



CIP
CENTRO
INTERNACIONAL
DE LA PAPA



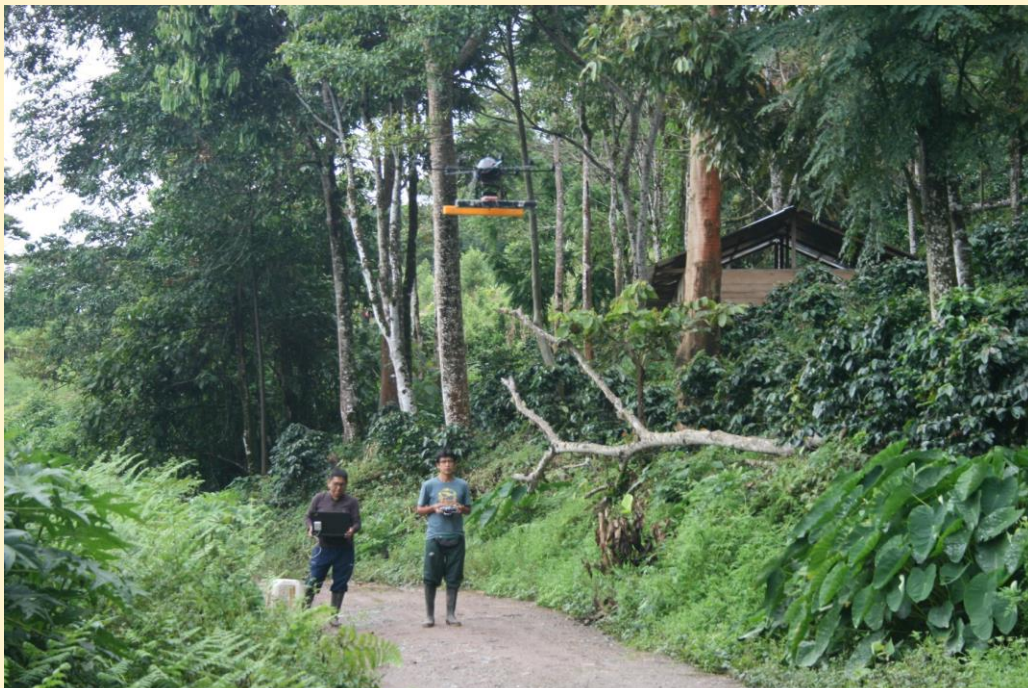
MINISTERIO DE AGRICULTURA



Instituto Nacional de Innovación Agraria

JORNADA DE INTERCAMBIO CIENTÍFICO

Uso de tecnologías digitales para la investigación y el desarrollo



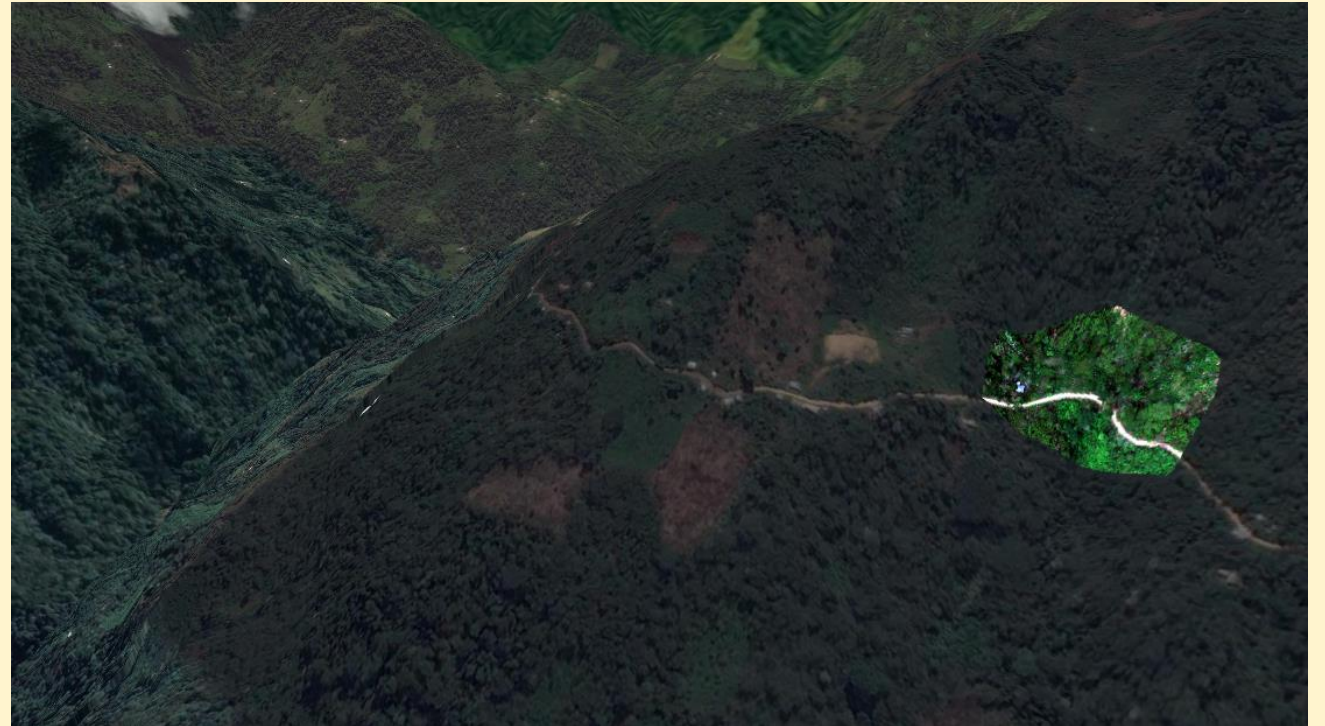
Adaptación de plataformas aéreas no tripuladas y sensores (UAV-RS) para monitorear plantaciones de café

Presentado por Hildo Loayza
Marzo 24, 2022

Adaptación de plataformas aéreas no tripuladas y sensores (UAV-RS) para monitorear plantaciones de café

Proyecto financiado por USAID a través de TechnoServe y un proyecto marco llamado “Coffee Alliance for Excellence (CAFE)”

Lugar: Región Huánuco, distrito de Hermilio Valdizán.



