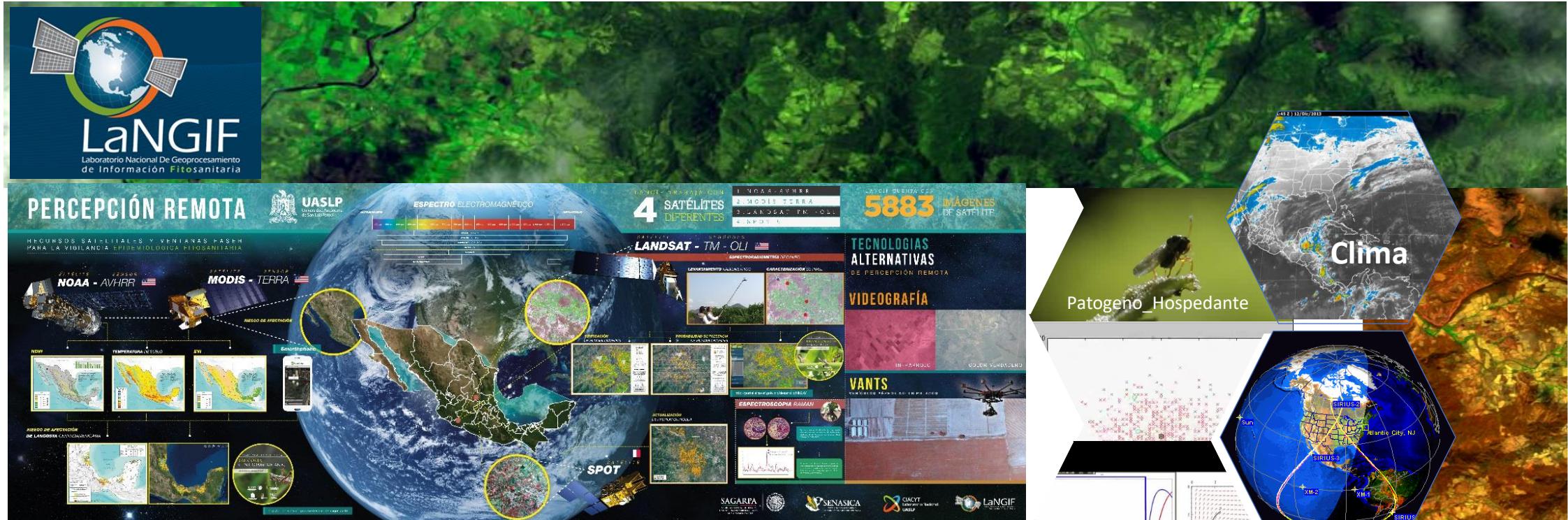


# Monitoreo Geointeligente Aplicado al Diagnóstico Fitosanitario. Aplicaciones y experiencias mexicanas

**Dra. María Guadalupe Galindo Mendoza**  
Secretaria Técnica  
Consejo Consultivo Fitosanitario

Investigadora de la UASLP



- El Laboratorio Nacional de Geoprocесamiento de Información Fitosanitaria (LaNGIF) es un **centro orientado al desarrollo de metodologías para el seguimiento de problemas fitozoosanitarios a través de tecnología de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica**
- Nace en el año de 2007, como parte del Convenio de Colaboración celebrado entre el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) y la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, para crear, desarrollar y fortalecer el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (SINAVEF). TLCAN-CIPP-FAO-OMC
- A partir de 2018 somos un centro colaborador científico en el desarrollo de metodologías y herramientas tecnológicas aplicadas en el programa de Vigilancia Epidemiológica del SENASICA-SADER



## 23 Programas

### 3 Programas Complejos

1. Plagas Reglamentadas del plátano
2. Plagas Reglamentadas de los cítricos
3. Plagas reglamentadas del aguacate

### 29 Plagas en Vigilancia

### Total Observaciones 997,406

### Total Mensual 90,661

### Total Semanal 22,655

**SCOPEmx Movil**

**SCOPEmx Movil**

**Tipo de Estrategias Fitosanitarias**

- Áreas de Exploración
- Parcela Centinelas
- Rutas de Trampeo
- Rutas de Vigilancia

**Tipo de Condición Fitosanitaria**

- Presente
- Sospechoso
- No Encontrado
- Erradicado
- No Conocida su presencia

**SCOPEmx móvil v1.0 para Android.**

**Requerimientos.**

- Android 2.3 o superior.
- 512 Mb de memoria RAM.
- Cámara de SMP o mejor.
- GPS.
- Wi-Fi.
- Conexión a datos móviles.
- SD Card.

**Novedades.**

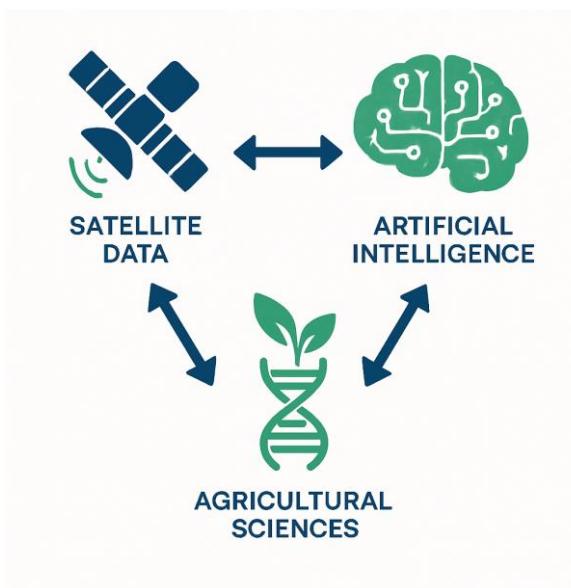
- Carga masiva de observaciones.
- Sincronización de datos.
- Validaciones de ubicación.
- Adjunta hasta tres fotografías por observación.
- Almacenamiento local.
- Lectura de QR's generados por SCOPEmx.
- Trabajo en ambiente desconectado.

**Descargas.**

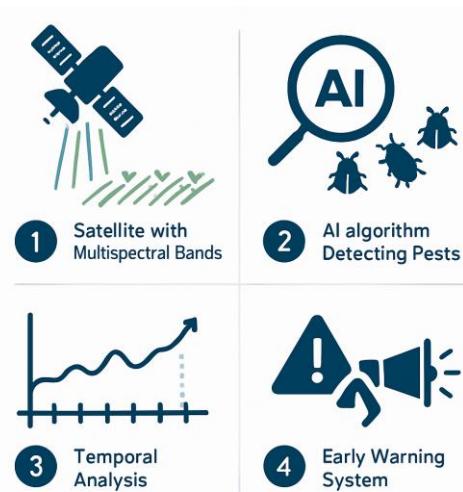
- SCOPEmx móvil v1.1
- Manual SCOPEmx móvil

**Última versión 19/11/2013. SCOPEmx móvil (c) 2013, LaNGIF-CIACy-UASLP.**

# ¿Qué es la Geointeligencia Fitosanitaria?



La convergencia entre **datos espaciales**, **inteligencia artificial**, **sensores** y **ciencias agrícolas** para crear sistemas predictivos que protejan la seguridad alimentaria global.



- Es la disciplina que combina:
  - a. Datos multiespectrales satelitales y de drones para monitoreo de cultivos
  - b. Algoritmos de IA para detección de patógenos y plagas
  - c. Sensores de espectroscopía y radiometría para detecciones asintomáticas y diagnósticos rápidos no invasivos
  - d. Análisis espacio-temporal para predicción de brotes
  - e. Sistemas de alerta temprana para respuesta rápida en tiempo cuasi-real

# Tecnología, Fitosanidad e Inteligencia Artificial

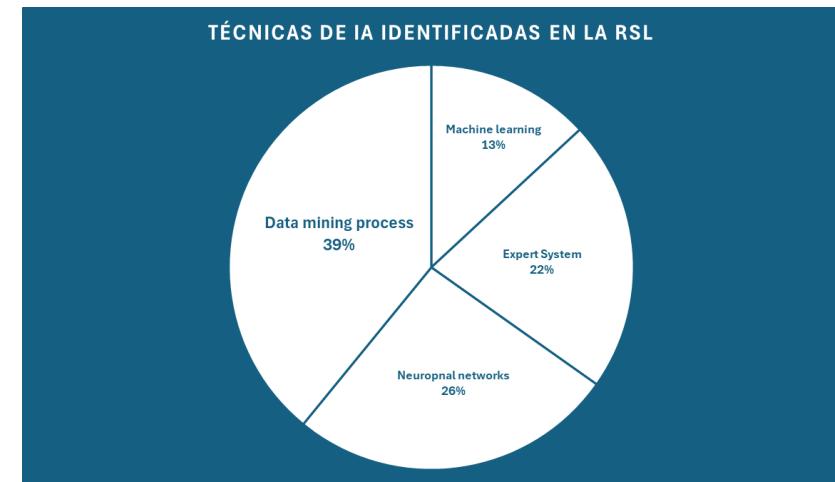
## Fundamentos

- ¿Cuáles son los efectos de vincular la IA en la agricultura?,
- ¿Cómo ayuda la IA en la sanidad vegetal?, además descubrir
- ¿Qué técnicas de la inteligencia artificial se aplican en la salud vegetal?
- ¿De qué manera mejoran los sistemas expertos la sanidad vegetal?

