

Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2024,
Volumen 8, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2

**AVANCES EN LA DETECCIÓN DE LA MOSCA
BLANCA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE
TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UN
COMPRESIVO ESTADO DEL ARTE**

**ADVANCES IN WHITEFLY DETECTION THROUGH THE
APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNIQUES:
A COMPREHENSIVE STATE OF THE ART**

Giovanni Javier Juárez Zavaleta

Tecnológico Nacional de México Campus Acapulco, México

Miriam Martínez Arroyo

Tecnológico Nacional de México Campus Acapulco, México

José Luis Hernández Hernández

Tecnológico Nacional de México Campus Chilpancingo, México

Diana Laura Núñez Arriaga

Tecnológico Nacional de México Campus Acapulco, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10750

Avances en la Detección de la Mosca Blanca mediante la Aplicación de Técnicas de Inteligencia Artificial: Un Comprensivo Estado del Arte

Giovanni Javier Juárez Zavaleta¹mm22320007@acapulco.tecnm.mx<https://orcid.org/0000-0002-3088-6258>

Tecnológico Nacional de México

Campus Acapulco

México

Miriam Martínez Arroyomiriam.ma@acapulco.tecnm.mx<https://orcid.org/0000-0002-5685-1731>

Tecnológico Nacional de México

Campus Acapulco

México

José Luis Hernández Hernándezjoseluis.hh@chilpancingo.tecnm.mx<https://orcid.org/0000-0003-0231-2019>

Tecnológico Nacional de México

Campus Chilpancingo

México

José Antonio Montero Valverdejose.mv@acapulco.tecnm.mx<https://orcid.org/0009-0000-5357-3257>

Tecnológico Nacional de México

Campus Acapulco

México

RESUMEN

La mosca blanca es una plaga que afecta a diversas plantas alrededor del mundo, particularmente en climas templados y tropicales. Existen más de 1500 especies de mosca blanca pero algunas como *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* son especialmente perjudiciales. Es crucial el monitoreo constante de los cultivos debido al rápido ciclo reproductivo de la mosca blanca. Este artículo presenta un análisis exhaustivo del estado actual de diversas técnicas de Inteligencia Artificial aplicadas a la detección temprana de la mosca blanca en diferentes entornos agrícolas. El objetivo es hacer una revisión de estas técnicas, los algoritmos implementados, las herramientas computacionales utilizadas y los parámetros relevantes para el desarrollo de los diferentes sistemas de control y monitoreo estudiados. Los resultados de esta revisión revelan una tendencia creciente hacia la adopción de tecnologías avanzadas para abordar los retos asociados con el problema de plagas, identificando las principales técnicas y herramientas que pueden adaptarse para mejorar la prevención y control de la mosca blanca, crucial para la agricultura sostenible.

Palabras clave: *detección de plagas, mosca blanca, aprendizaje automático*

¹ Autor principal

Correspondencia: mm22320007@acapulco.tecnm.mx

Advances in Whitefly Detection through the Application of Artificial Intelligence Techniques: A Comprehensive State of the Art

ABSTRACT

Whitefly is a pest that affects various plants around the world, particularly in mild weather and tropical climates. There are more than 1,500 species of whitefly but some such as *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum* are especially harmful. Constant monitoring of crops is crucial due to the rapid reproductive cycle of the whitefly. This article presents an exhaustive analysis of the current state of various Artificial Intelligence techniques applied to the early detection of whitefly in different agricultural environments. The objective is to review these techniques, the algorithms implemented, the computational tools used and the relevant parameters for the development of the different control and monitoring systems studied. The results of this review reveal a growing trend towards the adoption of advanced technologies to address the challenges associated with the pest problem, identifying the main techniques and tools that can be adapted to improve the prevention and control of whiteflies, crucial for sustainable agriculture.