**Simulación 3D del relieve de la zona
(Hermilio Valdizán – Huánuco)**

Antecedentes

1. Fenotipaje de alto rendimiento en genotipos de camote sometidos a déficit hídrico

Lugar: Mozambique

Fecha de siembra: 23/12/18

Fecha de cosecha: 15/06/19

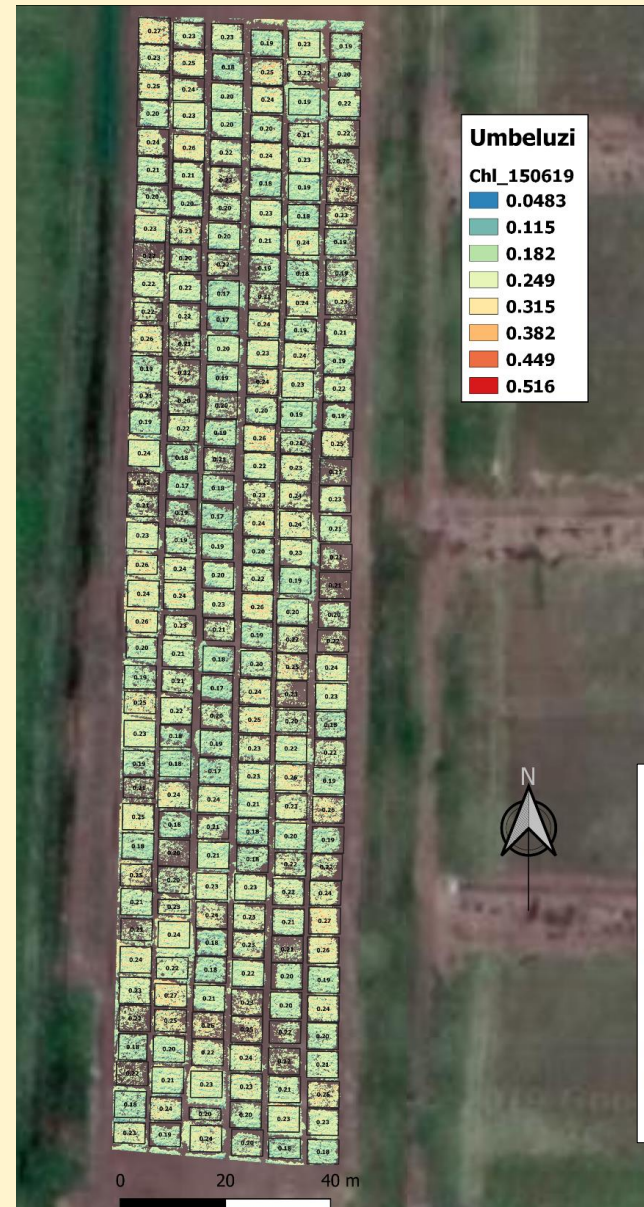
48 clones y 5 tratamientos:

- Irrigado + fertilizantes
- Irrigado
- Estrés hídrico al inicio temporada.
- Estrés hídrico a la mitad de temporada.
- Estrés hídrico terminal.

02 evaluaciones remotas:

- 87 días después de la siembra (DDS).
- 175 DDS

Concentraciones relativas de clorofila



Temperatura de follaje



Received: 22 March 2021 | Revised: 6 October 2021 | Accepted: 7 October 2021
DOI: 10.1111/jac.12565

DROUGHT STRESS

Journal of Agronomy & Crop Science WILEY

Phenotyping of productivity and resilience in sweetpotato under water stress through UAV-based multispectral and thermal imagery in Mozambique

David A. Ramírez^{1,2} | Wolfgang Grüneberg¹ | Maria I. Andrade³ | Bert De Boeck¹ | Hildo Loayza¹ | Godwill S. Makunde³ | Johan Ninanya¹ | Javier Rinza¹ | Simon Heck⁴ | Hugo Campos¹

2. Calculando la severidad del tizón tardío utilizando percepción remota en genotipos de papa

Fecha de siembra: 21/10/19

Fecha de cosecha: 11/02/20

492 accesiones (3 repeticiones)

1476 parcelas

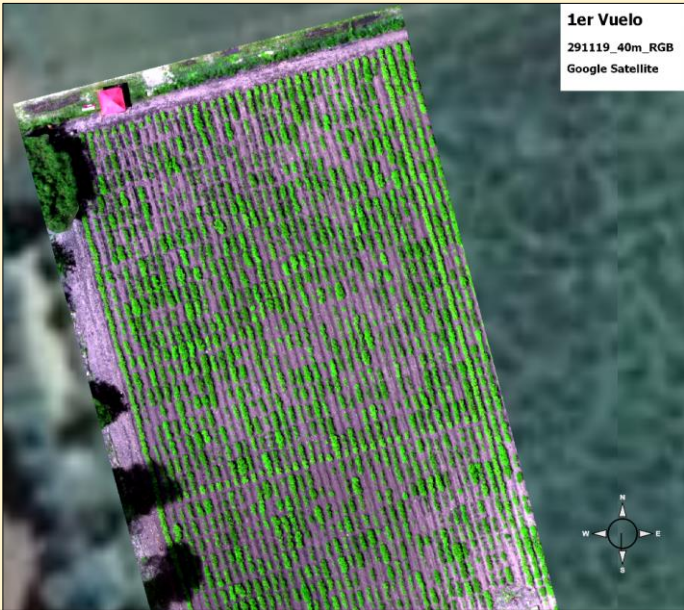
Evaluaciones tradicionales de tizón tardío:

LB1	28/11/2019
LB2	06/12/2019
LB3	14/12/2019
LB4	20/12/2019
LB5	26/12/2019

Evaluaciones de tizón tardío utilizando Percepción remota (40 m. de altura):

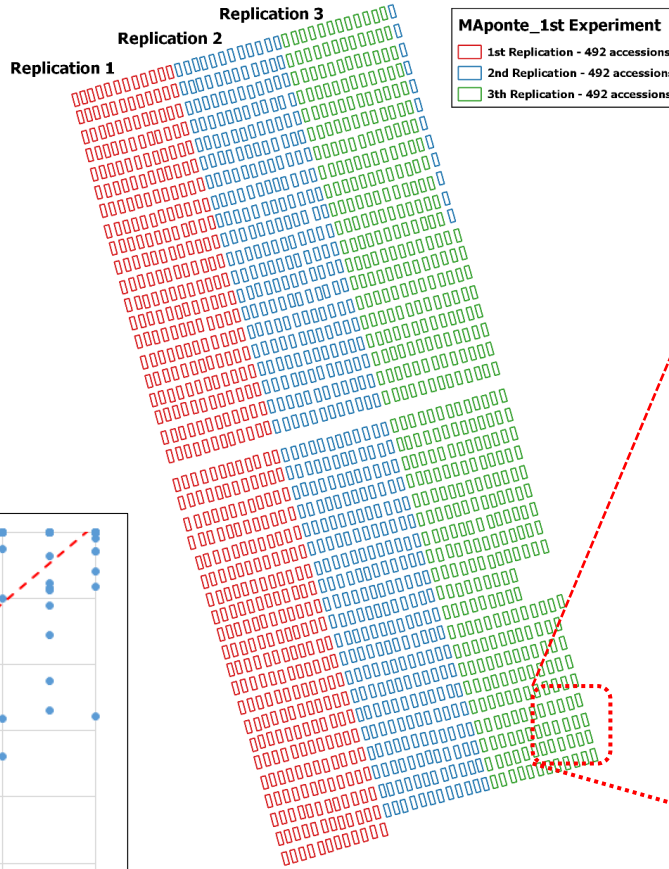
LB1	29/11/2019
LB4	18/12/2019



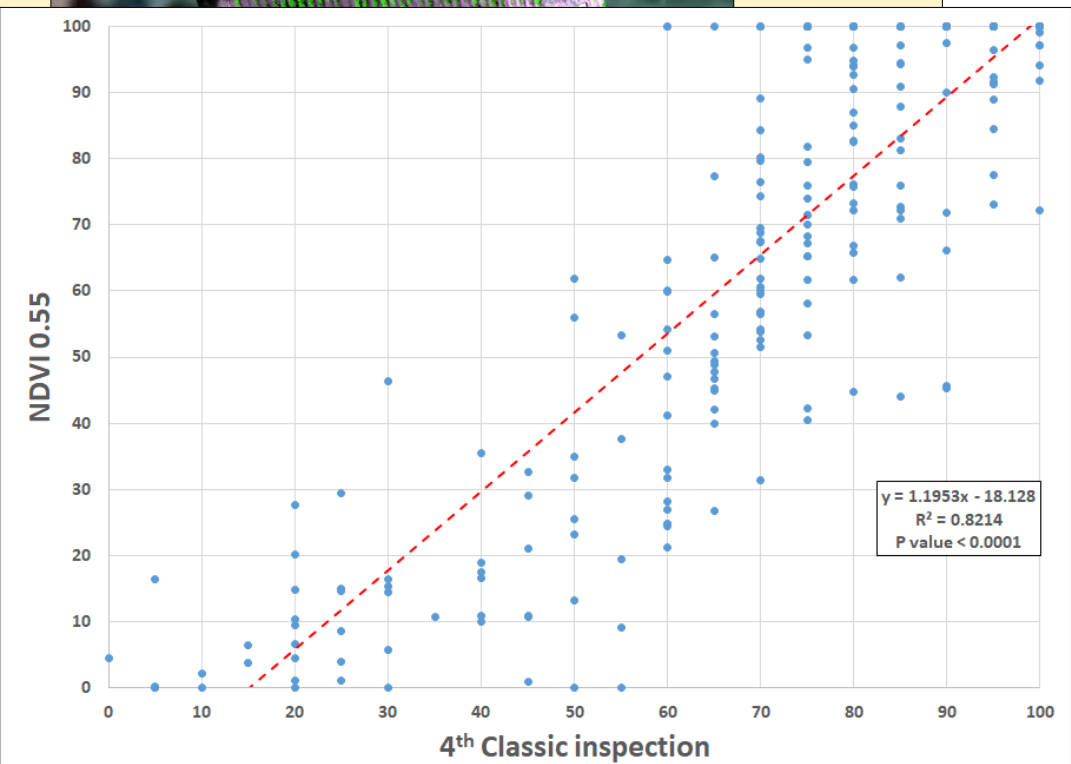
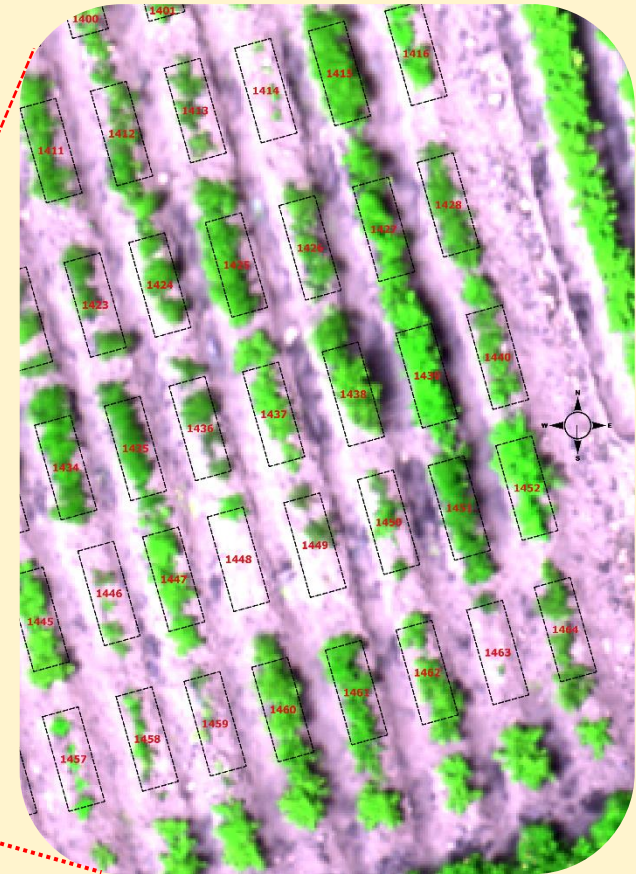


