

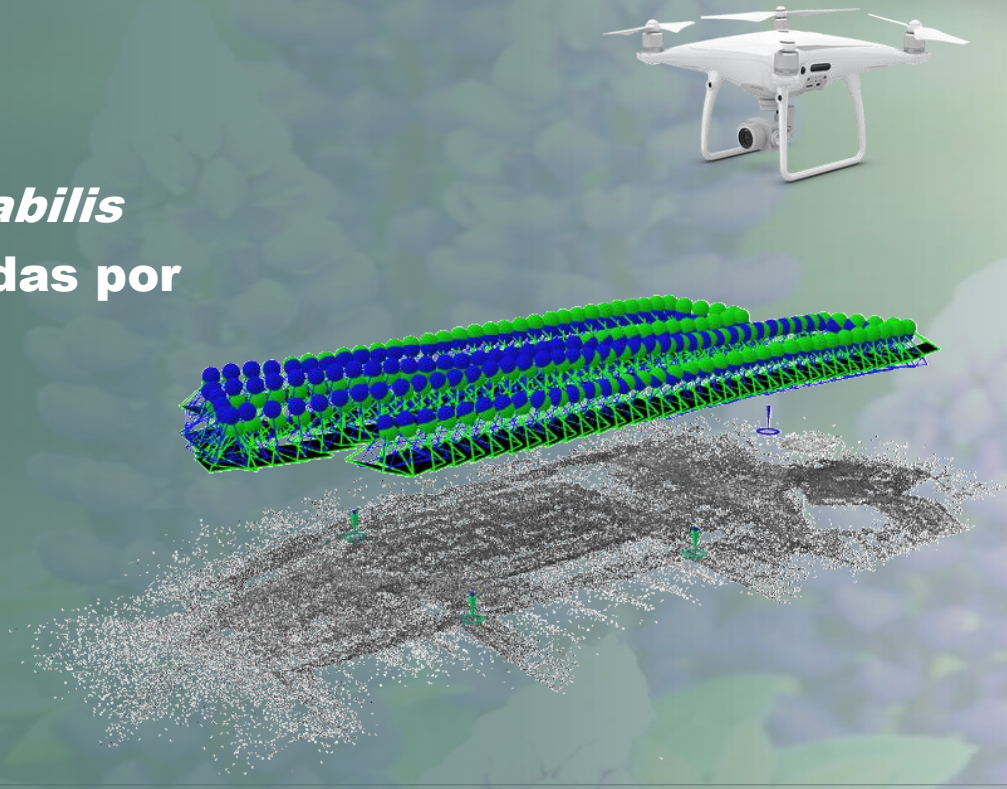


ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“Análisis de la influencia de nanofertilizantes y la presencia de Antracnosis en el lupino (*Lupinus mutabilis Sweet*) mediante imágenes multispectrales obtenidas por cámaras acopladas a drones y el uso de espectroradiómetro”.

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO/A GEÓGRAFO/A Y DEL MEDIO AMBIENTE



Autores:

Farinango Quishpe Antoni Andrés
Trujillo Vivas Mabel Alejandra

Director de Carrera:

Ing. Robayo Nieto, Alexander MSc.

Director del Proyecto:

Ing. Izar Sinde, PhD.

Docente Evaluador

Quim. Erika Murgueitio, PhD.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



Acelerado crecimiento poblacional



Demanda insatisfecha de productos alimenticios

Agricultura es la primera fuente de provisión de alimentos



Limitadas por factores tecnológicos-económicos

Las actividades agrícolas son parte fundamental en la generación de ingresos



Altramuz andino o lupino

Altos niveles de proteína, grasa, hierro, zinc, carbohidratos, minerales y fibras



Afectación por la enfermedad conocida como antracnosis

OBJETIVO GENERAL

Analizar la respuesta espectral tras la aplicación de nanofertilizantes y la presencia de Antracnosis en el lupino (*Lupinus mutabilis* Sweet) mediante imágenes obtenidas por cámaras multiespectrales acopladas a drones y el uso de espectroradiómetro, en la zona del IASA I, para mejorar su cadena productiva.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Sintetizar nanopartículas de quelatos de hierro (Fe) y zinc (Zn), que sirvan como fertilizante para el cultivo del lupino.
- Elaborar un diseño experimental para la aplicación de nanofertilizantes de zinc (Zn) y hierro (Fe) en el cultivo del lupino.
- Obtener datos espectrales por estados fenológicos del lupino, mediante un espectroradiómetro y una cámara multiespectral acoplada a un UAV, tras la adición de nanofertilizantes de zinc (Zn) y hierro (Fe).
- Realizar un análisis comparativo entre dos variedades de lupino (450 Andino y F5 (ECU-2658 x ECU-8415), mediante un análisis estadístico, para diferenciar entre tratamientos, de acuerdo al diseño experimental planteado.
- Aplicar tres métodos de clasificación supervisada (Random Forest RF, CART Y SVM) a los ortomosaicos multiespectrales a las alturas de vuelo de 20 y 30m, para detectar la presencia de Antracnosis (enfermedad del lupino).
- Validar a través de la matriz de confusión e índice kappa, qué método de clasificación y que altura de vuelo (20 y 30m) son los más adecuados para la detección de Antracnosis.
- Elaborar un catálogo de firmas espectrales obtenidas tras la aplicación de nanofertilizantes en el cultivo de lupino, que sirva como información base para estudios posteriores de la planta.

ÁREA DE ESTUDIO



Provincia de Pichincha

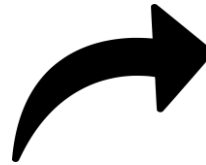


Área utilizada en el proyecto: 1000 m²

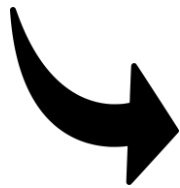
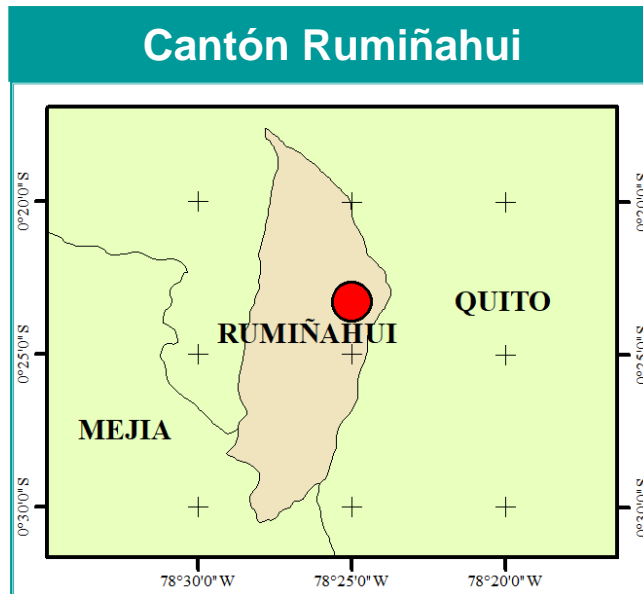
Altura: 2748 msnm

