio climático. De este modo, se facilitaran los procesos de adaptación a nuevas tecnologías y prácticas más amigables frente al cambio climático

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencias bibliográficas

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (Agro calidad). (2014).

Adeagbo, O. A. Ojo, T. Adetoro, A. (2021). Understanding the determinants of climate change adaptación estrategias among smallholder maíz farmers in South-west, Nigeria. *Heliyon*. 7(2):1-10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06231>.

AFP. (2023). Como amenaza el cambio climático en la agricultura. https://www.revistaeyn.com/centroamericaymundo/como-amenaza-el-cambio-climatico-a-la-agricultura-DB16536533#google_vignette.

Alpizar, H. Donatti, C. Martínez, R. Rodríguez, C. Viguera, B. (2017). Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación. Proyecto CASCADA. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE). https://www.conservation.org/docs/default-source/publication-pdfs/cascade_modulo-2-impactos-del-cambio-climatico-en-la-agricultura-de-centroamerica.pdf.

Agro pinos. (2023). El impacto de la prolongación de las temporadas de lluvias en la agricultura: retos y oportunidades. <https://www.agropinos.com/blog/impacto-de-la-lluvia-en-el-invernadero>.

Agro Spray. (2022, Marzo 24). Control de malezas: Tips y los mejores productos para un combate eficiente. Agro Spray Blog. <https://agrospray.com.ar/blog/control-de-malezas/>.

Altieri, A; Nicholls, C. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología* 8 (1), 7-20.

<https://revistas.um.es/agroecologia/article/download/182921/152421/66498>
1.

Artaxo, P. Almeida, V. Bilbao, B. Brando, P. Bustamante, M. Coe, M. Correa, S. Cuesta, F. Costa, M. Wilhelm, F. Salinas, N. Silvério, D. Val, M. (2021). Capítulo 23: Impactos de la deforestación y el cambio climático sobre la biodiversidad, los procesos ecológicos y la adaptación ambiental. Science Panel for the Amazon. <https://www.laamazoniaquequeremos.org/wp-content/uploads/2022/10/Chapter-23-ES-Bound-Oct-20.pdf>

Basf. (2022). Agricultura 4.0. Ventajas en la gestión agrícola. <https://agriculture.basf.com/co/es/contenidos-de-agricultura/digitalizacion-agricultura-4-0>.

Agrocalidad. Buenas Practicas Agricolas Para Maiz Duro. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/Gui%CC%81a-de-BPA-para-mai%CC%81z-duro.pdf>.

Bioberica. (2019). Factores Climáticos. <https://www.planthealth.es/estres-vegetal/factores-climaticos>.

Carrasco Vargas, W. Cobos Mora, F. Montero Flores, P. Gómez Villalba, J. (2023). Historia del maíz desde tiempos ancestrales hasta la actualidad. JOURNAL OF SCIENCE AND RESEARCH, 8(4). file:///C:/Users/Cliente/Documents/Downloads/6_115_130_Historia+del+ma%C3%ADz+desde+tiempos+ancestrales+hasta+la+actualidad.pdf.

Carranza, Patiño, M. Aragundi, Sabando, L. Macías, Barrera, K. Paredes, Sarabia, E. Villegas, Ramírez, A. (2024). Conservación y Manejo Sostenible del Suelo en la Agricultura: Una Revisión Sistemática de Prácticas Tradicionales y Modernas. *Código Científico Revista De Investigación*, 5(E3), 1–28. <https://revistacodigocientifico.itslosandes.net/index.php/1/article/view/303#>:

~:text=Los%20resultados%20indican%20que%20t%C3%A9cnicas,la%20mitigaci%C3%B3n%20del%20cambio%20clim%C3%A1tico.

CYMMYT. (2023). Avances en la regeneración de los suelos agrícolas. <https://www.cimmyt.org/es/noticias/avances-en-la-regeneracion-de-los-suelos-agricolas/>

Chávez, J. (2021). Impacto del Cambio Climático en la Agricultura en los Cantones Cayambe y Pedro Moncayo. *Revistas de Cuestiones Económicas*. Banco Central del Ecuador. 2697-3367. <file:///C:/Users/Cliente/Documents/Downloads/379-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1791-3-10-20211123.pdf>.

