

# Uso de imágenes multiespectrales para el diagnóstico de la salud de las plantas de aguacate (*Persea americana* Mill)

MORILLO-DE LOS SANTOS, ALFONSO\*; RODRÍGUEZ-PEÑA, ROSALBA\*\*\*; MARTÍNEZ-MATEO, CESAR AUGUSTO\*\* Y SUAREZ-MARTE, MARÍA CRISTINA\*

\* FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS Y VETERINARIAS. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SANTO DOMINGO (UCAV-UASD).

\*\* INSTITUTO DOMINICANO DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS Y FORESTALES (IDIAF).

\*\*\* DEPARTAMENTO DE SANIDAD VEGETAL. MINISTERIO DE AGRICULTURA DE LA REPÚBLICA DOMINICANA.

## INTRODUCCIÓN

El uso de tecnología innovadora en el diagnóstico de la salud de las plantas ha sido un impulso fundamental para el incremento de la productividad agrícola. Técnicas como, espectroscopía de imágenes hiperespectrales, sensores remotos, satélites, drones, el análisis de imágenes mediante inteligencia artificial (IA) y la realidad aumentada, están siendo adoptadas por agricultores, técnicos y científicos de todo el mundo para mejorar la productividad y la resiliencia de los cultivos. Estos avances además de impactar la producción también contribuyen con la sostenibilidad ambiental, reduciendo el uso de productos químicos y los impactos ambientales asociados con el manejo de plagas y el uso de fertilizantes. El uso de imágenes multiespectrales obtenidas por vehículo aéreo no tripulados (DRON) ofrece una forma no invasiva y eficiente de monitorear la salud de los árboles a lo largo del tiempo y en diferentes condiciones ambientales. El aguacate (*Persea americana* Mill), es una fruta altamente demandada en todo el mundo, enfrenta numerosos desafíos relacionados con enfermedades, estrés hídrico, deficiencias nutricionales y otros factores ambientales que pueden afectar su crecimiento y rendimiento. Además, en la República Dominicana, donde los árboles de aguacate suelen ser cultivados en terrenos montañosos con alta heterogeneidad, se dificulta la asistencia técnica adecuada debido a la inaccesibilidad de las fincas. **El objetivo de este proyecto es desarrollar un modelo de diagnóstico inteligente basado en combinación de índices de vegetación para promover la salud de las plantaciones del aguacate a través del uso de imágenes multiespectrales obtenidas mediante drones.**

## BASE TECNOLÓGICA

### Índices de Vegetación a partir de imágenes multiespectrales

<b>Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada</b> $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$	El NDVI es una herramienta valiosa para evaluar la calidad del fruto del aguacate y el manejo de los árboles. Un estudio desarrollado por Robson, et al (2015) encontró fuerte correlaciones entre el NDVI y varios parámetros de frutas y árboles, como el peso promedio de los frutos y el rendimiento comercial en el aguacate.
<b>Índice de Vegetación Ajustado al Suelo</b> $SAVI = ((NIR - R) / (NIR + R + L)) (1 + L)$ Donde (L) factor de ajuste entre 0.5 y 1	En áreas de vegetación densa, los efectos de saturación pueden limitar la aplicación de índices de vegetación tradicionales como el NDVI, pero el uso de un factor de ajuste del suelo negativo en el SAVI puede mitigar estos efectos y mejorar su precisión a la hora de estimar el índice de área foliar (Zhen, et al; 2021).
<b>Índice de Vegetación de Diferencia Mejorada</b> $EVI = (2.5) * (NIR - R) / (NIR + 6R - 7.5B + 1)$	Este índice ofrece beneficios sustanciales para la gestión de los cultivos de aguacate, ya que mejoran la precisión de las previsiones de rendimiento y la detección temprana de enfermedades y, en última instancia, apoyan una mejor toma de decisiones y una mayor rentabilidad para los productores (Sheyla, et al; 2022).
<b>Índice de Estrés Hídrico Normalizado</b> $NSMI = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$	Según (Torre-Madronero, et al; 2023) este índice además de monitorear y mitigar el estrés hídrico, ayuda a optimizar las prácticas de riego, mejorar el rendimiento y la calidad de la fruta.
<b>Índice de Diferencia Normalizada del Verde</b> $NDRE = (NIR - Red\ Edge) / (NIR + Red\ Edge)$	Estudios realizados por (Sharifi, et al; 2023) encontró que índice es ventajoso para estimar la biomasa debido a su capacidad para tener en cuenta los cambios en el contenido de agua de las hojas y mitigar los efectos de la heterogeneidad del suelo.

