

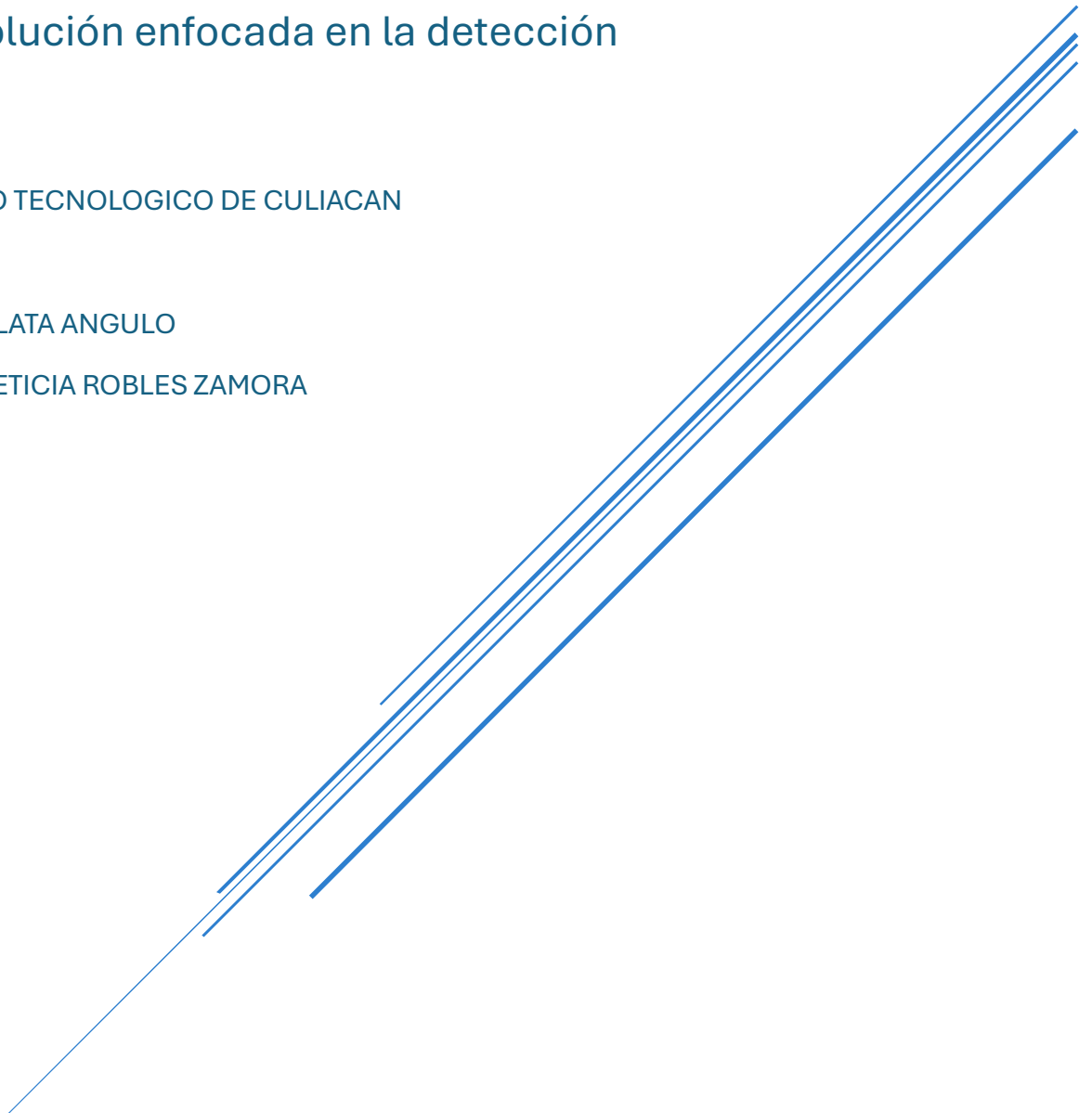
INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA EN LA DETECCION TEMPRANA DE PLAGAS EN EL SECTOR AGRICOLA EN SINALOA

Una solución enfocada en la detección

INSTITUTO TECNOLOGICO DE CULIACAN

RAFAEL PLATA ANGULO

ANETTE LETICIA ROBLES ZAMORA



Introducción

El sector agrícola en Sinaloa, México, desempeña un papel crucial en la economía y seguridad alimentaria del país. Sin embargo, el ataque de plagas representa una de las principales amenazas para los cultivos, ocasionando pérdidas significativas del 40 % en la producción según un estudio de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). La detección temprana de plagas es esencial para mitigar su impacto. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) se presenta como una solución innovadora para el monitoreo y control de plagas. Este documento describe el desarrollo de un sistema de software basado en un modelo de IA y el uso de cámaras de capaz de detectar de forma oportuna los brotes del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) mitigando el impacto en la producción de maíz en Sinaloa.

Planteamiento del Problema

El maíz (*Zea mays*) es uno de los cultivos más importantes en Sinaloa y en todo México, representando una fuente clave de alimento y sustento económico para agricultores y la industria agroalimentaria. No obstante, la productividad del maíz se ve severamente afectada por el ataque de plagas, en particular el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Este lepidóptero es una de las plagas más destructivas debido a su alta capacidad de adaptación y resistencia a plaguicidas, generando pérdidas de hasta un 40 % en la producción según datos de la FAO.

El control del gusano cogollero ha dependido tradicionalmente del monitoreo manual y la aplicación de agroquímicos, estrategias que presentan limitaciones como costos elevados, impacto ambiental negativo y una respuesta tardía ante infestaciones avanzadas. La detección temprana y oportuna de la plaga es crucial para implementar medidas de control eficientes y reducir las pérdidas económicas. En este contexto, la Inteligencia Artificial (IA) y la visión computacional ofrecen una solución innovadora al permitir el monitoreo automatizado y preciso de plagas en cultivos. Sin embargo, en México, el uso de estas tecnologías para la agricultura de precisión aún es limitado, lo que genera una brecha en la implementación de soluciones tecnológicas para el manejo de plagas.

