



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGROPECUARIA



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 AGROPECUARIA

TEMA:

Agricultura inteligente para enfrentar el cambio climático

AUTORA:

Génesis Lisbeth Zamora Silva

TUTORA:

Lcda. Martha Uvidia Vélez, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2023

RESUMEN

El presente estudio realizado se basa en la agricultura inteligente para enfrentar el cambio climático, la agricultura inteligente consiste en la incorporación de innovadoras tecnologías en las labores agrícolas. La implementación de dispositivos como drones, inteligencia compuesta, análisis de datos a gran escala, internet y satélites, entre otros. Se ha establecido como objetivo; utilizar la agricultura inteligente para enfrentar el cambio climático. La adopción de la tecnología agrícola contemporánea está ocurriendo a una velocidad tan acelerada que ya no se limita únicamente a las áreas desarrolladas, sino que también está disponible en las regiones en desarrollo. En cuanto a la metodología, se aplicó el método descriptivo con enfoque documental. Además, se ha evidenciado la utilidad de la agricultura inteligente para enfrentar el cambio climático donde se hallan ciertas prácticas que se basan en la inteligencia artificial. La implementación de tecnologías actualmente como el monitoreo constante en cuanto a las variaciones del clima y permite poder analizar el sistema de toma de decisiones de forma automatizadas que permita realizar una mejor gestión en cuanto a los recursos del área agrícola.

Palabras claves: Agricultura, Cambio Climático, Inteligencia Artificial, Tecnología.

SUMMARY

This study is based on smart agriculture to address climate change; smart agriculture is the incorporation of innovative technologies in agricultural work. The implementation of devices such as drones, composite intelligence, large-scale data analysis, internet, and satellites, among others. It has been established as a goal; to use smart agriculture to address climate change. The adoption of contemporary agricultural technology is occurring at such an accelerated rate that it is no longer limited only to developed areas but is also available in developing regions. In terms of methodology, the descriptive method with documentary approach was applied. In addition, the usefulness of intelligent agriculture to address climate change has been demonstrated, where certain practices are based on artificial intelligence. The implementation of current technologies such as the constant monitoring of climate variations allows to analyze the system of making automated choices that allow a better management of the resources of the agricultural area.

Keywords: Agriculture, Climate Change, Artificial Intelligence, Technology.

INDICE

RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
I. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 OBJETIVOS	5
1.4.1 Objetivo General	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
1.5 Línea de investigación	5
II. DESARROLLO.....	6
2.1 MARCO CONCEPTUAL	6
2.1.1 Agricultura inteligente.....	6
2.1.1.1 Ventajas de la agricultura inteligente	7
2.1.1.2 Tecnologías de agricultura inteligente	9
2.1.1.3 Retos de la agricultura inteligente.....	10
2.1.2 Agricultura inteligente para enfrentar el cambio climático.....	11
2.1.3 Impacto ambiental de la agricultura en el cambio climático	14
2.1.4 Prácticas agrícolas para disminuir la contaminación ambiental mediante la inteligencia artificial.....	14
2.1.7 Impacto ambiental de la agricultura en el cambio climático	18
2.2 MARCO METODOLÓGICO	20
2.2.1 Metodología de la Investigación	20
2.3 RESULTADOS.....	20
2.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	21
III. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN.....	24
3.1 Conclusiones	24
3.2 Recomendaciones	25

4. REFERENCIAS Y ANEXOS	26
4.1 Referencias bibliográficas.....	26
4.2 ANEXOS	29

I. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

La agricultura inteligente se ha transformado en un instrumento significativo para abordar los desafíos de la variación climática. A medida que el clima global continúa cambiando y volviéndose cada vez más impredecible, es fundamental adoptar prácticas agrícolas que sean sostenibles y resilientes. La agricultura inteligente envuelve la utilización de la tecnología avanzada y estrategias innovadoras para optimizar el beneficio de las siembras, reducir el impacto ambiental y adaptarse a las condiciones climáticas cambiantes. Estas tecnologías incluyen el uso de sensores, drones, sistemas de riego eficientes, agricultura de precisión y análisis de datos.

El proceso estratégico de la agricultura avanzada con el uso de tecnología no solo se basa en el progreso de la resiliencia en cuanto al método agrícola, sino que también hace frente a las variaciones que existen en el clima, además, accede de manera relevante en disminuir la contaminación, mediante un análisis efectuado se estima que este sector de la agricultura es el responsable de un 30% de las emisiones de gases. Es fundamental indicar que las aplicaciones de tecnologías en el riego por el sistema de goteo y el método de precisión en la agricultura puede optimizar el uso del agua y varios fertilizantes, disminuyendo considerablemente la exposición de estos productos sintéticos (Forero *et al.* 2020).

Mediante la ejecución de ciertas prácticas que sirven como proceso de conservación y del manejo correspondiente, se aplican técnicas de agricultura para la conservación, así mismo ayuda al proceso de sembrado, rotación del tipo de cultivos, apoya en la reducción de la erosión y optimiza la calidad del suelo, lo que a su manera aumenta la capacidad del uso y ante las variaciones climáticas extremas. Es fundamental adoptar estas prácticas que sirven como protección al medio ambiente, así como fortalecer la agricultura, el cuidado del suelo, reducen la contaminación ambiental, de esta manera se desarrolla la estabilidad del sistema de la agricultura para que sea más sustentable (Sordi 2021).

Además, la agricultura inteligente también ayuda a reducir el uso de productos químicos y fertilizantes, ya que se pueden aplicar de manera más precisa mediante el uso de tecnologías de detección y mapeo. Esto no solo reduce el embudo circunstancial, sino que además puede ahorrar costos a los agricultores. Es una solución para afrontar los retos de la variación del clima en la agricultura. Al optimizar la utilización de suministros para minimizar el impacto ambiental y adaptarse a las condiciones cambiantes del clima, esta práctica ayuda a garantizar la seguridad alimentaria y la sostenibilidad a largo plazo.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La agricultura se ha convertido en los últimos años los primordiales orígenes de daño del medio ambiente, debido a la emisión de los gases de invernadero (GEI) esto inciden significativamente en la profanación de gases y también en las variaciones climáticas. La agricultura responsable permite liberar una proporción de gases como el metano, dióxido de carbono, óxido nitroso, entre otros. Estas emisiones de gases provienen de manera diversas como la agricultura, manejo de estiércol, quema de biomasa y la formulación y aplicación de fertilizantes nitrogenados.