1er Vuelo
291119_40m_RGB
Google Satellite

Experiment design



MAponte_1st Experiment
 1st Replication - 492 accessions
 2nd Replication - 492 accessions
 3th Replication - 492 accessions



Estimación de Severidad con Remote Sensing:
 $R^2 = 0.82$

Objetivos

1. Implementar un protocolo de adquisición de imágenes aéreas utilizando vehículos aéreos no tripulados (UAVs) en zona de montaña.
2. Implementar y someter software de desarrollo que permitan afrontar el reto de estudiar cultivos de café sembrados bajo sombra en terrenos no uniformes (zona piloto de 2.5 hectáreas).
3. Clasificar cultivos de café sembrados en zona de montaña.
4. Estimar el contenido de nitrógeno foliar a nivel espacial de la cubierta de los cafetos.

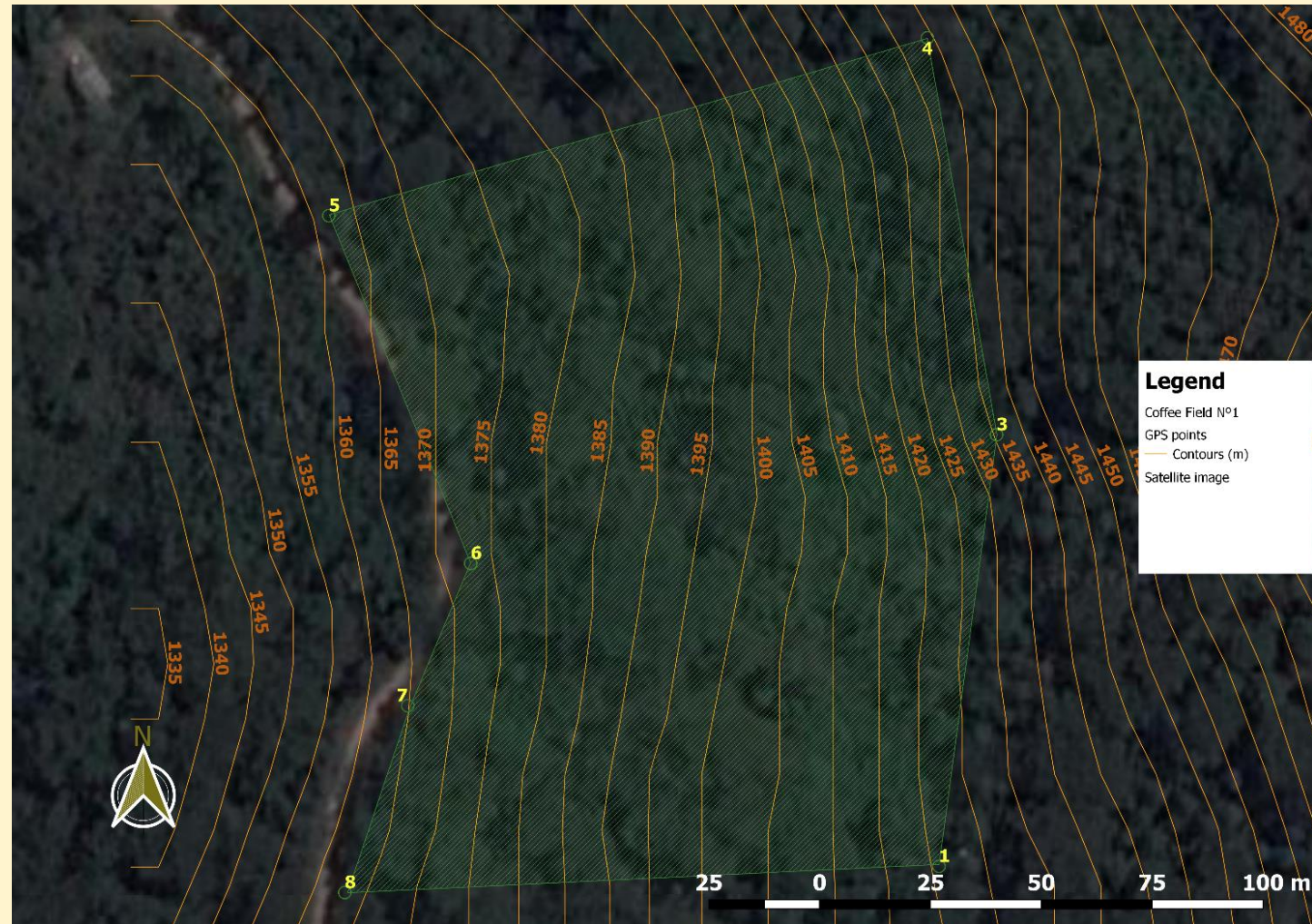


Resultados

1. Implementando un protocolo de adquisición de imágenes en zona de montaña

1.1. Curvas de nivel en el área de estudio:

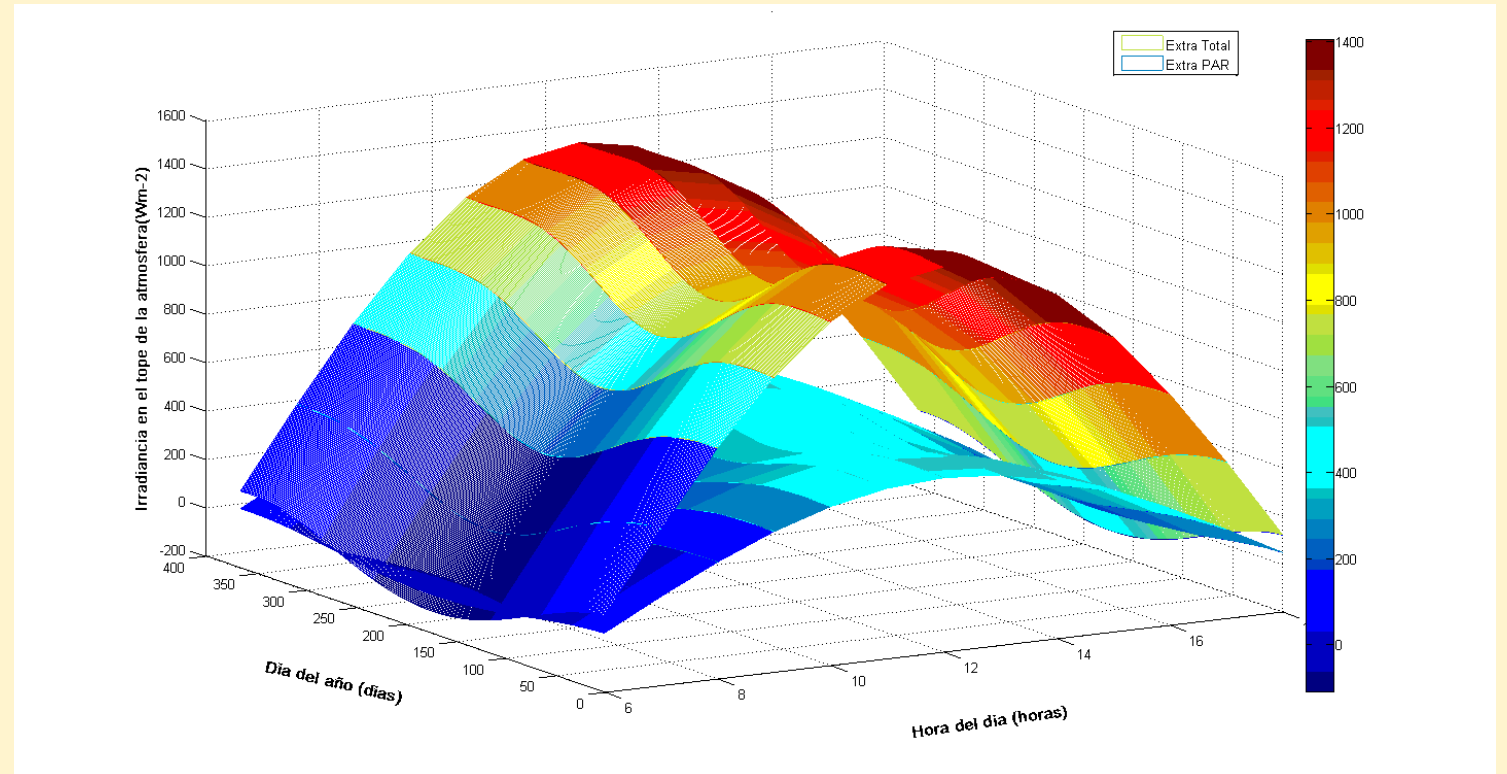
- Modelos de elevación digital (DEM) recuperados de ALOS PALSAR (Imágenes de radar global) re-muestreadas a 12.5 metros de resolución espacial y de libre disponibilidad permitieron generar los relieves de la zona de estudio donde el café es sembrado.
- Las curvas de nivel afinaron el plan de vuelo del RPA, ya que la zona de estudio es una pendiente que presenta arboles de hasta 30 metros de altura.



