



**TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO**



## **TOPICOS DE IA**

### **TEMA:**

Uso de la IA para la detección, predicción y prevención de plagas

### **Alumnos:**

Alfonso Lara Torres

Jose Enrique Felix Esparragoza

### **Profesor:**

Zuriel Dathan Mora Felix

# Índice

1. Introducción .....	4
2. Objetivo General .....	5
3. Objetivos Específicos .....	6
4. Justificación .....	7
5. Alcance .....	8
6. Desarrollo.....	9
6.1. La Problemática Global de las Plagas y el Impacto de los Métodos Tradicionales .....	9
6.1.1. Consecuencias de las Plagas y del Control Químico en el Medio Ambiente .....	9
6.1.2. El Vínculo entre Plagas y Cambio Climático .....	10
6.2. La Introducción de la Inteligencia Artificial en la Agricultura .....	10
6.2.1. Un Nuevo Paradigma en la Agricultura de Precisión .....	10
6.2.2. Tecnologías Habilitadoras de la IA para el Control de Plagas .....	11
6.3. Detección de Plagas Utilizando la IA.....	12
6.3.1. Visión por Computadora para la Identificación de Amenazas .....	12
6.3.2. Sistemas de Monitoreo Automatizado y Remoto .....	12
6.4. Predicción de Plagas Utilizando la IA .....	13
6.4.1. Modelos Predictivos Basados en Datos Multimodales.....	13
6.4.2. Casos de Estudio y Ejemplos de Aplicación .....	14
6.5. Prevención de Plagas y Control de Precisión Utilizando la IA.....	14
6.5.1. La Pulverización Selectiva de Insumos.....	14
6.5.2. Robots y Sistemas Autónomos para el Control Físico.....	15
6.6. Ventajas Competitivas de la IA en el Manejo de Plagas Agrícolas .....	15
6.6.1. Aumento de la Eficiencia y Productividad .....	15
6.6.2. Sostenibilidad y Reducción del Impacto Ambiental .....	16
6.7. Retos y Limitaciones de los Modelos de IA en el Manejo de Plagas.....	16
6.8. Propuesta de Mejora para los Modelos de IA Existentes .....	17
7. Agenda.....	19
7.1. Fase 1: Fusión de Datos Multimodales e Integración de Fuentes .....	19
7.2. Fase 2: Desarrollo de Modelos con Aprendizaje Continuo .....	20
7.3. Fase 3: Creación y Adaptación de Bases de Datos Geográficamente Específicas .....	22
Conclusiones.....	24

Referencias.....	26
------------------	----

## **1. Introducción**

Las plagas representan un problema constante y significativo en la agricultura, con un impacto que puede ser devastador para la producción de alimentos y la economía. Se entiende por plaga a cualquier organismo (animal, vegetal o microorganismo) que genera un efecto negativo en los cultivos, ya sea por destrucción directa, transmisión de enfermedades o disminución de la calidad del producto (FAO, 2005, pág. 56). Esto puede manifestarse de diversas maneras: desde la destrucción directa de las plantas y la reducción de la calidad del producto, hasta la transmisión de enfermedades que comprometen la salud de toda la cosecha. La capacidad de las plagas para proliferar y expandirse depende en gran medida de las condiciones ambientales, lo que hace crucial la implementación de estrategias efectivas para su manejo.

A lo largo de la historia, la humanidad ha buscado diversas formas de combatir a estos organismos, y una de las más extendidas en la agricultura moderna es el control químico. El uso de pesticidas y plaguicidas se popularizó debido a su eficacia y rapidez para controlar infestaciones a gran escala. Sin embargo, esta dependencia de los químicos ha generado graves preocupaciones, como la contaminación ambiental, el desarrollo de resistencia en las plagas y los efectos nocivos en otros organismos y la salud humana.

Ante estos desafíos, la tecnología ha abierto nuevas puertas. En los últimos años, la inteligencia artificial ha surgido como una herramienta innovadora para el manejo de plagas, ofreciendo un enfoque más preciso y sostenible. Mediante el uso de la visión por computadora para identificar plagas en tiempo real o el aprendizaje automático para predecir su aparición, la inteligencia artificial permite a los agricultores tomar decisiones más informadas y aplicar tratamientos de forma más selectiva. Este avance tecnológico marca un paso importante hacia un futuro en el que el control de plagas sea más inteligente, reduciendo la dependencia de los químicos y promoviendo una agricultura más respetuosa con el medio ambiente.