Otros de los problemas que se ha originado por la agricultura es la deforestación y variación del uso de suelo, el esparcimiento del suelo para realizar sembríos genera que se efectúa el proceso de deforestación, así como la variación de los ecosistemas como humedales, bosques entre otras áreas cultivables. Este proceso genera que existan otras complicaciones como la liberación de carbono almacenado en los árboles reforestados y esto se expande por el suelo generando complicaciones en las emisiones de CO₂. Es importante indicar que durante el proceso de la agricultura se consumen grandes cantidades de agua que es aplicada en los cultivos como riego y en otras actividades como la fumigación.

Se ha determinado que durante el proceso de arado intensivo en las zonas agrícolas se liberan grandes cantidades de carbono (dióxido de carbono) en la zona arada, la reducción de este componente en el suelo puede reducir la capacidad para que pueda ser utilizado como sumidero lo cual conlleva al aumento y aumento del CO₂. La utilización excesiva de fertilizantes puede ocasionar la emisión de óxido nitroso que es un potente gas que origina muchas complicaciones en la salud humana, por lo cual se debe tener cuidado y precaución al momento de utilizar este tipo de productos con altos niveles de nitrógeno.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El actual desarrollo investigativo se lo ha planteado en referencia a la agricultura inteligente para enfrentar el cambio climático, se justifica el desarrollo de este estudio, ya que permitirá analizar esta estrategia que se ha implementado para reducir las variaciones en el clima lo cual seguirá afectando de forma significativa la agricultura si no se realizan buenas prácticas. Dentro de la agricultura habrá cambios en los patrones climáticos, así como el aumento de la temperatura ocasionando que existan complicaciones no solo en el proceso de la agricultura, sino que también en la producción alimentaria para la población.

La agricultura inteligente utiliza tecnologías digitales como la agricultura de precisión, robots, big data, realidad aumentada, sensores y drones para gestionar y optimizar los procesos de producción agrícola. La agronomía en exactitud se refiere a cualquier cosa que haga que las prácticas agrícolas sean más precisas, optimizadas y controladas para la producción agrícola y ganadera. Un componente importante es el uso de las TIC y diversos elementos como hardware y software de automatización, vehículos autónomos y drones guiados por GPS, robots, sensores y muestreo de suelo.

El desarrollo de este trabajo investigativo servirá para todos los agricultores del país, que puedan aplicar estas estrategias importantes para reducir complicaciones en el medio ambiente. La agricultura inteligente es una respuesta necesaria y efectiva para enfrentar los embudos de la variación climática en la agronomía. Al utilizar tecnologías avanzadas, se busca adaptarse y mitigar los efectos del cambio climático, mientras se mejora la eficiencia, se conserva la biodiversidad y se garantiza la seguridad alimentaria.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Utilizar la agricultura inteligente para enfrentar el cambio climático.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Describir las prácticas agrícolas para disminuir la contaminación ambiental mediante la inteligencia artificial.
- Recopilar información sobre el impacto ambiental de la agricultura en el cambio climático.

1.5 Línea de investigación

La presente investigación está enfocada dentro de los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo de: Recurso agropecuario, ambiente, Biodiversidad y Biotecnología. La temática de la presente investigación es “La agricultura inteligente para enfrentar el cambio climático”, el mismo que se encuentra enfocado en la línea de investigación: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable y en la sublínea de: Agricultura sostenible y sustentable.

Este tema está articulado con el proyecto de Vinculación: Agroforestería y agroecología en sectores urbanos-rurales.

II. DESARROLLO

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Agricultura inteligente

De manera general, los propósitos de la agricultura inteligente consisten en la incorporación de innovadoras tecnologías en las labores agrícolas. La implementación de dispositivos como drones, inteligencia compuesta, análisis de datos a gran escala, internet y satélites, entre otros, confiere un carácter "inteligente" a la agricultura y cría de animales (Figura 1). Esto brinda a los agricultores la capacidad de optimizar sus tareas y lograr efectos más favorables. Como resultado, se reduce la dependencia del trabajo manual, se minimizan los gastos financieros y se incrementan los niveles de producción, lo que en última instancia conduce a una mayor rentabilidad en la industria agrícola (León 2019).

Figura 1 Agricultura inteligente y sostenible



Fuente: (Ganadero 2021)

La relevancia de la tecnología de vanguardia en la agricultura es más crucial que nunca. Conforme a las proyecciones más recientes, se anticipa un aumento

del 34% en la población mundial para el año 2050. Esto demanda un mayor rendimiento de los cultivos y un uso eficiente de los suministros. La complicación adicional del cambio climático agrava este panorama. En este contexto, la incorporación de métodos de trabajo eficientes se convierte en una necesidad imperiosa. Los provisos de productos y tecnología contemporáneos brindan a los agricultores la oportunidad de acceder a equipos y metodologías que optimizan prácticamente cada aspecto de sus labores, desde la supervisión de los campos y el uso de drones para la aplicación de pesticidas, hasta la creación de condiciones climáticas ideales en los invernaderos y la realización de la cosecha (Massruhá et al. 2020)

Es fundamental que los agricultores distingan entre la agricultura inteligente y la agronomía de exactitud. Mientras que la agricultura inteligente se apoya en herramientas avanzadas para lograr un proceso más previsible y efectivo, el conjunto de técnicas de la colonización tiene su enfoque en la obtención de mediciones sumamente exactas (Núñez *et al.* 2020).

2.1.1.1 Ventajas de la agricultura inteligente

Los progresos tecnológicos que está experimentando la industria agrícola en los últimos tiempos podrían tener un impacto revolucionario en la forma de operar, tanto para las pequeñas explotaciones como para las grandes corporaciones (Figura 2). La adopción de la tecnología agrícola contemporánea está ocurriendo a una velocidad tan acelerada que ya no se limita únicamente a las áreas desarrolladas, sino que también está disponible en las regiones en desarrollo (Conteratto *et al.* 2020).