Cruz Gonzales, A. Arteaga Ramírez, R. Sánchez Cohen, I. Soria Ruiz, J. Monterroso Rivas, A. (2024). Impactos del cambio climático en la producción de maíz en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 15(1). <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/3327>

Cruz, A. Cruz, R. (2024). Sustainable agricultural development to optimize productivity through good soil management in Benguela-Angola. *Environmental Sciences & Practices*, 2(1), 7-21. https://www.researchgate.net/profile/Roberto_Cruz_Acosta/publication/383980726_ENVIRONMENTAL_SCIENCES_PRACTICES_Desarrollo_agricola_sostenible_para_optimizar_la_productividad_a_traves_del_buen_manejo_del_suelo_en_BenguelaAngola_Sustainable_agricultural_development_to_optimize_p/links/66e31acffa5e11512cb67180/ENVIRONMENTAL-SCIENCES-PRACTICES-Desarrollo-agricola-sostenible-para-optimizar-la-productividad-a-traves-del-buen-manejo-del-suelo-en-Benguela-Angola-Sustainable-agricultural-development-to-optimize.pdf

Doody, A. (2023). Adaptar las temporadas de cultivo al cambio climático puede aumentar el rendimiento de los cultivos básicos del mundo. CYMMYT. <https://www.cimmyt.org/es/noticias/adaptar-las-temporadas-de-cultivo-al->

cambio-climatico-puede-aumentar-el-rendimiento-de-los-cultivos-basicos-del-mundo/.

Gattinger, Wiebke. (2023, Dic 23). International Scholars Journal. <https://www.internationalscholarsjournals.com/articles/the-importance-of-resilient-crop-varieties-in-agriculture-104567.html>

Grasso, A. Díaz, M. (2020). Manual de buenas prácticas de manejo de fertilización. IA Ediciones. https://www.fertilizar.org.ar/subida/BMPN/BPMN_Fertilizar102018.pdf

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (2022). El Cambio Climático 2021: Un Resumen para todo el Mundo. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/outreach/IPCC_AR6_WGI_SummaryForAll_Spanish.pdf

El impacto de la prolongación de las temporadas de lluvias en la agricultura: retos y oportunidades. (2023). Agro pinos. <https://www.agropinos.com/blog/impacto-de-la-lluvia-en-el-invernadero>.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. MAÍZ DURO. <https://tecnologia.iniap.gob.ec/maiz-duro/>.

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria (INIA). (2020). Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro. <file:///c:/users/cliente/documents/downloads/manual%20t%c3%a9cnico%20del%20cultivo%20de%20ma%c3%adz%20amarillo%20duro.pdf>.

Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). Aspectos generales y guía para el manejo de maíz en Guatemala. Disponible en: <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Maiz/Aspectos%20generales%20y%20Guia%20para%20el%20manejo%20del%20maiz.pdf>

Instituto de Política y Agrícola. (2023). Una nueva investigación muestra que el consumo excesivo de fertilizantes químicos durante 50 años debe terminar para abordar la crisis climática. <https://www.iatp.org/new-research-chemical-fertilisers>.

Instituto de Política y Agrícola. (2023). Una nueva investigación muestra que el consumo excesivo de fertilizantes químicos durante 50 años debe terminar para abordar la crisis climática. <https://www.iatp.org/new-research-chemical-fertilisers>.

Kogut, P. (2024, Agosto 05). Cultivo Del Maíz: Consejos Para Tener Una Buena Cosecha. <https://eos.com/es/blog/cultivo-del-maiz/>.

Lizano, R. (2021). La soberanía alimentaria ¿Una alternativa ante el acelerado cambio climático?. Abya-Yala. <https://books.scielo.org/id/k3w36/pdf/daza-9789978105689-16.pdf>

López Talavera, C. Gonzales Villalba, J. Ortigoza Guereño, J. (2019). Guía Técnica Cultivo de Maíz. Proyecto Paquetes Tecnológicos. https://www.jica.go.jp/Resource/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_04.pdf.

Martínez, M. Osuna, E. Padilla, E. Pimentel, J. (2023). Agricultura de Conservación: Alternativa para la Mitigación del Cambio Climático en el Antiplano Semiárido de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14 (6), 5-7. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i6.2957>.