## **2. Objetivo General**

El objetivo principal es promover el uso de la inteligencia artificial como una herramienta fundamental para el manejo de plagas agrícolas. Esto se busca a través de la implementación de sistemas que permitan la detección y prevención temprana de los organismos dañinos, antes de que causen un daño significativo. Al integrar la IA en los procesos agrícolas, se pretende lograr varios resultados clave:

- Optimizar la productividad: Al identificar y tratar las plagas de forma oportuna y precisa, se pueden proteger las cosechas, lo que se traduce en una mayor cantidad y calidad del producto final.
- Minimizar la dependencia de agroquímicos: La inteligencia artificial facilita el control de plagas de manera más selectiva y localizada. En lugar de aplicar pesticidas a todo el campo, los sistemas inteligentes permiten tratar solo las áreas afectadas, lo que reduce la cantidad total de químicos utilizados y mitiga sus efectos negativos en el medio ambiente.
- Impulsar una agricultura más sostenible: Al disminuir el uso de químicos y hacer un manejo más eficiente de los recursos, se reduce el impacto ambiental de las actividades agrícolas. Esto contribuye a la salud del suelo, el agua y los ecosistemas circundantes, promoviendo prácticas más responsables y respetuosas con el entorno.

### **3. Objetivos Específicos**

- Explorar las técnicas de IA aplicadas en la agricultura: Investigar las diversas tecnologías de inteligencia artificial que se utilizan en la actualidad para la detección y prevención de plagas, como la visión por computadora y el aprendizaje automático.
- Analizar las ventajas de la IA frente a los métodos tradicionales: Comparar los beneficios de la inteligencia artificial en el control de plagas con los enfoques convencionales, destacando mejoras en la precisión y eficiencia.
- Diseñar un modelo de IA para el control de plagas: Proponer un modelo práctico de inteligencia artificial que sirva para la detección y prevención de plagas en los cultivos.
- Evaluar el impacto ambiental de la implementación: Medir el impacto que tendría el uso de este modelo en la reducción de la contaminación y la mejora de la salud del ecosistema agrícola.

#### **4. Justificación**

La pérdida de hasta el 40% de la producción agrícola mundial a causa de las plagas (FAO, 2022). es un problema que exige soluciones innovadoras y efectivas. Esta cifra representa un desafío significativo para la seguridad alimentaria global, ya que la prevención y el control de plagas se vuelven cruciales para garantizar cosechas sanas y suficientes para una población en constante crecimiento.

El enfoque tradicional, basado en la aplicación masiva de químicos, ha demostrado tener limitaciones importantes y efectos adversos para el medio ambiente. En este contexto, la inteligencia artificial emerge como una herramienta poderosa para transformar la agricultura. El uso de la IA para la detección y prevención de plagas ofrece la posibilidad de un manejo más preciso y sostenible. Al integrar tecnologías como la visión por computadora y el aprendizaje automático, se pueden identificar y tratar las amenazas de forma localizada y en etapas tempranas, lo que permite una respuesta más rápida y eficiente.

Por lo tanto, la implementación de técnicas de inteligencia artificial no solo tiene el potencial de reducir drásticamente ese 40% de pérdidas en la producción, sino que también contribuye a una agricultura más responsable y respetuosa con el medio ambiente, al disminuir la dependencia de pesticidas y mejorar la sostenibilidad del sector a largo plazo.

## **5. Alcance**

Este proyecto de investigación se centra en el análisis del uso de la inteligencia artificial para la detección y prevención de plagas agrícolas. Nuestro objetivo es explorar y documentar cómo la IA puede convertirse en una herramienta clave para mejorar la sostenibilidad y la eficiencia del sector.

El alcance del estudio incluye:

### **1. Revisión de casos de uso y modelos existentes**

Analizaremos cómo se ha implementado la IA en diferentes contextos agrícolas para el control de plagas, estudiando ejemplos concretos de sistemas que ya están en funcionamiento.

### **2. Limitaciones de los modelos actuales y propuesta de un nuevo modelo**

Investigaremos las limitaciones de las soluciones de IA existentes, como la falta de precisión en la identificación de plagas específicas o la incapacidad para adaptarse a nuevos entornos. A partir de este análisis, se propone la creación de un modelo mejorado que aborde estas deficiencias, ofreciendo una solución más robusta y versátil para los agricultores.

### **3. Impacto de la IA en la reducción de pérdidas y en el medio ambiente**

Evaluaremos cómo la aplicación de la IA, tanto a través de los modelos actuales como del propuesto, contribuye a disminuir la cantidad de cosechas que se pierden por infestaciones. Además, mediremos cómo estas tecnologías ayudan a minimizar el uso de químicos y otros recursos, promoviendo una agricultura más respetuosa con el medio ambiente.