## Conceptos de Geointeligencia

- Inteligencia Artificial Fitosanitaria
  - ✓ Data Mining (Procesamiento de datos).
  - ✓ Neural networks (Redes neuronales).
  - ✓ Expert System (Sistemas expertos).
  - ✓ Machine learning (Aprendizaje automático).
- Geointeligencia Fitosanitaria
  - ✓ Minería de datos
  - ✓ Inteligencia de imágenes
  - ✓ Inteligencia de sensores
  - ✓ Sistemas empotrados o embebidos

En la revisión general las estrategias aplicadas, identificaron un total de 179 documentos, 46 artículos correspondientes a estudios secundarios y 13 estudios básicos con la ayuda de la herramienta Mendeley



Palabras clave: Digital agricultura, Smart agricultura, Precision agricultura, Predictive analysis, Plant Health, Expert Systems, Artificial intelligence

## Ciclo de la Geointeligencia (GEOINT)



# Características Clave



## Análisis de datos geográficos

Utiliza información como mapas, imágenes satelitales, datos de censos y otros datos georreferenciados.

*Ejemplo: Monitoreo de cultivos de aguacate en Michoacán mediante imágenes Sentinel-2.*



## Contexto espacio-temporal

Considera la ubicación y el tiempo en la interpretación de los datos para análisis dinámicos.

*Ejemplo: Seguimiento de la expansión de la roya del café en Chiapas (2020-2025).*



## Toma de decisiones

Permite analizar patrones, identificar tendencias y predecir escenarios para apoyar decisiones.

*Ejemplo: Sistema de alerta temprana para sequías en el Bajío mexicano.*



## Aplicaciones diversas

Se utiliza en áreas como logística, transporte, energía, retail, inmobiliaria, agricultura y salud.

*Ejemplo: Optimización de rutas de distribución de productos agrícolas en la CDMX.*

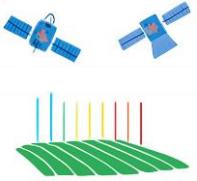


## Inteligencia Artificial

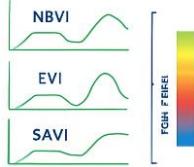
Se combina con IA para mejorar la capacidad de análisis y predicción, conocida como GeoIA.

*Ejemplo: Algoritmos de deep learning para detección automática de plagas en cultivos de maíz en Jalisco.*

# Tecnologías Clave



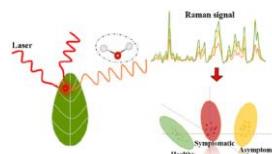
Sensores hiperespectrales: Sentinel-2, Landsat 8/9, Planet Labs



Análisis de índices vegetativos: NDVI, EVI, SAVI, Red-Edge



IoT agrícola: Estaciones meteorológicas, sensores de suelo



Sensores RAMAN SERS: espectroscopia que ofrece diagnósticos rápidos no invasivos rápida y de alta sensibilidad



Machine Learning: Redes neuronales convolucionales, Random Forest



Sistemas embebidos o empotrados

# Tecnologías de Vanguardia

## Plataformas Cloud Computing

- Google Earth Engine: Procesamiento petabytes datos satelitales
- AWS SageMaker: Entrenamiento modelos IA a escala
- Microsoft Planetary Computer: APIs geoespaciales avanzadas



## Software Especializado

- QGIS + Plugins: SCP, Semi-Automatic Classification
- Python Libraries: Rasterio, Geopandas, Scikit-image
- R Packages: RStoolbox, hsdar, satellite



## Sensores Emergentes

- Nanosatélites CubeSat: Constelaciones de monitoreo continuo
- Drones multiespectrales: DJI P4 Multispectral, Parrot Sequoia
- Sensores IoT: Estaciones meteorológicas inteligentes
- Espectroscopia RAMAN móvil o Biofotónica





**Coordinadoras Nacionales**

**Conferencias Estratégicas**

**Logos de las instituciones participantes:**

- UASLP
- CONALEP
- LaNGIF
- COPOCYT
- UAT
- SEASAVE
- COLPOS
- SENASICA
- BAYER
- EIMEX
- ASAS
- CESEASLP
- UAS
- UCOL
- UNAM
- AECISLP
- AGRICULTURA
- AgroBien SC
- ASICA
- BIAP
- CONACOFI
- CONANP
- GIGENIAblads
- IBERO LEÓN
- SECHI-OBIOSEM
- UAAN
- UAEMex
- UJED

<https://eventos.uaslp.mx/geointeligencia/Home/Inicio>



- **118 Asistentes en modalidad presencial y virtual**
- **26 Instituciones**
- **10 Cuerpos académicos**
- **768 visualizaciones en transmisión de Facebook**



**Taller Internacional de Geointeligencia Fitosanitaria**  
del 9 al 11 de julio de 2025

[Ver más](#) [Facebook](#)

**REFERENTES MAGISTERIALES**

Dr. Carlos Orlando Olivares  
University of Lincoln University, Andalucía, Spain

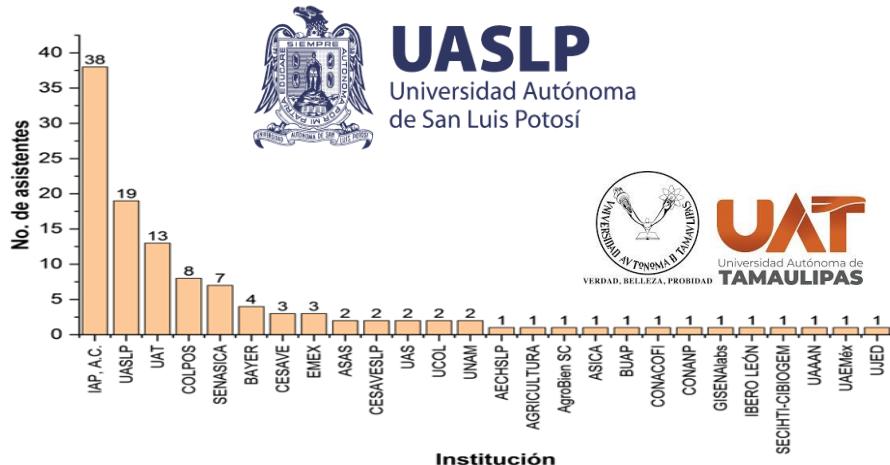
Dr. José Luis Moreno López  
Instituto Politécnico de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT)

Dr. Federico Bert  
ICA

Dr. Juan Carlos Elizondo Leyd  
Universidad Autónoma de Tamaulipas



**CONSEJO  
NACIONAL  
CONSULTIVO  
FITOSANITARIO**



# Geointeligencia Fitosanitaria



## Tutorial DiAgroDL

<https://youtu.be/GuSITZqUueM>



# Desarrollo tecnológico Web

**DiAgroDL V1.0**

Plataforma WEB inteligente para la identificación y diagnóstico de problemas fitosanitarios en cultivos agrícolas

PSEI-Cómputo Aplicado  
Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial  
Inductor: 03-2024-101712552100-01

Basado en tres redes neuronales convolucionales preentrenadas

VGG19  
EfficientNetB0  
MovilNetV2

AI

Identificación y diagnóstico de nueve enfermedades en hojas de tomate

- Mancha Bacteriana
- Tizón temprana
- Tizón tardío
- Moho de la hoja
- Mancha foliar por septoria
- Araña roja
- Mancha blanca o diana
- Virus del mosaico
- Virus del enrollamiento de la hoja
- Hoja sana

Coordinador del proyecto  
Juan Manuel González Camacho  
[jmgc@colpos.mx](mailto:jmgc@colpos.mx)

Desarrollador  
Juan Pablo Ambrosio Ambrosio  
[jmgc@colpos.mx](mailto:jmgc@colpos.mx)

Crea una cuenta y empieza a usar DiAgroDL

<https://www.apishai.com>

Taller International de  
Geointeligencia  
Fitosanitaria

Aplicación Móvil Inteligente amAI-B

**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**CÓMPUTO APLICADO**  
Tecnología MobileNetV3Large + Android

Enfermedades

- Mancha Angular
- Antracnosis
- Viruela
- Olido
- Moho gris
- Q. de la hoja
- Def. Calcio
- Desconocido

Detección Visual

- Frutas y Hojas Sanas

Analiza en tiempo real

Grupo de Inteligencia Artificial  
Desarrollo Tecnológico

M.C. Giovanni Montes Rodríguez  
[montes.giovanny@colpos.mx](mailto:montes.giovanny@colpos.mx)

<https://www.apishai.com>



APLICACIONES, SOLUCIONES Y HERRAMIENTAS DE CÓMPUTO INTELIGENTES  
DESARROLLO TECNOLÓGICO A UN CLIC DE DISTANCIA!