Morales, F. (2023). Con agricultura sustentable buscan mejorar la calidad de los suelos de Calera. CYMMYT. <https://www.cimmyt.org/es/noticias/con-agricultura-sustentable-buscan-mejorar-la-calidad-de-los-suelos-de-calera/>

Noein, B. Soleymani, A. (2022). Corn (*Zea mays* L.) physiology and yield affected by plant growth regulators under drought stress. *Journal of Plant Growth Regulation*. 41(2), 672-681. <https://doi.org/10.1007/s00344-021-10332-3>.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). Cambio Climático.
<https://www.un.org/es/global-issues/climate-change>.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. (06/11/2021). COP26 - La expansión agrícola causa cerca del 90 % de la deforestación mundial. <https://www.fao.org/newsroom/detail/cop26-agricultural-expansion-drives-almost-90-percent-of-global-deforestation/es>.

Organización de las Naciones Unidas. (2023). Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>

Peñaherrera, D. Paucar, B. Narváez, G. Torres, C. Villavicencio, A. Panchi, N. Enríquez, A. Escobar, J. (2021). Insumos agroecológicos: estrategia de resiliencia al cambio climático en la Agricultura Familiar Campesina (AFC). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, (14), 14-30.
https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5965/1/GUIA%20DE%20EL%20ABORACI%c3%93N%20DE%20ABONOS%20ORG%c3%81NICOS%2024.06.2022_compressed.pdf

Pesticide Action Network. (2023). Los Pesticidas y El Cambio Climático: Un Círculo Vicioso. <https://www.panna.org/wp-content/uploads/2023/02/202301ClimateChangeEspFINAL.pdf>.

Pesticide Action Network. (2023). Los Pesticidas y El Cambio Climático: Un Círculo Vicioso. <https://www.panna.org/wp-content/uploads/2023/02/202301ClimateChangeEspFINAL.pdf>.

Piguave, J. (2020). Producción y comercialización del maíz y su incidencia en la calidad de vida en los habitantes del Rcto “San Pedro” parroquia La América en el Cantón Jipijapa.

<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3474/1/TESIS%20FINAL%20JEAN%20PIERRE%20P%20%20GESTION%20EMPRESARIAL.pdf>

¿Qué es el cambio climático? Estas son las causas y así nos afecta. (2024). <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-cambio-climatico-causas-y-como-nos-afecta/>.

Sánchez, I. (2014). Aspectos botánicos y taxonómicos del maíz. [Tesis doctoral, universidad complutense de Madrid].reduca (biología) facultad de biología. <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/ae41001e-474e-4d61-b12f-90f071ff82b1/content>.

Sánchez, L. (2022). Cambio climático y sus efectos en la agricultura. Boletín INIA N° 463. <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/1dea6f90-b2f1-4f01-ae0e-1d50488791c7/content>.

Rodríguez, M. (2021). La lucha contra el cambio climático y la agricultura. *Economistas*. (171), 40-102. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_LEAD%5CEconomistas171.pdf#page=38.

United Nations High Commissioner for Refugees. (2024). Un llamado para fortalecer la protección de personas. <https://www.acnur.org/noticias/comunicados-de-prensa/acnur-hace-un-llamado-fortalecer-la-proteccion-de-personas>.

Zhang, Z. Wei, J. Jinkay, L. Jia, Y. Wang W. Jie, L. Lei, Z. Gao, M. (2022). The impact of climate change on maize production: Empirical findings and implications for sustainable agricultural development. *Front. Environ. Sci.* 10(2022). <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2022.954940/full>.

4.2. Anexos

Figura 1

Factores climáticos adversos en el maíz.



Fuente: (United Nations High Commissioner for Refugees, 2024).

Nota: Cosechas de maíz afectadas tras una sequía debido al cambio climático.

Figura 2

Las sequías y olas de calor en la producción de maíz.



Fuente: (AFP, 2023).

Nota: Las sequías y olas de calor pone en riesgo la productividad agrícola en todo el planeta.

Figura 3

Quema de residuos de cosechas.



Fuente: (Ortiz, 2023).

Nota: Es considerada una práctica agrícola milenaria que contribuye al cambio climático, al emitir gran cantidad de contaminantes tóxicos a la atmósfera.

Figura 4

Agricultura regenerativa.



Fuente: (CYMMYT, 2023)

Nota: Este modelo agrícola se basa en la regeneración de los suelos agrícolas.

Figura 5

Prácticas agrícolas sostenibles.



Fuente: (CYMMYT, 2023).

Nota: Una estrategia de adaptación frente al cambio climático, que permite al agricultor realizar el uso eficiente del recurso hídrico mediante un riego tecnificado.