Figura 2 Ventajas de la agricultura inteligente



Fuente: (Maher 2021)

De la misma manera que la tecnología digital simplifica múltiples tareas en el entorno del área de labor, puede tener un impacto significativamente positivo en las labores realizadas en el campo. En términos generales, la agricultura inteligente presenta las siguientes ventajas para los agricultores:

1. Acelera la recolección y el proceso de información.
2. Incrementa el nivel de claridad y exactitud.
3. Perfeccionamiento de la eficiencia en la elaboración.
4. Disminuye los gastos de elaboración.
5. Reduce la dependencia de trabajadores.
6. Agranda la productividad de los sembríos.
7. Merma el estrés de los obradores de máquinas agrícolas.
8. Simplifica la evaluación y previsión de riesgos.
9. Agiliza el examen de tareas y la producción de informes.
10. Induce la sustentabilidad (Montes *et al.* 2020).

2.1.1.2 Tecnologías de agricultura inteligente

Abarca una amplia gama de equipos y métodos diseñados para mejorar las operaciones agrícolas. Uno de los procesos más definidos en este campo es la inteligencia artificial, que tiene diversas diligencias en la agricultura actualmente. La inteligencia engloba todas las posibilidades que los aparatos electrónicos, sensores y computadoras pueden llevar a cabo con gran precisión, acceder a mejorar diversos tipos de actividades y beneficios. Cualesquiera de los ejemplos concretos y prácticos de diligencias en la agricultura son los siguientes (Ponte *et al.* 2021):

- **Aprendizaje instintivo:** Posibilitan la anticipación de cambios climáticos, las variaciones en las normas de la superficie y del agua, el comprendido de carbono, la expansión de patologías y plagas, entre otros aspectos.
- **Sensores agrarios:** Estos dispositivos sensoriales ayudan a los agricultores a monitorear en tiempo justo las más mínimas modificaciones en las condiciones ambientales y en los cultivos.
- **Drones y satélites con cámaras:** Estos vehículos aéreos permiten a los agricultores generar mapas periódicamente actualizados y supervisar extensas áreas a distancia, eliminando la necesidad de presencia física en el terreno (Figura 3).
- **Análisis de datos:** La agricultura inteligente y el análisis de datos a gran escala son elementos interdependientes que resultan fundamentales para efectuar predicciones, planear sistematizaciones y concebir modeladores de negocio más fuertes.
- **Internet de las cosas (IoT):** La tecnología aprovecha la infraestructura (IoT) para integrar todas los equipos y recursos en un personal método. Los diversos dispositivos y programas logran compartir datos importantes de la manera más eficiente por programas o plataformas (Ramos 2020).

Figura 3 Uso de drones en la agricultura



Fuente: (Natl. Geogr., 2023)

2.1.1.3 Retos de la agricultura inteligente

A pesar de los numerosos beneficios que conlleva la agricultura inteligente y la aplicación de tecnología importante, es esencial estar consciente de los desafíos y aspectos desventajosos:

- **Conexión a Internet limitada:** La utilización efectiva de las tecnologías de agricultura inteligente depende de una unión a internet estable, lo cual lamentablemente aún no está disponible en ciertos estados.
- **Falta de conocimiento:** La adopción de sistemas modernos implica la necesidad de aprender y comprender el funcionamiento específico. Algunos agricultores pueden no estar completamente familiarizados con las ventajas de emplear tecnologías de agricultura inteligente o carecer de habilidades para utilizarlas de manera eficiente.
- **Falta de estandarización:** La diversidad de proveedores y fabricantes de equipos puede dificultar la creación de un sistema cohesivo, ya que sus productos podrían carecer de compatibilidad entre sí. La integración fluida

de dispositivos y software requiere una estandarización de las tecnologías empleadas.

- **Limitaciones de escalabilidad:** Es fundamental que tanto los agricultores pequeños como las grandes corporaciones puedan acceder a las mismas tecnologías, adaptadas a diferentes escalas. Soluciones fácilmente escalables serían esenciales para facilitar una expansión ágil y eficiente de la producción (Ramírez 2020).

Al considerar la implementación de sistemas inteligentes, tanto los agricultores como los proveedores de servicios deben tomar en consideración los desafíos previamente mencionados en la agricultura inteligente y esforzarse al máximo para reducir su influencia en la producción (Figura 4).

Figura 4 Retos de la agricultura



Fuente: (Libelium, 2021)

2.1.2 Agricultura inteligente para enfrentar el cambio climático

El acrecentamiento de la sociedad global y los cambios en los hábitos alimentarios están generando un incremento en la petición de productos

alimenticios. Además, los recursos naturales, como la tierra, agua y biodiversidad, están siendo explotados de manera insostenible (Figura 5). La seguridad alimentaria se convierte en un reto cada vez más complejo, especialmente considerando que se espera que el mundo precise de desarrollar la producción de alimentos en un 70 % para el año 2050, a fin de sustentar a una población estimada de 9.000 millones de individuos a nivel global (Segui *et al.*2021)

Figura 5. Monitoreo de vegetación en campos de cultivos



Fuente: (EOS DATA 2019)

La situación se vuelve aún más compleja debido a la excepcional susceptibilidad de la agricultura en cuanto a las variaciones del clima. Los efectos adversos de cambio de clima se están evidenciando en términos de disminución de los rendimientos agrícolas y una mayor frecuencia de eventos climáticos extremos, lo que impacta tanto en los cultivos como en la cría de animales. Será imperativo realizar inversiones sustanciales en medidas de ajuste al cambio climático con el fin de conservar los niveles actuales de producción y alcanzar los incrementos requeridos (Leso *et al.* 2021).