## **6. Desarrollo**

### **6.1. La Problemática Global de las Plagas y el Impacto de los Métodos Tradicionales**

El sector agrícola mundial enfrenta un desafío constante y de gran magnitud: el control de plagas, que se define como cualquier organismo, desde animales y plantas hasta microorganismos, que causa un efecto negativo en los cultivos (FAO, 2005, pág. 56). Este problema no solo impacta directamente en la productividad, sino que también tiene profundas implicaciones económicas, ambientales y sociales. La dependencia histórica de los métodos de control químico, si bien ha proporcionado soluciones rápidas, ha generado un ciclo de efectos secundarios adversos que demandan una transformación urgente del enfoque.

#### **6.1.1. Consecuencias de las Plagas y del Control Químico en el Medio Ambiente**

La problemática de las plagas es una manifestación de un sistema agrícola global desequilibrado. La dependencia de los pesticidas químicos, que fue vista como una solución eficaz, ha creado un círculo vicioso con graves efectos adversos. Los agroquímicos son una fuente significativa de contaminación del suelo y del agua. A través de la lixiviación, los plaguicidas se filtran a las aguas subterráneas, y mediante la escorrentía, son transportados a cuerpos de agua superficiales, afectando negativamente a la biodiversidad acuática y a la salud de los ecosistemas (Ongley, 1997).

Un fenómeno particularmente preocupante es la bioampliación, que ocurre cuando la concentración de un químico aumenta a medida que se transfiere a organismos de niveles tróficos superiores dentro de la cadena alimentaria (Ongley, 1997). Este proceso se relaciona estrechamente con la bioconcentración, es decir, la acumulación de sustancias químicas lipofílicas, como el DDT, en el tejido graso de los organismos, incluyendo peces y humanos, lo que puede dar lugar a concentraciones muy elevadas en los depredadores en el ápice de la cadena trófica (Ongley, 1997). Además, los plaguicidas tienen impactos sobre la biodiversidad lo

cual puede comprometer la estabilidad de los ecosistemas y la provisión de servicios esenciales para la agricultura.

### **6.1.2. El Vínculo entre Plagas y Cambio Climático**

El desafío de las plagas no es estático; está evolucionando. Un factor clave en esta evolución es el cambio climático, que altera los entornos en los que viven los cultivos y sus plagas. El incremento de las temperaturas y las alteraciones en los ecosistemas facilitan que las plagas se propaguen a nuevas regiones y aumenten su impacto en los cultivos (Doody, 2020). Esta imprevisibilidad en los patrones de infestación es un problema crítico, ya que los métodos de control tradicionales, que se basan en patrones históricos y calendarios fijos, no pueden adaptarse con la rapidez necesaria a estos cambios dinámicos. La necesidad de una solución que sea tan dinámica y adaptativa como el problema mismo es evidente, lo que posiciona a la inteligencia artificial como una herramienta indispensable para el futuro de la agricultura.

## **6.2. La Introducción de la Inteligencia Artificial en la Agricultura**

La inteligencia artificial no es una tecnología más, es la que integra y potencia las herramientas de agricultura de precisión que ya existen. Con ella, el campo deja de ser reactivo y se vuelve proactivo, guiándose por datos. Este cambio es un salto fundamental en el que las decisiones se toman a partir de análisis profundos y exhaustivos.

### **6.2.1. Un Nuevo Paradigma en la Agricultura de Precisión**

La IA es la evolución natural de la agricultura inteligente. A diferencia de los enfoques manuales y generalizados, la IA permite la toma de decisiones informadas y precisas, optimizando el uso de recursos valiosos como el agua, el abono y los pesticidas. La capacidad de la IA para procesar grandes volúmenes de datos, conocidos como Big Data, es lo que la hace fundamental. Esta tecnología convierte la información sin procesar en inteligencia concreta y eficiente, lo que permite a los agricultores pasar de la conjetura a la ciencia en la gestión de sus cultivos.

### **6.2.2. Tecnologías Habilitadoras de la IA para el Control de Plagas**

Para que la IA funcione en el manejo de plagas, se requiere una sinergia de diversas tecnologías que actúan como sus ojos, oídos y manos en el campo.

Internet de las Cosas (IoT): Puede entenderse como una red colectiva de dispositivos interconectados que, mediante diversas tecnologías, posibilitan la comunicación tanto con la nube como entre sí (Amazon Web Services, s.f.). En el ámbito agrícola, esta red se materializa en dispositivos físicos equipados con sensores que recopilan datos en tiempo real sobre las condiciones del suelo, las variables climáticas y el estado de los cultivos, proporcionando así un flujo constante de información vital para la gestión de los sistemas de producción.