Keywords: *pest detection, white fly, machine learning*

Artículo recibido 05 marzo 2024

Aceptado para publicación: 08 abril 2024



INTRODUCCIÓN

Es bien sabido que la agricultura ha sido una de las actividades más importantes para prevalecer la existencia del ser humano y que su contribución ha sido fundamental en la evolución de la raza humana. Sin embargo, existen muchas acciones que afectan la producción de los distintos alimentos obtenidos de esta actividad, y una de ellas es la amenaza que representan las plagas (AGROASEMEX, 2019). Sus daños pueden afectar a poblaciones vegetales o animales y destruir cultivos enteros, perjudicando en la salud y en el medio ambiente.

La mosca blanca es un pequeño insecto de aproximadamente 3mm, afecta a diversas especies de cultivos como jitomate, chile, papa, frijol, pepino, melón, sandía, entre otros (INIFAP, 2020). Buscan climas que oscilen entre los 17°C y los 36°C y pueden llegar a dañar los cultivos hasta perderlos por completo (SENASICA). Las hembras llegan a poner en el envés de las hojas hasta 250 huevos, lo hacen principalmente donde se encuentren los brotes y las hojas tiernas; cuentan con una alta capacidad para adaptarse al medio, permitiéndoles generar cierta resistencia a algunos compuestos químicos utilizados para su control (Tierra De Monte, 2023).

Las técnicas de Inteligencia Artificial han demostrado que pueden transformar el ámbito agrícola, mediante diversas aplicaciones que mejoran la eficiencia y la precisión del control de plagas en los cultivos. También contribuyen a la adopción de prácticas agrícolas más sostenibles y eficientes, maximizando los rendimientos de los cultivos y minimizando las pérdidas (Alvarado Gastesi et al., 2024). Algunas de las formas en que la Inteligencia Artificial contribuye en este sector son:

- **Detección Temprana de Plagas:** Mediante el uso de algoritmos de visión por computadora y aprendizaje profundo, las cámaras y drones equipados con sensores pueden monitorear los cultivos en tiempo real para identificar signos tempranos de infestación de plagas. Esto permite una intervención rápida antes de que las plagas se propaguen ampliamente.
- **Identificación Precisa de Especies de Plagas:** La IA puede analizar imágenes de alta resolución de los cultivos para distinguir entre diferentes tipos de plagas. Esto es crucial para aplicar el método de control más efectivo, ya que diferentes plagas requieren diferentes estrategias de manejo.



- **Monitoreo y Análisis de Datos Ambientales:** La integración de datos recopilados de sensores ambientales con modelos de IA permite analizar cómo las condiciones climáticas afectan la aparición y el comportamiento de las plagas. Estos modelos pueden predecir brotes de plagas basándose en cambios de temperatura, humedad y otros factores ambientales.
- **Optimización del Uso de Pesticidas:** La IA puede ayudar a determinar la cantidad óptima y el momento adecuado para la aplicación de pesticidas, minimizando el uso de químicos y reduciendo el impacto ambiental. Esto no solo ayuda a controlar las plagas de manera más eficiente sino que también promueve prácticas agrícolas sostenibles.
- **Sistemas de Alerta Temprana:** Utilizando datos históricos y actuales, la IA puede desarrollar sistemas de alerta temprana que notifican a los agricultores sobre el riesgo potencial de infestaciones de plagas, permitiendo que se tomen medidas preventivas antes de que el problema se agrave.
- **Educación y Soporte a Agricultores:** Las aplicaciones de IA pueden proporcionar a los agricultores acceso a información y recomendaciones personalizadas sobre el manejo de plagas, basadas en el análisis de datos específicos de sus cultivos y condiciones locales.