<https://www.apishai.com>



Tutorial crear una cuenta

<https://youtu.be/ZYM7b5PRp-0>



[ambrosio.juan@colpos.mx](mailto:ambrosio.juan@colpos.mx)



## Detección Presuntiva del HLB de los Cítricos a Tráves de Imágenes

Dr. Juan José Garza Saldaña, Dr. Sóstenes E. Varela Fuentes,  
Dr. Wilfrido Gómez Flores (Cinvestav), Dr. Arturo Medina  
Puente, Dr. Ignacio González Gutiérrez

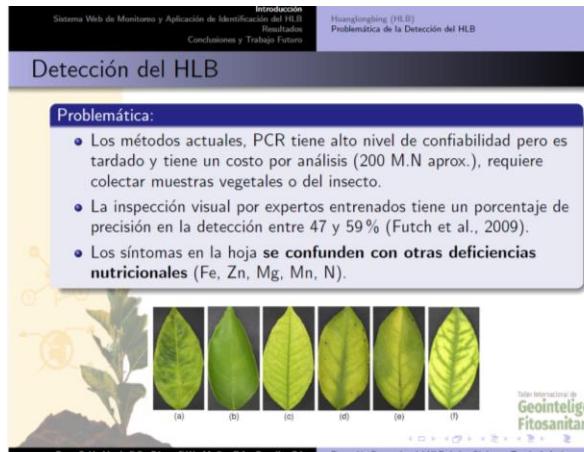
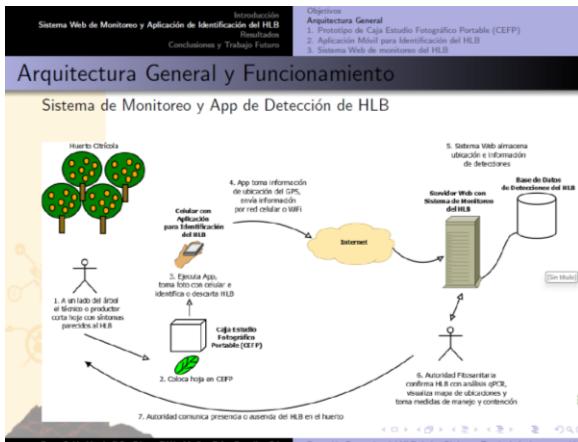
Julio, 2025



Garza S.JJ., Varela F.S., Gómez F.W., Medina P.A., González G.I.

Detección Presuntiva del HLB de los Cítricos a Tráves de Imágenes

1/34



Garza S.JJ., Varela F.S., Gómez F.W., Medina P.A., González G.I. Detección Presuntiva del HLB de los Cítricos a Tráves de Imágenes

## Caja Estudio Fotográfico Portable (CEFP)



### Características del Prototipo

- ① Iluminación controlada.
- ② Fondo homogéneo.
- ③ Evita el movimiento de cámara o celular.
- ④ Portable.
- ⑤ Puede utilizarse para fotos de hojas u objetos.



- Entre algunos síntomas, se presentan manchas moteadas de forma asimétrica en hojas, islas verdes y hojas más pequeñas.



Garza S.JJ., Varela F.S., Gómez F.W., Medina P.A., González G.I. Detección Presuntiva del HLB de los Cítricos a Tráves de Imágenes

