



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



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:

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

“Inteligencia artificial para determinar la incidencia y daño a causa de
organismos plagas en el cultivo de maíz”.

AUTORA:

Jenifer Narcisa Espín Pino

TUTORA:

Lcda. Martha Uvidia Vélez, MSc.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2023

RESUMEN

El maíz (*Zea mays L*), es un cultivo esencial en el mundo, con un impacto significativo en la alimentación humana, la alimentación animal, la industria y la economía. El objetivo propuesto fue determinar las principales Inteligencia Artificial usadas para la incidencia y daño de plagas en el cultivo de maíz. Las conclusiones determinaron que al examinar sus variables de entrada, los resultados producidos, el tipo de procesamiento y la evaluación, los sistemas de apoyo a la decisión pudieron caracterizar las técnicas de inteligencia artificial utilizadas en ellos. Las variables de entrada más comunes, junto con las variables vegetales en menor medida, son las variables climáticas. Además, se descubrió que pocos estudios ofrecían recomendaciones al agricultor, siendo los resultados más típicos en estos sistemas indicaciones a actuadores o visualizaciones de resultados; la agricultura se está digitalizando gradualmente. La aplicación de la inteligencia artificial a la agricultura, especialmente al cultivo de maíz, abre nuevas oportunidades para mejorar la explotación y la sostenibilidad de los recursos. La implementación de sensores y el uso de algoritmos para predecir comportamientos y recolectar datos son las herramientas e instrumentos utilizados en la agricultura con el objetivo de utilizarlos en el cultivo del maíz e identificar organismos nocivos que afecten el cultivo; el Ministerio de Agricultura y las instituciones relacionadas que apoyan a los medianos y pequeños agricultores deben establecer unidades que supervisen las tecnologías de inteligencia artificial utilizadas en la agricultura y fomenten la conectividad a nivel local porque las aplicaciones de la inteligencia artificial en la agricultura se están desarrollando rápidamente. rural, especialmente para reducir la prevalencia de plagas del maíz y así fomentar un uso más sostenible y eficaz de todos los recursos y la inteligencia artificial, especialmente el aprendizaje automático, debe estar incluida en la formación de los agropecuarios.

Palabras claves: drones, algoritmos, gramíneas, plagas.

SUMMARY

Corn (*Zea mays* L) is an essential crop in the world, with a significant impact on human nutrition, animal nutrition, industry and the economy. The proposed objective was to determine the main Artificial Intelligence used for the incidence and pest damage in corn cultivation. The conclusions determined that by examining their input variables, the results produced, the type of processing and the evaluation, the decision support systems were able to characterize the artificial intelligence techniques used in them. The most common input variables, along with plant variables to a lesser extent, are climatic variables. Furthermore, it was discovered that few studies offered recommendations to the farmer, with the most typical results in these systems being indications to actuators or visualizations of results; Agriculture is gradually becoming digital. The application of artificial intelligence to agriculture, especially corn cultivation, opens new opportunities to improve the exploitation and sustainability of resources. The implementation of sensors and the use of algorithms to predict behaviors and collect data are the tools and instruments used in agriculture with the objective of using them in the cultivation of corn and identifying harmful organisms that affect the crop; The Ministry of Agriculture and related institutions that support medium and small farmers should establish units that monitor artificial intelligence technologies used in agriculture and encourage connectivity at the local level because applications of artificial intelligence in agriculture are developing quickly. rural, especially to reduce the prevalence of corn pests and thus promote a more sustainable and effective use of all resources and artificial intelligence, especially machine learning, must be included in the training of farmers.

Keywords: drones, algorithms, grasses, pests.

CONTENIDO

RESUMEN.....	ii
SUMMARY	iii
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.....	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. General	5
1.4.2. Específicos	5
1.5. Fundamentación teórica	5
1.5.1. Generalidades del cultivo de maíz	5
1.5.2. Inteligencia artificial para la incidencia de plagas en maíz	7
1.5.3. Estudios recientes	12
1.6. Hipótesis	15
1.7. Metodología de la investigación	15
CAPÍTULO II.....	16
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	16
2.1. Desarrollo del caso	16
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo).....	16
2.3. Soluciones planteadas.....	17
2.4. Conclusiones.....	17
2.5. Recomendaciones	18
BIBLIOGRAFÍA	19

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L*), es un cultivo esencial en el mundo, con un impacto significativo en la alimentación humana, la alimentación animal, la industria y la economía. Su producción y consumo sostenibles son fundamentales para garantizar la seguridad alimentaria y el desarrollo económico en muchas regiones del planeta. En el Ecuador el cultivo de maíz es fundamental, desde el punto de vista alimentario como económico, cultural y ambiental. Su producción y consumo sostenibles son clave para garantizar la seguridad alimentaria, promover el desarrollo rural y preservar la diversidad biológica y cultural del país (Reyes 2017).