La agricultura también desempeña un papel significativo en la contribución al desafío del cambio climático. Actualmente es responsable de generar aproximadamente entre 18.8% - 28.2% de la emisión de gases que afectan el medio ambiente. Si no se adoptan medidas, existe la posibilidad de que esta proporción aumente formidablemente, mientras otras secciones tienen aceleradamente sus emisiones. La agricultura inteligente en relación con el tiempo es un enfoque completado en la administración de entornos agrícolas (áreas de cultivo, crianza de animales, florestas y haciendas piscícolas) que se ocupa de 2 retos conectados: la confianza de la alimentación y variaciones del tiempo. Además, busca generar simultáneamente tres resultados directos:

- **Incremento en la producción:** generar una mayor cantidad de alimentos con el propósito de mejorar la seguridad y el aporte nutricional, además de elevar los ingresos de aproximadamente el 75 % de la población mundial en situación de pobreza, que se basan a actividades agrícolas.
- **Mayor resistencia:** disminuir la susceptibilidad ante condiciones de sequía, desastres, patologías y otros factores disruptivos, y fortalecer la cabida de ajuste y siembra frente a tensiones a largo plazo, como períodos de cultivos cortos y cambios en los patrones climáticos.
- **Reducción de emisiones:** esforzarse por lograr una disminución en la cantidad de emisiones de gases por cada unidad de caloría en los suministros, prevenir la tala de árboles de forma indiscriminada derivada de la actividad agrícola y buscar vías para la extracción de grafitos (Mátyás 2019).

Aunque la agricultura inteligente en relación con el tiempo se fundamenta en las instrucciones, métodos y fundamentos del área agrícola razonable que están disponibles en la actualidad, se diferencia en varios aspectos. En primer lugar, su enfoque se dirige de manera explícita a abordar el desafío del cambio climático. En segundo lugar, adopta un enfoque sistemático para considerar las concordancias y tramitaciones de responsabilidad entre producción, ajuste y remisión, con la intención de fructificar los beneficios derivados de lograr resultados que estén interconectados e integrados (Quinchanegua *et al.* 2019).

2.1.3 Impacto ambiental de la agricultura en el cambio climático

La agronomía tiene un índice significativo en el cambio climático en el medio ambiente, se determinan varias formas en que la agricultura contribuye a la variación climática, las muestras de gases tóxicos siendo la agricultura una fuente importante para emitir esos gases, además de aplicar los fertilizantes nitrogenados que causan una liberación de óxido nitroso, que origina el calentamiento global. La expansión de la agricultura a menudo conduce al proceso de la deforestación, debido a que se talan los árboles para tener mayores hectáreas de tierras para cultivarlas. La reducción de bosques incide en el cambio climático donde se liberen grandes cantidades de carbono que se encuentra almacenado en el suelo y árboles (Reyes y Cano 2022).

La utilización de fertilizantes y pesticidas en la agricultura logrando tener efectos negativos en el medio ambiente, los pesticidas logran aumentar contaminación del agua y causa una afectación en la vida acuática, esto logra el exceso de fertilizantes logrando contribuir la eutrofización de fuentes de agua, que logran tener consecuencias severas en el ecosistema. La conversión de tierra naturales en el proceso de cultivos logra alterar los ciclos naturales del agua y carbono lo que a su vez afecta el clima regional y mundial. Estos eventos logran tener un impacto negativo en cuanto a la seguridad alimentaria y accesibilidad de los alimentos (Lozano y Álvarez 2021).

2.1.4 Prácticas agrícolas para disminuir la contaminación ambiental mediante la inteligencia artificial

Mediante la implementación de las prácticas agrícolas orientadas a disminuir la contaminación ambiental donde se ha adquirido un enfoque en donde se integran la intervención de la inteligencia artificial. La combinación de estos enfoques logra tener un significativo potencial para abordar los desafíos ambientales que se encuentran relacionados con la utilización de plaguicidas y otros aspectos relacionados con la agricultura (Ribera 2022).

Para Beltran y Bernal (2022), las prácticas agrícolas que garantizan la conservación de recursos son:

- **Monitoreo y detección temprana:** En base al uso de sensores y métodos de monitoreo o controles automatizados, la inteligencia artificial podrá identificar y diagnosticar diferentes enfermedades o plagas que se puedan evidenciar de manera temprana en los cultivos.
- **Aplicación precisa de plaguicidas:** Mediante la inteligencia artificial se podrá calcular y ajustar la cantidad necesaria de plaguicidas en cuanto a la ubicación y densidad de las plagas que se hayan identificado. Permite que se aplique en exceso y, por ende, ayuda a controlar la liberación de químicos al medio ambiente.
- **Optimizar el riego:** La inteligencia artificial puede identificar los cambios climáticos y de esta manera analizar la humedad del suelo entre otros aspectos importante para analizar la cantidad de agua que se requiere en los cultivos, esto permitirá que se evite el desperdicio de agua y de esta manera la lixiviación de los plaguicidas hasta el agua y el suelo.
- **Rotación de cultivos y control de plagas:** Se podrá analizar la información actualizada para recomendar la rotación de los cultivos y de este modo aplicar estrategias que permita el manejo de plagas que disminuya el uso de plaguicidas de manera frecuente así mismo se analiza la prevención de posibles resistencias por parte de las plagas.
- **Predicción y reducción de riesgos en cultivos:** La inteligencia artificial puede analizar los posibles estados del clima y comparar los factores de riesgos que se pueden evidenciar de acuerdo con la propagación de patologías y plagas, así mismo permite seleccionar las medidas adecuadas para reducir los efectos en los cultivos.

La utilización de la inteligencia artificial en las prácticas agrícolas no solo posee un potencial para disminuir la contaminación ambiental que se relaciona con el uso excesivo de los plaguicidas, sino que además se promueve a una agricultura más resilientes y sostenible, mientras tanto, es necesario que se asegure la capacitación y accesibilidad necesaria para que los agricultores tengan la implementación de avanzadas tecnologías para el área agrícola (Monteiro *et al.* 2021).