### AGRIFOTONICA

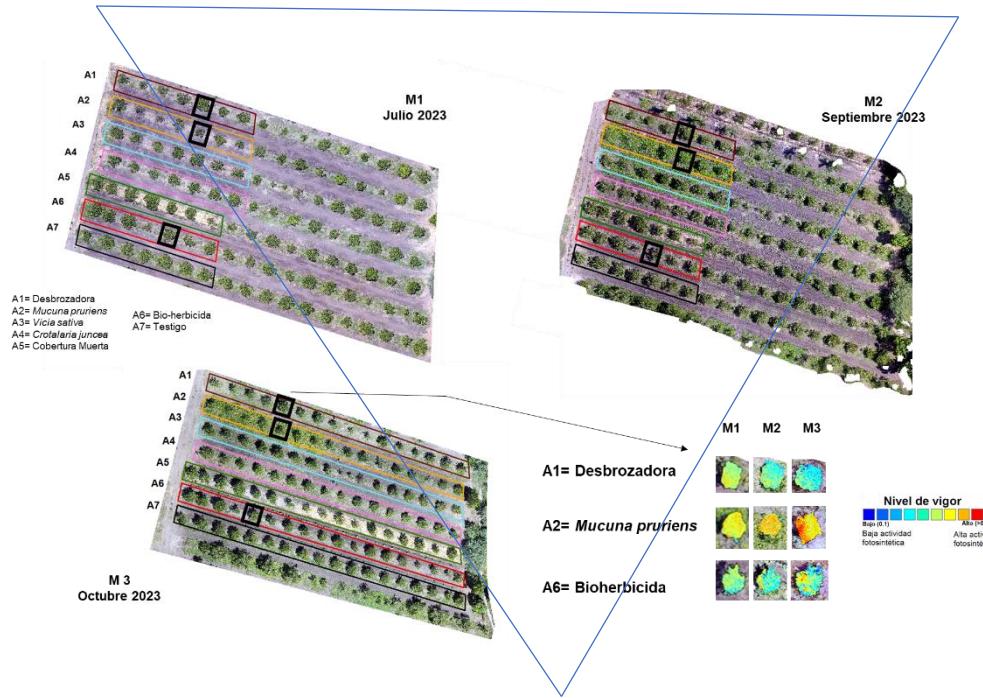
Espectroscopia  
RAMAN y RAMAN SERS

(+/-) Hoja y fruto

### AGROESPECTRAL

Cámara infrarroja  
NDVI-NVWI  
VANT  
Cámara térmica

Encimas suelo



### AGROMÁTICA geointeligente

Trazas de agrotóxicos  
Deficiencias nutricionales  
Problemas fitosanitarios

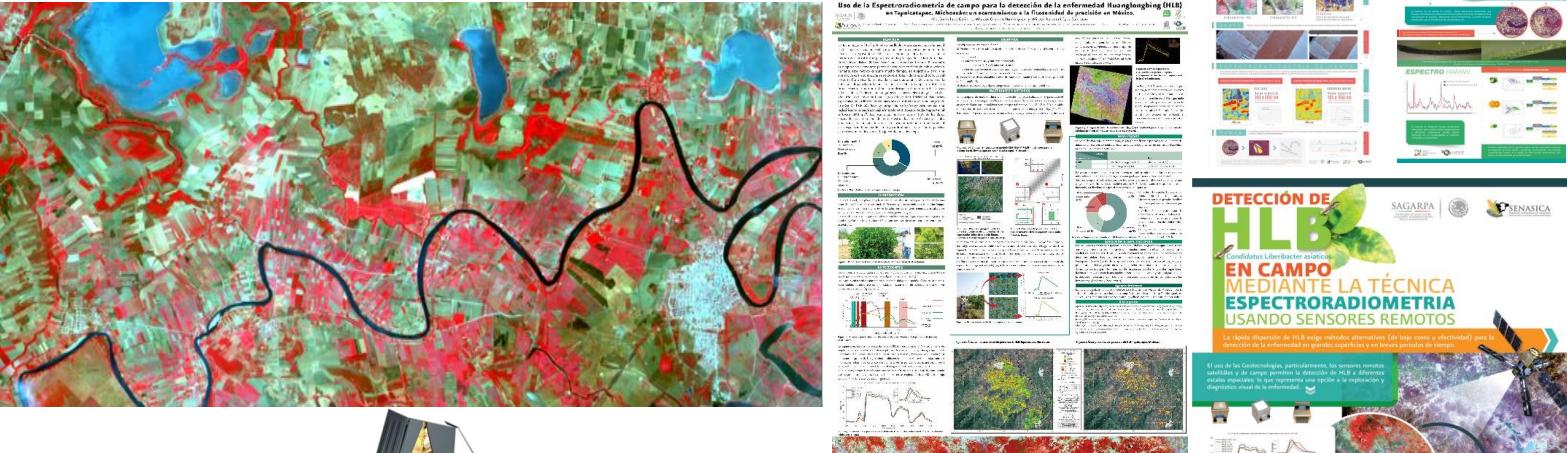


Radiómetro CROP SCAN  
Imágenes de Satélite





**LaNGIF**  
Laboratorio Nacional De Geoprocесamiento  
de Información Fitosanitaria



## Aplicaciones



**UASLP**

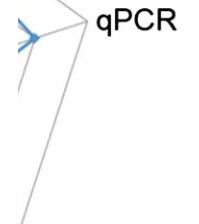
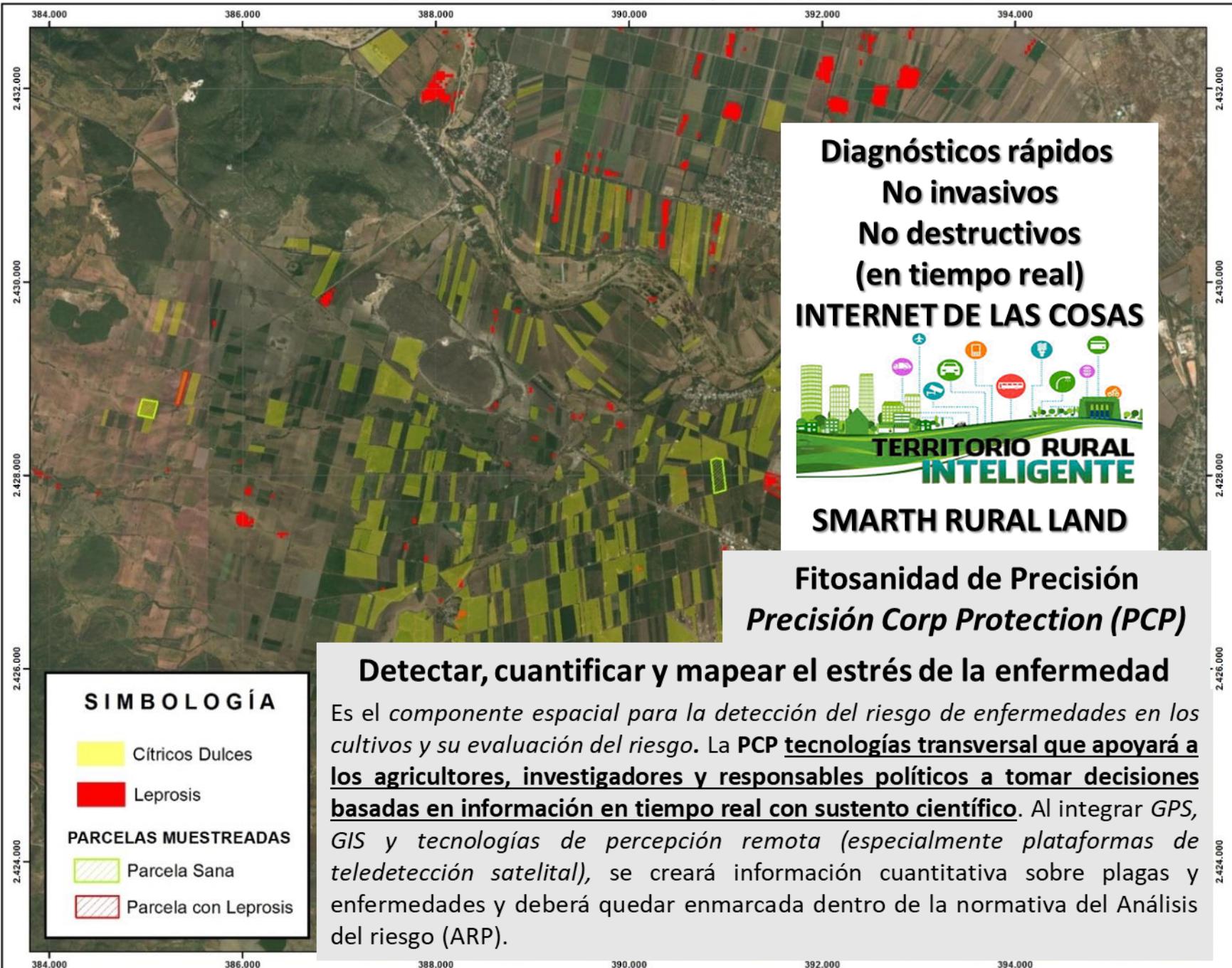
Universidad Autónoma  
de San Luis Potosí



**LaNGIF**

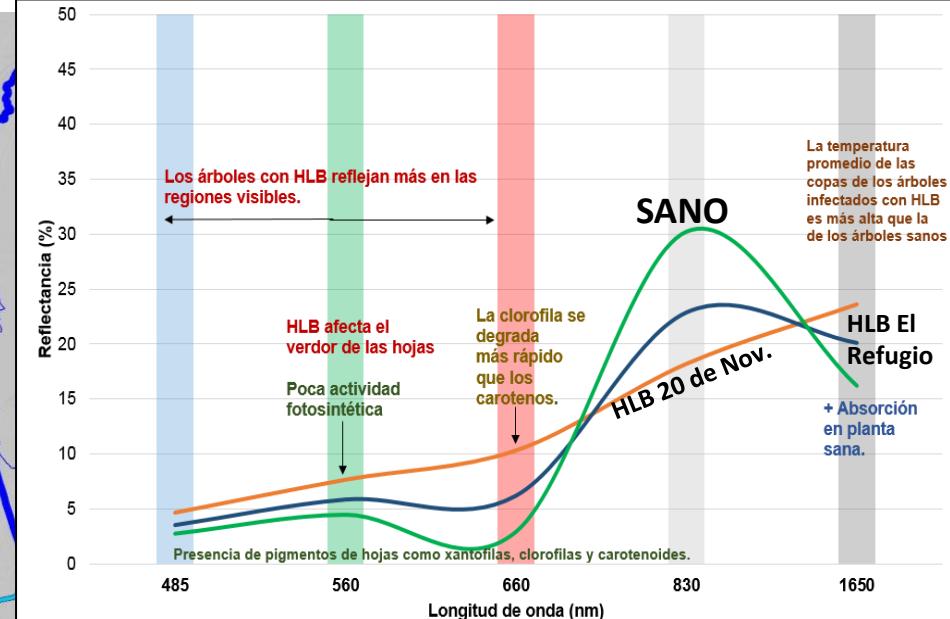
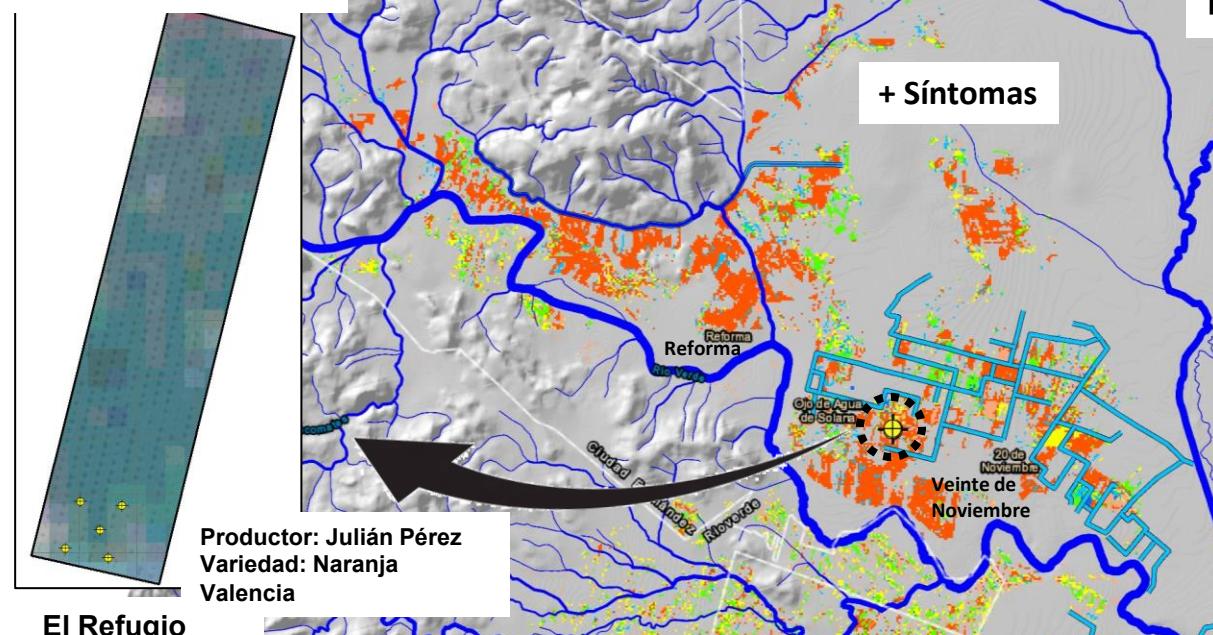
Laboratorio Nacional De Geoprocесamiento  
de Información Fitosanitaria