A nivel nacional la superficie sembrada de maíz duro seco fue de 240 201 hectáreas, con superficie cosechada de 228 868 hectáreas, con producción de 487 825 Tm. El maíz duro seco está localizado principalmente en la Región Costa. Las provincias de Los Ríos, Manabí y Guayas concentran el 86,7 % de la superficie total cosechada de este producto (INEC 2022)

El uso de la tecnología nos permite en los sectores presidir, mejorar y automatizar las tareas ayudando de esta manera la optimización de acciones para lograr y reducir el margen de error o niveles. Cada temporada los agricultores tiene que tomar más de 50 decisiones relacionadas con la cosecha y todos los elementos que la rodean. Cada decisión tiene un peso importante porque cada una de esas decisiones tiene una consecuencia económica directa. Es por ello que el uso de la Inteligencia Artificial y el Big Data va a ser fundamental para tomar decisiones con un alto porcentaje de eficacia en este sector (Jurado y Sánchez 2021).

La inteligencia artificial ha revolucionado muchos aspectos de nuestras vidas, y la agricultura no es una excepción. En el cultivo de maíz, es vital detectar y controlar las plagas y enfermedades que pueden afectar la producción. Una forma innovadora de abordar este desafío es mediante el uso de la inteligencia artificial. Además, la inteligencia artificial puede generar alertas tempranas cuando se detecte un brote o un aumento en la incidencia de plagas y enfermedades, lo que permite a los agricultores tomar medidas rápidas y efectivas para controlar la

situación (Andrade *et al.* 2017).

La inteligencia artificial ofrece una nueva perspectiva en la detección y control de plagas y enfermedades en el cultivo de maíz. Con algoritmos avanzados y análisis de datos, los agricultores pueden tomar decisiones informadas y oportunas para garantizar la salud y productividad de sus cultivos. La implementación de esta tecnología representa un avance significativo en la industria agrícola y promete beneficios tanto económicos como ambientales (Rodríguez 2017).

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente estudio trata acerca de la inteligencia artificial para determinar los grados de incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo de maíz. El cultivo de maíz (*Zea mays* L) presenta diversos problemas fitosanitarios para su producción, dentro de las principales se encuentran las malezas, enfermedades e insectos plaga.

1.2. Planteamiento del problema

La aplicación de la inteligencia artificial (IA) en la detección y control de plagas y enfermedades en el maíz puede tener algunos desafíos. La (IA) requiere grandes cantidades de datos para enfrentar los algoritmos y lograr una detección precisa de plagas y enfermedades en el maíz. Ya que estos pueden cumplir datos completos y etiquetados que puede ser difícil, ya que la recopilación de datos puede requerir mucho tiempo y esfuerzo, las plagas y enfermedades en el maíz pueden presentar una amplia variabilidad en su apariencia y síntomas, lo que dificulta reconocer nuevas cepas o variantes de plagas y enfermedades.

También se puede implementar sistemas de (IA) en entornos agrícolas puede ser un desafío debido a la disponibilidad limitada de infraestructura, como acceso a Internet y energía eléctrica. Además, los recursos financieros y técnicos pueden ser limitados en áreas rurales, lo que dificulta la adopción generalizada de soluciones basadas en IA, la recopilación y el uso de datos agrícolas, incluidos los relacionados con plagas, plantean preocupaciones éticas y de privacidad, importante garantizar que los datos se recopilen y utilicen de manera ética y segura a medida que avanza la investigación y la tecnología, es probable que se encuentren soluciones y enfoques para abordar estos desafíos.

1.3. Justificación

El cultivo de maíz enfrenta dificultades en la determinación precisa de los grados de incidencia de plagas y enfermedades. Los métodos tradicionales de monitoreo y diagnóstico manual requieren mucho tiempo y esfuerzo, y a menudo son propensos a errores. Esto lleva a una detección tardía de las plagas y enfermedades, lo que resulta en un control ineficiente y en pérdidas significativas en la producción.

Además, la identificación exacta de las plagas y enfermedades en sus diferentes etapas y grados de desarrollo es fundamental para tomar medidas preventivas o correctivas adecuadas. Sin embargo, debido a la complejidad de las interacciones biológicas en el campo y la variabilidad de los síntomas, es difícil para los agricultores detectar y evaluar con precisión la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos de maíz.

La aplicación de la inteligencia artificial en el manejo de plagas y enfermedades en el maíz tiene varias justificaciones importantes que nos permite identificar de manera temprana la presencia de plagas y enfermedades en los cultivos de maíz. Mediante el análisis de datos recopilados de diversas fuentes, como imágenes satelitales, sensores y cámaras instaladas en los campos, los algoritmos de inteligencia artificial pueden detectar patrones y anomalías que indican la presencia de plagas o enfermedades. Esto permite a los agricultores tomar medidas preventivas y rápidas para controlar la propagación y minimizar los daños.

La utilización de inteligencia artificial para determinar los grados de incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo de maíz ofrece beneficios significativos en términos de precisión, eficiencia, alertas tempranas, optimización del uso de pesticidas y mejora continua. Se justifican su implementación y prometen contribuir al éxito y sostenibilidad de la industria agrícola.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Determinar las principales Inteligencia Artificial usadas para la incidencia y daño de plagas en el cultivo de maíz.