2.1.5 Practicas de conservación de suelo

Según Carrasco (2021) las medidas de conservación del suelo están diseñadas para evitar pérdida por influencia del medio causante del deterioro. Estas destrezas son muy desemejantes y ajusta elegirlo en función del lugar donde se desarrolle. A veces es necesario utilizar varios ejercicios al mismo tiempo para obtener buenos resultados, entre ellos:

- **Cauces en curvas de horizonte:** Esto impide que la humedad fluya hacia abajo para arrastrar fácilmente las partículas de tierra hacia los surcos, que generalmente están sueltas cuando están listas para los cultivos.
- **Cunetas de penetración:** Estas zanjas recogen el agua que fluye cuesta abajo y por lo tanto no causa daños ya que el agua se va filtrando gradualmente en el suelo.
- **Muros:** son realizados a base de rocas que impiden que el agua escurra y arrastran consigo las partículas del suelo.
- **Las solanas y los pasillos:** Son cimentaciones de piedra construidas sobre el suelo, inclinada para formar una superficie horizontal sobre la cual se puede cultivar sin drenaje.
- **Barreras de vivas:** son filas de árboles o matas preparadas en encorvas de horizonte, su propósito es detener el escurrimiento de humedad y superficie en pendientes pronunciadas.

Mientras tanto para (Sánchez y Zárate 2021) indica que la conservación del suelo es significativa para lograr mantener la feracidad de la tierra, así como la prevención de la erosión, se puede garantizar la producción agrícola de forma sostenible a un largo periodo, se presentaron varias prácticas de conservación del suelo;

- **Rotación de los cultivos:** Es importante que se alterne los cultivos en una misma área, no es recomendable realizar el mismo sembrío cada año, esto permite prevenir que se agoten los nutrientes adecuados y que se disminuya la propagación de patologías y plagas.
- **Cobertura vegetal:** Es importante que se mantenga la vegetación en el suelo una gran parte del tiempo en el periodo anual es necesario que

mediante la siembra de los cultivos basados en leguminosas o cereales, porque estos protegen el suelo de la erosión y mejoran la estructura.

- **Conservación de restos de cosechas:** No elimines los restos del sembrío, posterior a la cosecha, dejar las secuelas en el área del cultivo que se pueda proteger la erosión y mantener una temperatura adecuada.
- **Utilización de abono orgánico:** Se debe usar diferentes abonos como estiércol, abono, para optimizar la estructura del suelo o área mediante el incremento de uso de materia orgánica, esto acrecienta la capacidad de poder almacenar gran cantidad de agua en el suelo.
- **Monitoreo y planificación:** Se efectuó un seguimiento regular de la salud del sembrío y análisis del área, así como el monitoreo basado en la erosión, mediante estos datos se pueden aplicar los manejos que garantizan la conservación a un extenso periodo en cuanto al cultivo.

Estas prácticas que se basan en la conservación del suelo o área de cultivo son importantes para lograr la productividad agrícola y se logra la prevención de la degradación del suelo, es importante y crucial que se realicen estas prácticas para una mayor sostenibilidad ambiental y seguridad alimentaria.

2.1.6 Importancia de las prácticas de conservación del suelo

Las experiencias de subsistencia de la tierra suelen tener una importancia debido a que la superficie es no renovable que se basa en un proceso lento durante el tiempo, la conservación del suelo evita la degradación y pérdida de este recurso importante para la producción de alimentos y de sostenibilidad para el medio ambiente. La agricultura depende de que exista un suelo fértil para el proceso de cultivo, la conservación del suelo permite que las áreas de la agricultura sigan con su productividad y sigan contribuyendo con la seguridad alimentaria. Las prácticas de conservación del suelo como la siembra asisten en la prevención de erosión del suelo que se origina por el agua y el viento. Esto permite crear una capa de protección del suelo y nutrientes para reducir la sedimentación (Salazar y Giraldo 2020).

El suelo juega un rol importante en la remisión de la variación climática, debido a que almacena gran parte de carbono orgánico, así como la degradación del suelo donde se libera una gran parte de carbono hacia la atmósfera lo que genera un calentamiento global. La conservación del área de cultivo o suelo permite un beneficio para los ecosistemas terrestres donde mantiene el hábitat y tiene la diversidad biológica de lo que se depende de ellos, es necesario indicar que la degradación del suelo donde puede tener efectos en la economía de forma negativa a un largo periodo, donde se reduce la producción del área agrícola donde acrecienta los costos de restauración del medio. La conservación del suelo permite que se promueva una agricultura mayormente sostenible. Es necesario indicar que estas prácticas son esenciales para la sostenibilidad del medio ambiente, seguridad en alimentos y protección de los recursos, desempeñan un rol importante en la preservación del entorno ambiental (Montenegro *et al* 2022).

2.1.7 Impacto ambiental de la agricultura en el cambio climático

Según, Rodríguez (2019) la agricultura en la actualidad tiene un rol importante en cuanto al cambio climático dado al impacto ambiental que generan, las actividades agrícolas tienen la contribución de contaminación, así como las variaciones de la calidad del suelo al momento de utilizarlo en los cultivos, esto genera un efecto directo en el cambio de las temperaturas y otras complicaciones vinculadas con las variaciones climáticas, varios de los impactos que se evidencian en la agricultura en el cambio climático, se detallan a continuación;

- **Exposición de gases al ambiente**

La agricultura es una fuente de emisión directa de gases que se originan de distintas fuentes, en el proceso de digestión del ganado, descomposición orgánica de los residuos y la utilización de fertilizantes nitrogenados.

- **Deforestación y variación del uso del suelo**

La agricultura con el pasar del tiempo se ha ido extendiendo lo que resulta en una incidencia directa de deforestación y conversión de distintas zonas como bosques y ecosistemas en áreas agrícolas. El proceso de deforestación origina una variación del carbono que se almacena en los árboles y el suelo.

- **Utilización de fertilizantes y manejo de desechos**

Al momento de utilizar fertilizantes u otros productos químicos en la agricultura a base de nitrógeno esto origina emisión de óxido nitroso lo cual causa afectación al ser humano por ser un gas potente. El inadecuado manejo de los desechos de los cultivos genera emisión de gas metano mediante su proceso de descomposición.

- **Variaciones en el almacenamiento de carbono**

El proceso de adopción de prácticas agrícolas como la degradación del suelo y la labranza sin control genera la reducción de la cabida de la tierra para acumular carbono, liberándose así de una forma ineficiente contribuyendo al aumento de gas en la atmósfera.