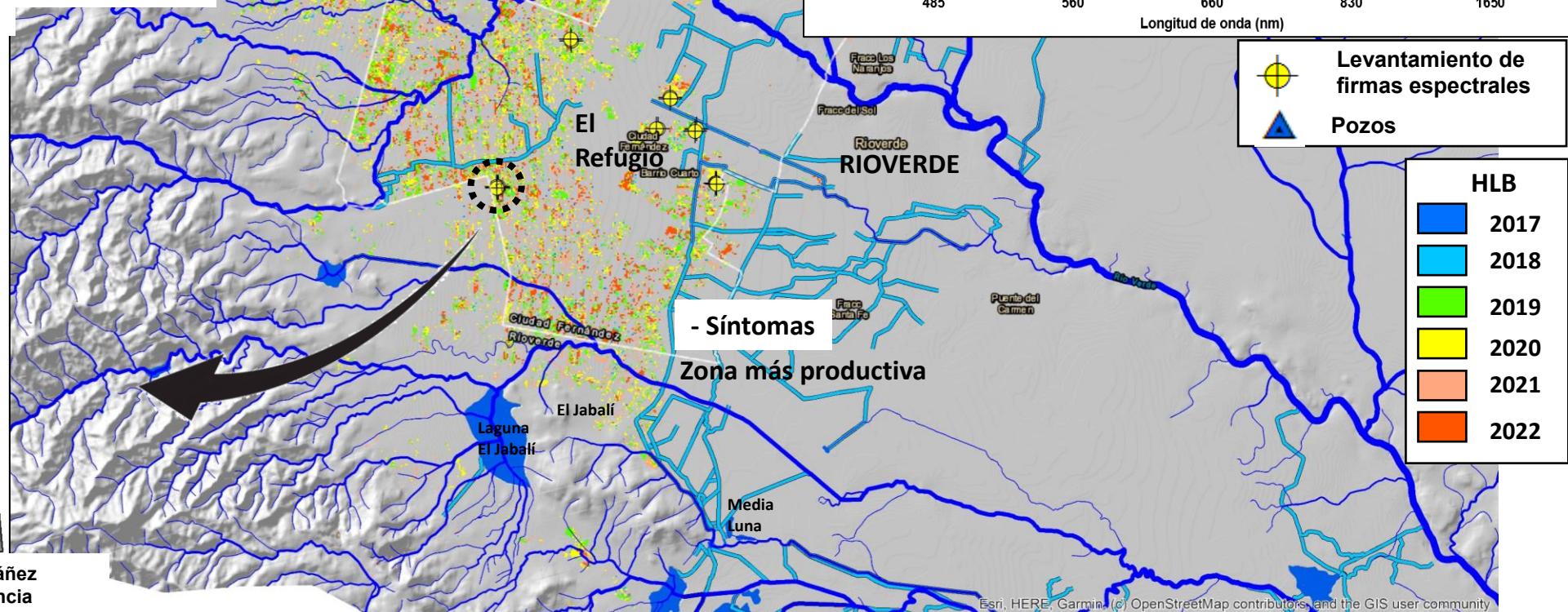


# Epidemiología panorámica del HLB

20 de Noviembre



El Refugio



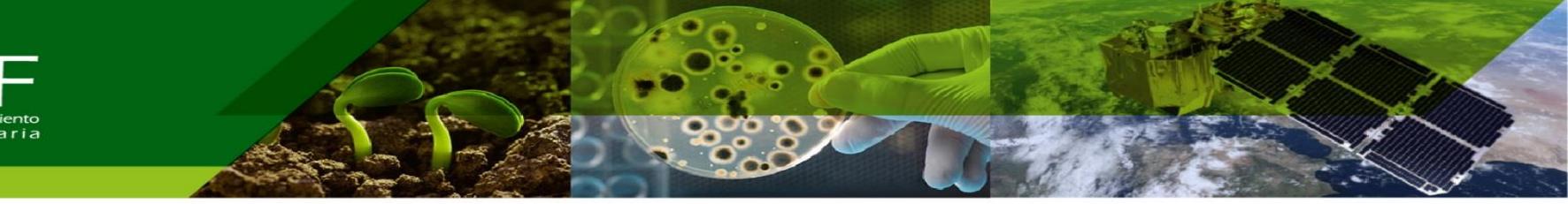
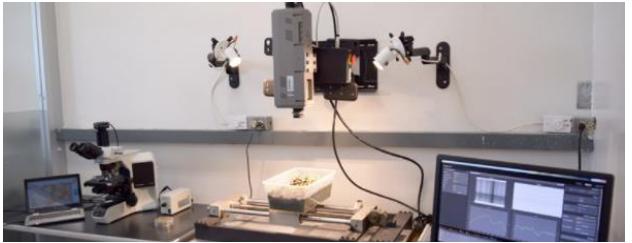
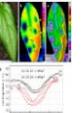
Productor: Reynaldo Yáñez  
Variedad: Naranja Valencia

Firmas espectrales validadas por el CNRF-SENASICA

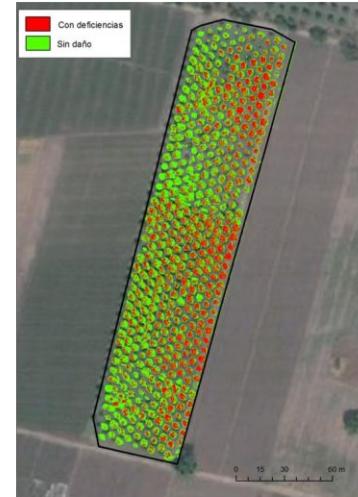
Esri, HERE, Garmin, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community



**LaNGIF**  
Laboratorio Nacional De Geoprocесamiento  
de Información Fitosanitaria

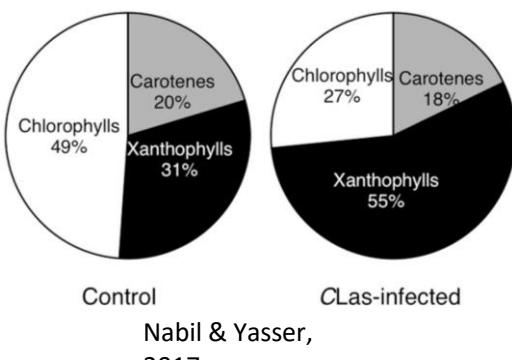
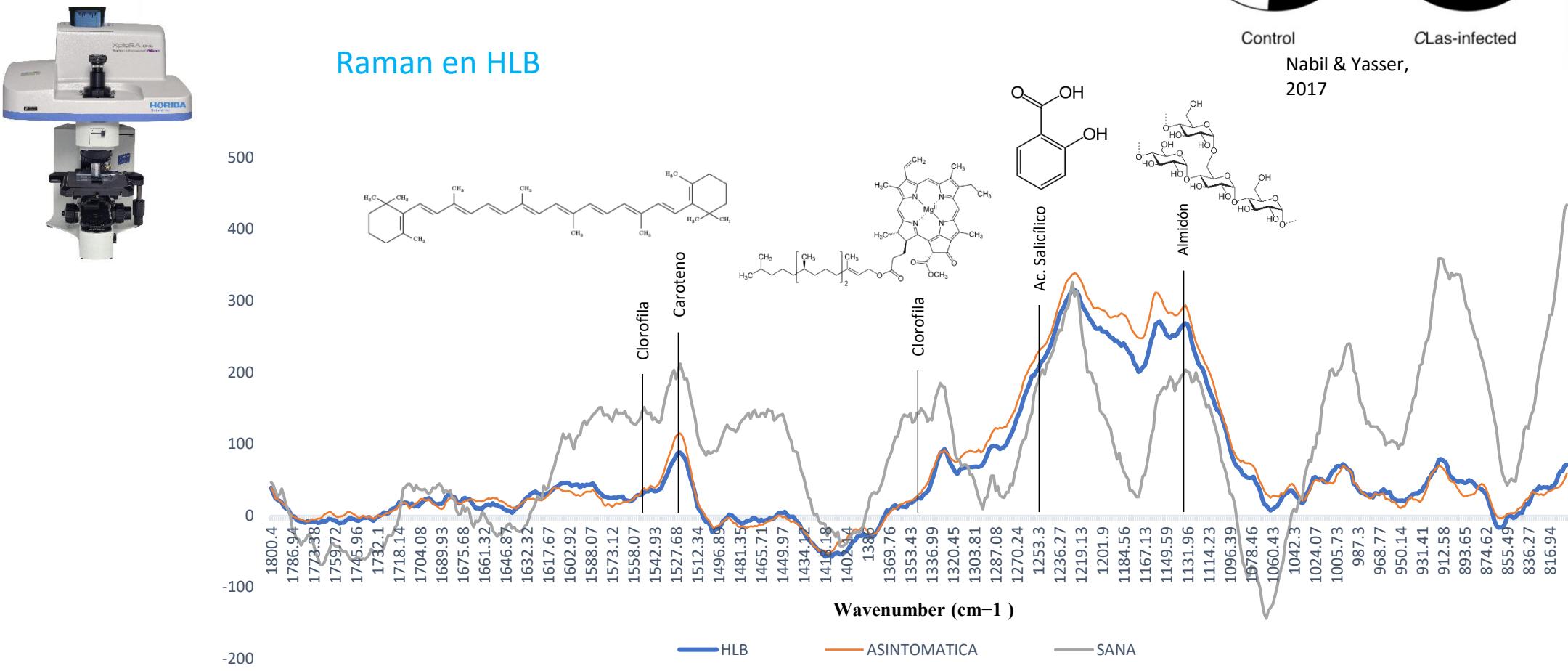