METODOLOGÍA

Para comenzar con el análisis, se propusieron ciertos criterios para realizar la búsqueda de los documentos científicos, los cuales se enlistan a continuación:

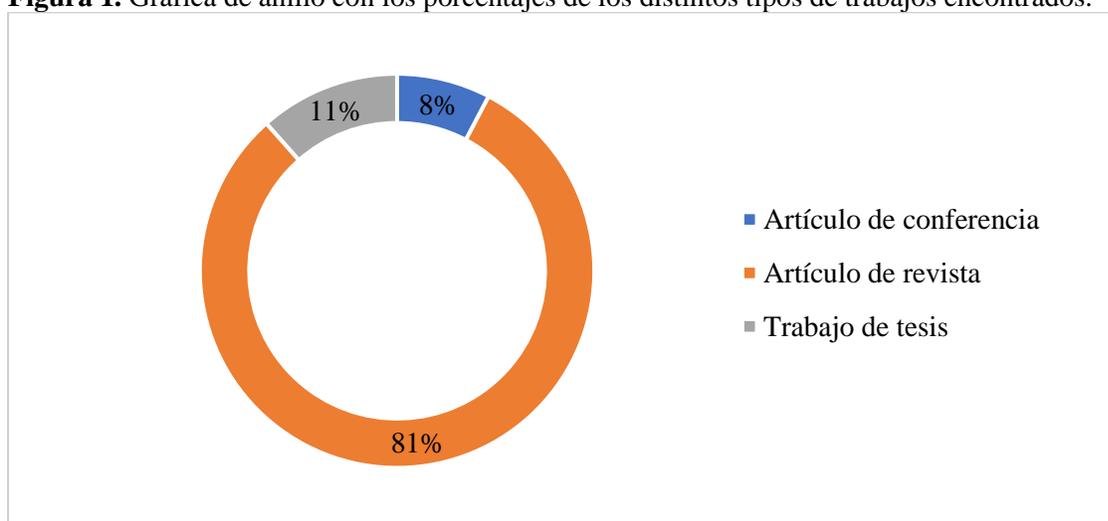
- Se definieron como palabras clave los términos “inteligencia artificial” y “mosca blanca”, y su traducción al inglés, para utilizarlos al momento de realizar las búsquedas de los documentos.
- Se eligieron bases de datos que tengan gran relevancia académica, las cuales pertenecen a los repositorios de trabajos de tesis de diversas universidades. También se tomaron en cuenta los trabajos presentados en conferencias y revistas de divulgación científica.
- Se estableció analizar documentos con un tiempo menor a 10 años a partir de la fecha de la publicación. Sin embargo se consideraron los escritos con tiempos mayores pero de gran relevancia para el análisis.



- Se consideraron documentos escritos en los idiomas inglés y español.
- Los documentos deben destacar las técnicas, herramientas y algoritmos de Inteligencia Artificial que utilizaron en sus trabajos.
- Se seleccionaron como subtemas las ideas que surgían a partir del objetivo establecido, las cuales generaron términos que se agregaron a las palabras clave al momento de realizar las búsquedas.

De 46 documentos considerados relevantes para el estudio, se eligieron 26 que cumplían con los criterios establecidos anteriormente.

Figura 1. Gráfica de anillo con los porcentajes de los distintos tipos de trabajos encontrados.



En los documentos analizados, se implementaron una serie de técnicas mencionadas a continuación:

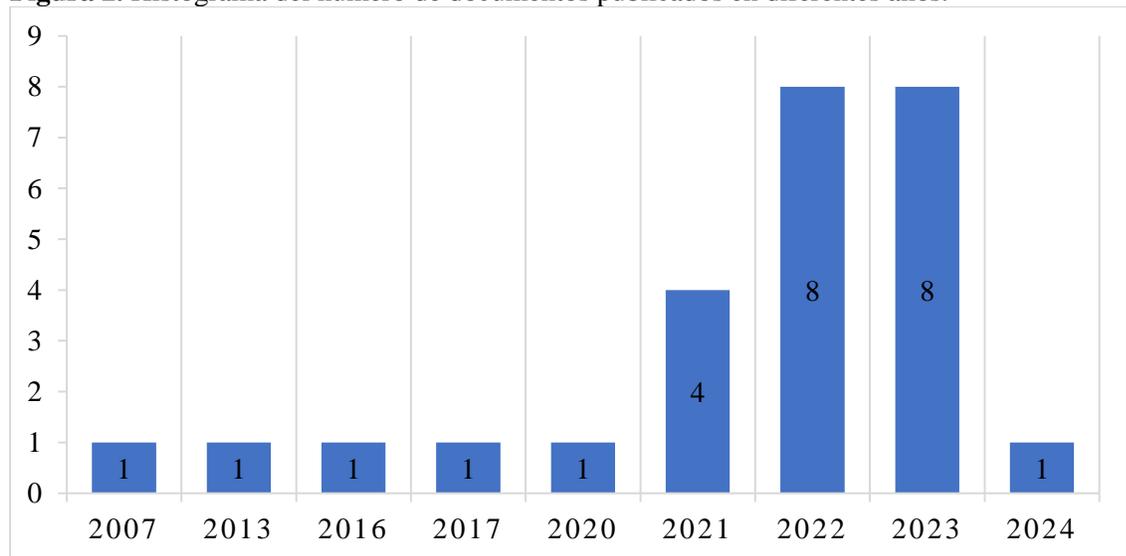
Análisis de Imagen y Técnicas de Procesamiento, que incluyen la conversión de imágenes a escala de grises, ajustes de brillo y contraste, filtrado, erosión, y realce de contornos, técnicas esenciales para una identificación más precisa de las moscas blancas y otras plagas. En algunos trabajos se implementaron técnicas avanzadas de procesamiento digital de imágenes, que consisten en transformaciones de modelos de color y operaciones de morfología matemática, para aislar y analizar con precisión los elementos de interés en las imágenes de cultivos infestados. Otras técnicas usadas fueron las de segmentación y substracción de fondo, empleadas para diferenciar con precisión entre los insectos de interés y el fondo de las imágenes capturadas, mejorando la exactitud de la detección y clasificación (Martin, 2011).

Algoritmos de Aprendizaje Automático, como el algoritmo de emparejamiento basado en el valor de escala de grises y la implementación de redes generativas antagónicas (GAN) para el desarrollo de herramientas de generación semi-automatizada de imágenes, lo cual permite ampliar los conjuntos de datos de entrenamiento. Estos algoritmos facilitan la generalización y mejora de los conjuntos de datos y la precisión y eficacia de los modelos predictivos (Calcagni, 2020) en la detección de plagas.

Uso de Redes Neuronales Profundas, específicamente modelos de redes neuronales convolucionales (CNN) y transformadores convolucionales compactos (CCT), para el análisis detallado de las imágenes capturadas y la identificación precisa de las características de las moscas blancas (Haykin, 1999). Estos modelos representan lo último en tecnología de aprendizaje profundo, ofreciendo un rendimiento superior en la clasificación y detección de objetos (Mauricio et al., 2023).

La Integración del Internet de las Cosas (IoT) en el monitoreo de plagas agrícolas proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas. Una aplicación basada en IoT para la predicción y monitoreo remoto en tiempo real permite una detección temprana y un manejo eficiente de las infestaciones de mosca blanca (Farooq et al., 2020).

Figura 2. Histograma del número de documentos publicados en diferentes años.



