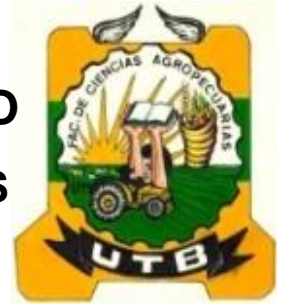




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Efectos del cambio climático, en la incidencia de plagas en los
cultivos”

AUTOR:

Adrián Eduardo Ronquillo Montes

TUTOR:

Ing. Ind. Carlos Arturo Castro, Msc.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2022

DEDICATORIA

Primeramente, dedico este trabajo a Dios por darme la fortaleza para llegar a este momento tan importante de mi vida y poder disfrutarla con mis seres queridos. En segundo lugar, pero no menos importantes a mis padres quienes, con sus esfuerzos y sacrificios me apoyaron no solo en lo económico, sino también en lo emocional. Cuando se presentaban circunstancias adversas.

A mis queridos hermanos quienes me ayudaron mucho para que pueda cumplir este objetivo de vida. A mis abuelos, tíos y demás familiares, los cuales siempre me brindaban buenos consejos y me fomentaban a seguir adelante. Finalmente, a mis queridos profesores y amigos con quienes tuve la suerte de convivir muchos años, en los cuales me apoyaron en todo momento.

Adrián Eduardo Ronquillo Montes

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme superar todos los obstáculos que se suscitaron durante esta etapa, así como su protección en todo momento. Incondicionalmente, a toda mi familia quienes siempre estuvieron presente en buenos y malos momentos, y que frecuentemente estaban extendiendo su mano para ayudarme en lo que necesitaba.

También agradezco a la Universidad Técnica de Babahoyo y en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por acogerme como su alumno y permitirme estudiar la carrera que siempre desee.

Mi gratitud a el Ing. Ind. Carlos Castro Arteaga por el conocimiento y acompañamiento brindado durante este proceso. Agradezco a mis compañeros, por todos sus consejos y por el apoyo incondicional dado en todo este proceso y por las enormes vivencias y anécdotas vividas durante el tiempo que compartimos.

Adrián Eduardo Ronquillo Montes

RESUMEN

Gracias al impacto generado por el ser humano, la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera ha aumentado drásticamente, perjudicando en proporciones altas a la agricultura y ecosistemas naturales. La presente investigación abordó el tema relacionado a los efectos que tiene el cambio climático en la incidencia de plagas en cultivos agrícolas, debido a que se están manifestando variaciones en el clima que provocan daños severos a los campos agrícolas y con ello también se está evidenciando un mayor ataque de plagas agresivas a los principales cultivos de importancia económica y alimentaria, generando pérdidas económicas significativas a los agricultores. La finalidad que tuvo la investigación es determinar la relación que existe entre el cambio climático y las plagas agrícolas. Además, de conocer como influyen las variaciones climáticas en el frecuente ataque de plagas a los cultivos. Se utilizó como metodología la compilación de información de fuentes bibliográficas tales como revistas científicas, tesis, páginas web y libros. Dicha información fue analizada y resumida de manera oportuna. De acuerdo al análisis realizado se concluye que el cambio climático tiene una enorme influencia en las plagas agrícolas, ya que los procesos vitales de las mismas están interrelacionados con las variaciones que se presentan en el clima, por lo tanto, cualquier cambio que experimenten los factores climáticos repercutirán en gran medida con la intensidad del ataque de plagas a los cultivos. Dentro de los factores que más favorecen el crecimiento, desarrollo y reproducción de plagas agrícolas se establece que la temperatura es la gran responsable del aceleramiento del ciclo de vida de las plagas.

Palabras clave: cambio climático; agricultura; influencia; plagas; ciclo de vida.

SUMMARY

Thanks to the impact generated by human beings, the concentration of greenhouse gases in the atmosphere has increased drastically, causing high proportions of damage to agriculture and natural ecosystems. This research addressed the issue related to the effects of climate change on the incidence of pests in agricultural crops, due to the fact that variations in the climate are manifesting themselves, causing severe damage to agricultural fields and with it, a greater attack of aggressive pests on the main crops of economic and food importance, generating significant economic losses to farmers. The purpose of the research was to determine the relationship between climate change and agricultural pests. In addition, to know how climatic variations influence the frequent attack of pests on crops. The methodology used was the compilation of information from bibliographic sources such as scientific journals, theses, web pages and books. This information was analyzed and summarized in a timely manner. According to the analysis carried out, it was concluded that climate change has an enormous influence on agricultural pests, since their vital processes are interrelated with the variations that occur in the climate; therefore, any change in climatic factors will have a great impact on the intensity of pest attacks on crops. Among the factors that most favor the growth, development and reproduction of agricultural pests, it is established that temperature is the main factor responsible for accelerating the life cycle of pests.

Keywords: climate change; agriculture; influence; pests; life cycle.

INDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN	IV
SUMMARY	V
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	3
MARCO METODOLÓGICO	3
1.1 Definición del tema caso de estudio.....	3
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Justificación	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.5 Fundamentación teórica	4
1.5.1 El cambio climático y sus efectos en la agricultura	4
1.5.2 Relación del cambio climático con plagas agrícolas	7
1.5.2.1 Efectos del cambio climático sobre insectos plagas.....	7
1.5.2.2 Efectos del cambio climático sobre enfermedades fungosas, bacterianas y virales	11
1.5.2.3 El cambio climático y su influencia en las malas hierbas en cultivos	15
1.5.2.4 Factores climáticos en la incidencia y distribución en los nemátodos fitoparásitos en cultivos.....	17
1.5.2.5 La incidencia del cambio climático en el aumento de plagas en los cultivos.....	18
1.5.2.6 Ciclo de vida de plagas y la incidencia del cambio climático	19
1.6 Hipótesis.....	19
1.7 Metodología de la investigación.....	20
CAPÍTULO II	21
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.1 Desarrollo del caso.....	21

2.2 Situaciones detectadas.....	21
2.3 Soluciones planteadas.....	22
2.4 Conclusiones.....	24
2.5 Recomendaciones.....	25
BIBLIOGRAFÍA.....	26

INTRODUCCIÓN

La Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC), en su artículo 1, define "cambio climático" como un cambio en el clima causado directa o indirectamente por actividades humanas, que altera la estructura de la atmósfera global y se suma a la variabilidad climática natural observada a través de los años en periodos de tiempo comparables (Díaz 2012).

Gracias al impacto humano, la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera ha aumentado significativamente, perjudicando la agricultura y los ecosistemas naturales. Las concentraciones crecientes de dióxido de carbono interactúan con los componentes del clima, como la temperatura y la precipitación, que afectan el crecimiento y el rendimiento de las plantas en climas cambiantes (Ghini y Hamada 2011). El cambio climático ya está afectando los sistemas agrícolas en varias regiones del mundo. El informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático integra una lista de agroecosistemas con evidencia científica suficiente para tales impactos (Confalone *et al.* 2016).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) estima que las plagas y enfermedades destruyen hasta el 40 % de la producción agrícola mundial cada año, mientras que las enfermedades de los cultivos cuestan a la economía mundial más de 220 000 millones de dólares al año, y los insectos invasores al menos \$ 70 000 millones. Los impactos del cambio climático están alimentando infestaciones de plagas cada vez más destructivas, amenazando la supervivencia de los cultivos y cosechas. Esta es una situación que representa una amenaza creciente para la seguridad alimentaria y el medio ambiente (Naciones Unidas 2021).