FitoHUB



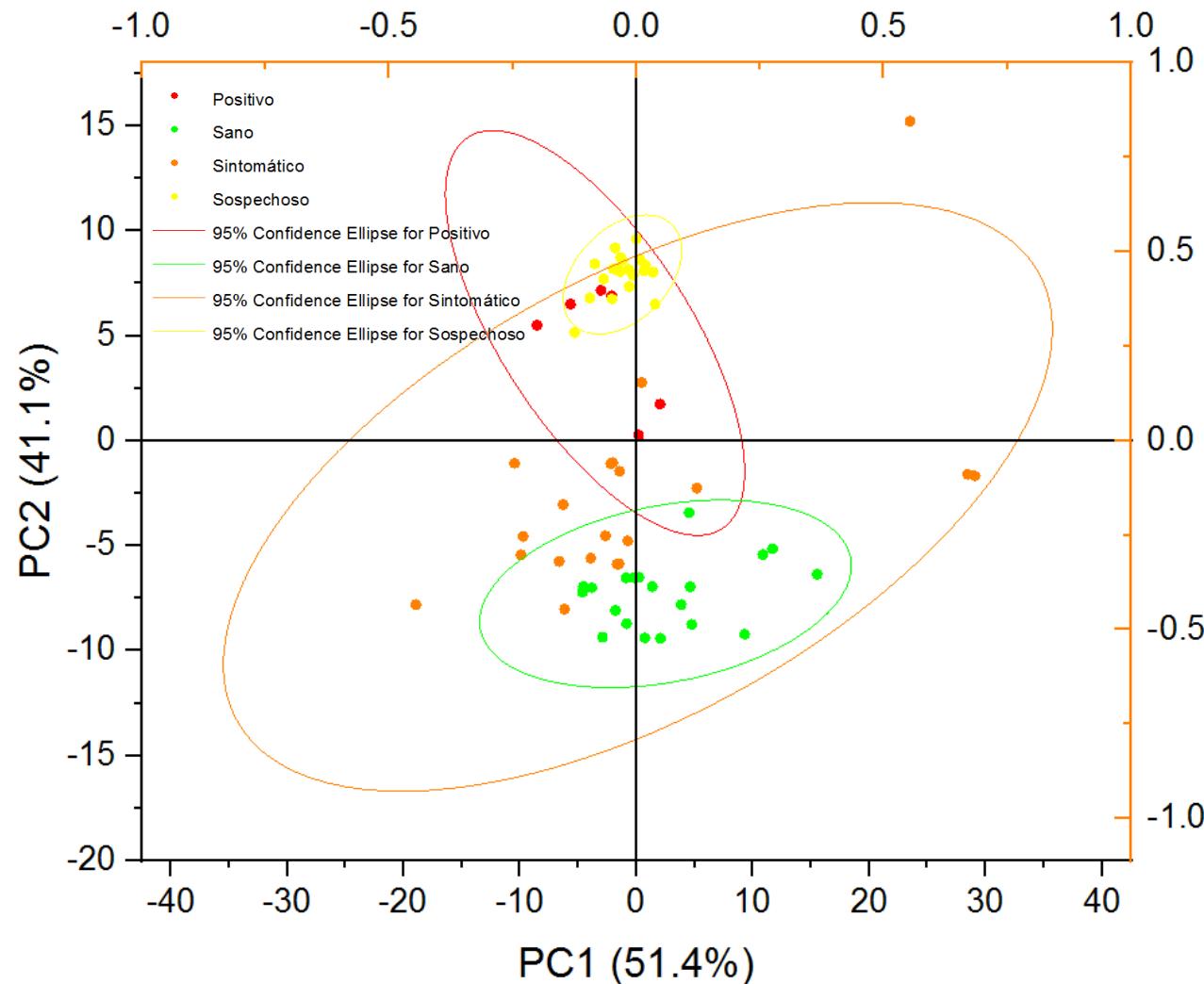


**Figure 1.** Procedure to obtain spectral Raman signatures from HLB-positive and HLB-negative (healthy) citrus samples collected from different Mexican states and municipalities during 2014.



# Análisis de componentes principales PCA

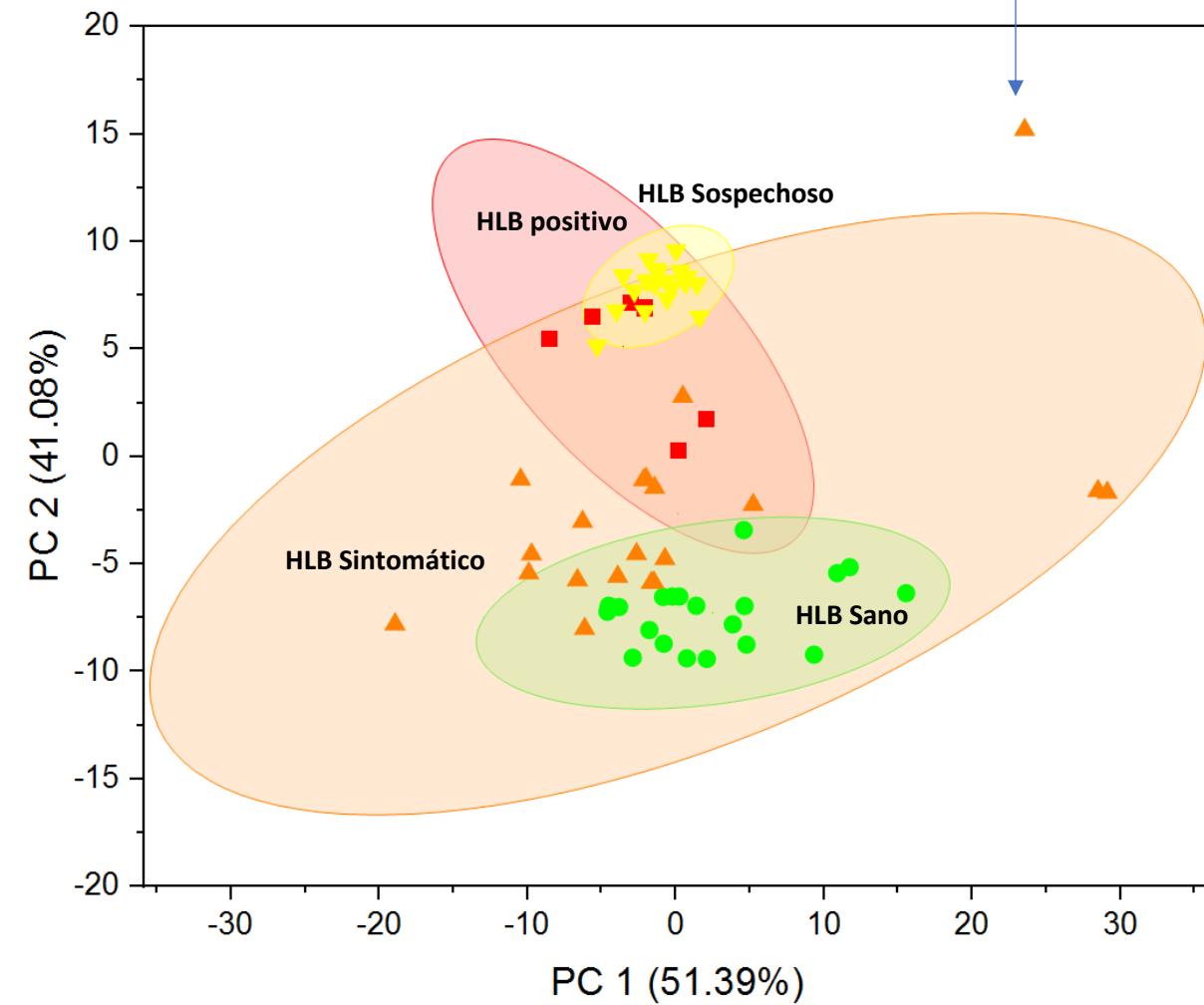
## De firmas espectrales



100 firmas espectrales

## Clúster

Valores atípicos



Aplicar técnica de normalización de datos

# Resultados mediante drones tratamientos fitosanitarios agroecologicos

Durante los primeros 90 días después de su establecimiento, los tratamientos (T2 y T3) de coberturas vivas aumentaron un **20%** en el vigor vegetativo de los árboles infectados por HLB.



Ciudad Fernández, S.L.P.