1.4.2. Específicos

- Identificar los principales organismos plagas mediante el uso de la inteligencia artificial en el cultivo de Maíz.
- Señalar los beneficios de la inteligencia artificial en la detección de las plagas en el cultivo de Maíz.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Generalidades del cultivo de maíz

Malezas, enfermedades e insectos plaga se encuentran entre los principales problemas fitosanitarios que presenta el cultivo de maíz (*Zea mays* L) para su producción. Estos últimos destacan por el daño que causan y se estima que provocan pérdidas de rendimiento del 30%. estas se llevan a cabo desde el inicio de la cosecha hasta el almacenamiento del grano. (Hernández *et al.* 2019).

Como una de sus principales fuentes de ingresos, en los países latinoamericanos se practica la agricultura y se cosechan una variedad de frutas para la exportación. Es por ello que se encontraron numerosas plagas en cultivos que utilizan sistemas expertos. No hay duda de que estos sistemas ayudan a los agricultores a mejorar el manejo de los cultivos e incluso a cosechar cultivos de mayor calidad. fruta. (Samillan 2022).

En la región de la Sierra del Ecuador, donde se cultiva maíz, hay un aumento significativo en el consumo directo tanto de grano seco como

de maíz, así como de una amplia variedad de tipos, colores, texturas y formas de maíz. Con un rendimiento de sólo 1,63 t ha⁻¹ en grano seco, uno de los mayores inconvenientes del cultivo en la Sierra es su bajo rendimiento. (Caviedes *et al.* 2020).

"De todos los cereales, el maíz es el más productivo cuando se cultiva con riego o en condiciones climáticas favorables, y la rentabilidad aumenta cuando se utilizan cultivares mejorados y con un buen manejo" (Deras 2020).

En la región de la Costa o Litoral, el maíz amarillo duro se cultiva principalmente para la industria de alimentos balanceados, con una pequeña cantidad de maíz blanco duro para consumo humano fresco (choclo). Debido a los avances de la tecnología, la región Litoral o Costa y la Amazonía han visto un aumento en la producción y productividad del maíz amarillo duro en los últimos años. Esto ha reducido la necesidad de importar maíz y ha permitido que la nación satisfaga entre el 85 y el 90 por ciento de sus necesidades de granos, particularmente las de la industria avícola. (Caviedes *et al.* 2020).

Desde el momento de la siembra, el maíz ha estado expuesto a numerosos ataques de plagas. La climatología, la preparación del terreno, la rotación de cultivos y el control de malas hierbas son algunos de los principales factores que ayudan o dificultan la aparición de plagas y enfermedades en el cultivo. (Deras 2020).

Los efectos del cambio climático sobre la producción y la productividad agrícola, particularmente en lo que respecta a los cambios en los regímenes de lluvias, la sequía, el exceso de humedad y la redistribución geográfica de plagas de insectos y enfermedades, son aspectos que crean nuevos desafíos en la generación y desarrollo de nuevas técnicas para la producción de maíz porque se necesitan tecnologías que aumenten el rendimiento y la adaptabilidad a múltiples ambientes, la tolerancia y la resistencia. (Caviedes *et al.* 2020).

Numerosas plagas de insectos se aprovechan de los cultivos; como resultado, existe un grupo de polillas conocidas como gusanos cortadores, soldados, eloteros, barrenadores, etc. cuando aún están en estado larvario. , y son los que más daño causan; A continuación, están los escarabajos, que también se conocen como gusanos de la raíz, gusanos de alambre, gallinas ciegas, barrenadores de los granos y gorgojos. Le siguen en importancia el grupo de insectos que sirven como portadores de bacterias, hongos, virus y microplasma, que en algunas regiones de la nación pueden resultar en la pérdida total del cultivo. (Deras 2020).

1.5.2. Inteligencia artificial para la incidencia de plagas en maíz

En los últimos años, "la población mundial está cada vez más preocupada por el crecimiento demográfico y los problemas que trae consigo el cambio climático, como la pérdida de tierras cultivables y la dificultad de acceso a los recursos hídricos". (Brenes *et al.* 2020).

La inteligencia artificial (IA) es la capacidad de los sistemas informáticos para llevar a cabo funciones humanas (como aprender y pensar) que frecuentemente sólo son posibles a través de la inteligencia humana. Si bien la inteligencia artificial (IA) puede ser una herramienta útil para respaldar y mejorar nuestra experiencia, es importante tener en cuenta las limitaciones de la tecnología, la importancia de la interacción humana y la orientación en el proceso de aprendizaje. (Siche y Siche 2023).