Clima: Mesotrópico húmedo

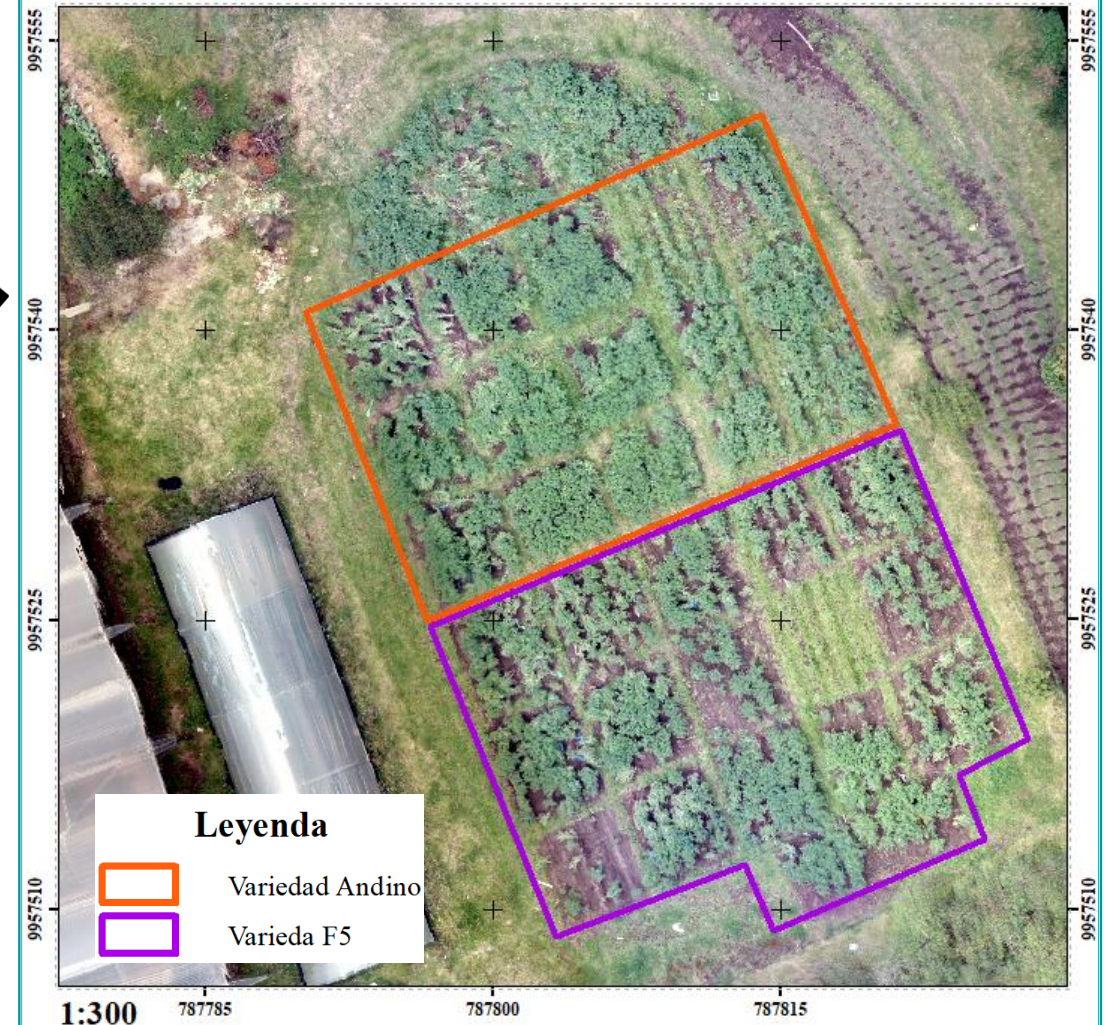
Temperatura: 14°C y 18°C



Cantón Rumiñahui



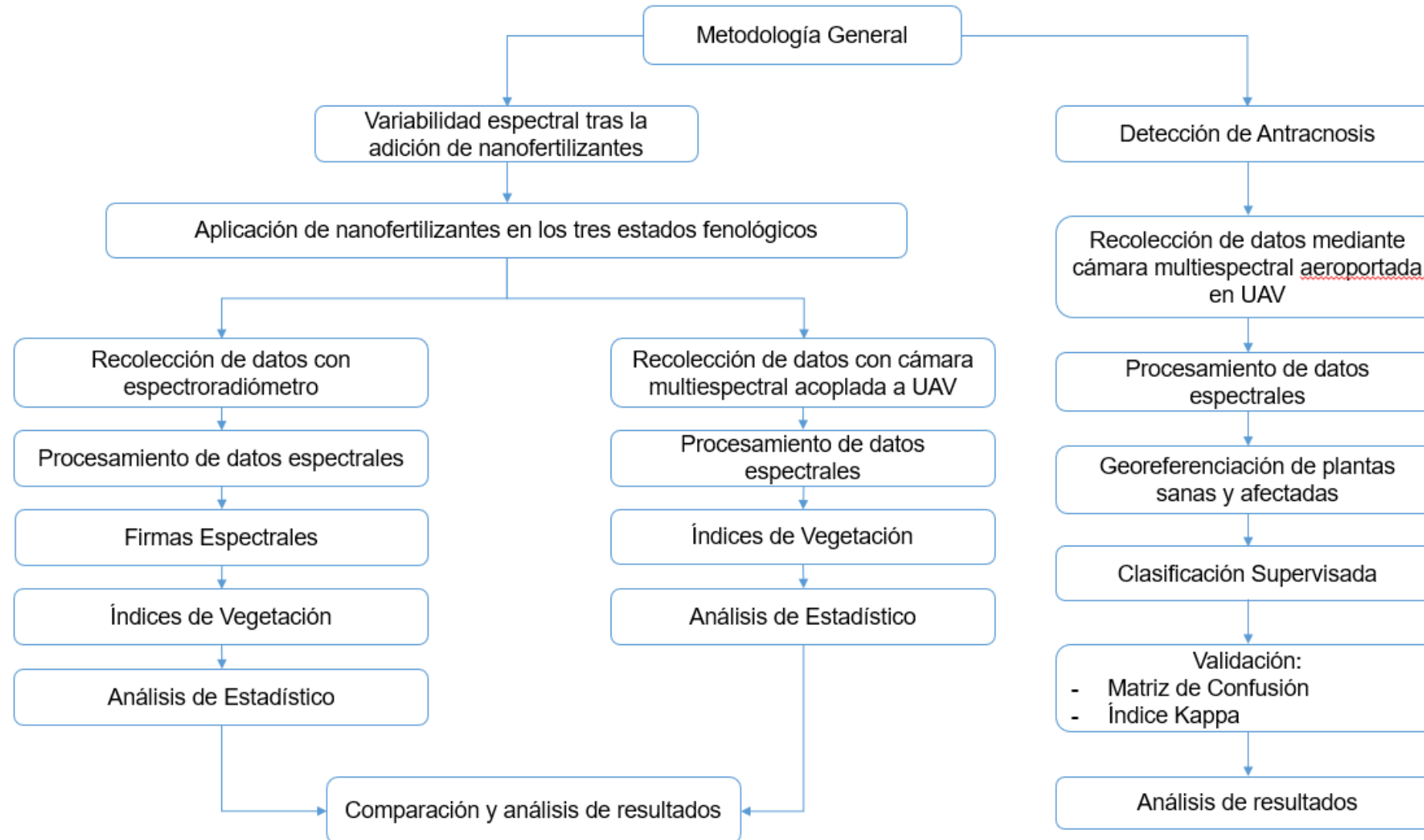
Hacienda “El Prado – IASA I





METODOLOGÍA

METODOLOGÍA



An aerial photograph of a field with a grid-like pattern of crops. A yellow and black checkered flag is visible in the upper right quadrant. The text is overlaid on the right side of the image.

**Variabilidad
espectral tras la
adición de
nanofertilizantes**

Variabilidad espectral tras la adición de nanofertilizantes

Sintetización de nanopartículas, diseño experimental y tratamientos

Las nanopartículas de quelatos fueron obtenidas siguiendo protocolos basados en Murgueitio-Herrera et al., (2022) a una concentración de 80 ppm.



Lupino F5

i)		
T1R3	T0R2	T3R1
T3R3	T2R2	T0R1
T0R3	T1R2	T2R1
T2R3	T3R2	T1R1

Bloque 3 Bloque 2 Bloque 1

Lupino Andino

ii)		
T3R3	T2R2	T3R1
T1R3	T3R2	T0R1
T0R3	T0R2	T2R1
T2R3	T1R2	T1R1

Bloque 3 Bloque 2 Bloque 1



Tamaño de la muestra



10 plantas
por unidad experimental

Planificación del muestreo

Cronograma de aplicación de nanopartículas de quelatos y muestreos

Actividad	Estado Fenológico	Aplicación de nanopartículas (dds)	Toma de Datos (dds)	Fecha de muestreo
Siembra	-	0	0	7/6/2022
Muestreo 1	Desarrollo Vegetativo	70	76	22/8/2022
Muestreo 2	Floración	91	97	12/9/2022
Muestreo 3	Reproductivo	112	118	3/10/2022

Nota. dds: días después de la siembra

Variabilidad espectral tras la adición de nanofertilizantes

Georreferenciación de las plantas



RTK (Real Time Kinematics)

Utilizando el GPS de precisión
Trimble R8

Plantó e inicializó la antena base
en un punto de coordenadas
conocidas

Se desplazó la antena móvil a cada
planta etiquetada



Obtención de datos espectrales

Spectroradiómetro PRS-1100

Arma, configura y calibra el equipo

Fuente de luz se coloca sobre la hoja en buen estado

Tres hojas escogidas uniformemente



Comment:
Version: 2.0
File Name: \Extended Storage\WANOCHOCHOS\1344418_00043.sed
Instrument: PSR-1100_SN1344418
Detectors: 512,0,0
Measurement: REFLECTANCE
Date: 08/22/2022,08/22/2022
Time: 13:42:54,13:44:50
Temperature (C): 24.69,25.89
Battery Voltage: 8.12,8.10
Averages: 10,10
Integration: 2,6
Dark Mode: AUTO,AUTO
Foreoptic: FIBER1: {RADIANCE},FIBER1: {RADIANCE}
Radiometric Calibration: RADIANCE
Units: W/m^2/sr
Wavelength Range: 320,1100
Latitude: -0.38436
Longitude: -78.41427
Altitude: 2733.20
GPS Time: 18:44:54
Satellites: 4/12
Calibrated Reference Correction File: none
Channels: 795
Columns [5]:
Data:

Wvl	Rad. (Ref.)	Rad. (Target)	-log Reflect.	Reflect. %
312.0	0.000000E+000	0.000000E+000	0.00000	0.000
313.0	2.530786E-003	8.692469E-004	0.46384	34.378
314.0	2.712210E-003	8.701987E-004	0.49365	32.099
315.0	2.866257E-003	8.560929E-004	0.52463	29.880
316.0	2.967680E-003	9.490005E-004	0.49625	31.929
317.0	3.100509E-003	9.963578E-004	0.49255	32.188
318.0	3.234968E-003	9.814324E-004	0.51804	30.335
319.0	3.176864E-003	1.000840E-003	0.50158	31.517

Generación de índices de vegetación

Longitud de onda (nm)	% Reflectancia			Promedio
	Hoja 1	Hoja 2	Hoja 3	
313				
⋮				
1106				



Bandas	Rango de longitud de onda de las pseudo bandas (nm)
Verde	530-570
Rojo	640-680
Borde de rojo	730-740
Infrarrojo cercano	770-810