Visión por Computadora:

La visión por computadora es un campo multidisciplinario que se ocupa de la simulación artificial del sistema visual humano. Para alcanzar el objetivo final de hacer que las máquinas imiten la inteligencia humana, la visión por computadora busca permitir una comprensión de alto nivel de imágenes digitales y multidimensionales mediante la captura de imágenes a través de dispositivos adecuados; su procesamiento utilizando algoritmos de vanguardia; y el análisis de las imágenes para facilitar la toma de decisiones. (Abioye et al., 2021)

Utilizando algoritmos de aprendizaje profundo, la visión por computadora permite a los sistemas de IA identificar y clasificar objetos como plagas, malezas o síntomas de enfermedades a partir de imágenes y videos.

Aprendizaje Automático (Machine Learning): El aprendizaje automático se centra en la creación y aplicación de programas que, a partir de datos históricos o experiencias previas, pueden realizar predicciones, modelos o controles utilizando métodos estadísticos, sin requerir programación explícita (Abioye, y otros, 2021).

La interconexión de estas tecnologías es lo que permite una transformación real. Los drones y los sensores IoT pueden recopilar datos, pero el análisis de esa información masiva y la traducción a una acción precisa y automatizada, como saber exactamente dónde y cuándo aplicar un tratamiento, era un cuello de botella. La IA, a través de la visión por computadora y el aprendizaje automático, cierra este ciclo de información, convirtiendo los datos brutos en inteligencia accionable.

### **6.3. Detección de Plagas Utilizando la IA**

La detección de plagas es el primer paso en un manejo proactivo, y la IA está revolucionando este proceso al ofrecer una precisión y una velocidad inalcanzable con los métodos manuales.

#### **6.3.1. Visión por Computadora para la Identificación de Amenazas**

La visión por computadora se ha convertido en una herramienta poderosa para la identificación de amenazas agrícolas. Utiliza algoritmos de aprendizaje profundo, como las redes neuronales convolucionales, que se entrenan con vastos conjuntos de datos de imágenes de plantas sanas y enfermas, así como de plagas en diferentes etapas de su ciclo de vida. Estos sistemas son capaces de realizar tareas de clasificación y detección de objetos, identificando signos visuales de estrés en los cultivos como decoloración, perforaciones en las hojas, o la presencia de insectos o ninfas con una precisión de entre el 80% y el 90% para plagas visibles, como lo demuestra un estudio reciente que logró una precisión del 84.95% en la clasificación de 82 clases diferentes de plagas utilizando el dataset IP102 (Venkateswara & Padmanabhan, 2025). Ejemplos prácticos de esta tecnología incluyen aplicaciones móviles que permiten a los agricultores subir una foto de una planta y recibir un diagnóstico instantáneo.

#### **6.3.2. Sistemas de Monitoreo Automatizado y Remoto**

La IA integra hardware avanzado para la detección en tiempo real. Los drones, equipados con cámaras multispectrales, escanean grandes extensiones de terreno, hasta 400 hectáreas en un solo vuelo (Abramov, 2025), creando mapas de salud de los cultivos que identifican áreas estresadas y permiten una respuesta dirigida. A nivel del suelo, los sistemas de trampas inteligentes y sensores capturan

datos en tiempo real, proporcionando un flujo constante de información para un monitoreo 24/7 sin la necesidad de inspecciones manuales frecuentes. Esta capacidad de monitoreo remoto es particularmente útil en áreas de difícil acceso y permite una intervención oportuna antes de que las infestaciones se conviertan en problemas graves. La detección de plagas por IA opera en múltiples escalas: desde la visión de pájaro de los satélites y drones, que identifica patrones de estrés a gran escala, hasta el detalle microscópico de las trampas inteligentes, que identifica el tipo de plaga. Este sistema de alerta de múltiples capas es fundamental para una gestión verdaderamente proactiva.

#### **6.4. Predicción de Plagas Utilizando la IA**

Si bien la detección es un avance significativo, la verdadera disrupción que la IA trae al sector agrícola es su capacidad para predecir futuros brotes de plagas. A diferencia de la detección, que es reactiva, la predicción es proactiva, permitiendo a los agricultores actuar antes de que las plagas causen un daño significativo.

##### **6.4.1. Modelos Predictivos Basados en Datos Multimodales**

La predicción de plagas va más allá del simple análisis de imágenes. Los modelos de aprendizaje automático utilizan una fusión de datos de diversas fuentes para prever la evolución de las plagas. Las variables clave incluyen:

**Datos Climáticos:** La temperatura, la humedad, la radiación solar y las precipitaciones son factores cruciales que afectan directamente el ciclo de vida de las plagas.

**Datos Satelitales:** Las imágenes de satélite (como Sentinel-2) proporcionan índices vegetativos que indican la salud, densidad y verdor de la vegetación, permitiendo identificar patrones de estrés en el cultivo.