Tanto el sector productivo como el de servicios de la sociedad actual han evolucionado como resultado de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Tecnologías relacionadas con la agricultura que repercuten en la explotación agrícola y en la comercialización posterior de productos agroalimentarios. Los drones, la informática de alto rendimiento, la cadena de bloques, la inteligencia artificial, la robótica y el Internet de las cosas se pueden utilizar para

mejorar la productividad agrícola, lo que en última instancia mejorará la sostenibilidad y la garantía de los productos. (Ramón 2020).

Sin embargo, como señala el mismo autor, estas TIC deben usarse respetando las leyes pertinentes porque también hablamos de datos, datos masivos, big data y responsabilidad, aspectos que no podemos ignorar al utilizar herramientas. desarrollado utilizando inteligencia artificial. (Ramón 2020).

La inteligencia artificial en agricultura, también conocida como "ciberagricultura", recopila datos de sensores, equipos agrícolas, imágenes de satélite, drones, teléfonos inteligentes, señales de radio y LORA (Long Range) y los transforma en información útil. (Melgar 2021).

Las geometrías globales hacen necesario el crecimiento de la población y se examinan las prácticas agrícolas con el fin de proporcionar soluciones novedosas para sostener y mejorar las actividades del sector. Todos los avances tecnológicos, incluido el análisis de big data, la robótica, Internet, la accesibilidad a sensores y cámaras económicas, la tecnología de drones e incluso Internet a gran escala con cobertura de campo, permitirán introducir la IA en la agricultura. dispersión geográfica. (Segovia *et al.* 2021).

Por lo tanto, tiene sentido estratégico que el sector tecnológico ayude al sector productivo a desarrollar herramientas que permitan a los agricultores producir altos rendimientos para abordar posibles problemas en el futuro. Utilizar métodos de inteligencia artificial (IA) en los procedimientos de toma de decisiones es una forma de lograrlo. En este sentido, se han reportado esfuerzos en la literatura, muchos de los cuales utilizan tecnologías de vanguardia como Internet de las cosas (IoT) y redes de sensores inalámbricos (WSN) para recopilar datos pertinentes sobre cultivos. (Brenes *et al.* 2020).

Una vez recopilados, los macrodatos se pueden utilizar en dispositivos

de inteligencia artificial para pronosticar eventos como el mal tiempo inminente que puede afectar los cultivos, las plagas o los cambios en el suelo provocados por la contaminación. Con una variedad de aplicaciones que se nos ocurren, esta nueva revolución tecnológica – la revolución inteligente– se utiliza en las zonas rurales y en la agricultura. El agricultor ampliará sus métodos de explotación en lugar de limitarlos a aquellos que excluyen el uso de la tecnología. (Ramón 2020).

El análisis predictivo y los sistemas de lógica difusa son los métodos de inteligencia artificial más frecuentemente reportados. Esto tiene sentido porque, en el primer caso, la lógica difusa permite que la combinación de variables de entrada produzca uno o más valores de producción (exactamente lo que se desea en la agricultura de precisión) y porque, en el segundo, los sistemas de apoyo a las decisiones en la agricultura de precisión tienen como objetivo pronosticar el comportamiento del crecimiento de las plantas o las condiciones del invernadero para que se puedan tomar medidas de control para optimizar el crecimiento y la producción. (Brenes *et al.* 2020).

Para los procesos de clasificación de daños causados por el gusano cogollero en la planta de maíz, se implementó el clasificador KNN, que es un algoritmo basado en una instancia supervisada del tipo Machine Learning. Se puede aplicar para predecir resultados (regresión, valores continuos) o categorizar muestras nuevas (valores discretos). Es la mejor manera de iniciarse en el campo del aprendizaje automático porque es un método sencillo. En esencia, clasifica los valores localizando los puntos de datos "más similares" (por proximidad) descubiertos durante la fase de entrenamiento y formando suposiciones sobre puntos nuevos basados en esa clasificación. (Bravo 2020).

Las principales aplicaciones de la inteligencia artificial en la agricultura incluyen el manejo general de cultivos, control de plagas,

enfermedades y malezas, riego y manejo del suelo, alertas e información meteorológicas, monitoreo y control de productos, estimación de rendimiento, seguimiento de mano de obra, seguimiento de cosechas, seguimiento de transporte, inventario de equipos, información para análisis de rentabilidad, análisis de sostenibilidad, control de costos, libros de campo, aplicaciones de campo, mercado de productos en tiempo real y precios de productos (Melgar 2021).

El uso de la IA en la agricultura se extiende a varias etapas del proceso, incluidas las que ocurren antes, durante y después de la cosecha. La producción de cultivos se puede mejorar con la ayuda de una serie de herramientas, incluidos drones, sensores remotos, sensores in situ, sistemas robóticos y más. (Naranjo 2021). Algunas de las aplicaciones a mencionar están:

- El monitoreo de cultivos implica inspeccionar rutinariamente el cultivo. ayudar a los agricultores a optimizar la producción de cultivos, ayudándolos a monitorear el desarrollo y brindarles un seguimiento adecuado. (Naranjo 2021).
- El monitoreo de cultivos implica inspeccionar rutinariamente el cultivo. ayudar a los agricultores a optimizar la producción de cultivos, ayudándolos a monitorear el desarrollo y brindarles un seguimiento adecuado. (Naranjo 2021).
- Sistemas Robóticos: incluye robots que realizan tareas específicas en los cultivos, como determinar la madurez de los frutos y si la cosecha está completa, así como controlar enfermedades a tiempo, así como robots recolectores, entre una amplia gama de aplicaciones. (Naranjo 2021).