Pseudobandas	
Green	12,738
Red	6,707
NIR	65,833



NDVI

Índice de vegetación de diferencia normalizada

$$\frac{(R_{NIR} - R_{RED})}{(R_{NIR} + R_{RED})}$$

DVI

Índice de Vegetación Diferencial

$$R_{NIR} - R_{RED}$$

RDVI

Índice de diferencia de vegetación renormalizada

$$\frac{(R_{NIR} - R_{RED})}{\sqrt{(R_{NIR} + R_{RED})}}$$

TNDVI

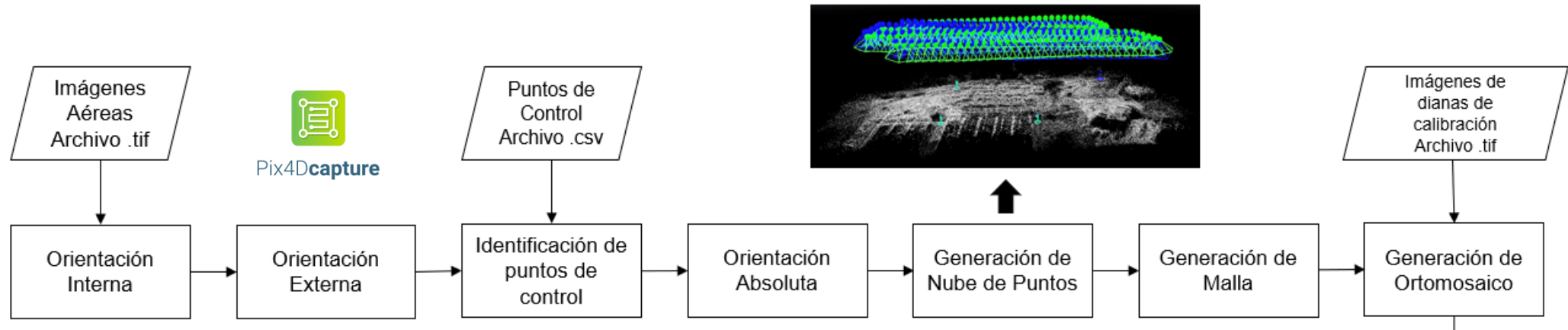
Índice de vegetación de diferencia normalizada transformada

$$\sqrt{\frac{(R_{NIR} - R_{RED})}{(R_{NIR} + R_{RED})} + 0,5}$$

Variedad	Tratamiento	Repetición	N° Planta	Spectroradiómetro			
				NDVI	DVI	RDVI	TNDV
F5	T _{0,1,2,3}	R _{1,2,3}	1-120				
Andino	T _{0,1,2,3}	R _{1,2,3}	121-240				

Obtención de datos espectrales

Proceso Fotogramétrico



Puntos de control fotogramétrico

Puntos de control	Norte (m)	Este (m)	Altura elipsoidal (m)
1	9957502,494	787788,734	2738,252
2	9957552,096	787810,831	2739,001
3	9957540,561	787776,358	2738,029
4	9957481,343	787809,202	2740,396

Tomando de (Martínez & Yanchatipán, 2020)



Generación de índices de vegetación

NDVI

Índice de vegetación de diferencia normalizada

$$\frac{(R_{NIR} - R_{RED})}{(R_{NIR} + R_{RED})}$$

DVI

Índice de Vegetación Diferencial

$$R_{NIR} - R_{RED}$$

RDVI

Índice de diferencia de vegetación renormalizada

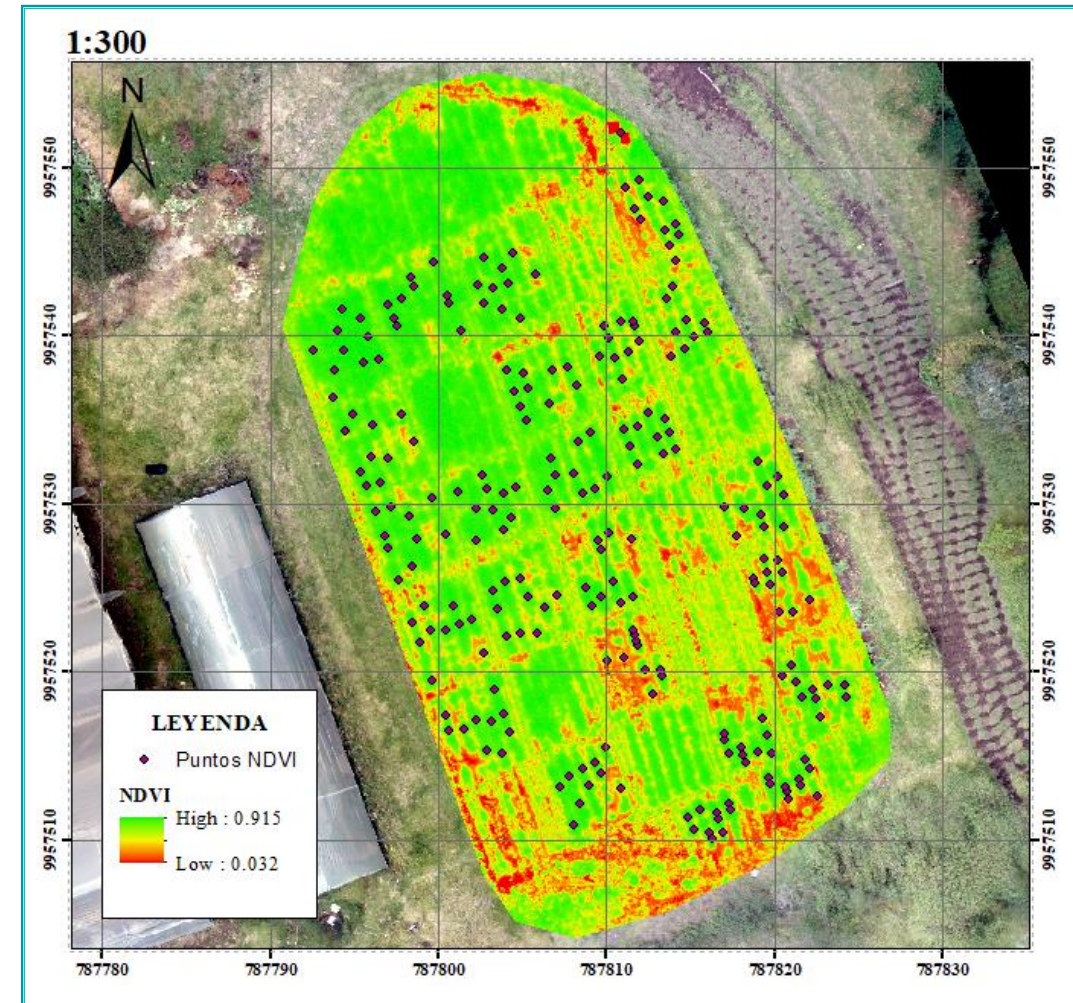
$$\frac{(R_{NIR} - R_{RED})}{\sqrt{(R_{NIR} + R_{RED})}}$$

TNDVI

Índice de vegetación de diferencia normalizada transformada

$$\sqrt{\frac{(R_{NIR} - R_{RED})}{(R_{NIR} + R_{RED})}} + 0,5$$

OBJECTID *	Shape *	Punto	N	E	h	Código	RASTERVALU
4	Point ZM	3	9957513.744	787807.792	2739.51	T1R1	0.783718
5	Point ZM	4	9957512.153	787808.43	2739.501	T1R1	0.834055
6	Point ZM	5	9957513.209	787808.891	2739.541	T1R1	0.662013
7	Point ZM	6	9957514.186	787808.605	2739.521	T1R1	0.695843
8	Point ZM	7	9957514.598	787809.361	2739.519	T1R1	0.79727



Variabilidad espectral tras la adición de nanofertilizantes

Biblioteca de Firmas Espectrales

Elaborar un shape



Geodatabase



Insertar en la plataforma

JavaScript



Funciones

- Onclik

CSS



Estilos

- Color
- Formas

HTML



Estructura

- Posiciones
- Tamaño

Interfaz gráfica

Plataforma

The screenshot shows the Google Earth Engine interface. The top bar includes the search bar and navigation icons. The main area is divided into three panels: Scripts, Docs, and Assets. The Scripts panel shows a script for 'Geoportal_FE' with the following code:

```
87 legend: {position: 'none'},
88 hAxis: {
89   title: 'Longitud de onda',
90   titleTextStyle: {italic: false, bold: true},
91   gridlines: {color: 'FFFFFF'}
92 },
93 vAxis: {
94   title: '% Reflectancia',
95   titleTextStyle: {italic: false, bold: true},
96   gridlines: {color: 'FFFFFF'}
97 },
98 series: [
99   0: {lineWidth: 0.5, color: 'green', pointSize: 1}
100 ],
101 });
102 print(table1);
103 Map.onClick(handleClick);
104
```

The Inspector panel on the right shows a feature with a point geometry and a spectral reflectance graph. The graph plots '% Reflectancia' (0 to 75) against 'Longitud de onda' (310 to 1100 nm). The graph shows a green line that starts at approximately 25% reflectance at 310 nm, dips to about 10% at 400 nm, then rises sharply to about 70% at 600 nm, and remains relatively stable around 70% up to 1100 nm.