1. Implementando un protocolo de adquisición de imágenes en zona de montaña

1.2. El momento de la medida

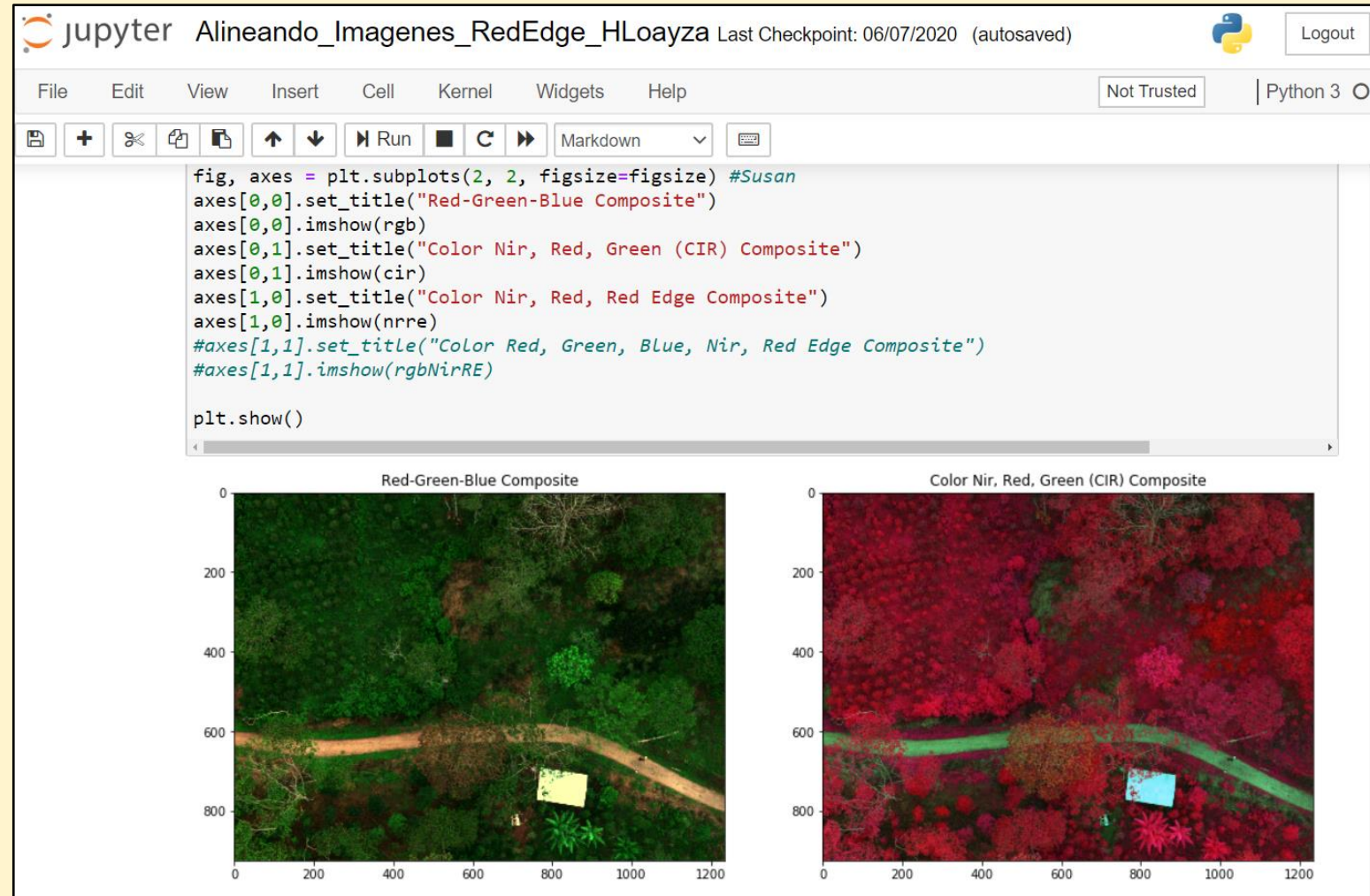
- El hecho que el café se siembre bajo la sombra de arboles típicos de la zona, implica que los vuelos deben realizarse en horas solares apropiadas.
- La altura del sol cambia a lo largo del día y del año, dependiendo de la posición geográfica. Calculamos la altura del sol, en cada evaluación y volamos en el rango de tiempo donde el sol presenta su máxima altura para minimizar las sombras de los arboles sobre los cafetos.



2. Desarrollo de software libre:

2.1. Descriptando la información intrínseca de las imágenes adquiridas por la cámara RedEdge - M (MicaSense)

- MicaSense, como el común de empresas, se asocia a empresas como Pix4D para facilitar el trabajo del usuario final.
- Pix4D (<https://www.pix4d.com/es>) es uno de los softwares comerciales de fotogrametría aplicado a imágenes aéreas mas populares en el mercado.
- Las imágenes adquiridas por los sensores de MicaSense son interpretados por el Pix4D, alineados y unidos – bajo ciertos criterios – para generar mosaicos del área de estudio.
- Sin embargo, que alternativas tenemos si:
- ¿El Pix4D no puede generar correctamente un mosaico?.
- Si los costos – económicos y/o logísticos – que exige el software Pix4D no puede ser asumido por el proyecto.



Script implementado en Python para corregir y descriptar la información propietaria de MicaSense