**Datos de Sensores de Campo:** Información específica de sensores IoT sobre la temperatura y la humedad del suelo puede predecir la propagación de plagas subterráneas.

**Registros Históricos:** Los datos de infestaciones pasadas son fundamentales para que los modelos identifiquen patrones y tendencias de aparición.

La IA, utilizando técnicas como las redes neuronales convolucionales, fusiona estas diversas fuentes de información para generar pronósticos semanales de picos de infestación. Esto permite a los agricultores aplicar medidas de control de manera precisa y oportuna, reduciendo el uso de pesticidas y optimizando los recursos.

#### **6.4.2. Casos de Estudio y Ejemplos de Aplicación**

Un caso de éxito que ilustra el valor de la predicción es el modelo desarrollado por investigadores de la Universidad Pablo de Olavide (UPO) en Sevilla, España, para prever la evolución de la mosca del olivo con una semana de antelación (Chacón-Maldonado, Asencio-Cortés, & Troncoso, 2025). Este sistema combina imágenes de satélite y datos meteorológicos para una detección más fiable de los picos de infestación, lo que permite intervenciones fitosanitarias en el momento óptimo. Esta capacidad de anticipación es la clave para la reducción masiva de pesticidas y la optimización de recursos, lo que se traduce en ahorros de costos y beneficios ambientales tangibles. La metodología de predicción no se limita a la agricultura; también se ha aplicado con éxito en otros ámbitos, como la predicción de enfermedades transmitidas por vectores, como el dengue, y en la sanidad animal.

#### **6.5. Prevención de Plagas y Control de Precisión Utilizando la IA**

La IA no solo se limita a la detección y predicción; también traduce esa inteligencia en acciones concretas de control físico y químico, promoviendo un manejo más selectivo y sostenible.

##### **6.5.1. La Pulverización Selectiva de Insumos**

La IA permite pasar de la pulverización generalizada de todo un campo a una pulverización selectiva y localizada. Los sistemas inteligentes, montados en tractores o drones, utilizan la visión por computadora para diferenciar entre el cultivo y la maleza o la plaga, aplicando el pesticida solo en el objetivo deseado. Un ejemplo destacado es el sistema "SaveFarm", que usa cámaras de alta resolución y válvulas PWM para aplicar una dosis mínima de producto y solo aumenta la cantidad al 100% en la presencia de la planta objetivo (Abelardo Cuffia, s.f.). Este enfoque reduce significativamente el uso total de agroquímicos, lo que se traduce en un

considerable ahorro de costos para el agricultor y una menor contaminación del medio ambiente.

#### **6.5.2. Robots y Sistemas Autónomos para el Control Físico**

La aplicación de la robótica y la IA abre la puerta a un control físico de plagas, una alternativa que elimina la necesidad de químicos. Un ejemplo notable es el sistema LaserWeeder de Carbon Robotics, un robot que utiliza IA y láseres de alta potencia para identificar y eliminar hasta 5,000 malezas por minuto. Los láseres están calibrados para impactar solo a nivel del suelo, lo que significa que no dañan a insectos beneficiosos como las abejas que se encuentran sobre los cultivos. Otros proyectos innovadores incluyen un sistema de torreta láser desarrollado por la Universidad de Osaka en Japón, que elimina insectos voladores en tiempo real, y robots que utilizan calor para el control de malezas. Estos sistemas representan la culminación del ciclo de la IA en la agricultura, ya que no solo aplican la inteligencia de la detección y la predicción, sino que lo hacen de una manera que se alinea con los principios de un manejo integrado de plagas, donde los químicos son el último recurso.

### **6.6. Ventajas Competitivas de la IA en el Manejo de Plagas Agrícolas**

Las ventajas de la IA en la agricultura van mucho más allá de la mera eficiencia, creando una sinergia donde la rentabilidad y la sostenibilidad se refuerzan mutuamente.

#### **6.6.1. Aumento de la Eficiencia y Productividad**

La IA permite una mejora sustancial en la eficiencia del control de plagas. Los sistemas predictivos y de monitoreo son hasta un 60% más efectivos en la prevención de infestaciones en comparación con los métodos tradicionales. Esta precisión se traduce directamente en una mayor productividad y calidad de la cosecha, protegiendo el potencial de rendimiento de los cultivos al permitir una respuesta rápida y dirigida. Al identificar y tratar las amenazas de forma oportuna, los agricultores protegen sus cosechas, lo que se traduce en una mayor cantidad y calidad del producto final.