Detección de Antracnosis

Detección de Antracnosis

Antracnosis

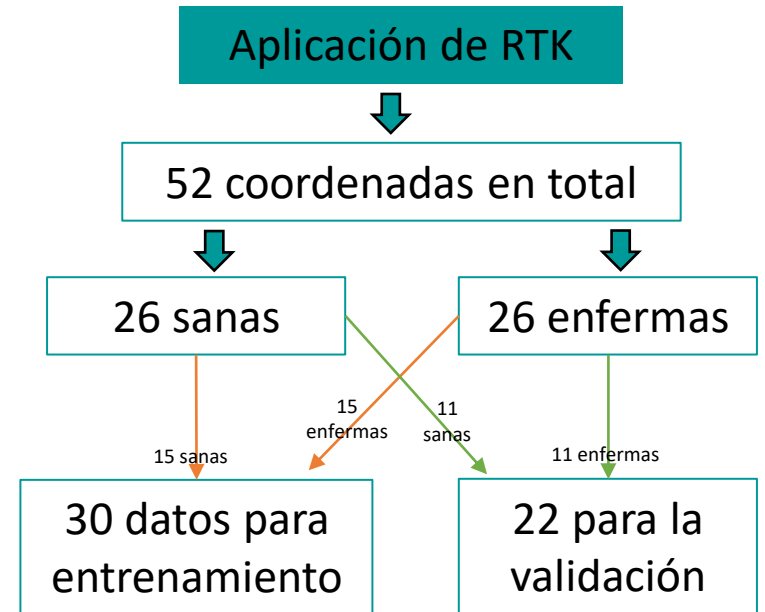


Enfermedad del lupino

Provoca pérdidas en el rendimiento y calidad

Manchas de color marrón

Georreferenciación de plantas sanas y enfermas



Detección de Antracnosis

Clasificación Supervisada

Google Earth Engine



Lenguaje JavaScript



Funciones Predeterminadas



Random Forest

Arboles de Decisión



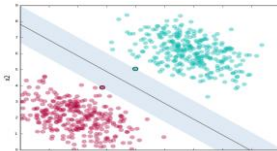
CART

Reglas para el pronóstico



SVM

Traza hiperplanos



Plataforma

```
ee.Classifier
ee.Classifier.amhMaxent(categoricalNames, outputFormat, aut...
ee.Classifier.decisionTree(treeString)
ee.Classifier.decisionTreeEnsemble(treeStrings)
ee.Classifier.libsvm(decisionProcedure, svmType, kernelType, shr...
ee.Classifier.minimumDistance(metric, kNearest)
ee.Classifier.smileCart(maxNodes, minLeafPopulation)
ee.Classifier.smileGradientTreeBoost(numberOfTrees, shrinkage...
ee.Classifier.smileNaiveBayes(lambda)
ee.Classifier.smileRandomForest(numberOfTrees, variablesPerS...
```

Detección de Antracnosis

Validación de métodos de clasificación



Class Name: Sana ó Enferma
Class Value: 1 ó 0

$$K = \frac{\left(\frac{VP + VN}{T}\right) - \left(\frac{TP * TPclasificados + TN * TNclasificados}{T^2}\right)}{1 - \left(\frac{TP * TPclasificados + TN * TNclasificados}{T^2}\right)}$$

Matriz de Confusión

		Predicción	
		Positivos	Negativos
Observación	Positivos	Verdaderos Positivos (VP)	Falsos Negativos (FN)
	Negativos	Falsos Positivos (FP)	Verdaderos Negativos (VN)

Índice Kappa

Coefficiente de Kappa (k)	Fuerza de concordancia
0.00	Pobre
0.01 - 0.20	Leve
0.21 - 0.40	Aceptable
0.41 - 0.60	Moderada
0.61 - 0.80	Considerable
0.81 - 1.00	Casi Perfecta



RESULTADOS

An aerial photograph of a field, likely a crop field, showing a grid-like pattern of rows. A yellow and black checkered flag is visible in the upper right quadrant of the field. The text is overlaid on the right side of the image.

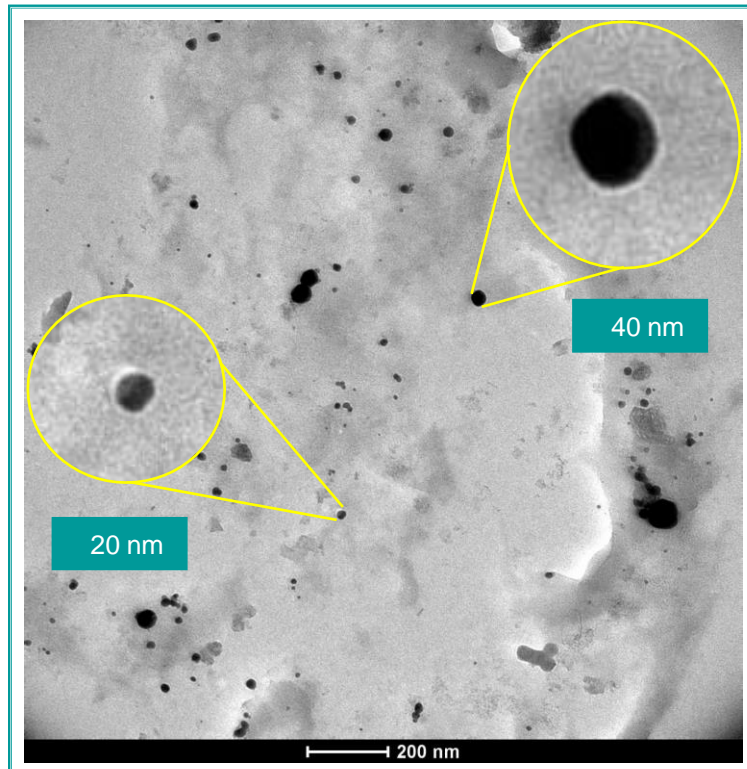
**Variabilidad
espectral tras la
adición de
nanofertilizantes**

Variabilidad espectral tras la adición de nanofertilizantes

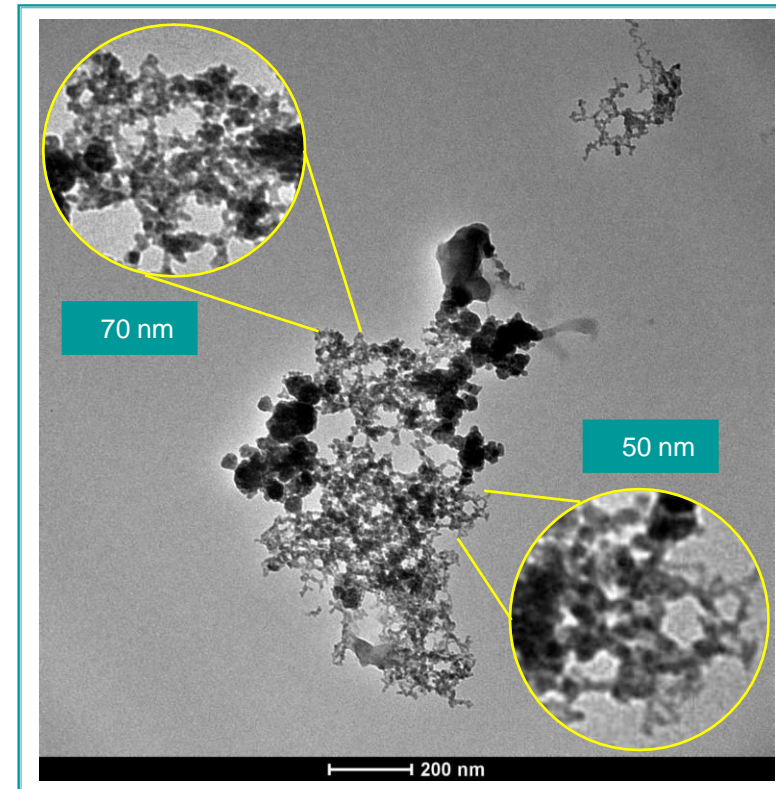
Caracterización de Nanopartículas

Microscopio de Transmisión Electrónica TEM

Quelatos de Fe^{2+}



Quelatos de Zn^{2+}



Análisis de Varianza ANOVA

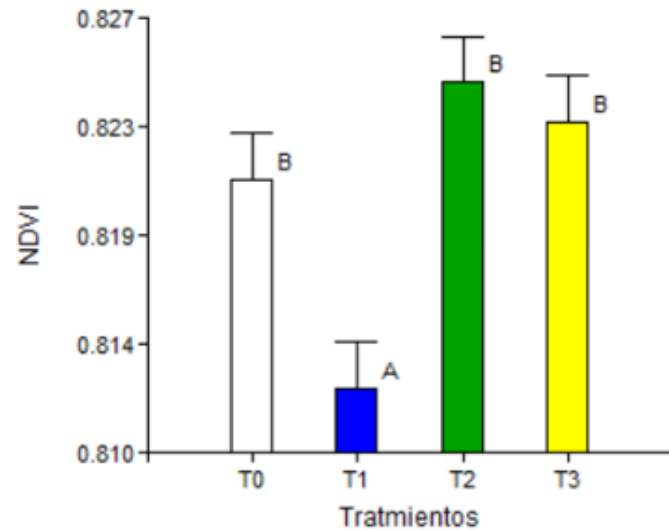
- H_0 : No existen diferencias significativas entre tratamientos tras la aplicación de nanofertilizantes de quelato de Fe^{2+} y Zn^{2+} en el cultivo del lupino.
- H_1 : Existen diferencias significativas entre tratamientos tras la aplicación de nanofertilizantes de quelato de Fe^{2+} y Zn^{2+} en el cultivo del lupino.