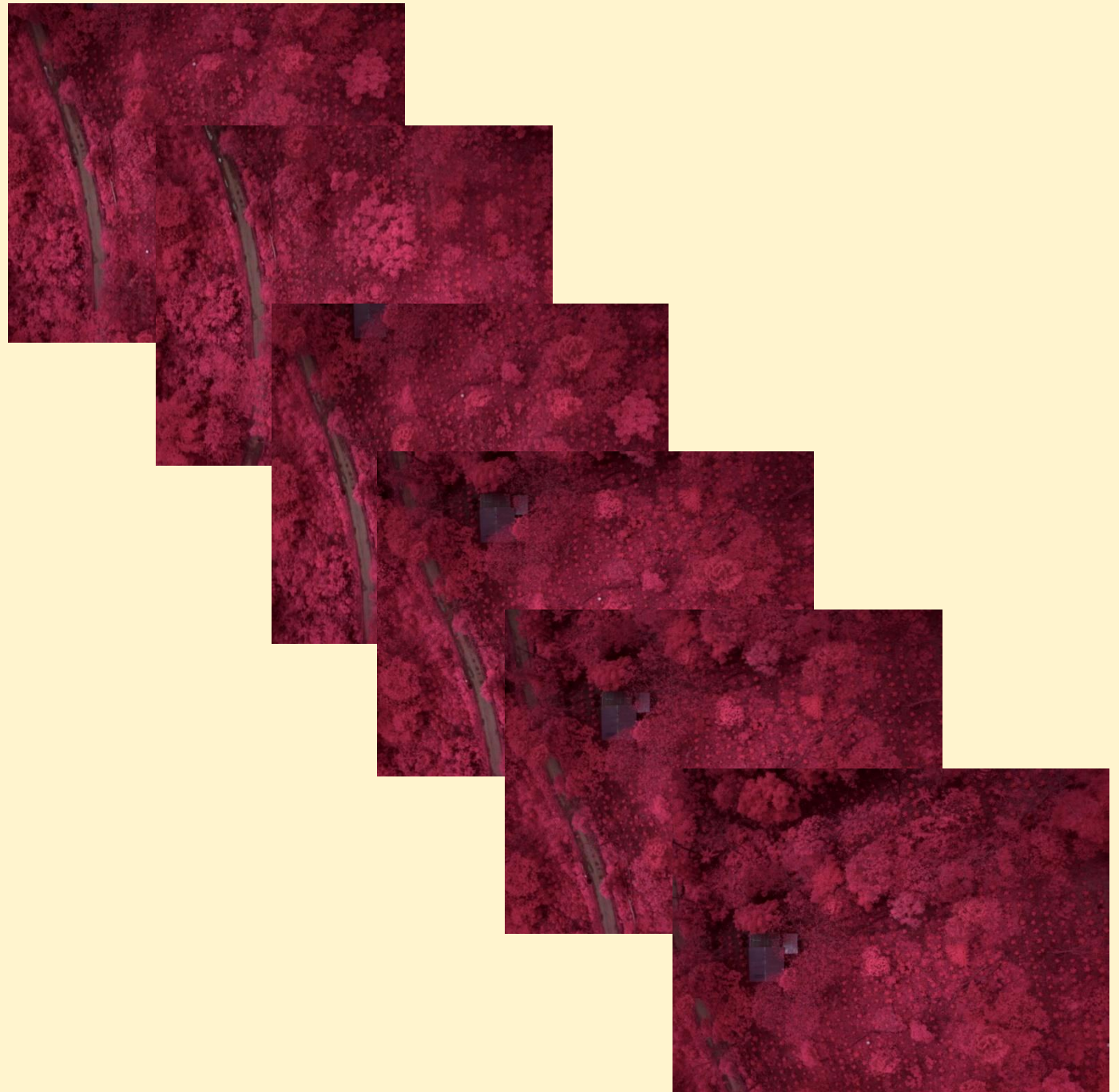
<https://micasense.github.io/imageprocessing/MicaSense%20Image%20Processing%20Setup.html>

2. Desarrollo de software libre:

2.2 Generando mosaicos del área piloto:

Sometiendo y validando el software libre:
ISAM (Image Stitching for Aerial Multi-spectral images)

- El ISAM, es un software con interfase grafica de usuario(GUI) implementado en lenguaje C con el soporte de librerías del Open CV.
- La versión 3.2 del ISAM – implementado por el equipo de percepción remota del CIP – fue calibrado y sometido con imágenes adquiridas por sensores SNAP y RedEdge – M.
- El sensor SNAP (Tetracam) de 3 bandas, no forman parte de la base de datos del Pix4D.




Applied Geomatics
<https://doi.org/10.1007/s12518-019-00292-5>

ORIGINAL PAPER



**Development of low-cost remote sensing tools and methods
for supporting smallholder agriculture**

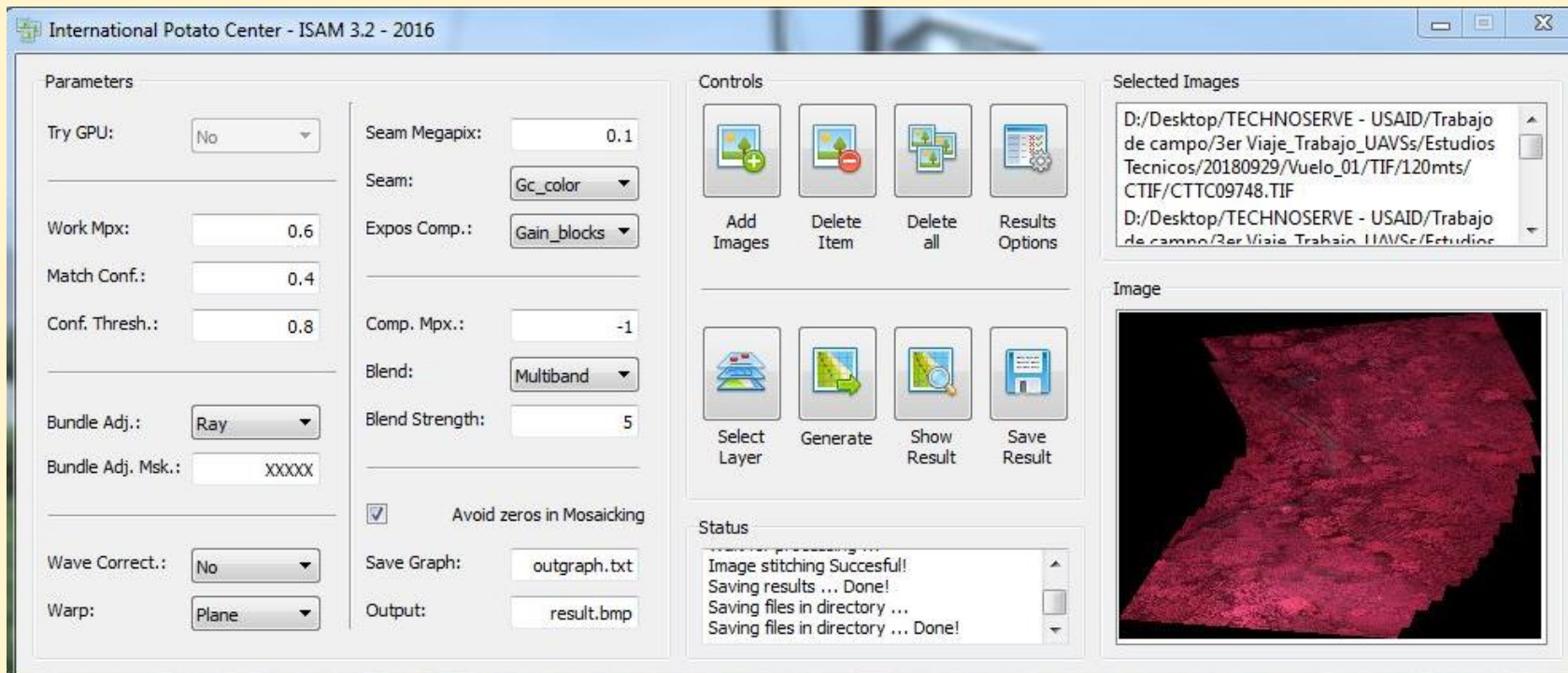
Gonzalo Cucho-Padin¹ · Hildo Loayza²  · Susan Palacios³ · Mario Balcazar⁴ · Mariella Carbajal⁵ · Roberto Quiroz⁶