Gran parte de la pérdida es causada por infestaciones de hongos e insectos plagas debido a los efectos del cambio climático. Las patologías pueden propagarse fácilmente a través del aire y otros componentes reproductivos físicos y abióticos conocidos, por lo que se ven favorecidas por temperaturas elevadas

que permiten el desarrollo de mecanismos reproductivos con una humedad adecuada (Garrett *et al.* 2009).

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1 Definición del tema caso de estudio

El presente trabajo de revisión bibliográfica consistió en compilar información sobre los efectos del cambio climático en la incidencia de plagas en los cultivos. Por medio del cual se buscó conocer cómo influye el cambio climático sobre los continuos ataques de plagas a los cultivos, así como también su efecto en el ciclo biológico de las mismas.

1.2 Planteamiento del problema

El cambio climático ha provocado un sinnúmero de limitaciones en la agricultura debido a sequías, inundaciones, aumento de temperaturas y aceleración del ciclo de vida de muchas plagas, que ocasionan graves daños a cultivos dedicados al autoconsumo de familias, así como también a cultivos sembrados a gran escala para su comercialización. Estos cambios del clima tienen gran relación con el crecimiento y desarrollo de las plagas agrícolas debido a que sus funciones vitales están estrechamente relacionadas.

Hoy en día, las plagas constituyen uno de los problemas más importantes para la agricultura, debido a las ventajas que ofrecen estas variaciones climáticas para estas y las desventajas que suponen sobre las plantas en comparación a sus patologías. Por ende, el ataque de plagas a los cultivos cada vez resultará más severo a medida que el clima vaya variando.

1.3 Justificación

La presente investigación bibliográfica se realizó con la finalidad de conocer con mayor profundidad los efectos del cambio climático en la agricultura, especialmente su relación con el incremento del ataque de plagas a los cultivos, considerando que su incidencia en la agricultura cada vez es mayor y más

destruccion, perjudicando en gran medida los ingresos de los agricultores y la seguridad alimentaria del mundo.

Además, se busca transmitir el conocimiento de este tema a agricultores, entidades educativas e investigativas y demás, sobre los efectos de las variaciones del clima en las plagas agrícolas.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Compilar información sobre los efectos del cambio climático en la incidencia de plagas en los cultivos.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar la importancia que tiene el cambio climático en el ataque de plagas en los cultivos.
- Establecer que cambios experimentan las plagas en su ciclo de vida a causa de las variaciones del clima.

1.5 Fundamentación teórica

1.5.1 El cambio climático y sus efectos en la agricultura

Guamán (2020) indica que, el cambio climático es el resultado del calentamiento global causado por la presencia de gases de efecto invernadero como el monóxido de carbono, el dióxido de carbono y el metano originados de fuentes naturales como las erupciones volcánicas, fuentes antropogénicas como los combustibles fósiles y la expansión agrícola, deforestación, etc. Debido a los efectos del cambio climático, en los últimos años se han presentado eventos climáticos extremos como los siguientes: lluvias torrenciales, incendios forestales, sequías, tormentas severas y/o frecuentes, olas de calor muy fuertes que afectan directamente a todos los sectores, especialmente a la agricultura.

López y Hernández (2016) manifiestan que, el clima es uno de los determinantes más importantes de la productividad agrícola; debido al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero, el cambio climático es casi inevitable y la agricultura debe adaptarse. Esto requiere no solo cambios en los tipos y mezclas de cultivos, sino también una mayor inversión.

Ocampo (2011) menciona que, los impactos potenciales en la agricultura estimados por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) incluyen mayores rendimientos en climas más fríos y menores rendimientos en climas más cálidos, daños a los cultivos, plagas y enfermedades, mayor riesgo de incendios y erosión. La contaminación del agua, el aumento de la demanda y la reducción de la disponibilidad de agua dulce son algunos de los impactos potenciales sobre los recursos hídricos.

Chávez-Caiza y Burbano-Rodríguez (2021) expresan que, la agricultura se ha visto afectada por el cambio climático reciente, pero su sistema de producción también ejerce presión sobre los recursos naturales. Así que es un tema agravante para ambos. No existen muchos estudios sobre la contribución de los procesos de producción de alimentos en todas sus etapas al cambio climático, pero en la etapa agrícola se sabe que el uso de los paquetes tecnológicos que es ofrecido por la Revolución Verde aporta entre un 11 % y un 15 % de emisiones de gases de efecto invernadero mundiales.

Reyes-Palomino y Cano Ccoa (2022) reportan que, se proyecta que el cambio climático afectará las funciones de los ecosistemas regionales que sustentan una vegetación extensa, según los modelos de nichos climáticos, que modelan las distribuciones de especies y los nichos ecológicos. Donde las especies responden al cambio climático a través de cambios en la morfología, el comportamiento estacional y la distribución geográfica. Estos cambios están mediados por respuestas plásticas y evolutivas, lo que conduce a cambios generalizados en la productividad, las interacciones entre especies, la susceptibilidad a la invasión biológica y otras características emergentes.

Giménez y Lanfranco (2012) divulgan que, “el cambio climático y la ocurrencia de eventos extremos (heladas, granizo, sequías) han cobrado tal precio al sector agrícola que muchas veces el sector tarda años en recuperarse de los daños que ha causado económica y financieramente”.

Lozano-Povis *et al.* (2021) informan que, a nivel latinoamericano, el riesgo de inundaciones se ha incrementado en los últimos años, siendo necesaria la construcción de muros de contención para minimizar el impacto en cultivos típicos como azúcar, arroz, cebada, papa y trigo. Sin embargo, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), no garantiza la conservación a largo plazo.

Mena *et al.* (2022) recalcan que, en el caso de Colombia, según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, los fenómenos meteorológicos extremos relacionados con el cambio climático están afectando la producción agrícola a nivel nacional. Lo anterior tuvo impactos significativos a escala regional debido a inundaciones, deslizamientos en tierras de cultivo, proliferación de plagas, cambios en los ciclos de cultivo y cambios en los patrones de precipitación y temperatura provocando una mayor estacionalidad en las áreas de producción.

De acuerdo con Toulkeridis *et al.* (2020), en Ecuador, los efectos del cambio climático son notorios. Por un lado, se intensifican los eventos climáticos extremos como los provocados por el ENSO. En particular, los eventos de El Niño desde 1982 - 83 y 1997 - 98 han causado grandes daños a los medios de supervivencia, la agricultura y la infraestructura. Además, el aumento del nivel del mar, que ha provocado inundaciones en los pueblos costeros y otras ciudades, se ha visto agravado desde entonces por el impacto de la ENSO.

Vega *et al.* (2020) manifiestan que, los impactos observados en Ecuador se reflejan en las percepciones biofísicas locales, incluido el derretimiento de los nevados andinos, el aumento de temperaturas, inundaciones, sequías, el aumento del nivel del mar y los impactos negativos en la producción y la biodiversidad.