La base científica que descubrimos para cada una de las aplicaciones que aborda ChatGPT ha demostrado que: Detección y prevención de enfermedades de las plantas desarrolló un modelo, basado en algoritmos de aprendizaje automático y aprendizaje profundo, que permite clasificar enfermedades en plantas en tiempo real; desarrollaron un modelo basado en redes neuronales convolucionales

profundas y el enfoque de aprendizaje por transferencia que permitió la identificación eficiente de enfermedades en las hojas de las plantas. Como resultado, la enfermedad de la planta se puede identificar temprano y se puede utilizar el tratamiento adecuado. (Siche y Siche 2023).

Generación de información basada en imágenes: la agricultura de precisión trabaja de la mano de imágenes capturadas por drones para ayudar en el análisis, seguimiento y escaneo de campos y cultivos. Cuando se combinan con una computadora, los datos obtenidos de drones y tecnología de visión pueden permitir a los agricultores tomar decisiones rápidas con respecto a la detección de enfermedades, plagas, identificación de radiación y manejo de cultivos en términos de riego, fertilización y otros factores. (Sepúlveda 2021).

La prevalencia de los insectos plaga y el daño que causan a los cultivos están influenciados por una serie de variables, incluidas las condiciones ambientales, la fenología de los cultivos y los hábitos de los insectos plaga, incluida su dieta y composición biológica. Por otro lado, se ha reportado que más de 70 especies de insectos plaga dañan el maíz. Estos insectos se pueden distinguir entre sí por su gran diversidad en términos de coloración, forma, tamaño o preferencia por cultivos concretos. Además, se pueden clasificar como plagas de granos, mazorcas, raíces o follaje dependiendo del daño que causan a la planta. (Hernández *et al.* 2019).

El aprendizaje automático es un tipo de aprendizaje que se basa en el análisis de datos y requiere capacitación para ser efectivo. Como resultado de este entrenamiento, la máquina producirá un modelo que tiene en cuenta los datos de entrada. (Sierra 2021).

Un sistema experto como SWI-Prolog, que utiliza predicados para construir la base de conocimientos y permite que el sistema se base en reglas de producción, también tiene una función de prevención que

alerta a los agricultores sobre posibles problemas de plagas. existen en sus cultivos, proporcionando información sobre ellos y una posible solución a este problema. La información proporcionada por este sistema inteligente permite resolver los problemas de control de plagas que enfrenta el sector agrícola además de servir como herramienta de prevención. Gracias a este inteligente sistema, los usuarios se beneficiarán de la información proporcionada, aumentando su productividad y previniendo posibles daños que podrían perjudicar sus cultivos. (Medina *et al.* 2021).

Para realizar las pruebas se obtuvieron principalmente imágenes RGB de plantas de maíz dañadas y no dañadas. Esto nos permitió utilizar técnicas de visión por computadora para identificar con precisión cada una de las imágenes y clasificarlas. mostrando algunos de ellos. (Bravo 2020).

El objetivo de la inteligencia artificial (IA) es estudiar y analizar el comportamiento humano en las áreas de comprensión, percepción, resolución de problemas y toma de decisiones para poder replicarlo mediante una computadora. computadora. De esta manera, la simulación de las actividades intelectuales humanas es donde se encuentran principalmente las aplicaciones de la IA. En la mayor medida posible, imitar los procesos mentales utilizando máquinas (generalmente electrónicas) y tal vez desarrollar la capacidad humana en estas áreas. (De La Cruz y Montaguano 2021).

1.5.3. Estudios recientes

La población mundial alcanzará los 10 mil millones de personas en el año 2050, y esto se traducirá en una demanda adicional de más de la mitad de los alimentos que se consumen hoy, según estudios recientes de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) . Debido a esta circunstancia, el sector productivo y la industria han estado trabajando en potenciar los

sistemas productivos con el fin de optimizar los procesos productivos e incrementar la producción. La agricultura de precisión es un enfoque que se está investigando en el sector agrícola y que tiene como objetivo producir más alimentos con menos agua y menos fertilizantes. (Brenes *et al.* 2020).

Según la investigación, los agricultores decidieron utilizar un sistema experto para tomar decisiones sobre la detección de plagas en sus cultivos debido al descubrimiento de plagas en los cultivos. Con la ayuda de este sistema, se puede realizar un diagnóstico preciso de la planta, se pueden disminuir los riesgos de daños a los cultivos y se proporciona información inmediata sobre el estado de la planta. (Samillan 2022).