	F5		Andino		
	Espectroradiómetro	UAV	Espectroradiómetro	UAV	
	ρ - valor	ρ - valor	ρ - valor	ρ - valor	
Desarrollo Vegetativo	NDVI	<0,0001	0,0448	0,9767	0,2391
	DVI	0,6469	-	0,0182	-
	RDVI	0,3050	-	0,0477	-
	TNDVI	<0,0001	-	0,9661	-
Floración	F5		Andino		
	Espectroradiómetro	UAV	Espectroradiómetro	UAV	
	ρ - valor	ρ - valor	ρ - valor	ρ - valor	
	NDVI	0,0008	0,0228	0,5221	0,7455
	DVI	<0,0001	0,0021	0,0002	0,6954
RDVI	<0,0001	0,0026	0,0002	0,7572	
TNDVI	0,0006	0,0100	0,5439	0,6905	
Reproductivo	F5		Andino		
	Espectroradiómetro	UAV	Espectroradiómetro	UAV	
	ρ - valor	ρ - valor	ρ - valor	ρ - valor	
	NDVI	0,5106	0,9162	0,2872	0,4070
	DVI	0,0678	0,5596	0,0665	0,4157
RDVI	0,0679	0,6794	0,0699	0,4481	
TNDVI	0,5071	0,9099	0,1437	0,5354	

PRUEBA DE TUKEY – Estado Vegetativo

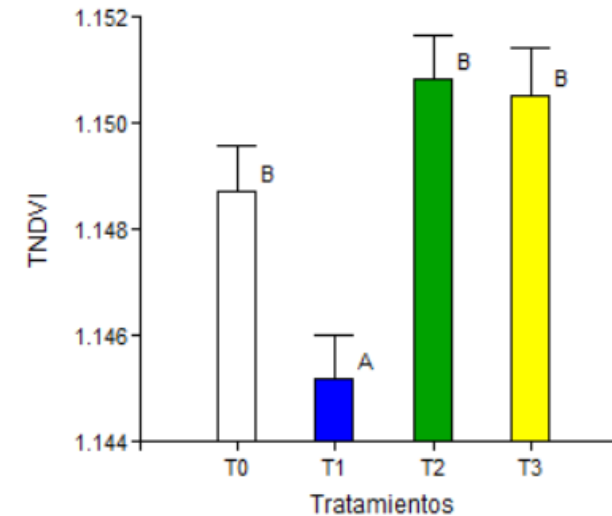
NDVI

Tratamiento	\bar{X}	n	Relación Tukey
T1	0.813	30	A
T0	0.821	27	B
T3	0.823	28	B
T2	0.825	30	B



TNDVI

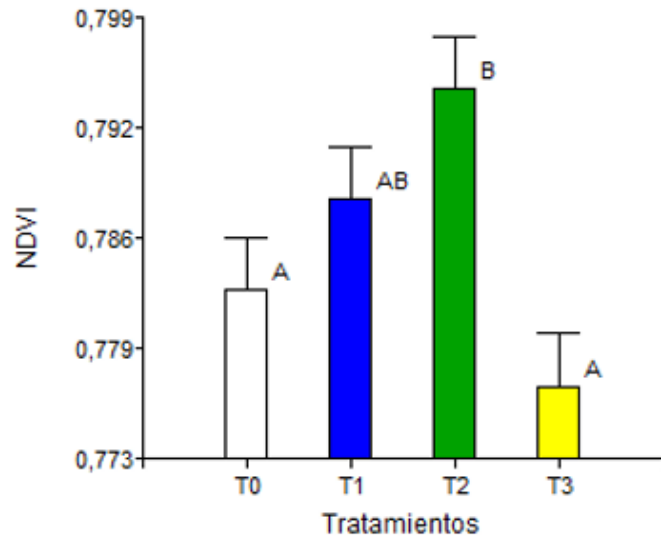
Tratamiento	\bar{X}	n	Relación Tukey
T1	1.145	30	A
T0	1.149	28	B
T3	1.151	27	B
T2	1.151	30	B



Prueba de TUKEY – Estado de Floración

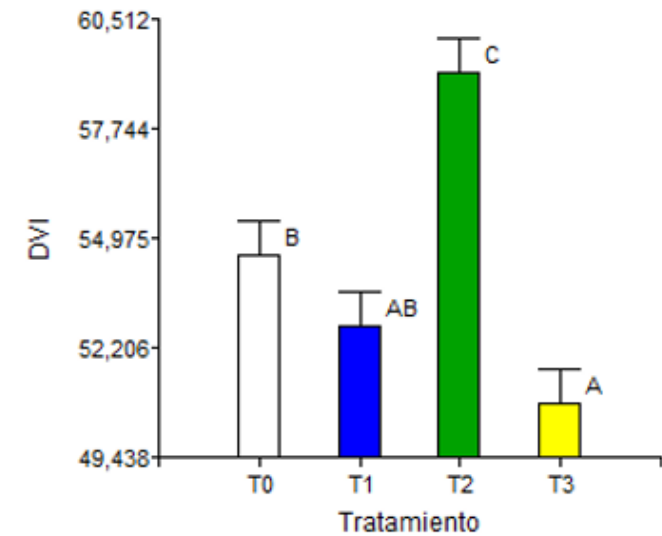
NDVI

Tratamiento	\bar{X}	n	Relación Tukey	
T3	0,777	29	A	
T0	0,783	30	A	
T1	0,788	30	A	B
T2	0,795	30	B	



DVI

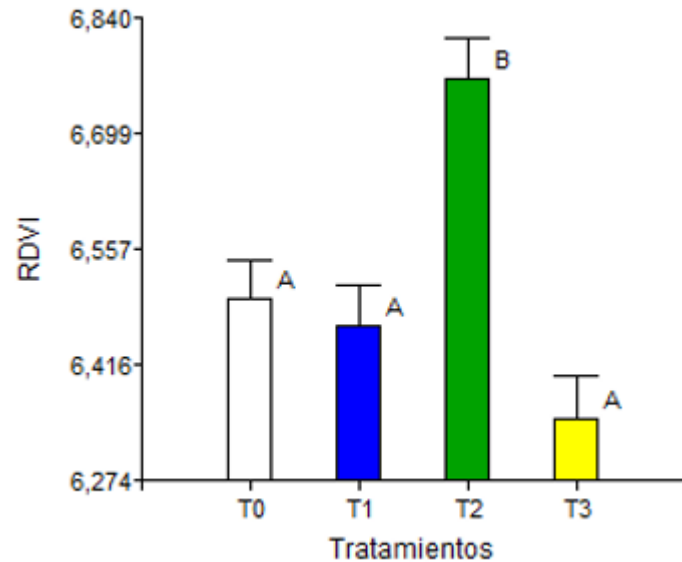
Tratamiento	\bar{X}	n	Relación Tukey	
T3	50,809	29	A	
T1	52,766	29	A	B
T0	54,553	30	B	
T2	59,156	30	C	



Prueba de TUKEY – Estado de Floración

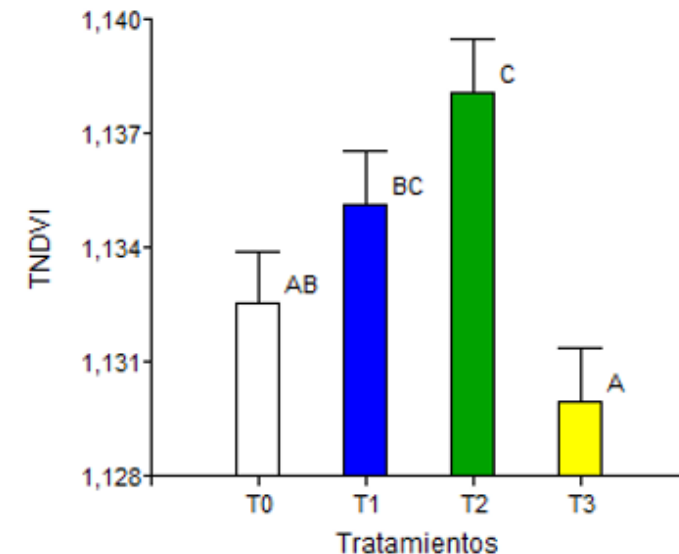
RDVI

Tratamiento	\bar{X}	n	Relación Tukey
T3	6,350	29	A
T1	6,464	30	A
T0	6,495	30	A
T2	6,764	29	B



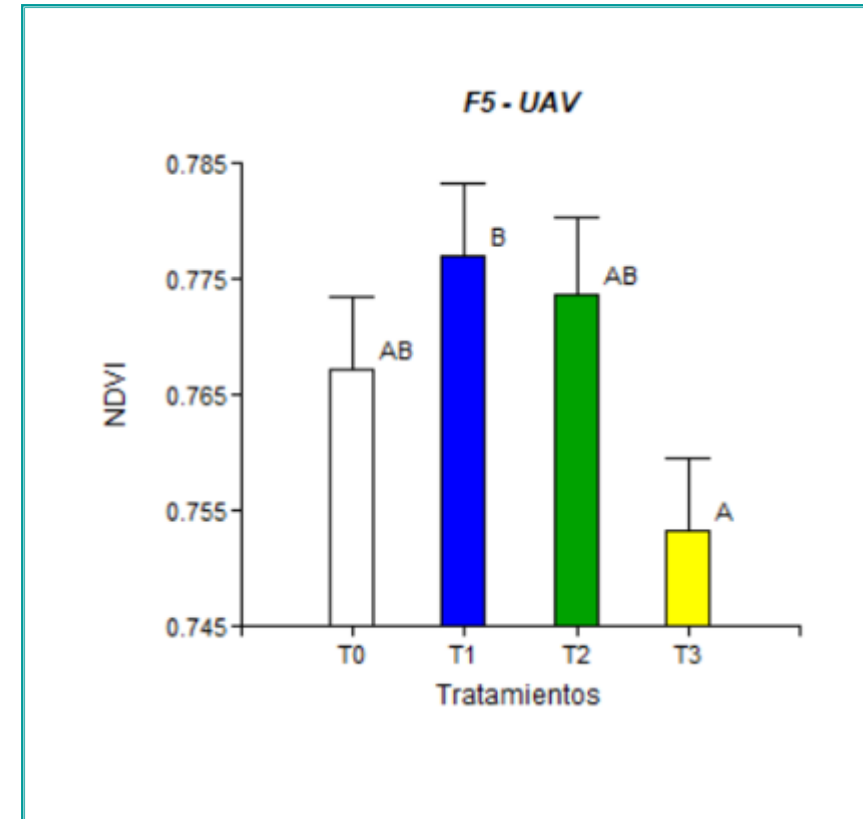
TNDVI

Tratamiento	\bar{X}	n	Relación Tukey
T3	1,130	29	A
T0	1,133	30	A B
T1	1,135	30	B C
T2	1,138	30	C