- **Alteraciones de los patrones climáticos**

Mediante las prácticas agrícolas se puede analizar la incidencia de los patrones climáticos originado por la variación en la utilización del suelo en los cultivos, alteraciones en los periodos hidrológicos y emisiones de gases, esto logra generar un resultado inadecuado para el área agrícola como inundaciones o sequías (Pérez *et al.* 2019).

2.1.8 La agricultura en el cambio climático

La agricultura se la cataloga como una posible estrategia de solución para disminuir la variación del clima y de la contaminación del ambiente, mediante la ejecución de ciertas prácticas que se realicen como evitar la tala innecesaria de árboles, preservar los diferentes árboles que puedan ser parte de la captación de carbono y evitar que sean expuestos en el ambiente y esto permitirá que haya menos contaminación para el suelo y subsuelo (BID 2023).

La variación climática es una de las relevancias a nivel mundial en las últimas décadas para agricultores, ambientalistas, economista y gobiernos buscan entender los daños que están causando a la agricultura, siendo parte responsable del cambio climático global. También puede abordarse adaptando las prácticas agrícolas tradicionales o extensivas a otros métodos agrícolas sostenibles y sustentables que no exacerban el cambio climático y que no se convierta en un problema en la agricultura (Ivanchuk 2022)

2.2 MARCO METODOLÓGICO

2.2.1 Metodología de la Investigación

En el presente estudio se ejecutó en referencia al proceso metodológico de indagación deductiva – inductiva; por lo que se precisó conseguir indagación de diferentes escritores con diferentes análisis encaminados al asunto de la tesina, pero conducentes al propio propósito establecido, dicha investigación se recopiló de varias fuentes como artículos, revistas, libros y otras fuentes seguras.

La indagación que se consiguió a lo extenso de la indagación fue descifrada y próspera con el propósito de poder facilitar la comprensión sobre la Agricultura inteligente para enfrentar el cambio climático, que aborda desafíos relacionados entre sí.

2.3 RESULTADOS

En referencia a los efectos que se han logrado evidenciar sobre la agricultura inteligente para enfrentar el cambio climático, se analizan que actualmente las tecnologías de inteligencia artificial en el proceso de la agricultura contribuyen a la reducción de la contaminación ambiental, las prácticas agrícolas habituales logran tener un sobreuso de varios químicos y recursos como el agua, lo que genera un proceso de contaminación para el agua y suelo.

No obstante, con la implementación de métodos inteligentes como el monitoreo constante, uso de sensores que optimizan y facilitan la utilización de fertilizantes e insumos químicos (insecticidas, pesticidas y otros plaguicidas). Esto permite la disminución fundamental de la liberación de químicos que originan una afectación al medio ambiente, así como la optimización de riego y recursos que son importantes para el área agrícola. Estas prácticas permiten aprovechar la capacidad que tiene la inteligencia artificial en la actualidad para almacenar y analizar las informaciones para seleccionar las providencias correctas al momento adecuado para mitigar los impactos al medio ambiente mediante estas prácticas.

En cuanto a los algoritmos de la inteligencia artificial logran efectuar un análisis de informaciones recopiladas en tiempo real para poder tener una predicción sobre el clima, así como las enfermedades y plagas que se pueden presentar en los cultivos, esto permite que los agricultores tomen de forma correcta las decisiones informadas y de la manera en que se deben realizar o efectuar las actividades agrícolas para mitigar los impactos ambientales. Por otro lado, se ha determinado que el uso de drones con cámaras son empleados para el uso de cultivo, monitoreo constante y recopilación de información del cultivo de una forma más detallada.

Mediante la ejecución de este estudio se ha detallado el embudo del ambiente del sector agrícola en la incidencia que tiene sobre el cambio climático, se ha analizado que las destrezas ejecutadas en el sector de la agricultura convencionales logran ser una fuente fundamental de gases. Otro de los procesos que inciden es la deforestación, combustión de biomasa, mal manejo de los residuos de la agricultura y la utilización de energía que inciden en las emisiones. De igual forma la agricultura inteligente en la actualidad tiene un contraste diferente a los años anteriores, donde se han optimizado los recursos y la utilización de la tecnología, logran reducir los impactos negativos para disminuir los niveles de carbono en los procesos agrícolas.

La agricultura posee un impacto ambiental de forma significativa en cuanto a variaciones del clima dado a la exposición de gases hacia el aire y la utilización de químicos en el suelo. Se debe adoptar las prácticas agrícolas de forma sostenible, así como la agricultura para conservación, además, se tiene en consideración la agroforestería y ganadería que es regenerativa, logran ser un aporte para reducir o mitigar los impactos negativos que se producen en el cambio climático.

2.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En los resultados que se han logrado analizar se evidencia que la aplicación de la tecnología en la actualidad en el proceso de la agricultura inteligente permite

que se reduzca la contaminación al medio ambiente, los dispositivos que se utilizan en la agricultura permiten el monitoreo constante, uso de sensores que optimizan y facilitan la utilización de fertilizantes e insumos químicos. Esto permite la disminución fundamental de la liberación de químicos que originan una afectación al medio ambiente, así como la optimización de riego y recursos que son importantes para el área agrícola.

Así mismo estas prácticas de agricultura inteligencia relacionada con la tecnología permite reducir el costo y contaminación de los sectores o áreas agrícolas, por ejemplo, en el uso de drones para fumigación y abonos, permite realizar una selección del área en donde echar el fertilizante o químicos que no permite la expansión a otras zonas o fuentes de ríos que pueden ser contaminadas, a diferencia de los métodos convencionales que generan mayor gastos y contaminación al ambiente.

De acuerdo con lo expuesto por (León 2019) donde indica que la agricultura inteligente brinda a los agricultores la capacidad de optimizar sus tareas y lograr resultados más favorables, permite que se reduzca la dependencia del trabajo manual, se minimizan los gastos financieros y se incrementan los niveles de producción, lo que en última instancia conduce a una mayor rentabilidad en la industria agrícola. En los resultados analizados en el estudio se evidencia que la agricultura posee un impacto ambiental de forma significativa en cuanto al cambio de clima donde se modifican la utilización del suelo. Se debe adoptar las prácticas agrícolas de forma sostenible, así como la agricultura para conservación.