López-Feldman *et al.* (2018) mencionan que, los impactos del cambio climático no son uniformes entre o dentro de los países. Entonces, si bien algunos países o regiones pueden beneficiarse inicialmente del cambio climático, la producción en todas las regiones del mundo podría verse afectada negativamente si el calentamiento continúa más allá de mediados del presente siglo. Por ejemplo, algunas estimaciones indican que la productividad en el sureste de América del Sur podría mantenerse o incluso aumentar hasta mediados de siglo, mientras que la productividad en América Central podría disminuir durante los próximos 15 años.

1.5.2 Relación del cambio climático con plagas agrícolas

1.5.2.1 Efectos del cambio climático sobre insectos plagas

Según Telenchana (2020), el cambio climático es un factor importante que afecta la abundancia de muchas especies de insectos, ya que puede afectar a las poblaciones de insectos al prolongar la temporada de crecimiento, cambiar el momento de aparición, aumentar la tasa de crecimiento y desarrollo, acortar el período de reproducción y reducir su mortalidad en la etapa invernal.

Secretaría de la CIPF (2021) plantea que, los cultivos están cada vez más sometidos a una mayor presión de plagas, enfermedades y malas hierbas debido a diversos factores, incluido el cambio climático. Ya en 1993, Matthiew P. Ayres dedicó un capítulo entero de su libro *Biotic Interactions and Global Change* a los cambios previsibles que provocaría el cambio climático en las interacciones entre plantas y herbívoros, y analizó los efectos que estos cambios tendrán sobre la plagas agrícolas y forestales.

El mismo autor expresa que, los impactos del cambio climático sobre las especies de plagas son complejos e incluyen efectos directos e indirectos, así como sus posibles interrelaciones. Los impactos directos e indirectos sobre las plagas incluyen: cambiar su distribución geográfica, como ampliar o reducir su área de distribución, o aumentar el riesgo de introducción de plagas; cambios en los fenómenos estacionales, como el momento de la actividad primaveral o el

momento de los eventos del ciclo de vida de la plaga con la planta huésped y sus enemigos naturales; y cambios en aspectos de la dinámica de la población, como la latencia y la supervivencia, las tasas de crecimiento de la población o el número de generaciones de especies policíclicas.

Según las Naciones Unidas (2021), el cambio climático está permitiendo que las plagas sobrevivan mejor el invierno, lo que puede acortar su período de latencia. Además, los cambios en los patrones del viento pueden afectar la propagación de plagas. Por ejemplo, los huracanes y otros fenómenos meteorológicos extremos pueden propagar aún más plagas y enfermedades.

Sociedad Española de Fitopatología (2019) destaca que, los hemípteros resultan muy susceptibles a cambios de temperatura debido a que, principalmente, poseen un periodo de vida bastante corto, y son un óptimo ejemplo de lo cual se sabe en ecología de poblaciones como R-estrategas. O sea, son especies que poseen una enorme capacidad para dispersarse, alta capacidad reproductiva y realmente bien adaptados para explotar nuevos hábitats. Este avance y expansión de la etapa de vuelo de pulgones, así como el aumento de especies aladas, incrementaría la incidencia de virus transmitidos por pulgones, como es la situación de los potyvirus, cucumovirus y los luteovirus, varios de ellos responsables de patologías graves en diversos cultivos como el tomate, el melón, la patata, cereales y varios otros.

Koppert (2018) plantea que, un incremento de 2 °C en la atmósfera multiplica por 5 los ciclos de reproducción en áfidos, o pulgones, los cuales inclusive en condiciones existentes tienen la posibilidad de llegar a proporciones altas inmediatamente debido a que una hembra es capaz de generar un total de 40 a 100 crías. Otros incrementos notables son las poblaciones de minadores en hortalizas y cereales, así como la tolerancia de la mosca blanca en cultivos de pepino y tomate contra sus procedimientos de control. Dichos incrementos también tienen lugar en otras plagas como las chinches y trips.

Hódar *et al.* (2012) mencionan que, el crecimiento en las temperaturas altera tanto a los insectos defoliadores como a las plantas, en los dos casos

adelantando la fenología y acelerando el metabolismo, así mismo si la contestación a aquel cambio es más inmediata en uno de los interactores, el otro va a tener inconvenientes. Si la planta crece más veloz, los defoliadores encontrarán tejidos más duros para ingerir en sus etapas iniciales de desarrollo, y usualmente perecerán; si, por otro lado, el insecto responde más velozmente, las etapas iniciales de su desarrollo encontrarán tejidos vegetales poco endurecidos y desarrollados, sobrevivirán bien e infligirán graves perjuicios a las plantas.

Quesada-Moraga (2011) resalta que, de hecho, la temperatura que determina los coeficientes de crecimiento de los insectos plagas y sus plantas hospedantes puede determinar en última instancia los límites inferior y superior del rango de repartición del insecto herbívoro. En latitudes altas (tanto del sur como del norte) donde las temperaturas son frías, las plantas hospedantes crecen lentamente, lo que limita su uso como fuente de alimento por parte de los fitófagos, mientras que en las regiones más cálidas ocurre lo contrario, lo que hace que las plantas crezcan demasiado rápido. Solo en la parte central de este rango la fenología de la planta hospedera y el ciclo del insecto fitófago están completamente sincronizados.

Vázquez (2011) reporta que, un análisis llevado a cabo en Cuba pronosticó que en el tamaño que se haga el cambio climático, la especie de insecto *Thrips tabaci* (Lind.) resultará cada vez más favorecida en su desarrollo por las variaciones previstas en la temperatura y las precipitaciones. Los casos de más grande connotación son los picadores-chupadores (Hemiptera) y los raspadores (Thysanoptera), cuyo desarrollo de la población se beneficia con el crecimiento de la temperatura. Ello deriva en el incremento de la transmisión de patologías causadas por virus y micoplasmas, evidente en cultivos como los ornamentales, las solanáceas, los granos y ciertos frutales, entre otros.

Quesada-Moraga (2011) argumenta que, la temperatura puede producir variaciones en la duración de los ciclos vitales (coeficiente de desarrollo), voltinismo, densidad de población, tamaño, estructura genética, uso de la planta, así como repartición a grado local y geográfico, lo cual se asocia a colonización y extinción. Dichos efectos son más relevantes sobre especies de insectos aéreos,

expuestas a una más grande amplitud de cambios del medio ambiente, micro y macroclimáticos, que a las del suelo, donde sin lugar a dudas dichos cambios permanecen tamponados.

Naciones Unidas (2021) revela que, varias plagas, como el gusano cogollero, que se alimenta de un enorme conjunto de cultivos como el maíz, el sorgo y el mijo, y la mosca de la fruta Tephritid, que además de generar daños en la fruta, daña otros cultivos, ya se han propagado debido al clima más cálido. Sin embargo, no son las únicas, y otras epidemias como la de la langosta del desierto, la plaga migratoria más destructiva de todo el mundo, podrían modificar sus rutas migratorias y su repartición geográfica a causa del calentamiento global.