PRUEBA DE TUKEY – Estado Vegetativo

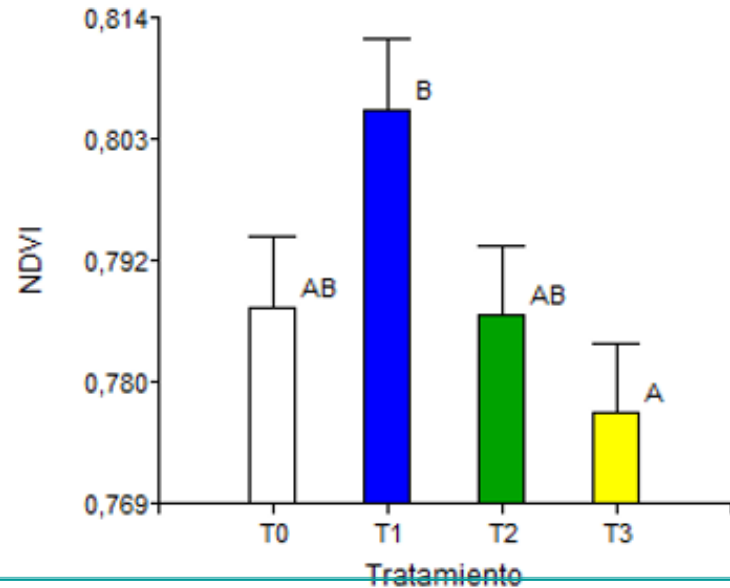
NDVI			
Tratamiento	\bar{X}	n	Relación Tukey
T3	0.753	29	A
T0	0.767	30	A B
T2	0.774	27	A B
T1	0.777	30	B



Prueba de TUKEY – Estado de Floración

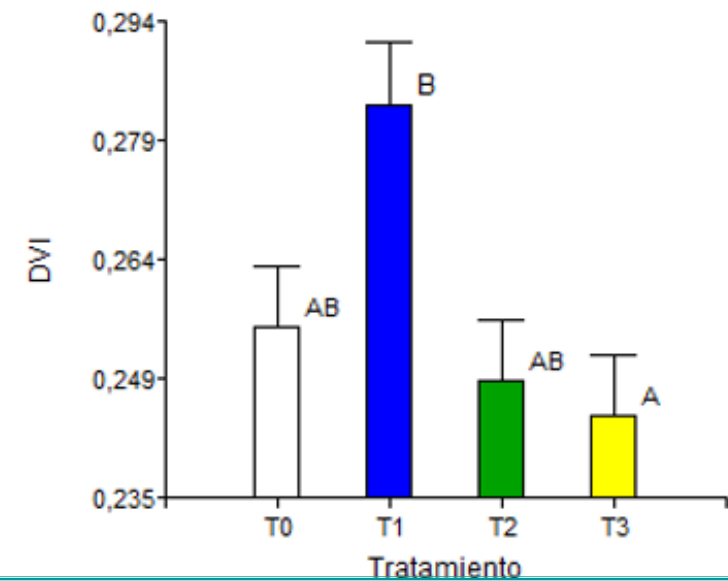
NDVI

Tratamiento	\bar{X}	n	Relación Tukey
T3	0,778	30	A
T2	0,787	28	A B
T0	0,787	28	A B
T1	0,806	28	B



DVI

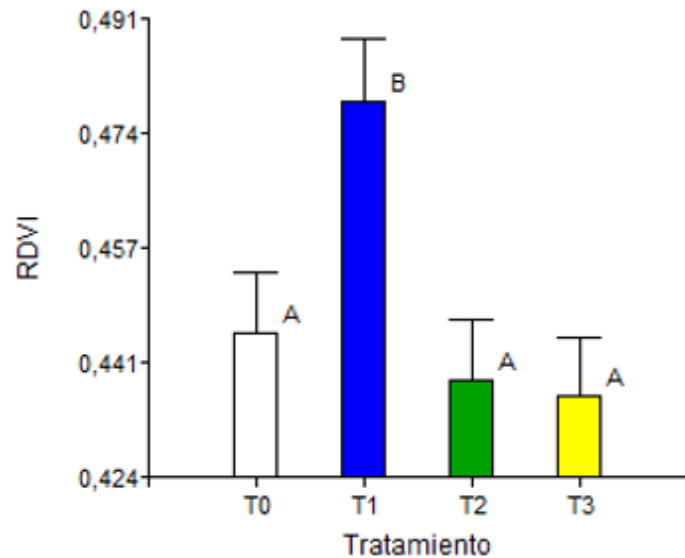
Tratamiento	\bar{X}	n	Relación Tukey
T3	0,245	30	A
T2	0,249	30	A
T0	0,256	30	A B
T1	0,283	29	B



Prueba de TUKEY – Estado de Floración

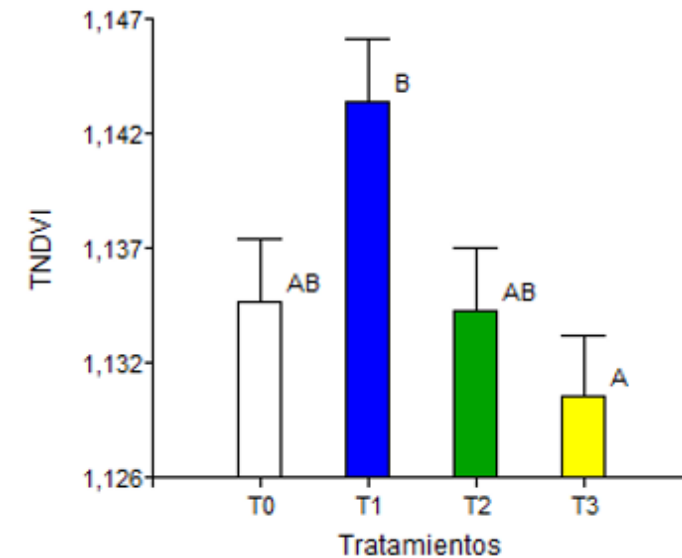
RDVI

Tratamiento	\bar{X}	n	Relación Tukey
T3	0,436	30	A
T2	0,438	30	A
T0	0,445	30	A
T1	0,479	28	B



TNDVI

Tratamiento	\bar{X}	n	Relación Tukey
T3	1,130	30	A
T2	1,134	28	A B
T0	1,135	28	A B
T1	1,144	27	B

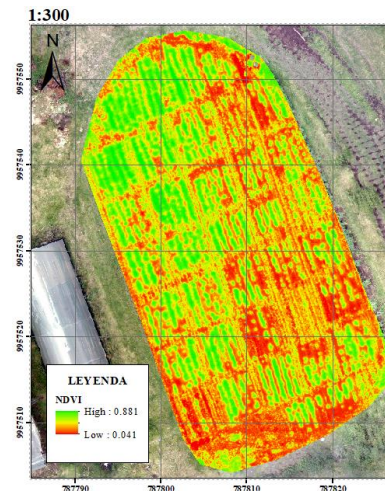
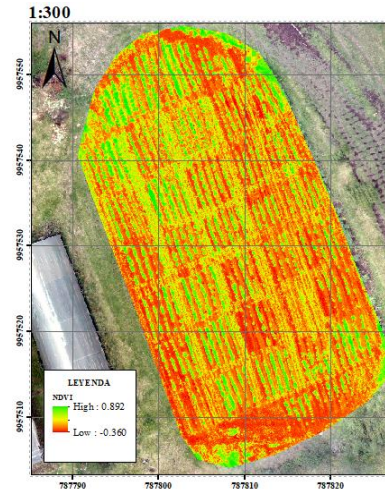