En referencia con la implementación de sistemas de inteligencia tiene sensores y el monitoreo adecuado para mejorar la utilización de productos químicos lo que conlleva a la reducción habitual de la liberación de ciertos químicos que se dañan para el medio ambiente, así mismo se optimiza la eficacia para el riego y reduce el abuso de los recursos. La aplicación de tecnologías avanzada en el proceso de la agricultura logra que se realice una gestión eficiente y reducir el abuso de gases, estos hallazgos permiten la relevancia para adoptar nuevos

enfoques que sean innovadores y permitan sostener la conservación del medio ambiente.

Conuerdo con lo descrito por Ponte (2021). Donde indica que la inteligencia artificial engloba todas las posibilidades que los aparatos electrónicos, sensores y computadoras pueden llevar a cabo con gran precisión, acceder a mejorar diversos tipos de actividades y beneficios. Posibilitan la anticipación de cambios climáticos, las variaciones en las medidas de la superficie y del agua, el comprendido de carbono, la expansión de patologías y plagas, entre otros aspectos.

Mediante la recopilación de datos en cuanto al impacto que origina la agricultura en el cambio climático, se analizan los detalles como las prácticas habituales en la agricultura que logran tener una importante fuente de ciertos gases tóxicos, así mismo la quema de residuos de las plantaciones con combustible, la inadecuada utilización de agua y fuentes de energía que inciden en la afectación del medio ambiente. La inteligencia artificial en la agricultura tiene un contraste en el cual la optimización de recursos y utilización de varias tecnologías reducen la negativa para disminuir los daños ambientales.

Esto se relaciona con lo indicado por Quinchanegua (2019) y Massrubá (2020) donde mencionan que la agricultura inteligente en relación con el clima se fundamenta en las instrucciones, métodos y fundamentos de la agronomía sostenible que están disponibles en la actualidad, se diferencia en varios aspectos. En primer lugar, su enfoque se dirige de manera explícita a abordar el desafío del cambio climático. En segundo lugar, adopta un enfoque sistemático para considerar las sinergias y soluciones de compromiso entre productividad, adaptación y mitigación, con el propósito de fructificar los beneficios derivados de lograr resultados que estén interconectados e integrados.

III. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

3.1 Conclusiones

En el estudio analizado se han planteado las siguientes conclusiones, a continuación;

1. Se ha evidenciado la utilidad de la agricultura inteligente para enfrentar el cambio climático donde se hallan ciertas prácticas que se basan en la inteligencia artificial que se analiza como una estrategia efectiva para afrontar los inconvenientes de la variación del clima. La implementación de tecnologías actualmente como el monitoreo constante en cuanto a las variaciones del clima y permite poder analizar el sistema de toma de elecciones de forma automatizadas que permita realizar una mejor gestión en cuanto a los recursos del área agrícola.
2. Se ha descrito que las prácticas agrícolas para disminuir la contaminación ambiental mediante la inteligencia artificial que contribuye de forma significativa a la depreciación de la contaminación del ambiente en la agricultura, el proceso de la aplicación de tecnologías como la agricultura de precisión, así como el control, detección eficiente de plagas y patologías en sembríos. Además, se debe analizar utilizar menos la liberación de químicos usados como plaguicidas.
3. La agricultura y el cambio climático revela que, debido a las emisiones de gases ocasionados por la alteración y sobreuso del suelo, así como la deforestación y quema de biomasa causa afectaciones en el medio ambiente que genera calentamiento global, no obstante, se ha logrado reducir los impactos mediante estrategias de la inteligencia artificial en la agricultura y adoptar nuevas medidas.

3.2 Recomendaciones

En referencia a las conclusiones determinadas se han establecido las siguientes recomendaciones;

1. Es recomendable establecer una estrategia sólida que se adapte al proceso de agricultura y el cambio climático es importante para alcanzar el éxito, hay que lograr las medidas de adaptaciones hacia el cambio climático en la agricultura para mitigar las complicaciones y afectaciones negativas. Es necesario indicar que estas mitigaciones son fundamentales para todas las personas en general.
2. Se recomienda a los agricultores que se debe retener el dióxido de carbono y enfrentar la degradación de la tierra realizando el proceso de restauración del suelo usado para los cultivos desaparecidos. Es importante realizar la rotación de los cultivos para combatir con la degradación, de esta manera se disminuye la utilización de fertilizantes u otros químicos que sean perjudiciales para el medio ambiente.
3. Es importante recomendar el uso adecuado del medidor de clorofila, sensores de humedad, sensores de nutrientes, hidrogel, riesgo telemático, tractores autónomos, robótica en la agricultura para disminuir los riesgos de contaminación ambiental, control de malezas con dispositivos láser, uso de GPS para el área de agricultura, aplicaciones móviles (plantix, plannet), drones para el proceso de fumigación y fotogrametría.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1 Referencias bibliográficas

- BID. (2023). Destaca potencial de la agricultura para el desarrollo inclusivo y sostenible de la región andina. Revista Banco Interamericano de Desarrollo, 1-13. Obtenido de <https://www.iadb.org/es/noticias/bid-destaca-potencial-de-la-agricultura-para-el-desarrollo-inclusivo-y-sostenible-de-la-agricultura>.
- Beltrán, M; Bernal, A. 2022. Biofertilizantes: Alternativa Biotecnológica Para Los Agroecosistemas. Revista Mutis 12(1). Doi: <https://doi.org/10.21789/22561498.1771>.
- Conteratto, C; Martinelli, G; Oliveira, L. 2020. Segurança Alimentar, Agricultura Inteligente E Sustentabilidade: O Estado Da Arte No Campo Científico. Journal on Innovation and Sustainability Risus 11(2). Doi: <https://doi.org/10.23925/2179-3565.2020v11i2p33-43>.
- Forero, N; González, R; González, C. 2020. Agricultura Climáticamente Inteligente (Aci) En Colombia: Diagnóstico Y Retos De Política Pública. Coyuntura Económica I.
- Ivanchuk, N. (2022). Agricultura Regenerativa: Camino A Un Futuro Seguro. Prácticas Agrícolas, 1-19. Obtenido de <https://eos.com/es/agricultura-regenerativa/>
- León, J. 2019. Impacto De Las Tecnologías Disruptivas En La Percepción Remota: Big Data, Internet De Las Cosas E Inteligencia Artificial. Revista Ud Y La Geomática 14.
- Leso, B; Valle, D; Falcão, D. 2021. O Papel Do Ecosistema De Inovação Para Desenvolver Uma Agricultura Inteligente. Exacta . Doi: <https://doi.org/10.5585/Exactaep.2021.17362>.
- Lozano, A., & Álvarez, C. (2021). Climate Change In The Andes And Its Impact On Agriculture: A Systematic Review. Revista Scientia Agropecuaria, 101-108.