## METODOLOGÍA



ÁREA DE ESTUDIO AZUA Y SAN CRISTÓBAL



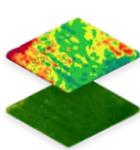
FINCAS DE AGUACATES DE VARIETADES COMERCIALES



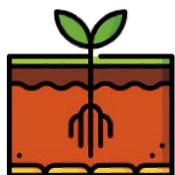
DRON DJI MAVIC 3 MULTIESPECTRAL



CALCULO DE DIFERENTES ÍNDICES DE VEGETACION



MAPAS DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL



CARACTERIZACIÓN DE SUELOS Y DEL CLIMA EN CAMPO Y LABORATORIO



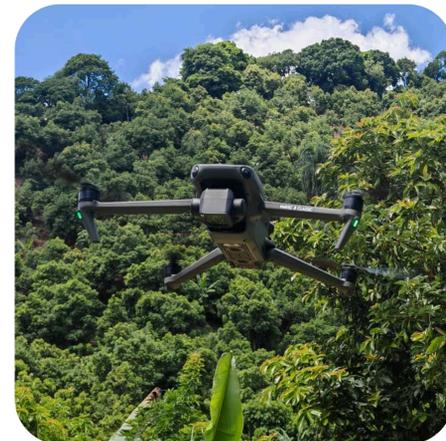
PROSPECCIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES SEGÚN MAPA DE VIGOR DE LAS PLANTACIONES



ANÁLISIS, DISCUSIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA A TÉCNICOS Y EXTENSIONISTAS



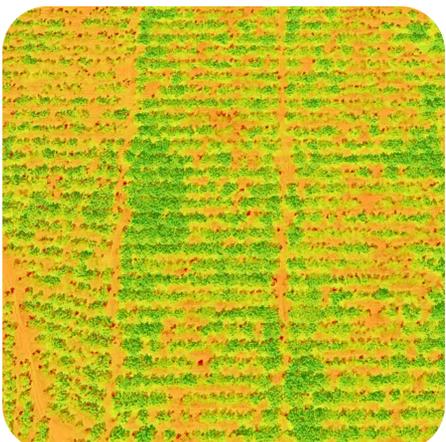
PLANTA DE AGUACATE SANA Y PRODUCTIVA



DRON EN FASE DE ASCENSO



FOTOGRAFIA AEREA PLANTACION DE AGUACATE



ANÁLISIS DE NDVI EN PLANTACION COMERCIAL



PLANTA DE AGUACATE SANA Y PRODUCTIVA

## AGRADECIMIENTOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SANTO DOMINGO,  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS Y VETERINARIAS  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS



PROYECTO:  
"Potenciando la rentabilidad del cultivo de aguacate (*Persea Americana* Mill) mediante la detección inteligente de enfermedades y un manejo integral"  
CODIGO: MA-UPE-BID-S-013-2024

FINANCIADO POR:  
Ministerio de Agricultura República Dominicana (MARD)  
Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF)  
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

57 REUNIÓN ANUAL CPFS | 57TH ANNUAL MEETING CPFS | 57ÈME CONGRÈS ANNUEL CPFS  
10<sup>th</sup> CONGRESO SODIAF | 10TH CONGRESS SODIAF | 10ÈME CONGRÈS SODIAF  
UNA SOLA SALUD • ONE HEALTH • UNE SEULE SANTÉ  
DEL 15 AL 19 DE JULIO 2024



## RESULTADOS ESPERADOS

Los resultados de este proyecto servirán para diagnosticar la salud de las plantaciones de manera eficiente sin necesidad de recorrer las fincas de manera tradicional, lo que supondrá un ahorro significativo en tiempo, recursos humanos y económicos. La eficiencia de los índices de vegetación para estimar la cobertura vegetal y predecir el rendimiento de los cultivos, lo convierte en una herramienta fundamental para gestionar y optimizar la productividad agrícola. Además, se contribuye para crear capacidades técnicas para que los productores y extensionistas integren el uso de imágenes obtenidas mediante drones para el seguimiento de las fincas, lo que supondrá un incremento de la productividad y rentabilidad de las plantaciones.