### **6.6.2. Sostenibilidad y Reducción del Impacto Ambiental**

Una de las principales ventajas de la IA es su capacidad para reducir drásticamente el impacto ambiental de las actividades agrícolas. Al facilitar la aplicación de insumos de manera más selectiva y localizada, la IA contribuye a una reducción significativa del uso de pesticidas y fertilizantes. Se ha demostrado que los sistemas de riego inteligente, por ejemplo, pueden reducir el consumo de agua hasta en un 30%, como es el caso de Rocket 2.0 Smart Irrigation Platform (Castañón, 2025). La reducción de químicos protege la salud del suelo, minimiza la contaminación del agua y fomenta la conservación de la biodiversidad, promoviendo la resiliencia del ecosistema agrícola a largo plazo.

### **6.7. Retos y Limitaciones de los Modelos de IA en el Manejo de Plagas**

La implementación de modelos de inteligencia artificial en la agricultura, aunque prometedora, enfrenta limitaciones inherentes y desafíos técnicos que deben ser superados para su adopción generalizada y confiable.

**1. Superposición de Síntomas y Puntos Ciegos Ambientales.** Una de las principales limitaciones de los modelos de IA, especialmente los basados en visión por computadora, es la superposición de síntomas. Un modelo puede confundir problemas que tienen manifestaciones visuales similares, como una deficiencia nutricional, el estrés ambiental o un ataque de plagas, ya que los síntomas en la planta pueden ser casi idénticos. Además, la IA no puede "sentir" las condiciones del entorno, como la humedad del suelo o la calidad del aire, a menos que se integre con sensores, lo que crea un "punto ciego" fundamental.

**2. Desafíos de Datos y Estandarización.** Los modelos de IA, ya sean de aprendizaje automático o de aprendizaje profundo, requieren grandes cantidades de datos de alta calidad y bien etiquetados para entrenarse y hacer predicciones precisas. Sin embargo, la industria agrícola carece de bases de datos estandarizadas y la recopilación de datos temporales es particularmente difícil, ya que muchos datos específicos de los cultivos solo se pueden obtener una vez al año, durante la cosecha. Esto hace que la construcción de modelos robustos sea un proceso lento y costoso.



**3. Variación en la Precisión y Ceguera Regional.** La precisión de los diagnósticos de los modelos de IA varía significativamente según el tipo de problema. Mientras que la detección de plagas visibles puede alcanzar una precisión de entre 80% y 90%, esta cifra disminuye para las enfermedades (70-85%) (Jafar, Nabila, Naqvi, Sadeghi-Niaraki, & Jeong, 2024) y aún más para el estrés nutricional o ambiental. Muchos modelos no están entrenados con datos geográficamente específicos, lo que los hace menos precisos o incluso inútiles en regiones con condiciones climáticas o tipos de plagas diferentes a aquellos en los que fueron entrenados.

**4. Opacidad y Falta de Contexto Local.** El proceso de toma de decisiones de los modelos de IA a menudo es opaco, un problema conocido como "caja negra", lo que dificulta a los agricultores entender por qué se llegó a una determinada conclusión o predicción. Esto genera una dependencia en el algoritmo y puede llevar a decisiones contraproducentes si el modelo no considera variables locales críticas, como la disponibilidad de agua o el clima específico, a lo que no tendría acceso si no tiene los sensores adecuados.

### **6.8. Propuesta de Mejora para los Modelos de IA Existentes**

Para superar las limitaciones actuales y mejorar la fiabilidad de los modelos de IA en el manejo de plagas, se propone una estrategia de mejora enfocada en la integración de datos, la adaptabilidad regional y la validación con la experiencia humana.

**1. Fusión de Datos Multimodales.** Los modelos de IA deben evolucionar más allá de la simple detección visual. Se deben desarrollar modelos que fusionen de manera nativa datos de múltiples fuentes, como imágenes (de satélites, drones y cámaras de campo), datos de sensores IoT (temperatura y humedad del suelo y del aire) y registros históricos de brotes. Este enfoque multimodal permitiría a los modelos superar los "puntos ciegos" ambientales y ofrecer diagnósticos más precisos y contextualmente relevantes.

**2. Desarrollo de Modelos con Aprendizaje Continuo.** Los modelos deben ser capaces de aprender y adaptarse de forma continua. Al integrar bucles de retroalimentación en los que la IA mejore su precisión con las correcciones de los

usuarios y el aporte de expertos, los modelos pueden refinar sus diagnósticos con el tiempo y adaptarse a nuevas especies de plagas o a cambios en su comportamiento.

**3. Creación de Bases de Datos Geográficamente Específicas.** Es crucial fomentar la colaboración entre instituciones académicas, el gobierno y las empresas para crear bases de datos abiertas y estandarizadas que incluyan datos de plagas y enfermedades de diversas regiones y climas. Esto permitiría entrenar modelos que sean más robustos y menos propensos a la "cegueza regional", garantizando que las soluciones sean efectivas en los entornos locales en los que se aplican.