- Massruhá, S Et Al. 2020. A Transformação Digital No Campo Rumo À Agricultura Sustentável E Inteligente. Agricultura Digital: Pesquisa, Desenvolvimento E Inovação Nas Cadeias Produtivas 1.
- Mátyás, B. 2019. La Importancia De Las Ti Strauss En La Agricultura Sostenible. Tierra Infinita 5(1). Doi: [Https://Doi.Org/10.32645/26028131.843](https://doi.org/10.32645/26028131.843).
- Monteiro, E; Mignoni, M; Kunst, R; Righi, R. 2021. Blockchain E Inteligência Artificial Associada No Controle De Packs Agrotóxicos. Revista Iberoamericana De Ciências Ambientais 12(12). Doi: [Https://Doi.Org/10.6008/Cbpc2179-6858.2021.012.0025](https://doi.org/10.6008/Cbpc2179-6858.2021.012.0025).
- Montenegro, S., Nieto, L., & Giraldo, R. (2022). Efecto de prácticas agroecológicas en la conservación del suelo de la zona de reserva campesina. *Revista Scielo*, 18(2), 17-34. doi:doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.8002
- Montes, L; Galeano, S; Sánchez, J; Villadiego, J; Guerrero, S. 2020. Agricultura Climáticamente Inteligente: Caso De Estudio Corregimiento Retiro De Los Indios, Cereté, Colombia. S.L., S.E., Vol.1.
- Núñez, D; Benavides, E; Rodríguez, G; Salazar, D. 2020. Propuesta De Una Plataforma De Bajo Costo Basada En Internet De Las Cosas Para Agricultura Inteligente. Cumbres 6(1). Doi: [Https://Doi.Org/10.48190/Cumbres.V6n1a5](https://doi.org/10.48190/Cumbres.V6n1a5).
- Pérez, P; Amado, J; Segovia, E; Conesa, C; Alarcón, J. 2019. La Degradación Ambiental Y Sus Efectos En La Contaminación De Las Aguas Superficiales En La Cuenca Del Río Conchos (Chihuahua - México). Cuadernos Geográficos 58(1). Doi: [Https://Doi.Org/10.30827/Cuadgeo.V58i1.6636](https://doi.org/10.30827/Cuadgeo.V58i1.6636).
- Ponte, D; Espinosa, A; González, S; González, C. 2021. Estado Actual Del Aprendizaje Automatizado Aplicado Al Internet De Las Cosas Para Automatizar Procesos Agrícolas. Revista Plus Economía 9(2).
- Quinchanegua, E; Pirazán, I; Lache, M. 2019. Las Buenas Prácticas Agrícolas. S.L., S.E. Doi: [Https://Doi.Org/10.15332/Li.Lib.2019.00131](https://doi.org/10.15332/Li.Lib.2019.00131).
- Ramírez, C. 2020. Aplicación Del Machine Learning En Agricultura De Precisión. Revista Cintex 25(2). Doi: [Https://Doi.Org/10.33131/24222208.356](https://doi.org/10.33131/24222208.356).

- Ramos, C. 2020. Agricultura Climáticamente Inteligente Y Cambio Climático: S.L., S.E. Doi: <https://doi.org/10.2307/J.Ctv18msp3k.11>.
- Reyes, S., & Cano, D. (2022). Effects Of Intensive Agriculture And Climate Change On Biodiversity. *Revista De Investigaciones Altoandinas*, 24(1), 53-64. Doi:<http://dx.doi.org/10.18271/Ria.2022.328>
- Ribera, T. 2022. Plan Estratégico De Salud Y Medioambiente. Ministerio Para La Transición Ecológica Y El Reto Demográfico .
- Rodríguez, N. 2019. La Contaminación Del Suelo, Una Realidad Oculta. Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura Fao .
- Salas, W., Grueso, S., & Bernal, D. 2020. Agricultura Sostenible Como Alternativa De Control Y Mitigación De Impactos Ambientales. Dtu Library.
- Salazar, M., & Giraldo, R. (2020). Prácticas agroecológicas de conservación del suelo en la zona de reserva campesina. *Revista Dialnet*, 17(2), 75-88. doi:doi.org/10.18041/1657-2815/
- Sánchez, R., & Zárate, E. (2021). Prácticas de conservación del suelo para desarrollar resiliencia ante el cambio climático. *Revista Redalyc*, 28(1), 1-87. doi:doi.org/10.30878/ces.v28n1a4
- Segui, G; Artilles, B; Brito, A. 2021. Propuesta De Servicio 5g Para La Agricultura Inteligente En Cuba. *Revista Cubana De Transformación Digital* 3(1).
- Sordi, V; Vaz, S. 2021. Os Principais Desafios Para A Popularização De Práticas Inovadoras De Agricultura Inteligente. *Desenvolvimento Em Questão* 19(54). Doi: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2021.54.204-217>.

4.2 ANEXOS

Anexo 1 Elaboración del plan de vuelo de fumigación de cultivos con dron.



Fuente: (Portal Frutícola 2020)

Anexo 2 Fumigación selectiva para reducir contaminación del suelo y fuentes de agua



Fuente: (Computerword 2022)

Anexo 3. Dron para fotogrametría



Fuente: (Fotografía Génesis Zamora 2023)

Anexo 4. Aterrizaje del dron



Fuente: (Fotografía Génesis Zamora 2023)