En el análisis de las técnicas aplicadas, se identificaron variables críticas que juegan un papel fundamental en el éxito de estos enfoques, ya que constituyen la base sobre la cual se desarrollan y validan las técnicas

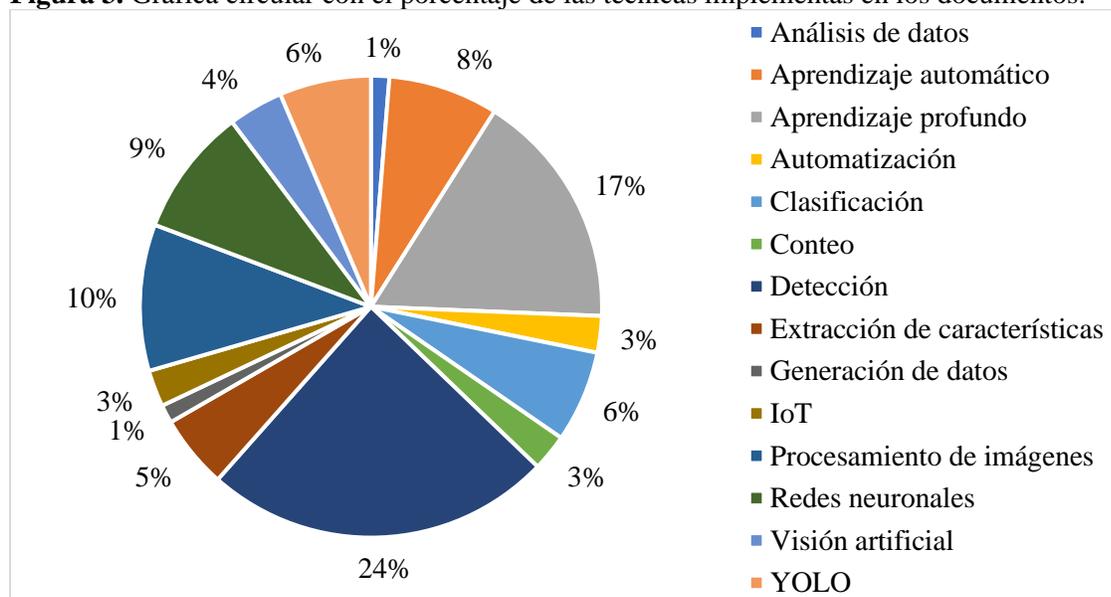
estudiadas. Entre las variables más destacadas se encuentran:

Imágenes de Alta Resolución de Hojas de Plantas Infestadas, que son esenciales para la identificación precisa de moscas blancas, exoesqueletos vacíos y lesiones presentes en las hojas. La resolución de estas imágenes influye directamente en la capacidad de los algoritmos para distinguir entre distintas especies de insectos y etapas del ciclo de vida de la mosca blanca.

Tamaño y Componentes de Color de los Insectos, que se utilizan como características distintivas para la identificación automática. Estas variables son críticas para discriminar entre moscas blancas y otras plagas, especialmente en sistemas donde la identificación y el conteo se realizan mediante el análisis de trampas pegajosas en entornos de invernadero.

Datos de Entrenamiento y Prueba, que incluyen imágenes anotadas manualmente para el entrenamiento y validación de modelos de aprendizaje profundo. La calidad y cantidad de estos datos son determinantes para la efectividad de los modelos en la detección y clasificación de moscas blancas.

Figura 3. Gráfica circular con el porcentaje de las técnicas implementadas en los documentos.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La efectividad de las distintas técnicas y algoritmos implementados varía considerablemente según el enfoque, los datos disponibles y el entorno específico de aplicación. Las técnicas de análisis de imagen y

técnicas de procesamiento demostraron ser efectivas para preparar imágenes para una identificación precisa, aunque se encontraron retos en el manejo de variaciones en la iluminación y en la calidad de las imágenes. La solución implementada en varios estudios fue el uso de algoritmos avanzados de preprocesamiento para normalizar las imágenes antes del análisis.

Los algoritmos de aprendizaje automático mostraron una alta precisión en la clasificación y detección de plagas cuando se entrenaron con conjuntos de datos amplios y bien anotados. Sin embargo, la obtención de dichos conjuntos de datos resultó ser un desafío, el cual se abordó mediante técnicas de aumento de datos, incluyendo el uso de GAN para generar imágenes sintéticas. Se aseguró la variabilidad y calidad de las imágenes generadas mediante la validación manual y ajustes iterativos de los parámetros de las GAN.