**4. Integración de la IA con la Pericia Profesional.** La IA no debe ser vista como un sustituto del agrónomo, sino como una herramienta que potencia su trabajo. Los modelos deben diseñarse para complementar la experiencia humana, proporcionando un diagnóstico inicial rápido y preciso, mientras que los casos complejos o de alto valor son remitidos a profesionales. Esta sinergia entre tecnología y conocimiento profesional garantizaría la toma de decisiones más seguras y efectivas para la salud del cultivo.

## 7. Agenda

### 7.1. Fase 1: Fusión de Datos Multimodales e Integración de Fuentes

El objetivo de esta fase es desarrollar modelos que integren nativamente múltiples fuentes de datos para superar los puntos ciegos y ofrecer diagnósticos más precisos y contextualizados.

Semana	Fechas	Actividades a desarrollar	Entregables
1	15 – 19 de septiembre	Investigar y seleccionar las fuentes de datos más relevantes, incluyendo imágenes satelitales, datos de sensores IoT y registros históricos de brotes.	Documento de especificación de fuentes de datos.
2	22 – 26 de septiemnbre	Definir la arquitectura del modelo de IA que permitirá la fusión de datos de imágenes, sensores y registros históricos.	Diagrama de la arquitectura del modelo multimodal.
3	29 de septiembre – 3 de octubre	Programar los scripts para la recolección, limpieza y	Módulo de preprocesamiento de datos funcionales.

		sincronización de las distintas fuentes de datos.	
4	6 – 10 de octubre	Construir la primera versión del modelo de IA que integra los datos multimodales.	Prototipo inicial del modelo de IA.
5	13 – 17 de octubre	Realizar las primeras pruebas con un conjunto de datos limitado para validar la capacidad de fusión y realizar ajustes iniciales.	Informe de resultados de las pruebas preliminares. Exportar a Hojas de cálculo

## 7.2. Fase 2: Desarrollo de Modelos con Aprendizaje Continuo

El enfoque de esta fase es construir modelos capaces de aprender y adaptarse de forma continua, integrando bucles de retroalimentación para mejorar su precisión con el tiempo.

Semana	Fechas	Actividades a desarrollar	Entregables
6	20 – 24 de octubre	Planificar la interfaz y el mecanismo para que los usuarios y expertos puedan corregir los	Diseño de la interfaz de retroalimentación.

		diagnósticos del modelo.	
7	27 – 31 de octubre	Desarrollar el algoritmo que permita al modelo re-entrenarse y ajustar sus parámetros basándose en las correcciones recibidas.	Módulo de aprendizaje continuo implementado.
8	3 – 7 de noviembre	Establecer un flujo donde los casos complejos sean derivados a agrónomos para su validación.	Prototipo del flujo de derivación de casos a expertos.
9	10 – 14 de noviembre	Ejecutar simulaciones para evaluar cómo el modelo mejora su precisión después de recibir retroalimentación.	Reporte de evolución de la precisión del modelo. Exportar a Hojas de cálculo

### 7.3. Fase 3: Creación y Adaptación de Bases de Datos Geográficamente Específicas

El objetivo es crear bases de datos estandarizadas y entrenar modelos que sean efectivos en los entornos locales donde se aplican, evitando la ceguera regional.

Semana	Fechas	Actividades a desarrollar	Entregables
10	17 – 21 de noviembre	Iniciar la colaboración con instituciones para recopilar datos de plagas y enfermedades de la región de Sinaloa.	Primera versión de la base de datos regional.
11	24 – 28 de noviembre	Procesar y etiquetar los datos recopilados para que sean compatibles con el modelo de IA.	Base de datos regional estandarizada y etiquetada.
12	1 – 5 de diciembre	Re-entrenar el modelo de IA utilizando la base de datos geográficamente específica para mejorar su relevancia y precisión local.	Modelo de IA adaptado a las condiciones regionales.

13	8 – 12 de diciembre	Evaluar el rendimiento del modelo adaptado con datos de prueba de la misma región para medir su efectividad.	Informe de validación del rendimiento del modelo regional.
14	15 – 19 de diciembre	Elaborar el informe final del proyecto, documentando los modelos desarrollados, las bases de datos creadas y los resultados obtenidos.	Documento final del proyecto. Exportar a Hojas de cálculo.

## **Conclusiones**

El manejo de plagas agrícolas es una problemática multifacética que no puede ser resuelta de manera sostenible con los métodos convencionales. El enfoque tradicional de la aplicación masiva de químicos ha demostrado ser insuficiente y perjudicial, generando un ciclo de contaminación, pérdida de biodiversidad y riesgos para la salud humana. En este contexto, la inteligencia artificial emerge no solo como una herramienta para combatir las plagas de manera más efectiva, sino como un catalizador para transformar la agricultura en una práctica más sostenible, eficiente y rentable.