Estado vegetativo

	ESPECTRORADIOMETRO		DRON	
Índice	✓	✗	✓	✗
NDVI	T2	T1	T1	T3
TNDVI	T2	T1	-	-

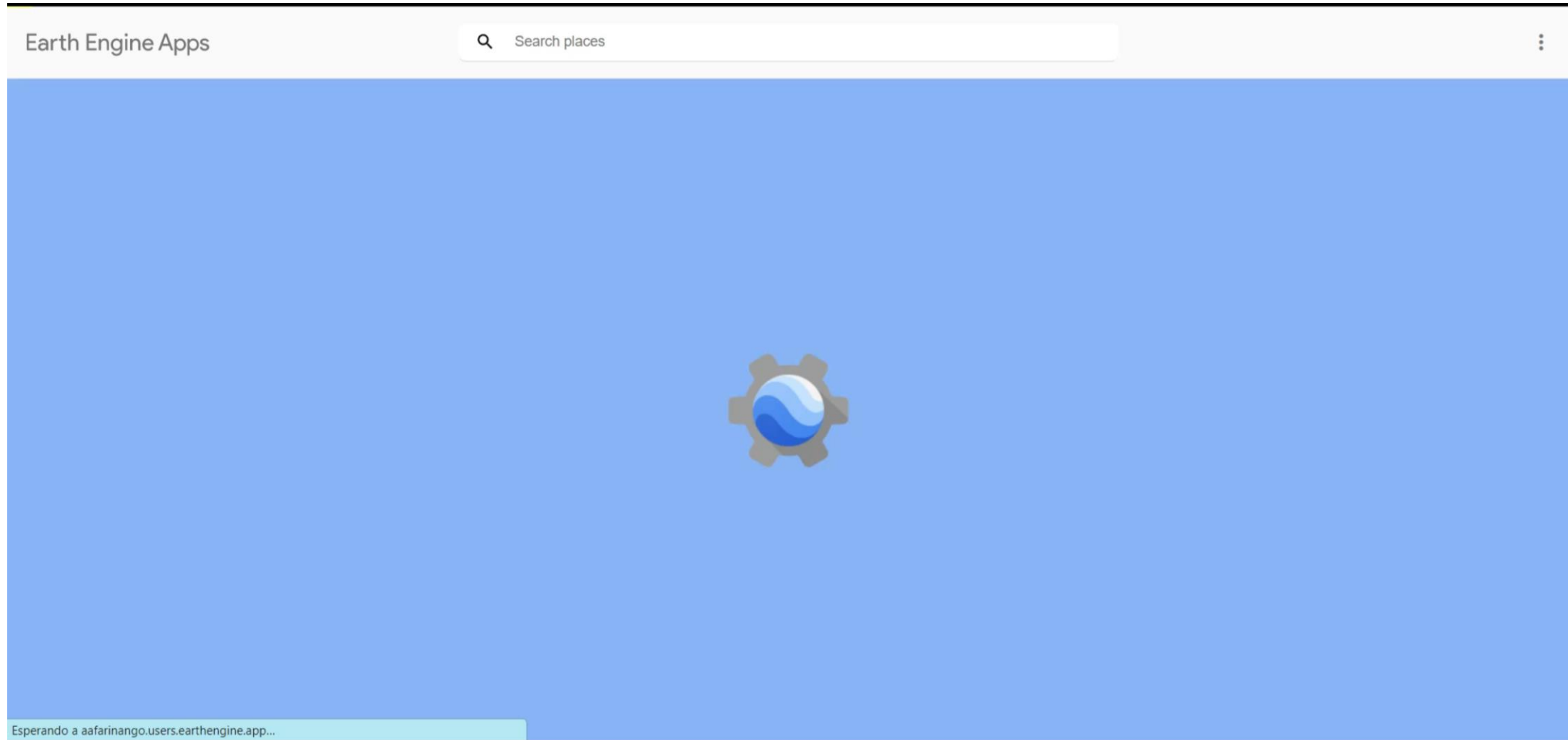
Estado de floración

	ESPECTRORADIOMETRO		DRON	
Índice	✓	✗	✓	✗
NDVI	T2	T3	T1	T3
DVI	T2	T3	T1	T3
RDVI	T2	T3	T1	T3
TNDVI	T2	T3	T1	T3



Variabilidad espectral tras la adición de nanofertilizantes

Biblioteca de firmas espectrales

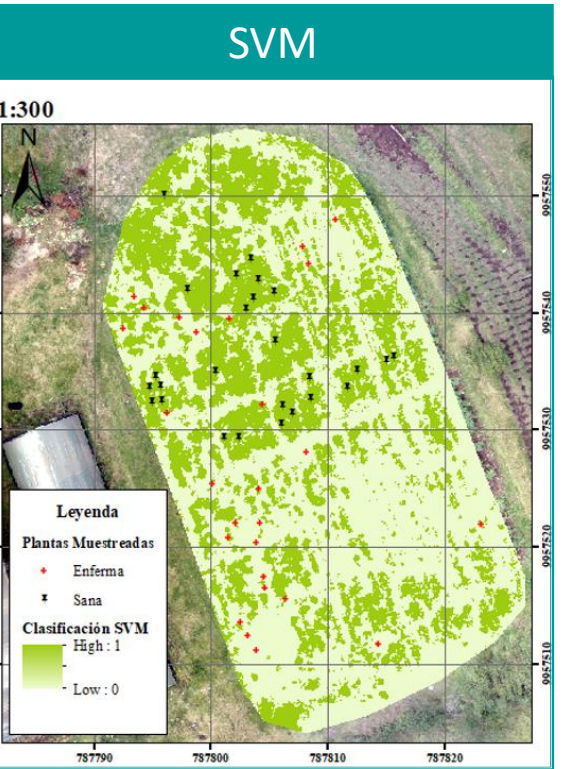
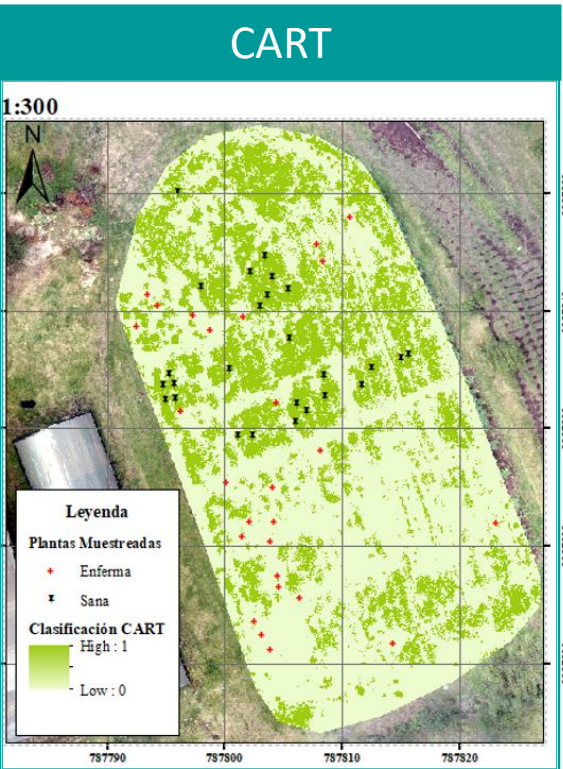
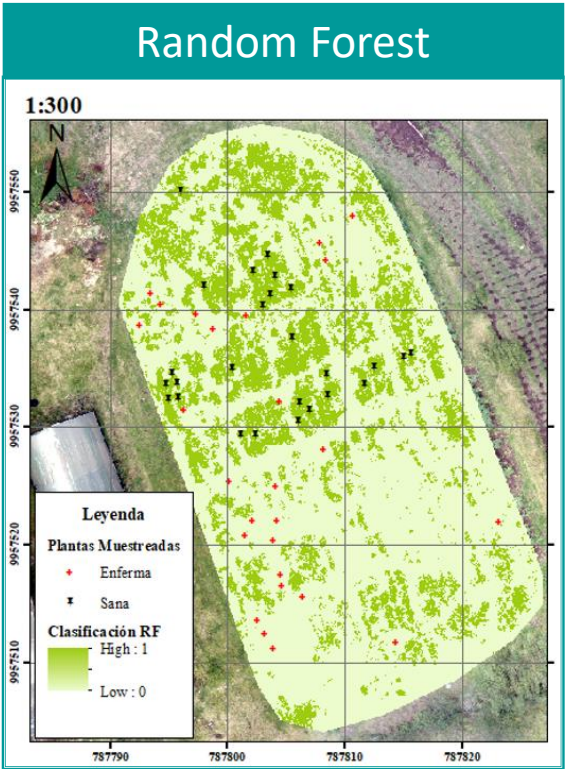




Detección de Antracnosis

DetECCIÓN DE ANTRACNOSIS

Altura de Vuelo: 20 m



Matriz de Confusión

	RF	CART	SVM
VP	11	11	10
VN	10	11	10
FP	1	0	1
FN	0	0	1
Total	22	22	22

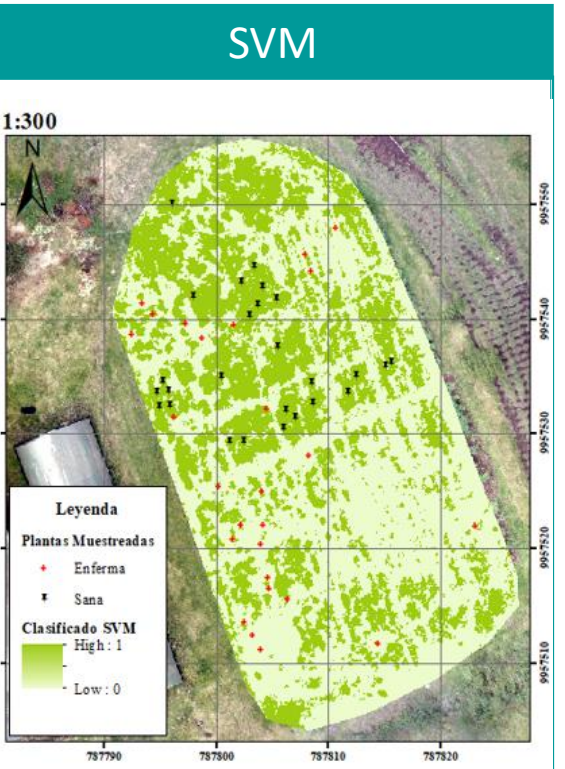
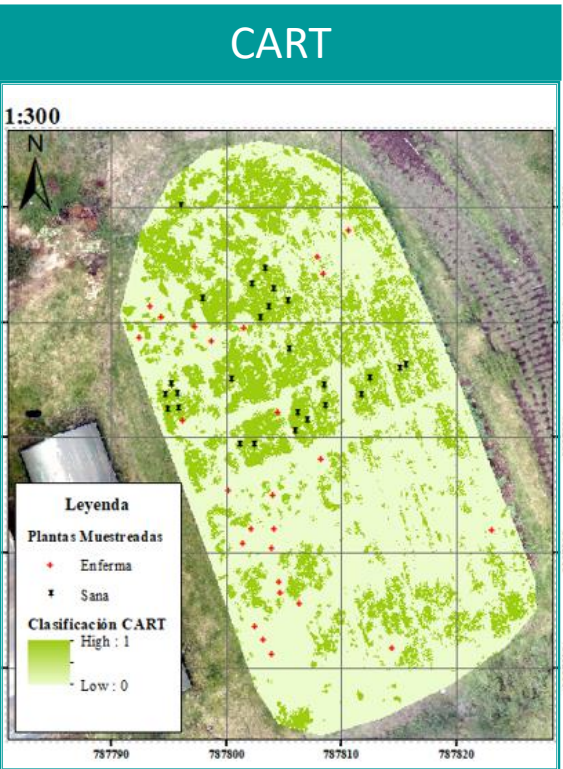
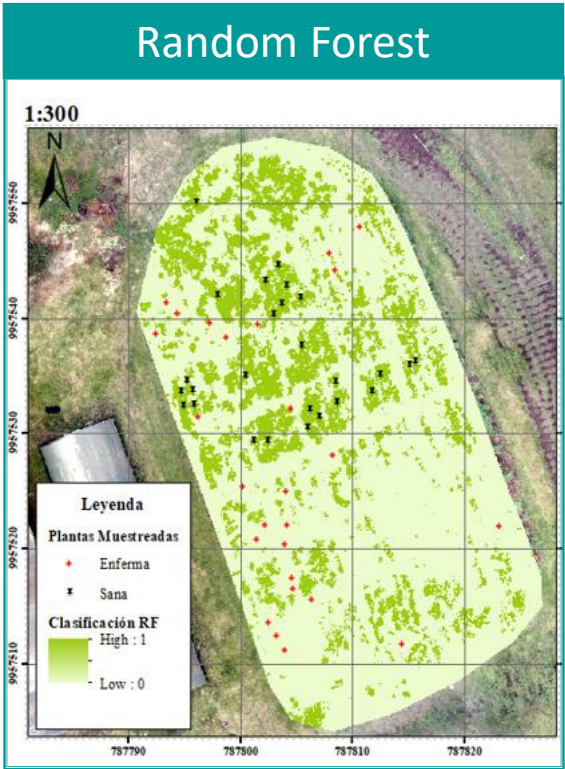