Las redes neuronales profundas proporcionaron resultados prometedores en la identificación y clasificación de características específicas de las plagas. La complejidad computacional y la necesidad de grandes cantidades de datos de entrenamiento fueron retos significativos, superados en parte mediante el uso de transferencia de aprendizaje y modelos preentrenados.

Los desafíos relacionados con la conectividad y el procesamiento de datos en tiempo real se mitigaron mediante el uso de arquitecturas de red optimizadas y algoritmos eficientes de procesamiento de señales.

CONCLUSIONES

Los estudios revisados demuestran avances significativos en la aplicación de técnicas de inteligencia artificial para la detección temprana y el monitoreo de la mosca blanca y otras plagas en cultivos agrícolas. Aunque se encontraron desafíos como la variabilidad de las condiciones ambientales, la calidad de las imágenes y la necesidad de extensos conjuntos de datos de entrenamiento, las soluciones implementadas incluyeron el uso de algoritmos de preprocesamiento avanzados, técnicas de aumento de datos y la adopción de modelos de aprendizaje profundo especializados y adaptativos.

Las técnicas de procesamiento de imágenes y los algoritmos de aprendizaje automático, incluidas las redes neuronales profundas, han demostrado ser altamente efectivos en la identificación y clasificación precisas de diferentes especies de plagas a partir de imágenes de alta resolución. Esto es crucial para implementar medidas de control de plagas específicas y oportunas.



La capacidad de detectar y manejar las infestaciones de plagas de manera temprana y precisa tiene un impacto directo en la reducción del uso excesivo de pesticidas. Esto no solo tiene implicaciones positivas para la salud ambiental y humana sino que también ayuda a prevenir el desarrollo de resistencia en las poblaciones de plagas, permitiendo aplicar tratamientos dirigidos que son menos perjudiciales para los ecosistemas agrícolas y más económicos a largo plazo.

La implementación de tecnologías en el control de plagas sugiere una transición hacia métodos más sostenibles y precisos de manejo agrícola. La adopción e integración de estas tecnologías en la gestión de plagas tienen el potencial no solo de mejorar la eficiencia y efectividad del control de plagas sino también de avanzar hacia prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente.

Las direcciones futuras para la investigación en este campo incluyen la mejora del acceso a grandes conjuntos de datos anotados, el desarrollo de algoritmos de bajo recurso, la integración de datos multimodales para mejorar la precisión de las predicciones de plagas, y la creación de estrategias de control automatizadas basadas en IA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROASEMEX. (12 de abril de 2019). Las plagas producen pérdidas de hasta un 40 por ciento en la producción agrícola, revela estudio de la FAO. Gobierno de México: <https://www.gob.mx/agroasemex/articulos/las-plagas-producen-perdidas-de-hasta-un-40-por-ciento-en-la-produccion-agricola-revela-estudio-de-la-fao>
- Ahmad, I., Yang, Y., Yue, Y., Ye, C., Hassan, M., Cheng, X., Zhang, Y. (2022). Deep Learning Based Detector YOLOv5 for Identifying Insect Pests. MDPI Applied Sciences.
- Alvarado Gastesi, J., Cobos Mora, F., Gómez Villalva, J., & Medina Litardo, R. (2024). Manejo integrado de cultivos y desarrollo sostenible. Magazine De Las Ciencias: Revista De Investigación E Innovación, 9(1), 22-35. <https://doi.org/https://doi.org/10.33262/rmc.v9i1.3049>
- Calcagni, L. R. (2020). Redes Generativas Antagónicas y sus aplicaciones, 2020 [Tesis de Título, Universidad Nacional de La Plata Facultad de Informática]. Repositorio Institucional de la UNLP. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/101507>