El mismo autor también señala que estos cultivos presentaron hongos en los tallos, caracha, gusanos del suelo, minador, entre otros, producto del cambio climático, malezas, patógenos y artrópodos, luego de ser examinados mediante un sistema experto. Si bien es cierto, este tipo particular de plaga debilita la planta, reduciendo su capacidad de producción o provocando la pérdida de cosecha. El maíz fue sometido al sistema. IOPCience (Samillan 2022).

Según los estudios, un algoritmo de Matlab puede utilizarse para localizar y reconocer enfermedades de los cultivos, evitando daños a la industria agrícola en forma de pérdidas provocadas por ataques de plagas y enfermedades. El método implicaba cargar una imagen, preprocesarla cambiando su tamaño, segmentarla mediante filtrado de ruido, mejorar el contraste y convertirla de color a escala de grises. Para realizar el análisis se eliminó el área enferma y se utilizaron bosques aleatorios. (Sierra 2021).

Según un estudio diferente, el sistema de reconocimiento de imágenes aumentó el nivel de eficiencia por evaluación del 2% para la prueba previa al 23% para la prueba posterior, una mejora del 21%.

Como resultado, se ha afirmado que el sistema de reconocimiento de imágenes ha aumentado su nivel de efectividad mediante la evaluación para la detección de la plaga del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivos de maíz. (Baquedano y Palacios 2022).

Según los estudios, se logró una precisión de clasificación del 100 por ciento combinando métodos de inteligencia artificial (IA), como redes neuronales, y métodos de preprocesamiento de imágenes como la visión artificial de OpenCv. La red neuronal ayuda al agricultor a monitorear el cultivo de maíz sin necesidad de una supervisión constante, y cuando se detectan malezas, se genera una alarma que solicita al agricultor que vaya al cultivo y aplique fungicida. (Calderón 2022).

El autor también menciona que se puede aplicar a otros cultivos para implementar estrategias como la detección de bacterias, babosas, hongos y/o enfermedades de las plantas. Estas estrategias se pueden utilizar para adaptar el sistema a otros cultivos además de los de maíz. (Calderón 2022).

Otro estudio utilizó visión artificial para identificar plantas de maíz y diferenciarlas de las malas hierbas. Se descubrió que el principal problema era la falta de un conjunto de datos que pudiera utilizarse para realizar los experimentos necesarios para distinguir el maíz de las malas hierbas. Para crear su propio conjunto de datos, se recopilaron imágenes en 3 estados diferentes. (Gómez 2021).

Con base en las fases de experimentación con el conjunto de datos utilizado, es posible sacar la conclusión de que el uso de algoritmos tradicionales como Naive Bayes, Random Forest, K-nn, SVM y Backpropagation produjeron buenos porcentajes de precisión en los resultados de los experimentos. Sin embargo, es necesario realizar un preprocesamiento en las imágenes de maíz y malezas para

obtenerlas, lo que requiere de más recursos y tiempo computacional.
(Gómez 2021).

1.6. Hipótesis

Ho= No es importante la inteligencia artificial para determinar la incidencia y daño a causa de organismos plagas en el cultivo de maíz.

Ha= es importante la inteligencia artificial para determinar la incidencia y daño a causa de organismos plagas en el cultivo de maíz.

1.7. Metodología de la investigación

Este documento, que tiene un componente práctico, se creó recopilando todo tipo de información a través de investigaciones en los distintos sitios web, trabajos académicos, fuentes y bases de datos bibliográficas disponibles en plataformas digitales.

Dado que en el diseño de investigación del presente estudio no es posible la manipulación libre de variables y solo se observan eventos del mundo real de acuerdo con el desarrollo de la investigación, este diseño se conoce como no experimental.

La información será analizada, sintetizada y resumida con el objetivo de establecer información específica pertinente a este trabajo de investigación, que tiene como tema “Inteligencia artificial para determinar la incidencia y daño a causa de organismos plagas en el cultivo de maíz”, destacando su trascendencia y grandes líneas para la aceptación académica y social del lector.

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

El documento describe "inteligencia artificial para detectar la aparición y daño de organismos plaga en la producción de maíz".

La tecnología de inteligencia artificial podría cambiar la forma en que los agricultores protegen sus cultivos al detectar plagas y enfermedades de las plantas en sus primeras etapas. Pero el desafío es desarrollar herramientas que sean a la vez rentables y eficientes.

2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)

Las situaciones detectadas son:

- Aunque la IA ha mejorado significativamente el sector agrícola, en comparación con su potencial y sus impactos en otros sectores, todavía tiene un impacto por debajo del promedio en las actividades agrícolas convencionales.
- Dado que la IA tiene muchas limitaciones relacionadas con la implementación, como el tiempo de respuesta y la precisión, los requisitos de big data, el método de implementación, el alto costo de los datos y la flexibilidad, queda mucho trabajo por hacer para mejorar la agricultura e incorporar actividades relacionadas con la IA.
- El uso de sistemas sofisticados de IA tiene limitaciones relacionadas con la forma en que se gestiona y utiliza el equipo, así como con el conocimiento que tienen los empleados de la industria agrícola en estas áreas.
- Uno de los principales problemas de la IA es la conectividad porque algunas áreas carecen de la infraestructura física y tecnológica necesaria, acceso a

Internet de alta velocidad y energía confiable.