Quesada-Moraga (2011) señala que, generalmente, el crecimiento de la interacción C:N debido a la concentración atmosférica de CO₂ reduce la calidad alimenticia del material vegetal y puede producir cambios de comportamiento e inclusive disminución de los coeficientes de desarrollo en insectos fitófagos. Los trabajos hechos hasta la fecha indican que los insectos masticadores son más sensibles al crecimiento de la concentración de CO₂ que los insectos fitomizos, con aparato bucal picador-chupador.

Fereres (2018) indica que, en un análisis existente se vio que el impacto negativo de concentraciones altas de CO₂ sobre el desarrollo y fecundidad de *Myzus persicae* se debería a la reducción de la concentración de aminoácidos libres en las plantas crecidas bajo altas concentraciones de CO₂. En la situación de *Bemisia tabaci* parece que el alto CO₂ no crea un impacto negativo sobre su desarrollo, pero sí existe un impacto negativo en el incremento de la población de la mosca blanca, *Trialeurodes vaporariorum*.

Morales (2021) menciona que, distintas indagaciones han demostrado la fluctuación en la incidencia de plagas tanto en regiones templadas como en tropicales, similares a eventos de lapso de sequía y combinación de sequía y humedad relativa alta. Bajo condiciones de clima extremo el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) de Cuba, identificaron los posteriores inconvenientes fitosanitarios. Aparición de novedosas plagas a grado regional, cambios en los

ciclos de vida de las plagas, reducción de organismos benéficos y reducción en la efectividad de los mecanismos de control.

National Geographic (2018) indica que, “la acción de los insectos ocasionará pérdidas en los cultivos por dos causas: el crecimiento de las tasas metabólicas y de reproducción. En otras palabras: sería como poseer una considerable población de insectos, pero mucho más hambrientos”.

Chingal *et al.* (2016) expresan que, los insectos son organismos ectotérmicos, por lo que su desarrollo depende de las condiciones ambientales. Las temperaturas más altas generalmente aumentan las tasas de crecimiento y acortan el tiempo de desarrollo, sin embargo, existen dos umbrales limitantes: umbrales de desarrollo superior e inferior, por debajo o por encima de estas temperaturas, el desarrollo se interrumpe.

1.5.2.2 Efectos del cambio climático sobre enfermedades fúngicas, bacterianas y virales

Según Doody (2020), el clima es responsable del 80 % de los alimentos que comemos y del 98 % del oxígeno que inhalamos los humanos, las plantas son la primordial fuente de vida en la Tierra. Sin embargo, permanecen amenazados conforme con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, hasta el 40 % de los cultivos alimentarios se pierden todos los años gracias a plagas, esto referente debido al efecto negativo del cambio climático. Una vez que la patología estalla, las secuelas tienen la posibilidad de ser devastadoras. En la década de 1840, la Enorme Hambruna Irlandesa causada por patologías fúngicas causó la muerte de alrededor de 1 millón de individuos y la emigración de millares.

Grageda *et al.* (2014) afirman que, las enfermedades de los cultivos son una parte importante de la producción agrícola, ya que tienen el potencial de reducir significativamente el rendimiento de los cultivos. Estimaciones recientes indican una reducción del 12 al 13 % en los rendimientos anuales promedio de los ocho cultivos alimentarios e industriales más importantes, que en conjunto

representan más de la mitad de la tierra cultivable del mundo. Además, durante la última década, varias enfermedades reemergentes han causado ataques devastadores relacionados con ciertos cambios ambientales y tecnológicos en la producción de cultivos, incluso en países con las mejores tecnologías agrícolas.

Jiménez (2008) expresa que, entre las diversas variaciones de los factores climáticos asociados al cambio climático, los factores relacionados con la temperatura, precipitación y humedad ambiental, así como el aumento de la concentración de CO₂ atmosférico, son factores que tienen un mayor impacto en los componentes del triángulo de la enfermedad, y es probable que puedan determinar efectos más significativos en la incidencia y severidad a los cultivos.

Navas-Cortés (2018) plantea que, el cambio climático, debido a los cambios graduales en el clima y al aumento de la frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos, puede dar lugar a la aparición de enfermedades, por un lado, provocando la aparición de patógenos en zonas donde se encuentran las condiciones óptimas para su desarrollo, o proporcionando un ambiente favorable para el establecimiento de patógenos foráneos en nuevas áreas.

Con base a la Sociedad Española de Fitopatología (2019), el conocimiento actual indica que, potencialmente, los cambios ambientales asociados con el cambio climático podrían conducir a cambios en: (i) el ciclo de vida de los patógenos; (ii) desarrollo de la patogenia; y (iii) la fisiología de las interacciones planta-patógeno. Estos cambios pueden afectar: (a) la distribución geográfica de los patógenos; b) incidencia y seriedad de la enfermedad y pérdidas de rendimiento resultantes de las patologías; y (c) la efectividad de las estrategias utilizadas para el control de la enfermedad.

Jiménez (2008) divulga que, las variaciones ambientales asociadas con el cambio climático pueden conducir a cambios significativos en la distribución geográfica de los patógenos de las plantas, según lo determinen los requisitos climáticos (p. ej., temperaturas máximas y mínimas, precipitación) para su supervivencia o la de sus vectores entre las estaciones de cultivo de sus hospedantes, y/o la existencia de estos últimos en áreas geográficas. Tanto la

expansión de los rangos geográficos de los patógenos como la de las especies cultivadas, favorecida por la tendencia al alza de las temperaturas, puede dar lugar a reencuentros de microorganismos patogénicos con plantas con las que no han co-evolucionado que generalmente determina el desarrollo de enfermedades devastadoras.

Garrett *et al.* (2009) mencionan que, las temperaturas elevadas pueden incrementar la patología provocada por oomicetos (pseudohongos asociados a medios acuosos), lo que puede ser un claro ejemplo de cómo pueden presentarse otras enfermedades provocadas por hongos. Si esto sucede, los efectos del aumento de las precipitaciones pueden empeorar la severidad de las enfermedades (enfermedades causadas por hongos y mohos), mientras que se desconocen las secuelas de otras enfermedades (enfermedades en las que el vector es un virus).

Morales (2021) resalta que, en particular, la virulencia de los patógenos que infectan los tejidos aéreos aumenta significativamente con la lluvia y la alta humedad. Por ejemplo, la virulencia del hongo *Sclerotinia sclerotiorum* aumenta con el crecimiento de la humedad del aire, y un incremento de patologías en las plantas de lechuga cuando la humedad relativa supera el 80 %.

Ortiz (2012) agrega que, aunque las altas temperaturas también pueden estar asociadas con un aumento en la presencia de plagas, la plaga más dañina del banano (la Sigatoka Negra) puede reducir su presencia en áreas de Centroamérica y otras regiones costeras del continente, ya que los cambios en el medio ambiente pueden tener efectos adversos sobre el patógeno (la baja humedad relativa y la escasez de precipitaciones inhiben su crecimiento).

Según Morales (2021), en cada interacción entre una planta y un patógeno, existe una temperatura óptima dentro del rango de la enfermedad, por lo que cada patógeno necesita una temperatura óptima para su crecimiento y desarrollo. Se ha encontrado que el patógeno *Puccinia striiformis* no puede causar infección en el laboratorio si se inocula en plantas de trigo a una temperatura constante

superior a 21 °C, mientras que en el campo la infección se produce incluso a temperaturas elevadas de 18 °C a 30 °C.