Cámara Mapir

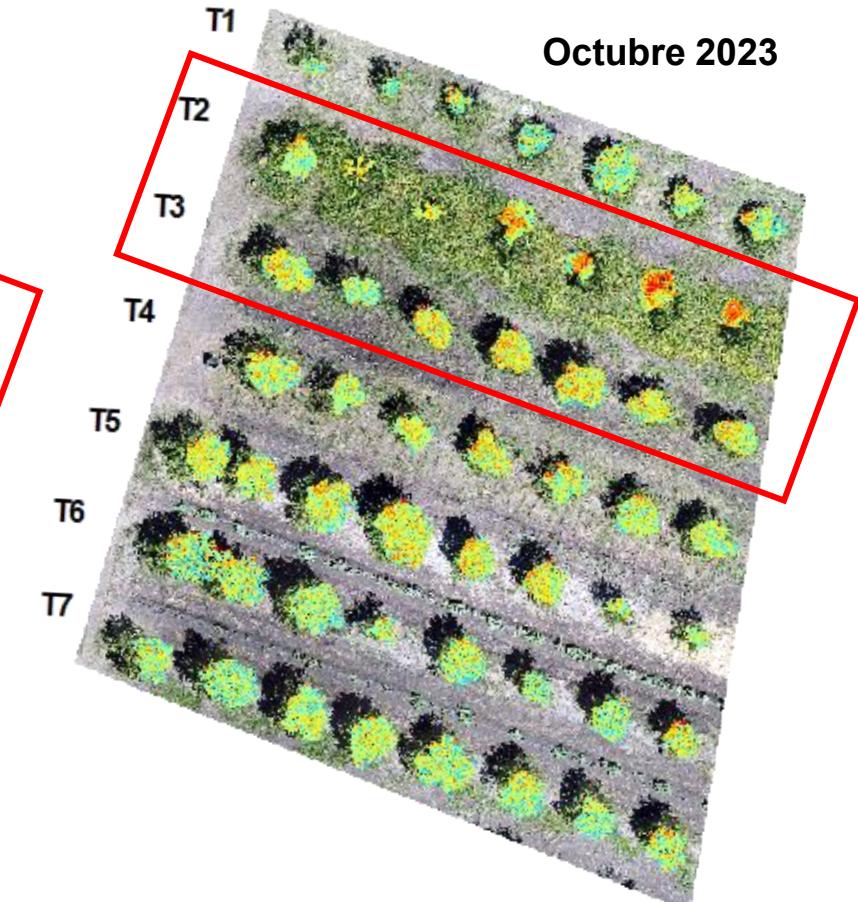
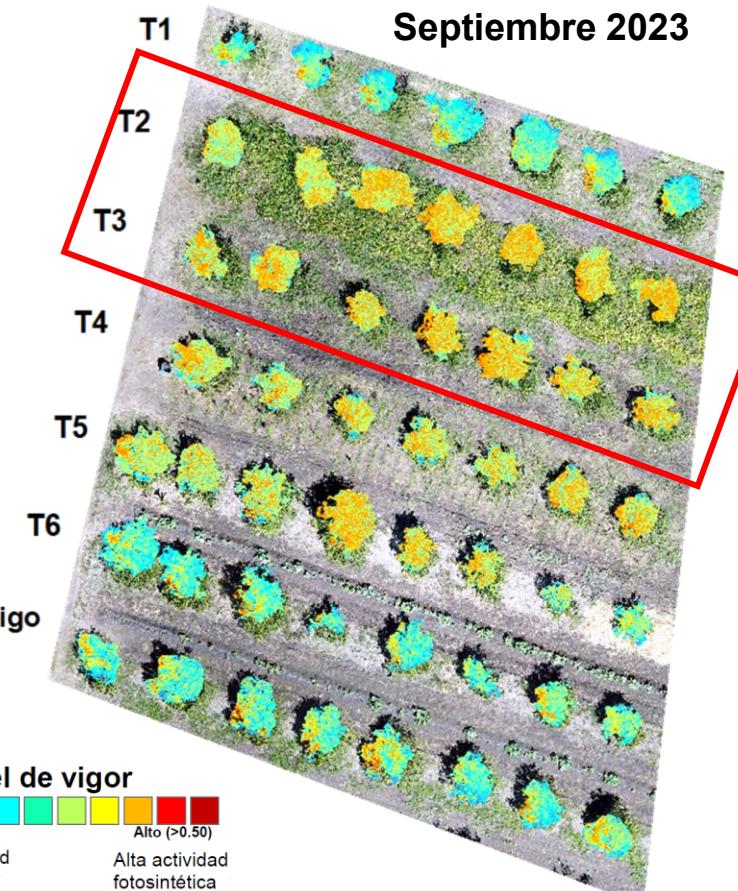
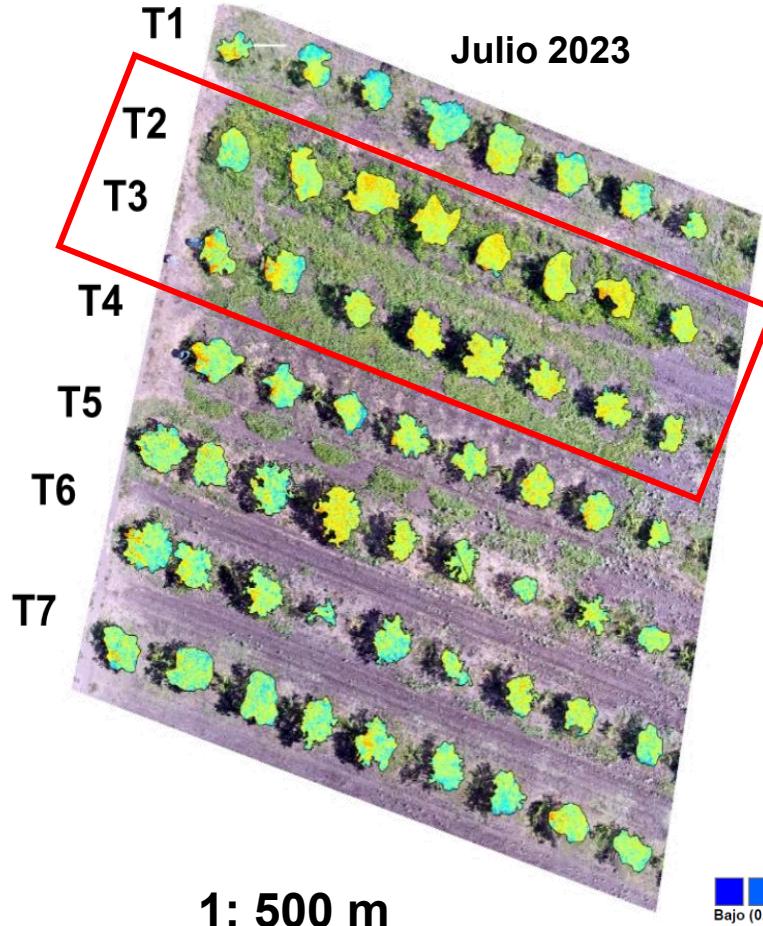


Mavic



T1 = Desbrozadora  
T2= *Mucuna pruriens*  
T3= *Vicia sativa*

T4= *Crotalaria juncea*  
T5= Cobertura Muerta  
T6= Bio-herbicida  
T7= Testigo

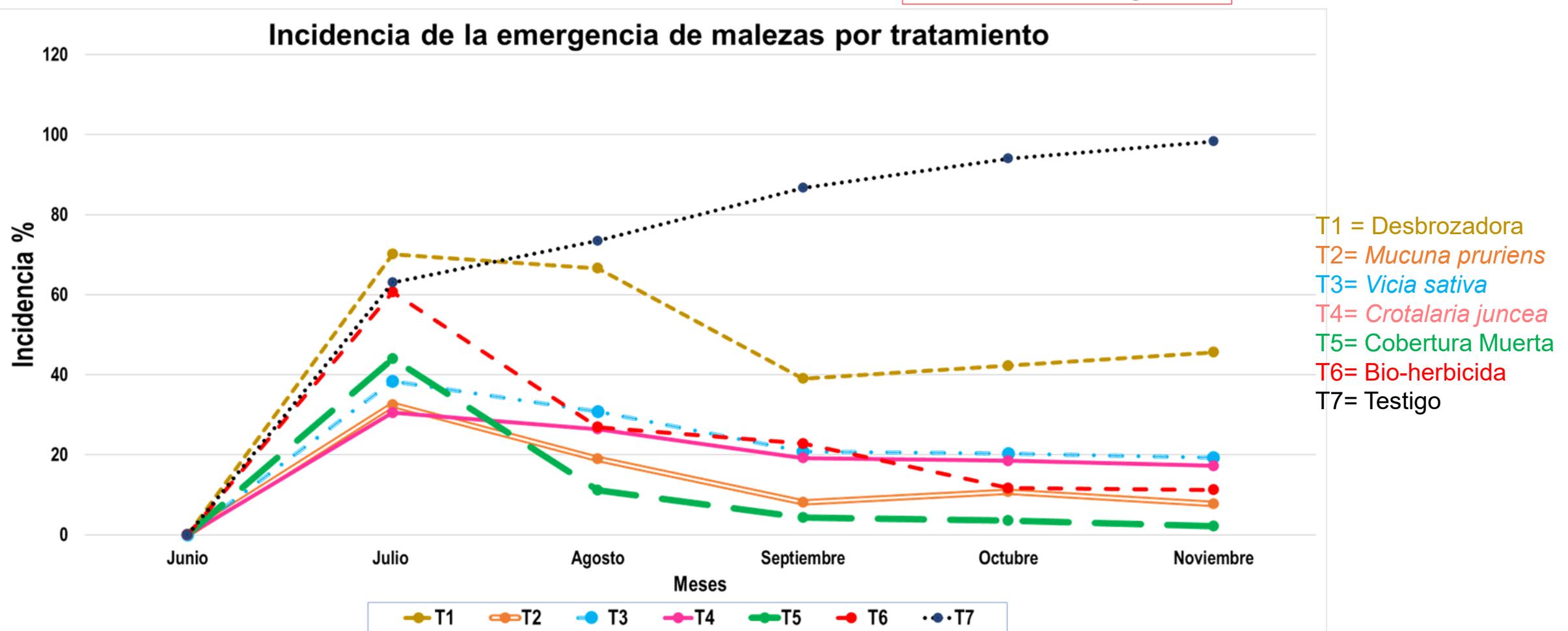


## Densidad de malezas parcela de naranja

De los 7 tratamientos, el T5 (cobertura muerta) fue el que ha disminuido en un 90% la emergencia de malezas, seguido de T2 (*Mucuna pruriens*) y T6 (Bioherbicida). En el caso del tratamiento 7 no se le realizó ningún mantenimiento ni aplicación de bioherbicida mantuvo al alza el número de individuos por m<sup>2</sup> desde su primera evaluación hasta la tercera.