2.3. Soluciones planteadas

Las soluciones propuestas son:

- Está claro que el sector agrícola enfrenta una serie de dificultades, incluida la falta de control de plagas (insectos, enfermedades y malezas) y problemas con el monitoreo de las plantas causados por una mala gestión en diversos entornos de campo abierto y cerrado. Pero con la ayuda de la tecnología se puede mejorar el rendimiento, minimizando este tipo de problemas.
- Para facilitar que los productores se conecten a funciones operadas por IA, como sensores, drones, robots, etc., las empresas de Internet deben proporcionar ancho de banda viable a las comunidades rurales.

2.4. Conclusiones

Por lo expuesto se concluye:

- Al examinar sus variables de entrada, los resultados producidos, el tipo de procesamiento y la evaluación, los sistemas de apoyo a la decisión pudieron caracterizar las técnicas de inteligencia artificial utilizadas en ellos. Las variables de entrada más comunes, junto con las variables vegetales en menor medida, son las variables climáticas. Además, se descubrió que pocos estudios ofrecían recomendaciones al agricultor, siendo los resultados más típicos en estos sistemas indicaciones a actuadores o visualizaciones de resultados.
- La agricultura se está digitalizando gradualmente. La aplicación de la inteligencia artificial a la agricultura, especialmente al cultivo de maíz, abre nuevas oportunidades para mejorar la explotación y la sostenibilidad de los recursos. La implementación de sensores y el uso de algoritmos para predecir comportamientos y recolectar datos son las herramientas e instrumentos utilizados en la agricultura con el objetivo de utilizarlos en el cultivo del maíz e

identificar organismos nocivos que afecten el cultivo.

- El Ministerio de Agricultura y las instituciones relacionadas que apoyan a los medianos y pequeños agricultores deben establecer unidades que supervisen las tecnologías de inteligencia artificial utilizadas en la agricultura y fomenten la conectividad a nivel local porque las aplicaciones de la inteligencia artificial en la agricultura se están desarrollando rápidamente. rural, especialmente para reducir la prevalencia de plagas del maíz y así fomentar un uso más sostenible y eficaz de todos los recursos.
- La inteligencia artificial, especialmente el aprendizaje automático, debe estar incluida en la formación de los agropecuarios.

2.5. Recomendaciones

- Incentivar a los agricultores de maíz a utilizar programas de inteligencia artificial para encontrar soluciones a los problemas de infestación de plagas en la producción de maíz.
- Enseñar a los agricultores de maíz cómo utilizar las herramientas tecnológicas a su disposición para aumentar los rendimientos.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, F., Taboada, M., Lema, D., Maceira, N., Echeverría, H., Posse, G., Mastrángelo, M. 2017. Los desafíos de la agricultura argentina. *Satisfacer las futuras demandas y reducir el impacto ambiental*. INTA Ediciones. Argentina. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Ducasse/publication/322083906_Los_desafios_de_la_agricultura_argentina_satisfacer_las_futuras_demandas_y_reducir_el_impacto_ambiental/links/5a610fefa6fdccb61c50208c/Los-desafios-de-la-agricultura-argentina-satisfacer-las-futuras-demandas-y-reducir-el-impacto-ambiental.pdf
- Baquedano Córdova, L. F., & Palacios Periche, M. 2022. Detección de plaga cogollero (*Spodoptera frugiperda*) mediante un sistema de reconocimiento de imagen en cultivo de maíz, Tambogrande-Piura 2021. Disponible en https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/87699/Baquedano_CLF-Palacios_PM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bravo Reyna, J. L. 2020. Detección automática del daño causado por el gusano cogollero en la planta de maíz. Disponible en <http://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/1461/1/TESIS-JOSE-LUIS-BRAVO-REYNA.pdf>
- Brenes Carranza, J. A., Martínez Porras, A., Quesada López, C. U., & Jenkins Coronas, M. 2020. Sistemas de apoyo a la toma de decisiones que usan inteligencia artificial en la agricultura de precisión. Disponible en https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/81549/Brenes%2c%20Martinez%2c%20Quesada%20y%20Jenkins%20-%20RISTI_E28.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Calderón Meza, L. T. 2022. Desarrollo de un sistema de control de riego e identificación de malezas mediante inteligencia artificial para cultivos de maíz en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare. Disponible en http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5517/1/Calder%c3%b3n_2021_TG.pdf
- Caviedes, M., Carvajal-Larenas, F. E., & Zambrano, J. L. 2020. Tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays*. L) en el Ecuador. *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, (1). Disponible en

<https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/download/2588/3111?inline=1>