Sociedad Española de Fitopatología (2019) considera que, la mayoría de las bacterias fitopatógenas (*Pseudomonas*, *Xanthomonas*, etc.) que atacan las partes aéreas de las plantas requieren la humectación de los mencionados órganos para parasitarlos, por lo tanto, su infección podría reducir con el crecimiento del factor temperatura. Para las bacterias patógenas de raíces o bacterias cuyo hábitat es el suelo, no se esperan cambios significativos, más allá del efecto de la temperatura, ya que el riego requerido para el cultivo asegura condiciones óptimas de humidificación para estos patógenos.

Navas-Cortés y Landa (2016) mencionan que, es importante distinguir entre los diferentes efectos que se pueden producir sobre los hongos fitopatógenos en función de su tipo de alimentación; necrotrófica y biotrófica. Mientras que los primeros obtienen sus nutrientes del tejido muerto, los segundos obtienen sus nutrientes de las células vivas y mantienen interacciones profundas y sostenidas con sus huéspedes. Los factores climáticos que provocan o aceleran la muerte de los tejidos (alta temperatura y concentración de O₃) pueden favorecer la infección por hongos necróticos. Los factores climáticos que afectan el crecimiento de las plantas (niveles altos de CO₂, aumento de las temperaturas, sequía) pueden causar cambios en la fisiología del huésped y alterar la colonización del tejido del huésped por parte de biótrosfos.

Morales (2021) resalta que, la precipitación y el viento son factores que afectan directamente la dinámica poblacional, las tasas reproductivas y la supervivencia. Las fuertes lluvias hacen que las plantas sean más susceptibles al daño mecánico de sus órganos, haciéndolas más susceptibles al daño por patógenos y plagas. Además, el daño que se produce en las poblaciones de malas hierbas dentro de los cultivos provoca la redistribución en estos huéspedes. Además, bajo estas condiciones, las poblaciones de plagas pueden redistribuirse utilizando el agua y el viento como medios de dispersión.

Sociedad Española de Fitopatología (2019) manifiesta que, los vectores de virus de plantas se clasifican en siete de los 32 órdenes de insectos conocidos. El grupo Hemiptera constituye la mayoría de los insectos vectores de patógenos vegetales y transmite aproximadamente el 80 % de los virus transmitidos por insectos. Las temperaturas invernales promedio más altas aumentan la tasa de crecimiento de la población de muchos de estos insectos, expandiendo las poblaciones a nuevas áreas y aumentando las migraciones de primavera. Hay varios ejemplos que muestran que la aparición de nuevos patógenos de plantas está asociada con la introducción y propagación de vectores en nuevas regiones geográficas.

Bueso (2018) afirma que, el cambio climático provocará cambios en la morfología y fisiología de las plantas, lo que tendrá implicaciones en la sostenibilidad y el grado de resistencia genética a los vectores virales. Se anticipa que los virus emergentes transmitidos por vectores surgirán con mayor frecuencia y se propagarán a nuevas áreas, y las medidas de control serán más difíciles de aplicar debido a la dificultad de predecir las respuestas de los virus y sus vectores a los nuevos escenarios de cambio climático.

1.5.2.3 El cambio climático y su influencia en las malas hierbas en cultivos

De acuerdo con Fernández-Quintanilla y Barroso (2020), el cambio climático es el más importante reto a los que se enfrenta la humanidad, capaz de alimentar al mundo durante las próximas décadas. Desde 1950, CO₂, N₂O y el metano, los tres principales gases de efecto invernadero, está aumentando rápidamente, se ha observado un crecimiento exponencial de ellos mismos. Una gran parte de estas emisiones son producido por la agricultura y la ganadería. El aumento de temperaturas causadas por concentraciones más altas de gases en la atmósfera afectará a la agricultura de muchas maneras. Se estima que las pérdidas de rendimiento de los cultivos son mayores debido a las malezas que a las plagas o patógenos que generan pérdida potencial mundial 34 %.

González (2018) plantea que, los aumentos de temperatura relacionados con el cambio climático, los cambios en las precipitaciones y los aumentos en las

concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera afectarán particularmente a la flora de malezas y sus interacciones con los cultivos. Se manifestará en ciclos de vida, dinámicas de población, competencia con cultivos y cambios en la distribución geográfica.

Fernández-Quintanilla y Barroso (2020) expresan que, las hierbas malas deben ser incluidas en las estrategias para un clima cambiante de estrategias de mitigación y adaptación. Desde la perspectiva del cambio climático, las malas hierbas o malezas deberían continuar mejorando la eficiencia de uso de emisiones de carbono en la agricultura al maximizar la producción de biomasa y minimizar la producción de dióxido de carbono. Desde la perspectiva de la adaptación al cambio climático, el control de malas hierbas debe esforzarse por evolucionar prácticas efectivas para nuevos sistemas productivos.

Quinn (2021) sugiere que, la combinación de un control incompleto de malezas y estos eventos climáticos nos permite ver mayores pérdidas de cultivos que el clima severo. Lograr un control de malezas del 94 % al final de la temporada es una meta elevada. El clima severo puede afectar las condiciones de trabajo del campo y la efectividad de los herbicidas. Por ejemplo, si ocurre una sequía inmediatamente después de aplicar un herbicida de preemergencia, el producto químico no funcionará correctamente.

Kulasekaran *et al.* (2017) indican que, el efecto del cambio climático en la vegetación de malezas puede presentarse a modo de expansiones del rango geográfico (migración o introducción a novedosas áreas), alteraciones en los ciclos de vida de las especies y dinámicas de población. Hay una percepción general de que el cambio climático resultará en un patrón de aumento diferencial entre cultivos y malezas, debido a que las primordiales malezas de todo el mundo poseen la vía C4 y se volverán más competitivas, aunque esto ciertamente no es un tema sencillo gracias a la habituación de las especies malezas.

Clements y Jones (2021) mencionan que, recientemente, los estudiosos han centrado su atención en la contestación de las malezas invasoras a eventos climáticos extremos como tormentas, inundaciones y otros eventos climáticos

poderosos asociados con el cambio climático. Los eventos de inundación tienen la posibilidad de mejorar en enorme medida la propagación de malezas invasoras que ya permanecen adaptadas para propagarse por medio de semillas o fragmentos vegetativos.

1.5.2.4 Factores climáticos en la incidencia y distribución en los nemátodos fitoparásitos en cultivos

Archidona-Yuste (2018) informa que, varios estudios han revelado efectos significativos de los gradientes ambientales y agronómicos con relación al cambio climático sobre la prevalencia de nemátodos en diferentes sistemas agrícolas. La mayoría de los estudios de cambio climático basados en la distribución espacial de las comunidades de nemátodos utilizan la diversidad alfa o gamma como variable descriptiva de la biodiversidad. Sin embargo, a diferencia de la diversidad beta, estos métodos no permiten probar hipótesis sobre la distribución de especies y los procesos de biodiversidad, ya que ignoran las características de las especies.