- Farooq, M. S., Riaz, S., Abid, A., Umer, T., & Zikria, Y. B. (2020). Role of IoT Technology in Agriculture: A Systematic Literature Review. *Electronics*, 9(2), 319. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/electronics9020319>
- European Commission. (2023). Ethical Guidelines on the Use of Artificial Intelligence (AI) and Data in Teaching and Learning for Educators. Available online: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d81a0d54-5348-11ed-92ed-01aa75ed71a1/language-en>
- Fernández Martínez, L. (2023). Síndrome de Kawasaki en la población pediátrica asociado a la infección por COVID-19. *Estudios Y Perspectivas Revista Científica Y Académica* , 3(2), 48-62. <https://doi.org/10.61384/r.c.a.v3i2.33>
- González, R. S. (septiembre de 2021). Aprendizaje profundo para la clasificación de imágenes de plantas de albahaca con diferencias de nitrógeno durante su cultivo, utilizando la técnica de entrenamiento curriculum-by-smoothing. <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/2138/SAGRNG02T.pdf>
- García Pérez , M., & Rodríguez López, C. (2022). Factores Asociados a la Obesidad y su Impacto en la Salud: un Estudio de Factores Dietéticos, de Actividad Física y Sociodemográficos. *Revista Científica De Salud Y Desarrollo Humano*, 3(2), 01-15. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v3i2.31>
- González, L. (2023). Evaluación de la Conexión entre la Administración Educativa Participativa y la Excelencia en la Enseñanza en Instituciones Públicas de América Latina. *Emergentes - Revista Científica*, 3(1), 132-150. <https://doi.org/10.60112/erc.v3i1.25>
- Haykin, S. (1999). *Neural Networks A Comprehensive Foundation* (Segunda ed.). Pearson Education.
- INIFAP. (22 de enero de 2020). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias . Gobierno de México: <https://www.gob.mx/inifap/articulos/manejo-integrado-de-la-mosca-blanca-de-algodon>
- MacLeod, N., Canty, R. J., & Polaszek, A. (2022). Morphology-Based Identification of *Bemisia tabaci* Cryptic Species Puparia via Embedded Group-Contrast Convolution Neural Network Analysis. *Systematic Biology*, Volume 71, Issue 5, 1095–1109.



- Martin, S. (2011). Procesamiento Digital de Imágenes. Editorial Académica Española.
- Mauricio, J., Domingues, I., & Bernardino, J. (2023). Comparing Vision Transformers and Convolutional Neural Networks for Image Classification: A Literature Review. *Applied Sciences*, 13(9), 5521. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app13095521>
- Morales Fretes , C. D. (2023). Estrategias motivacionales en el desempeño laboral de los empleados en empresas de la Ciudad de Pilar 2023. *Sapiencia Revista Científica Y Académica* , 3(2), 62-74. <https://doi.org/10.61598/s.r.c.a.v3i2.51>
- N. Jige, M., & R. Ratnaparkhe, V. (2017). Population Estimation of Whitefly for Cotton Plant Using Image Processing Approach. *International Conference On Recent Trends in Electronics Information & Communication Technology*.
- Rowick B. Legaspi, K., Warren S. Sison, N., & Flores Villaverde, J. (2021). Detection and Classification of Whiteflies and Fruit Flies Using YOLO. *13th International Conference on Computer and Automation Engineering*.
- SENASICA. (s.f.). Ficha Técnica Mosquita blanca. Gobierno de México: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600965/Mosquita_blanca.pdf
- Sierra Guzmán, V. Y. (2021). Algoritmo de detección de mosca blanca por medio de inteligencia artificial en las hojas de plátano. Repositorio Institucional UNAD: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/42374>
- Tierra De Monte. (29 de Agosto de 2023). Cuando el remedio sale peor que la enfermedad. La mosquita blanca: un caso de resistencia peligrosa. La mosca blanca: Un caso de resistencia peligrosa: <https://www.tierrademonte.com/post/mosquita-blanca-resistencia>