- De La Cruz Medina, K. F., & Montaguano Asimbaya, B. E. 2021. *Prototipo de inteligencia artificial para el análisis de suelos: caso de estudio plantas de maíz* (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)). Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8718/1/PI-001983.pdf>
- Deras Flores, H. 2020. Guía técnica: el cultivo de maíz. Disponible en <https://repositorio.iica.int/handle/11324/11893>
- Gómez Ramos, M. Y. 2021. Algoritmos para identificar plantas de maíz para automatizar la fertilización en México. Disponible en http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/136986/TesisYamir_Sep22_compressed.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernández-Trejo, Antonia, Estrada Drouaillet, Benigno, Rodríguez-Herrera, Raúl, García Giron, José Manual, Patiño-Arellano, Sara Alejandra, & Osorio-Hernández, Eduardo. 2019. Importancia del control biológico de plagas en maíz (*Zea mays* L.). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(4), 803-813. Epub 22 de mayo de 2020. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i4.1665>
- INEC. 2022. Resultados Nacionales con resúmenes Provinciales CNA 2000. Disponible en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>
- Jurado Rodríguez, E. A., & Sánchez Marcillo, M. J. 2021. Propuesta de un estudio de prefactibilidad para la fabricación de mermelada de pitahaya en la parroquia Laurel, del cantón Daule. Disponible en <http://repositorio.sangregorio.edu.ec:8080/bitstream/123456789/1961/1/JURADO%20RODRIGUEZ%20Y%20SANCHEZ%20MARCILLO%20-%20Trabajo%20titulaci%c3%b3n.pdf>
- Medina Carbó, Y., Santana Ges, I., Pelegrín González, B., Reinoso Castillo, I. 2021. Sistema experto para el diagnóstico de plagas y enfermedades en los cultivos de arroz, tabaco, tomate, pimiento, maíz, pepino y frijol. *Comité editorial*, 60. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Ailen-Estevez-Torres/publication/356835721_LA_GESTION_DEL_TALENTO_EN_LAS_UNIVERSIDADES_ESTUDIO_BIBLIOMETRICO/links/61c48f208bb20101843

0d068/LA-GESTION-DEL-TALENTO-EN-LAS-UNIVERSIDADES-
ESTUDIO-BIBLIOMETRICO.pdf#page=71

- Melgar, M. 2021. Inteligencia artificial aplicada a la agricultura. Disponible en <https://cengicana.org/files/20210730085600655.pdf>
- Naranjo Torres, J. 2021. Inteligencia artificial en la agricultura. Disponible en <https://nosmagazine.cl/columna/inteligencia-artificial-en-la-agricultura/>
- Ramón Fernández, F. 2020. Inteligencia Artificial y Agricultura: nuevos retos en el sector agrario. *Campo Jurídico (Online)*, 8(2), 123-139. Disponible en <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/160975/Ram%c3%b3n%20-%20Inteligencia%20artificial%20y%20agricultura%3a%20nuevos%20retos%20en%20el%20sector%20agrario.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reyes Toala, A. L. 2017. La producción de maíz y su impacto en el desarrollo económico de los habitantes de la parroquia Membrillal del cantón Jipijapa. Jipijapa-UNESUM. Disponible en <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/963/1/UNESUM-ECU-GESTION-2017-22.pdf>
- Rodríguez Rojas, L. A. 2017. Metamodelo para integración de datos abiertos aplicado a inteligencia de negocios. Disponible en <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/44552>
- Samillan Zapata, M. S. 2022. Inteligencia artificial, uso de sistemas expertos para el control de plagas en los cultivos: una revisión sistemática de la literatura. Disponible en https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/5806/1/TIB_SamillanZapataMonica.pdf
- Segovia, J. S. B., Rojas, F. A. D., & Quishpe, M. W. V. 2021. Estudio del uso de técnicas de inteligencia artificial aplicadas para análisis de suelos para el sector agrícola. *RECIMUNDO*, 5(1), 4-19. Disponible en <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/978/1672>
- Sepúlveda Casadiego, Y. 2021. Inteligencia artificial (IA) y sus aplicaciones en la agricultura moderna. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Yulian-Sepulveda-Casadiego-2/publication/344417581_Inteligencia_artificial_IA_y_sus_aplicaciones_en_la_agricultura_moderna_Artificial_intelligence_AI_and_its_applications_in_modern_agriculture/links/5f7372cb92851c14bc9fef9e/Inteligencia-artificial-

IA-y-sus-aplicaciones-en-la-agricultura-moderna-Artificial-intelligence-AI-and-its-applications-in-modern-agriculture.pdf

Siche, Raúl, & Siche, Nikol. 2023. The language model based on sensitive artificial intelligence - ChatGPT: Bibliometric analysis and possible uses in agriculture and livestock. *Scientia Agropecuaria*, 14(1), 111-116. Epub 17 de marzo de 2023. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2023.010>

Sierra Guzmán, V. Y. 2021. Algoritmo de detección de mosca blanca por medio de inteligencia artificial en las hojas de plátano. Disponible en <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/42374/vysierrag.pdf?sequence=3&isAllowed=y>