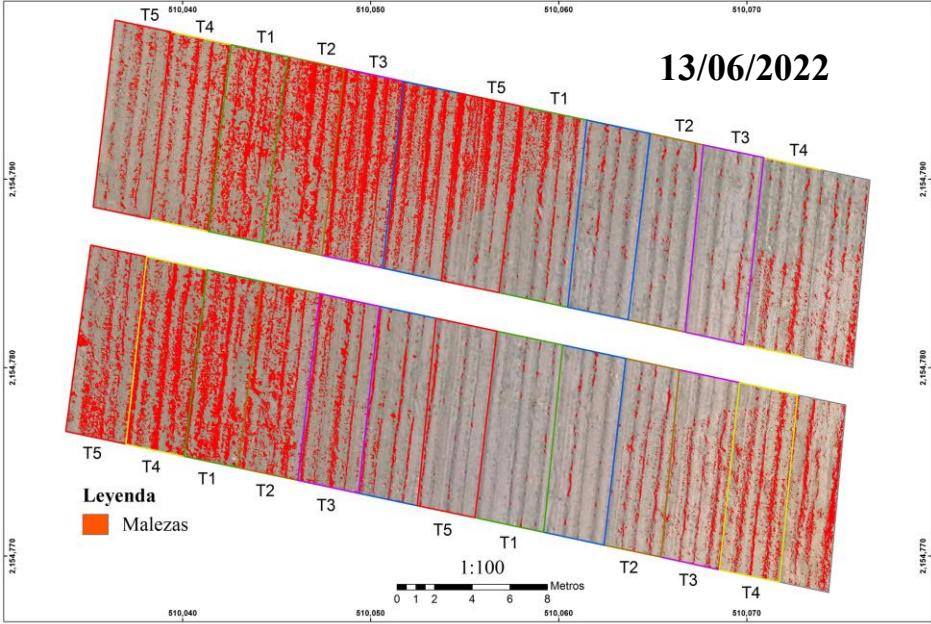
### Incidencia de la emergencia de malezas por tratamiento



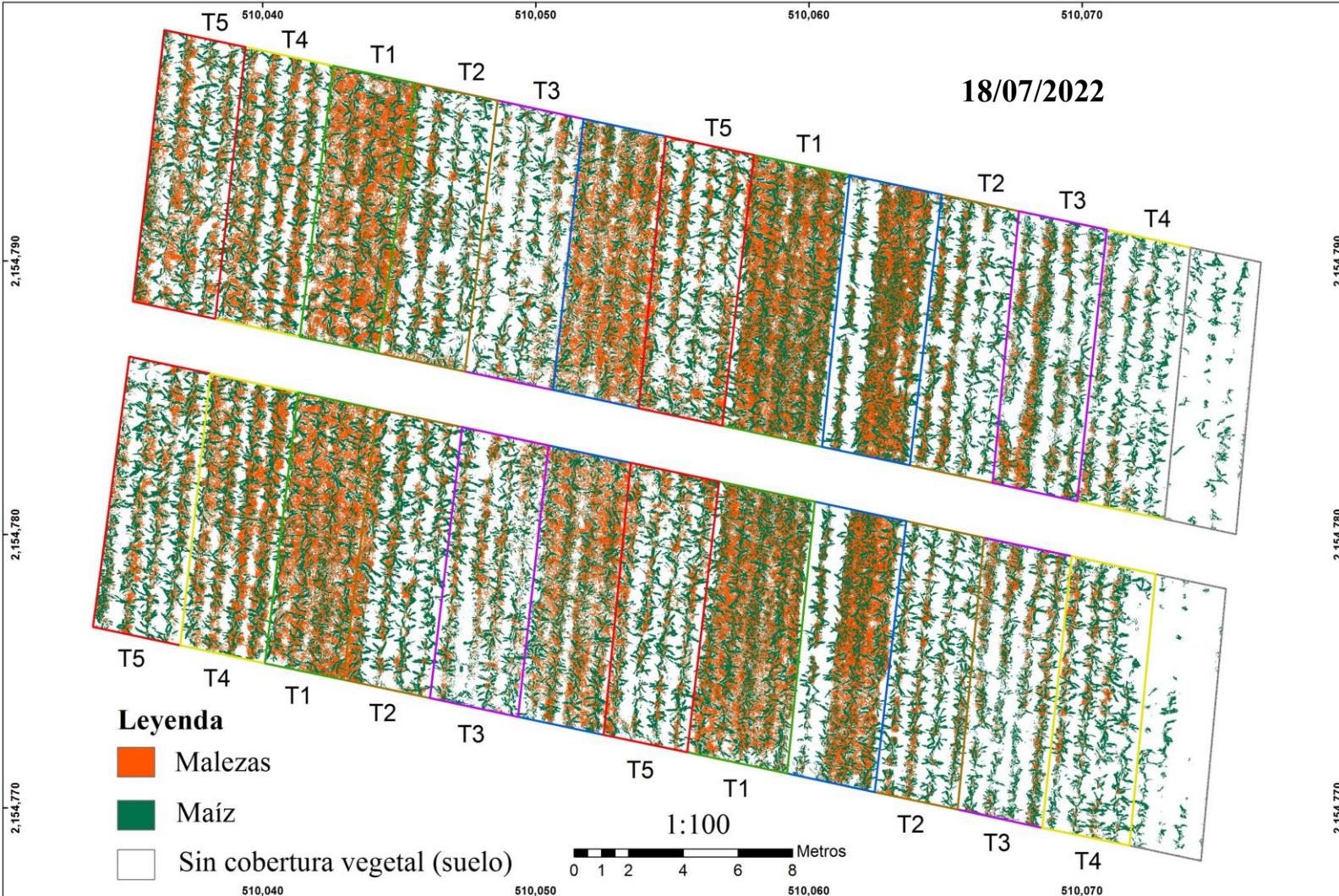
# Mapa de distribución espacial de malezas en predio de maíz (Boyeros).

- Índices espectrales NDVI, GRVI, GNDVI, ReCl y NDWI.
- Clasificación supervisada.
- Áreas de entrenamiento.
- Monitoreo en campo.

## Germinación



## Desarrollo vegetativo



Tomar mejores decisiones de gestión de sus cultivos en un contexto de agricultura de precisión (AP)



## RESULTADOS

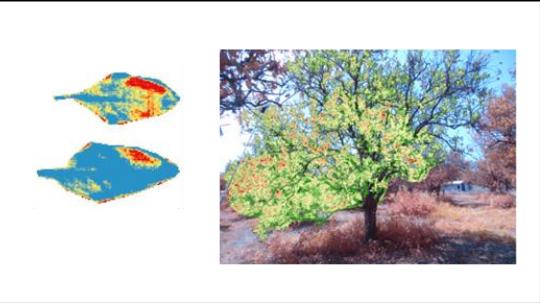
### LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA – H4A1-4



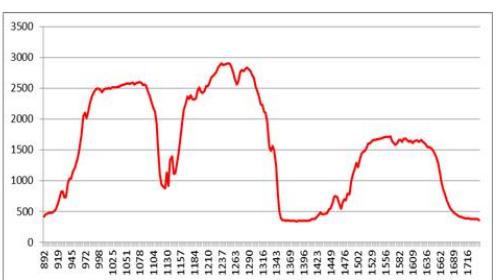
### CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA

**Estado:** San Luis Potosí  
**Municipio:** Cd. Fernández  
**Localidad:** El Peliotado  
**Nombre de productor:** Desconocido  
**Cultivo:** Naranja  
**Variedad:** Valencia  
**Edad de cultivo:** 30 años  
**Superficie:** 6 ha  
**Etapa fenológica del cultivo:** desarrollo vegetativo  
**Manejo:** no  
**Densidad de cultivo:** 8 x 8 m  
**Síntomas:** Sospechoso a Leprosis  
**Fecha:** 19/10/2017

### IMÁGENES DE REFERENCIA

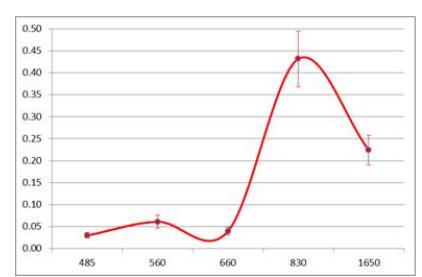


### FIRMA HIPERRESPECTRAL



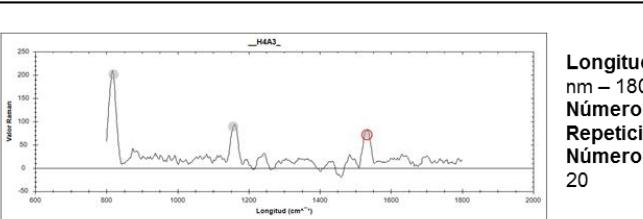
Longitud de onda: 892 nm – 1739 nm  
Número de árboles: 4  
Número de hojas: 10  
Distancia de captura: 120 cm  
Hora de captura: 13:51

### FIRMA MULTIESPECTRAL



Longitud de onda: 485 nm – 1739 nm  
Número de bandas: 5  
Número de árboles: 4  
Repeticiones: 3  
Número datos totales: 12  
Distancia de captura: 50 cm  
Hora de captura: 14:52 – 15:30  
Irradiancia: 642 - 688

### ESPECTRO RAMAN



Longitud de onda: 800 nm – 1800 nm  
Número de árboles: 4  
Repeticiones: 5  
Número datos totales: 20

Problemas fitosanitarios confirmados en parcela:  
**CiLV-N, Exocortis y Cachexia**



# Diagnósticos rápidos no invasivos



**LaNGIF**  
Laboratorio Nacional De Geoprocесamiento  
de Información Fitosanitaria



Tlacuilo

GRACIAS