El análisis presentado demuestra cómo la IA, al integrar tecnologías como la visión por computadora y el aprendizaje automático, dota a la agricultura de un nuevo nivel de precisión. Esta capacidad se manifiesta en un sistema holístico que va desde la detección temprana de amenazas hasta la predicción proactiva de brotes, culminando en la aplicación de un control de precisión, ya sea mediante pulverización selectiva o con robots autónomos que utilizan tecnologías libres de químicos. Esta transición de un enfoque reactivo a uno proactivo es fundamental para reducir la pérdida de cosechas, optimizar recursos y mitigar el impacto ambiental. La IA crea una sinergia donde los beneficios económicos se alinean directamente con los beneficios ambientales de la reducción de la contaminación y la protección de los ecosistemas.

Sin embargo, para que esta transformación sea exitosa y equitativa, es crucial abordar los desafíos inherentes a su implementación. Las barreras de infraestructura, el alto costo inicial, la escasez de datos estandarizados y la brecha de conocimiento técnico representan obstáculos significativos. Por lo tanto, el camino a seguir no es solo la innovación tecnológica, sino también la creación de un ecosistema de apoyo que incluya políticas públicas, modelos de financiamiento accesibles y programas de capacitación masiva. La IA tiene el potencial de redefinir la agricultura, pero el éxito de este nuevo paradigma dependerá de la capacidad de la industria y la sociedad para asegurar que sus beneficios sean accesibles para



todos los actores del sector, promoviendo una agricultura más resiliente, responsable y sostenible para las futuras generaciones.

## Referencias

- Abelardo Cuffia. (s.f.). *Pulverización Selectiva SaveFarm*. Obtenido de Abelardo Cuffia: <https://abelardocuffia.com/producto/pulverizacion-selectiva-savefarm>
- Abioye, S., Oyedele, L., Akanb, L., Ajayi, A., Juan Manuel Davila Delgado, J. M., Bilal, M., . . . Ahmed, A. (2021). Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges. *Journal of Building Engineering*.
- Abramov, M. (12 de enero de 2025). *AI Drones in Agriculture: Transforming Crop Monitoring and Precision Farming*. Obtenido de Keymakr: <https://keymakr.com/blog/ai-drones-in-agriculture-transforming-crop-monitoring-and-precision-farming/>
- Amazon Web Services. (s.f.). *¿Qué es IoT (Internet de las cosas)?* Obtenido de Amazon Web Services: <https://aws.amazon.com/es/what-is/iot/>
- Castañón, N. (17 de febrero de 2025). Adiós a la sequía del campo en España: el genial invento con IA y sensores que permite regar usando un 30% menos de agua. *El Español*.
- Chacón-Maldonado, A. M., Asencio-Cortés, G., & Troncoso, A. (2025). A multimodal hybrid deep learning approach for pest forecasting using time series and satellite images. *Information Fusion*.
- Doody, A. (27 de febrero de 2020). *Plagas, enfermedades y cambio climático: ¿están vinculados?* Obtenido de CIMMYT: <https://www.cimmyt.org/es/noticias/plagas-enfermedades-y-cambio-climatico-estan-vinculados/>
- FAO. (2005). *Glosario de términos fitosanitarios, NIMF N.º 5*. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), Roma. Obtenido de [https://www.ippc.int/largefiles/adopted\\_ISPMs\\_previousversions/es/ISPM\\_05\\_2005\\_Es\\_2006-05-02.pdf](https://www.ippc.int/largefiles/adopted_ISPMs_previousversions/es/ISPM_05_2005_Es_2006-05-02.pdf)
- FAO. (2 de junio de 2022). *La FAO celebra la decisión de declarar el Día Internacional de la Sanidad Vegetal*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-welcomes-decision-to-mark-international-day-of-plant-health/es>
- Jafar, A., Nabila, B., Naqvi, R. A., Sadeghi-Niaraki, A., & Jeong, D. (2024). Revolutionizing agriculture with artificial intelligence: plant disease detection methods, applications, and their limitations. *Frontiers in Plant Science*.
- Kariyanna , B., & Sowjanya, M. (2024). Unravelling the use of artificial intelligence in management of insect pests. *Smart Agricultural Technology*.
- Ongley, E. (1997). *Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos*. GEMS/Water Collaborating Centre.
- Venkateswara, S. M., & Padmanabhan, J. (2025). Deep learning based agricultural pest monitoring and classification. *nature*.