El mismo autor menciona que, en última instancia, el cambio climático antropogénico está vinculado a procesos locales y regionales que determinan patrones de diversidad de especies. Además, permite la evaluación de las unidades de muestreo y la singularidad ecológica de cada especie en función de su contribución a la variación global en las comunidades de especies entre sitios, es decir diversidad mediante el cálculo de índices.

Lezaun (2016) considera que, algunas especies de nematodos atacan y parasitan a animales y humanos, y pueden causar diversas enfermedades. El resto se puede dividir en diferentes grupos dietéticos en función de sus hábitos alimentarios: saprófagos, omnívoros, carnívoros y fitoparásitos. Aunque todos ellos pueden tener algún impacto en la producción agrícola, los "nematodos fitoparásitos" son el grupo más importante por sus efectos patogénicos. El crecimiento de nematodos en el suelo se ve afectado por suelos tratados incorrectamente debido a la humedad, aireación, temperatura del suelo, plantas

en contacto con el suelo y material de propagación vegetativa infectado todo esto relacionado con los cambios climáticos.

El mismo autor expresa que, las condiciones favorables son: suelo ligero, humedad y temperatura óptima. 25 a 30 °C es ideal para el crecimiento y desarrollo de los nematodos de la raíz. Temperaturas por debajo de los 15 °C o por encima de los 33 °C detienen el desarrollo de las hembras inmaduras. Los nematodos de hojas y tallos se introducen comúnmente en esquejes y cultivos de raíces en épocas de invierno, los cuales han sido de mayor intensidad en los últimos años debido al deshielo de polos y aumento de aguas en mares y ríos; debido al uso extensivo de medios de cultivo sin suelo, son más destructivos cuando los cultivos de invernadero se infectan temprano en el ciclo de producción y pasan a través del suelo contaminado.

1.5.2.5 La incidencia del cambio climático en el aumento de plagas en los cultivos

Doody (2020) manifiesta que, en referencia con las plagas y su relación con el cambio climático se ha analizado que a medida que aumentan las temperaturas y las precipitaciones, aumenta el crecimiento y la reproducción de algunas especies de plagas y destruye las plantas hospedantes al eliminar los huevos y las larvas. Esto puede explicar por qué muchas plagas se trasladan de los trópicos a áreas más templadas de acuerdo con el aumento de temperatura debido a las variaciones climáticas. A las plagas les gustan las temperaturas cálidas, pero solo por un tiempo. Si el clima es demasiado cálido o demasiado frío, la población crecerá más lentamente.

El mismo autor plantea que, debido a que las regiones templadas actualmente no son la temperatura óptima para la plaga, se espera que las poblaciones en estas regiones crezcan más rápidamente a medida que las temperaturas se eleven. Las investigaciones muestran que desde 1960, debido al aumento de las temperaturas, las plagas y enfermedades de los cultivos se han desplazado una media de 3 kilómetros al año hacia los polos norte y sur de la Tierra. A medida que acrecientan las temperaturas, se originan más esporas

debido al cambio climático, lo que puede provocar más infecciones y posiblemente cambios patogénicos a través de una evolución más rápida en relación con las plagas en los cultivos.

1.5.2.6 Ciclo de vida de plagas y la incidencia del cambio climático

Futurcrop (2022) considera que, el cambio climático afecta el desarrollo del ciclo de vida de todas las plagas, lo que dificulta la planificación del mejor momento para tratamientos más efectivos. El cambio de clima presenta una relación inversa entre la temperatura y el desarrollo de las plagas, pero lo mismo ocurre con el ciclo en todas, a mayor temperatura, menos días tarda la plaga en completar su ciclo de vida. Hace unos años, había cierta exactitud en las estaciones climáticas y los tratamientos de plagas se podían hacer de acuerdo con los días del calendario. Pero el cambio climático ha cambiado algunas cosas.

El mismo autor indica que, analizando la variación del estado climático en los últimos años, se puede observar que a medida que la temperatura varía entre 15 °C y 20 °C, disminuye el número de días necesarios para que la plaga complete su ciclo de vida. Hoy en día, el cambio climático con seres dañinos (plagas) en la agricultura es más difícil y aún más complicado actualmente, significa gastar dinero para dañar el medio ambiente y la salud humana. El tiempo óptimo de procesamiento solo se puede determinar mediante el uso de sistemas de monitoreo y calculadoras para las etapas de desarrollo de la plaga.

1.6 Hipótesis

Ha= el cambio climático tiene influencia en la incidencia de plagas en los cultivos.

Ho= el cambio climático no tiene influencia en la incidencia de plagas en los cultivos.

1.7 Metodología de la investigación

El presente trabajo de investigación se efectuó con información obtenida de medios físicos (libros) y digitales (artículos científicos, páginas y sitios web, tesis, bibliotecas virtuales y demás) que contengan información relevante y confiable del tema. La información recaudada fue analizada y resumida, con la finalidad de garantizar que el contenido de la presente investigación documental sea explícito y permita a los lectores una mejor comprensión del tema. Para alcanzar los objetivos planteados en este estudio se basa en el análisis de los efectos del cambio climático, en la incidencia de plagas en los cultivos mediante los aspectos teóricos.

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Desarrollo del caso

El presente trabajo de investigación bibliográfica tuvo como propósito compilar información acerca del efecto que produce el cambio climático en la incidencia de plagas en los cultivos, con la finalidad de establecer de qué manera están influyendo las variaciones del clima en la presencia de plagas en la agricultura. Debido a que las condiciones climáticas cada día están variando considerablemente y esta situación ha provocado que surja un incremento de ataques más frecuentes y severos de plagas, produciendo graves daños a los cultivos de interés económico y alimentario.

2.2 Situaciones detectadas

El cambio climático tiene gran influencia en las plagas agrícolas, debido a que dichas variaciones en el clima están estrechamente relacionadas con el crecimiento y desarrollo de insectos, nematodos, malezas y patologías ocasionadas por diferentes microorganismos como lo son hongos, bacterias y virus.

La temperatura es el principal factor del cambio climático que causa modificaciones en la manifestación de plagas en los cultivos, por lo tanto, el incremento de temperatura provoca grandes cambios en la biología de las mismas, generando alteraciones positivas y negativas en su crecimiento y reproducción.

El aumento en la temperatura causa efectos negativos en las afecciones ocasionadas por bacterias fitopatógenas de la parte aérea, porque al incrementarse este factor el tiempo de humectación disminuiría. Condición que requieren tales microorganismos para infectar a las plantas.

Los periodos de sequías favorecen la reproducción de insectos pertenecientes a los órdenes Hemiptera y Thysanoptera.

Los factores viento y precipitación son vinculados mayormente como medios de propagación, ya que ambos benefician la distribución de especies plagas hacia otras regiones e inclusive de continente hacia otro continente, siendo grandes responsables de la diseminación de plagas hacia otras latitudes.

El incremento de CO₂ en la atmosfera induce a una pérdida del contenido nutricional de las plantas y en el consumo de algunos insectos, como por ejemplo en insectos masticadores. Los cuales son más sensibles al aumento de CO₂.