Parámetros de comportamiento

	RF	CART	SVM
Exactitud	0,955	1,000	0,909
Sensibilidad	1,000	1,000	0,909
Precisión	0,917	1,000	0,909
Tasa de error	0,045	0,000	0,091

Detección de Antracnosis

Altura de Vuelo: 30 m



Matriz de Confusión

	RF	CART	SVM
VP	11	11	10
VN	10	11	10
FP	1	0	1
FN	0	0	1
Total	22	22	22



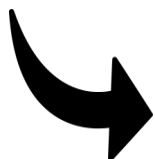
Parámetros de comportamiento

	RF	CART	SVM
Exactitud	0,955	1,000	0,909
Sensibilidad	1,000	1,000	0,909
Precisión	0,917	1,000	0,909
Tasa de error	0,045	0,000	0,091

Detección de Antracnosis

Altura de Vuelo: 20 m
GSD: 1,93 cm

Altura de Vuelo: 30 m
GSD: 3,01 cm



Índice Kappa			
Altura de vuelo	20 m		
	RF	CART	SVM
Índice kappa	0,909	1,000	0,818
Altura de vuelo	30 m		
	RF	CART	SVM
Índice kappa	0,909	1,000	0,818



Coefficiente de Kappa (k)	Fuerza de concordancia
0.00	Pobre
0.01 - 0.20	Leve
0.21 - 0.40	Aceptable
0.41 - 0.60	Moderada
0.61 - 0.80	Considerable
0.81 - 1.00	Casi Perfecta



CONCLUSIONES

- Para el presente proyecto se empleó el espectroradiómetro (Spectral evolution PRS-1100) y cámara multiespectral (Parrot Sequoia) acoplada al UAV (Dji Phantom 4), a partir de estos, se generaron índices de vegetación que ayudaron a determinar que existen diferencias significativas en relación a los tratamientos aplicados y el blanco.
- Con el uso del espectroradiómetro y la cámara multiespectral acoplada al dron se calcularon los índices de vegetación NDVI, DVI, RDVI y TNDVI que permitieron detectar diferencias espectrales tras la aplicación de nanopartículas de quelatos de Fe^{2+} y Zn^{2+} , en el cultivo del lupino en los estados de desarrollo vegetativo y floración.
- Con la medición del espectroradiómetro en la variedad de lupino F5, las nanopartículas de quelatos de zinc mostraron mejor vigorosidad en las plantas, respecto a los demás tratamientos. Con la utilización de la cámara multiespectral acoplada al UAV se detectó una mejoría en las plantas donde se aplicó nanopartículas quelatadas de Fe^{2+} , respecto al testigo. Con respecto al tratamiento de la combinación de nanopartículas quelatadas Fe^{2+} y Zn^{2+} resultó perjudicial para la planta, puesto que, mostró los índices de vegetación más bajos, equivalente a plantas con menor vigorosidad.
- Con las mediciones de espectroradiómetro y la cámara multiespectral acoplada al dron, en la variedad de lupino Andino, los tratamientos con nanopartículas de hierro y zinc aplicados, afectaron al estado de salud del cultivo, puesto que los valores de índices más altos corresponden al testigo.
- La matriz de confusión y el cálculo del índice kappa permitieron concluir que el método más adecuado para la detección de antracnosis en el lupino a una altura de vuelo de 20 y 30 metros fue el método CART, puesto que, para las dos alturas tienen el valor de índice kappa igual a 1, que corresponde a una fuerza de concordancia casi perfecta.

RECOMENDACIONES



Aplicación de nanofertilizantes vía foliar en los primeros estados vegetativos.

Realizar análisis previos sobre la idoneidad de nanofertilizantes e índices de vegetación en los cultivos

Limpiar el área de interés de mala hierba u otro tipo de vegetación, previo a la captura de fotografías con el UAV.

Recolectar una mayor cantidad de muestras.

Mayor aplicación y análisis de las técnicas de teledetección enfocadas a cultivos.

Generar información específica sobre las necesidades del suelo.

Contribuir a los agricultores en la toma de decisiones y esfuerzos adecuados para manejar el rendimiento y calidad del cultivo.

Aprovechar de una manera sustentable los recursos naturales protegiendo la biodiversidad de nuestro país.

Mejorar la economía de los agricultores y la calidad de vida humana.



¡Gracias!



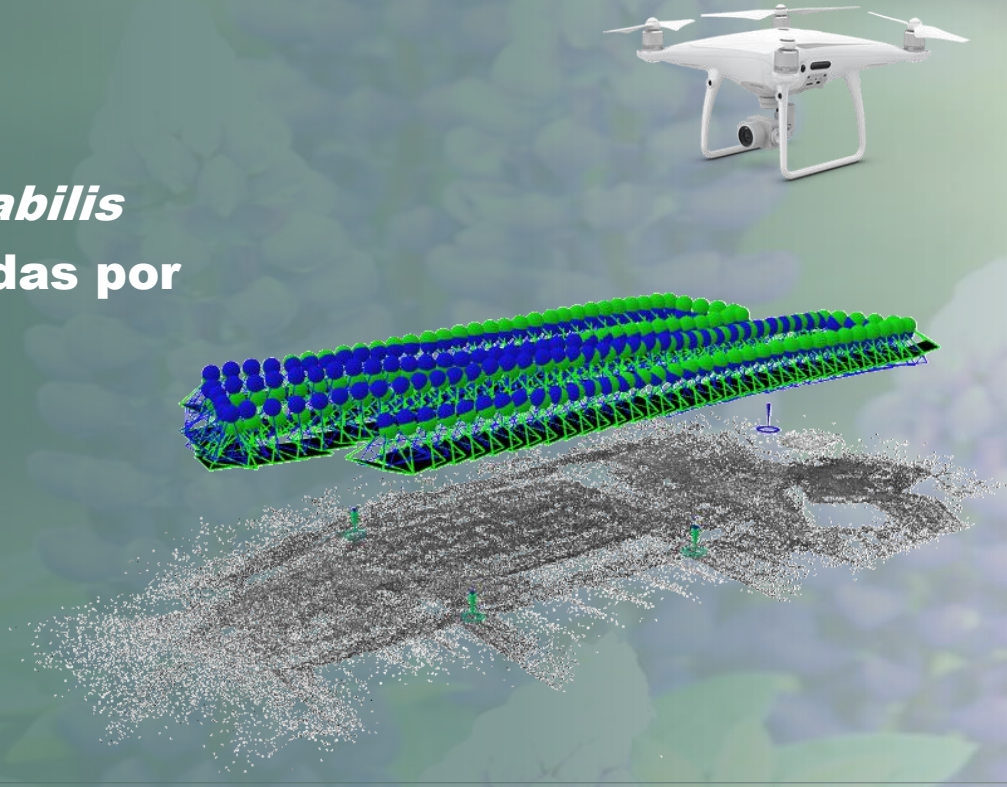


ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“Análisis de la influencia de nanofertilizantes y la presencia de Antracnosis en el lupino (*Lupinus mutabilis Sweet*) mediante imágenes multispectrales obtenidas por cámaras acopladas a drones y el uso de espectroradiómetro”.

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA GEÓGRAFA Y DEL MEDIO AMBIENTE



Autores:

Farinango Quishpe Antoni Andrés
Trujillo Vivas Mabel Alejandra

Director de Carrera:

Ing. Robayo Nieto, Alexander MSc.

Director del Proyecto:

Ing. Izar Sinde, PhD.

Docente Evaluador

Quim. Erika Murgueitio, PhD.