Este proyecto plantea el desarrollo de un sistema de detección temprana del gusano cogollero mediante el uso de cámaras multispectrales y un modelo de IA entrenado para identificar indicios de infestación en cultivos de maíz en Sinaloa. La combinación de técnicas de aprendizaje profundo con análisis espectral permitirá la generación de

alertas tempranas para los agricultores, optimizando la aplicación de medidas de control y minimizando el impacto de la plaga.

Metodología

Para el desarrollo de este proyecto se seguirá la siguiente metodología:

1. Recolección de Datos

- Se instalarán cámaras multiespectrales en drones y estaciones fijas dentro de parcelas de maíz en Sinaloa.
- Se tomarán imágenes en diferentes bandas espectrales (visible, infrarrojo cercano, rojo borde) para identificar patrones de afectación en las plantas.
- Se complementará con datos de campo sobre la presencia y grado de infestación del gusano cogollero, recopilados por agrónomos y productores.

2. Procesamiento y Análisis de Imágenes

- Se preprocesarán las imágenes utilizando algoritmos de corrección radiométrica y calibración espectral para mejorar la calidad y uniformidad de los datos obtenidos.
- Se aplicarán técnicas de segmentación de imagen, como k-means clustering y umbralización adaptativa, para resaltar áreas con posibles signos de infestación.
- Se calcularán índices de vegetación como NDVI, PSRI y RECI para detectar cambios en la salud de las plantas asociados a la infestación del gusano cogollero.

3. Desarrollo del Modelo de IA

- Se entrenará un modelo de aprendizaje profundo utilizando redes neuronales convolucionales (CNN) para la clasificación y detección de infestaciones.
- Se utilizará un conjunto de datos balanceado que incluya imágenes de plantas sanas y afectadas, aplicando técnicas de aumento de datos para mejorar la robustez del modelo.

- Se probarán distintas arquitecturas de redes neuronales, como EfficientNet y ResNet, para determinar cuál ofrece la mejor precisión y eficiencia en el reconocimiento de infestaciones.
- Se optimizará el modelo con técnicas de ajuste de hiperparámetros y validación cruzada para mejorar su precisión y reducir falsos positivos o negativos.

4. Implementación y Validación

- Se desplegará el modelo en un sistema de monitoreo agrícola accesible a través de una aplicación web o móvil, permitiendo a los agricultores recibir alertas en tiempo real.
- Se validará la precisión del sistema comparando las detecciones con inspecciones manuales realizadas por especialistas en campo.
- Se realizarán pruebas en distintas regiones y condiciones climáticas para evaluar la generalizabilidad del modelo.
- Se analizará la efectividad del sistema en la generación de alertas tempranas y su impacto en la reducción del daño por gusano cogollero.

Parámetros e Indicadores para la Detección Temprana del Gusano Cogollero

Para identificar oportunamente la presencia del gusano cogollero en el maíz mediante cámaras multispectrales, se utilizarán los siguientes parámetros e indicadores:

1. Índices de Vegetación

- **NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada):** Permite detectar cambios en la salud de las plantas. Un descenso en el NDVI puede indicar estrés causado por plagas.
- **PSRI (Índice de Estrés en Pigmentos Senescentes):** Útil para detectar estrés prematuro en las hojas, lo que podría indicar la presencia de la plaga.
- **RECI (Índice de Clorofila de Borde Rojo):** Evaluación de la concentración de clorofila, cuyo deterioro puede indicar infestación temprana.

2. Análisis de Color y Textura

- Se analizarán cambios en la reflectancia del espectro visible, en particular, la presencia de tonos amarillentos o marrones en las hojas.
- Se utilizarán algoritmos de detección de bordes y análisis de textura para identificar patrones de daño en las hojas causados por la alimentación del gusano cogollero.

3. Análisis Termográfico

- Mediante sensores térmicos, se detectarán diferencias de temperatura en la planta debido al estrés hídrico o daño celular provocado por la plaga.
- Un aumento en la temperatura foliar podría indicar daño en el tejido vegetal causado por el gusano cogollero.

4. Detección de Movimientos y Morfología de la Plaga

- Se utilizarán algoritmos de reconocimiento de patrones para identificar la morfología característica del gusano cogollero en las imágenes capturadas.
- Se integrará un sistema de detección de movimiento en videos multiespectrales para identificar el desplazamiento de larvas en la planta.

Conclusión

Este proyecto busca revolucionar el monitoreo y control del gusano cogollero en Sinaloa mediante el uso de tecnologías de vanguardia en IA y visión computacional. La implementación de un sistema de detección temprana no solo contribuirá a la reducción de pérdidas económicas y la optimización del uso de plaguicidas, sino que también fomentará una agricultura más sustentable y resiliente ante amenazas fitosanitarias.

Referencias

Food and Agriculture Organization. (2021). *The impact of fall armyworm on maize production*. FAO. <https://www.fao.org>

González, R., & Pérez, L. (2020). *Aplicación de inteligencia artificial en la detección de plagas agrícolas*. Revista de Agricultura Digital, 5(2), 45-58.

Rodríguez, M., & Torres, J. (2019). *Uso de sensores multiespectrales para la detección temprana de plagas en cultivos de maíz*. Ciencia y Agroindustria, 7(3), 112-125.

Smith, J., & Brown, K. (2022). *Remote sensing technologies for pest detection in precision agriculture*. Agricultural AI Journal, 10(1), 30-50.