El cambio climático no solo tiene gran influencia en la dinámica poblacional de plagas, sino que también dificultan la implementación de los medios de control para las mismas.

2.3 Soluciones planteadas

El cambio climático sin lugar a duda es una de las problemáticas más complejas que enfrenta la agricultura, debido a los efectos nefastos que ocasiona a los cultivos desde una perspectiva directa e indirecta. Su interrelación con plagas agrícolas resulta ser muy fuerte, por lo cual todas aquellas variaciones que se manifiesten en el clima podrían generar una mayor incidencia y severidad del ataque de plagas.

Para afrontar el cambio climático se podría crear variedades resistentes no solo al ataque de plagas, sino que también se adapten a las exigencias climáticas que se presenten en cada región. Además, de promover la siembra de diversidad de cultivos en el área a ser cultivada, para promover la interacción de plagas con sus posibles controladores naturales.

Realizar estudios con énfasis en las etapas del ciclo de vida de las plagas y así identificar sus fases más vulnerables, para luego establecer métodos de control idóneos y efectuarlos en el tiempo indicado. Con el propósito de interrumpir su ciclo de reproducción y por lo tanto el incremento de su población.

2.4 Conclusiones

Luego del análisis realizado a la información recaudada en el presente trabajo de consulta bibliográfica, se concluye lo siguiente:

- El cambio climático es uno de los grandes responsables del incremento de ataques de plagas a los cultivos, de tal manera que su relación con la biología de los agentes dañinos de cultivos agrícolas está estrechamente relacionada.
- Las plagas agrícolas están reproduciéndose en tiempos más cortos, lo que se traduce en una mayor afectación a cultivos. Esto surge debido a que las variaciones climáticas propician a que su reproducción sea más corta, ya que factores climáticos como la temperatura están incrementando y posibilita que su ciclo de vida se acelere de manera exponencial.
- Estos cambios contribuyen a que las plagas se vuelvan más agresivas, difíciles de controlar y adquieran nuevas características que les permiten propagarse por varias latitudes, fomentando que cultivos de determinadas regiones experimenten ataques de plagas sumamente devastadoras.

2.5 Recomendaciones

En base al desarrollo del estudio se han determinado las siguientes recomendaciones:

- Que se haga uso de la biotecnología y de otras herramientas, para la realización de estudios y por lo consiguiente, la creación de cultivares que permitan minimizar los daños ocasionados por plagas y factores climáticos adversos.
- Que se otorgue a los agricultores semillas de calidad de variedades resistentes a los ataques de plagas, para minimizar las pérdidas en la producción de cultivos a causa de las mismas.
- Realizar análisis sobre los efectos que tiene el cambio climático en el ciclo de vida de determinadas plagas, debido a que existe poca información sobre las mencionadas investigaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Archidona-Yuste, A. 2018. Factores climáticos y agronómicos que determinan la incidencia y distribución geográfica de nematodos fitoparásitos en olivar en Andalucía. (en línea). s.l., s.e. 1-556 p. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=233487>.
- Bueso, G. 2018. El cambio climático afectará a las estrategias de control de enfermedades y plagas (en línea). *Phytohemeroteca* :30. Disponible en https://www.phytoma.com/images/pdf/301_RyC_Encuentro_Phytoma_CC.pdf.
- Chávez-Caiza, J-P; Burbano-Rodríguez, R-T. 2021. Cambio climático y sistemas de producción agroecológico, orgánico y convencional en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo (en línea). *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales* . Disponible en http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-66312021000100149&lang=es.
- Chingal Castro, JP; Castillo Belalcázar, G; Salazar-Ortega, JA; Castro, J; Castillo, G; Salazar, J. 2016. Influencia de la temperatura sobre el ciclo de vida de la especie necrofaga *Compsomyiops arequipensis* Mello, 1968 (Diptera: Calliphoridae) (en línea). *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* :105-116. Disponible en [file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/119-Texto del artículo-474-1-10-20170109.pdf](file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/119-Texto%20del%20artículo-474-1-10-20170109.pdf).
- Clements, DR; Jones, VL. 2021. Evolución rápida de malezas invasoras bajo el cambio climático: evidencia actual y necesidades de investigación futuras. (en línea). *Fronteras en Agronomía* 3. Disponible en <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fagro.2021.664034/full>.
- Confalone, A; Vilatte, C; Lázaro, L; Roca, N; Mestelan, S; Aguas, L; Navarro, M; Sau, F. 2016. Parametrización del modelo CROPGRO-soybean y su uso como herramienta para evaluar el impacto del cambio climático sobre el

cultivo de soja (en línea). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias 48(1):49-64. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382846012013>.

Díaz Cordero, G. 2012. El Cambio Climático (en línea). Ciencia y Sociedad XXXVII(2):227-240. Disponible en <https://unhabitat.org/urban-themes/climate-change/>.

Doody, A. (2020). Adaptación y Mitigación del cambio climático (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.cimmyt.org/es/noticias/plagas-enfermedades-y-cambio-climatico-estan-vinculados/>.

Fereres, A. 2018. Impacto del cambio climático sobre los insectos vectores de patógenos de plantas (en línea). Phytohemeroteca (300):105-108. Disponible en https://www.phytoma.com/images/pdf/300_encuentro_cc_impacto_insectos_vectores.pdf.

Fernández-Quintanilla, C; Barroso, J. 2020. Impacto del cambio climático sobre los sistemas de gestión de malas hierbas (en línea). ITEA-Información Técnica Económica Agraria 5(116):396-404. Disponible en [https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2020/116-5/\(396-404\)ITEA_116-5_EXTRA.pdf](https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2020/116-5/(396-404)ITEA_116-5_EXTRA.pdf).

Futurcrop. 2022. El cambio climático y el momento de tratamiento de plagas (en línea, sitio web). Disponible en <https://futurcrop.com/es/blog/post/el-cambio-climatico-y-el-momento-de-tratamiento-de-plagas/>.

Garrett, KA; Forbes, GA; Gómez, L; Gonzáles, MA; Gray, M; Skelsey, P; Sparks, AH. 2009. Cambio climático, enfermedades de las plantas e insectos plaga (en línea). Cambio Climático y Adaptación en el Altiplano boliviano 0:71-98. Disponible en file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/CIP_78275_OA.pdf.

Ghini, R; Hamada, E. 2011. Impacto del cambio climático en plagas y enfermedades de las plantas en Brasil (en línea). Revista Mexicana de

Ciencias Agrícolas (2):195-205. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263121431003.pdf>.

Giménez, A; Lanfranco, B. 2012. Adaptación al cambio climático y la variabilidad : algunas opciones de respuesta para la producción agrícola en Uruguay * Adaptation to climatic change and variability: some response options to agricultural production in Uruguay Resumen Introducción (en línea). mexicana de Ciencias Agrícolas 3:611-620. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v3n3/v3n3a16.pdf>.

González Andújar, JL. 2018. Efecto del cambio climático sobre la distribución geográfica de las malas hierbas. (en línea). Phytohemeroteca (300):110-112. Disponible en https://www.phytoma.com/images/pdf/300_encuentro_cc_efecto_cc_malas_hierbas.pdf.

Grageda Grageda, J; Ruiz Corral, JA; Jiménez Lagunes, A; Fu Castillo, AA. 2014. Influencia del cambio climático en el desarrollo de plagas y enfermedades de cultivos en Sonora (en línea). Revista mexicana de ciencias agrícolas 5. Disponible en https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014001401913.

Guamán Pozo, JM. 2020. Índice de cambio climático y su afectación a la agricultura, caso de estudio canton Ambato (en línea). Quito, Universidad Politécnica Salesiana sede Quito. 1-89 p. Consultado 4 sep. 2022. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19187/1/UPS-TTS124.pdf>.

Hódar, JA; Zamora, R; Cayuela, L. 2012. Cambio climático y plagas: algo más que el clima (en línea). Ecosistemas 21:73-78. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54024838009>.

Jiménez Díaz, RM. 2008. Impactos potenciales del cambio climático sobre las

enfermedades de los cultivos (en línea). Phytohemeroteca . Consultado 4 sep. 2022. Disponible en <https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/203-noviembre-2008/impactos-potenciales-del-cambio-climatico-sobre-las-enfermedades-de-los-cultivos>.

Koppert. 2018. El cambio climático y sus efectos en las plagas y el control biológico | Koppert México (en línea, sitio web). Consultado 3 sep. 2022. Disponible en <https://www.koppert.mx/noticias-item/el-cambio-climatico-y-sus-efectos-en-las-plagas-y-el-control-biologico/>.

Kulasekaran, R; Matloob, A; Farhena, A; Singarayer Kumardas, F; Singh Chauhan, B. 2017. Malezas en un clima cambiante: vulnerabilidades, consecuencias e implicaciones para el manejo futuro de malezas (en línea). *Fronteras en la ciencia de las plantas* 8(95). Disponible en <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2017.00095/full>.

Lezaun, J. 2016. Nematodos Fitoparásitos (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/nematodos-fitoparasitos#:~:text=En el campo las enfermedades,general plantas débiles con pobre>.

López-Feldman, A; Torres, JM; Kerrigan Richard, G. 2018. Estimación del impacto del cambio climático sobre los principales cultivos de 14 países del Caribe (en línea). s.l., s.e. 1-81 p. Disponible en https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/44280/S1800988_es.pdf.

López Feldman, AJ; Hernández Cortés, D. 2016. Cambio climático y agricultura: Una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. (en línea). *El Trimestre Económico* 83(4):459-496. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/ete/v83n332/2448-718X-ete-83-332-00459.pdf>.

Lozano-Povis, A; Alvarez-Montalván, CE; Moggiano, N. 2021. El cambio climático

en los andes y su impacto en la agricultura: una revisión sistemática (en línea). Scientia Agropecuaria 12. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172021000100101&lang=es.

Mena Rentería, D; Espinosa, EM; Soler, PC; Cañón Ramos, M; Duarte, FS; Palacios González, JR. 2022. Probabilidad de fallas en el suministro de agua bajo la influencia del cambio climático: estudio de caso de la cuenca del río Balsillas (en línea). Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia . Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302022000200009&lang=es#B1.

Morales Pivaral, KR. 2021. El cambio climático y su relación con la fitopatología: Revisión de literatura (en línea). s.l., Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 62 p. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/7147>.

Naciones Unidas. (2021). Cambio climático y medioambiente (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://news.un.org/es/story/2021/06/1492762>.

National Geographic. 2018. Cómo el cambio climático multiplicará las plagas de insectos (en línea, sitio web). Consultado 3 sep. 2022. Disponible en https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/como-cambio-climatico-multiplicara-plagas-insectos_13127.

Navas-Cortés, JA. 2018. El cambio climático en enfermedades de cultivos en ambientes mediterráneos. Phytohemeroteca (300):63-66.

Navas-Cortés, JA; Landa, B. 2016. Repercusiones potenciales del cambio climático en las enfermedades de cultivos causadas por hongos y oomicetos (en línea). Phytohemeroteca :24-26. Disponible en https://www.phytoma.com/images/pdf/283_NOVIEMBRE_2016_IQS_CC_enfermedades_hongos.pdf.

- Ocampo, O. 2011. El cambio climático y su impacto en el agro - Climate Change and its Impact on the Agriculture (en línea). Revista de ingeniería - Scielo (0121-4993):115-123. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-49932011000100012&script=sci_arttext.
- Ortiz, R. 2012. El cambio climático y la producción agrícola (en línea). s.l., s.e. 1-36 p. Disponible en <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Economia-Desarrollo/99.pdf>.
- Quesada-Moraga, E. 2011. Plagas de insectos y cambio climático (en línea). Phytohemeroteca :21-31. Disponible en https://www.phytoma.com/images/pdf/232_PAC_plagas_y_CC.pdf.
- Quinn, L. 2021. ¿Crees que el cambio climático es malo para el maíz? Añadir malas hierbas a la ecuación. (en línea, sitio web). Disponible en <https://phys.org/news/2021-09-climate-bad-corn-weeds-equation.html>.
- Reyes-Palomino, SE; Cano Ccoa, DM. 2022. Efectos de la agricultura intensiva y el cambio climático sobre la biodiversidad (en línea). Revista de Investigaciones Altoandinas 24. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572022000100053&lang=es.
- Secretaría de la CIPF. 2021. Revisión científica del impacto del cambio climático en las plagas de las plantas (en línea). s.l., s.e. 88 p. DOI: <https://doi.org/10.4060/cb4769es>.
- Sociedad Española de Fitopatología. 2019. Cambio climático y Fitopatología (en línea). s.l., s.e. 94 p. Disponible en <http://sef.es/sites/default/files/publications/FITOPATOLOGÍA N°4.pdf>.
- Telenchana Paucar, NY. 2020. "Modelo predictivo del impacto del cambio climático sobre la distribución y abundancia de una especie de Noctuidae

asociada con el cultivo de maiz (*Zea mays*)” (en línea). s.l., Universidad Técnica de Ambato. 40 p. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31453/1/010> Tesis maestrías Cambio Climático - Telenchana Norma.pdf.

Toulkeridis, T; Tamayo, E; Simón-Baile, D; Merizalde-Mora, MJ; Reyes –Yunga, DF; Viera-Torres, M; Heredia, M. 2020. Cambio Climático según los académicos ecuatorianos - Percepciones versus hechos (en línea). Revista de Ciencias de la Vida 31. Disponible en http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-85962020000100021&lang=es#ref167.

Vázquez, LL. 2011. Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático (en línea). s.l., s.e. 75-101 p. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/286626651_Vazquez_L_L_Cambio_climatico_incidencia_de_plagas_y_practicas_agroecologicas_resilientes_pp75-101_En_Compiladores_H_Rios_D_Vargas_F_Funes-Monzote_Innovacion_agroecologica_adaptacion_y_mitigacion_del_c.

Vega Aguilar, SA; Malla Ceferino, CC; Bejarano Copo, HF. 2020. Evidencias del cambio climático en Ecuador (en línea). Revista Científica Agroecosistemas 8:72-76. Disponible en [file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/388-Texto del artículo-725-1-10-20200512.pdf](file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/388-Texto%20del%20articulo-725-1-10-20200512.pdf).