Received: 21 August 2019 / Accepted: 19 November 2019
© The Author(s) 2019

2. Desarrollo de software libre:

2.2 Generando mosaicos del área piloto:

El **ISAM V3.2**, fue sometido exitosamente con datos recogidos por la cámara SNAP (Tetracam) de 03 bandas.

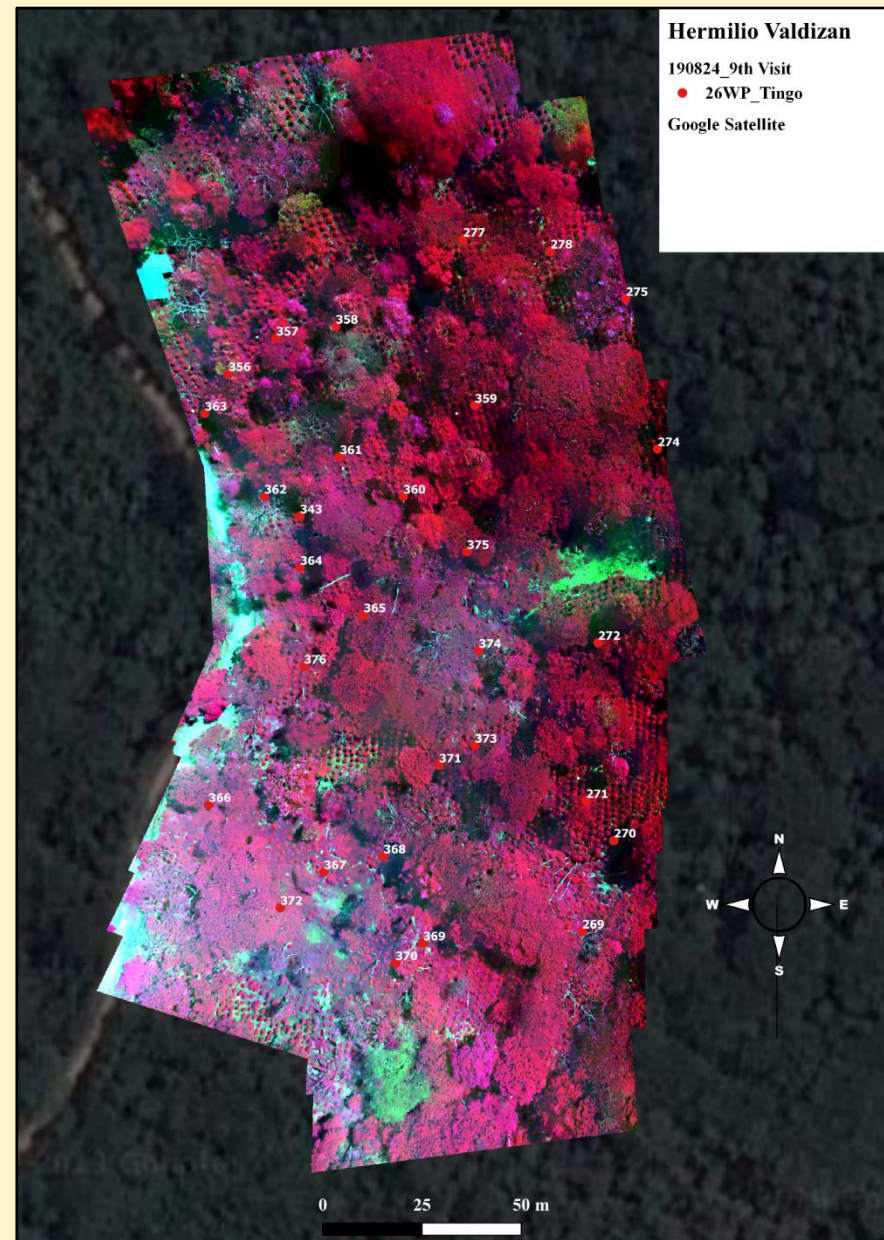


Mosaico producto de unir 12 imágenes multispectrales (sensor SNAP – 03 bandas)

2. Desarrollo de software libre:

Mosaicos del área piloto con imágenes del sensor RedEdge -M

El script implementado en Python - que interpreta la información RAW de las imágenes adquiridas por el sensor RedEge-M - y el sistema de información geográfica libre y de código abierto QGIS (<https://www.qgis.org/es/site/>), permitieron someter y demostrar que el ISAM – también – puede generar mosaicos de **05 bandas** de hasta 3 hectáreas de área.

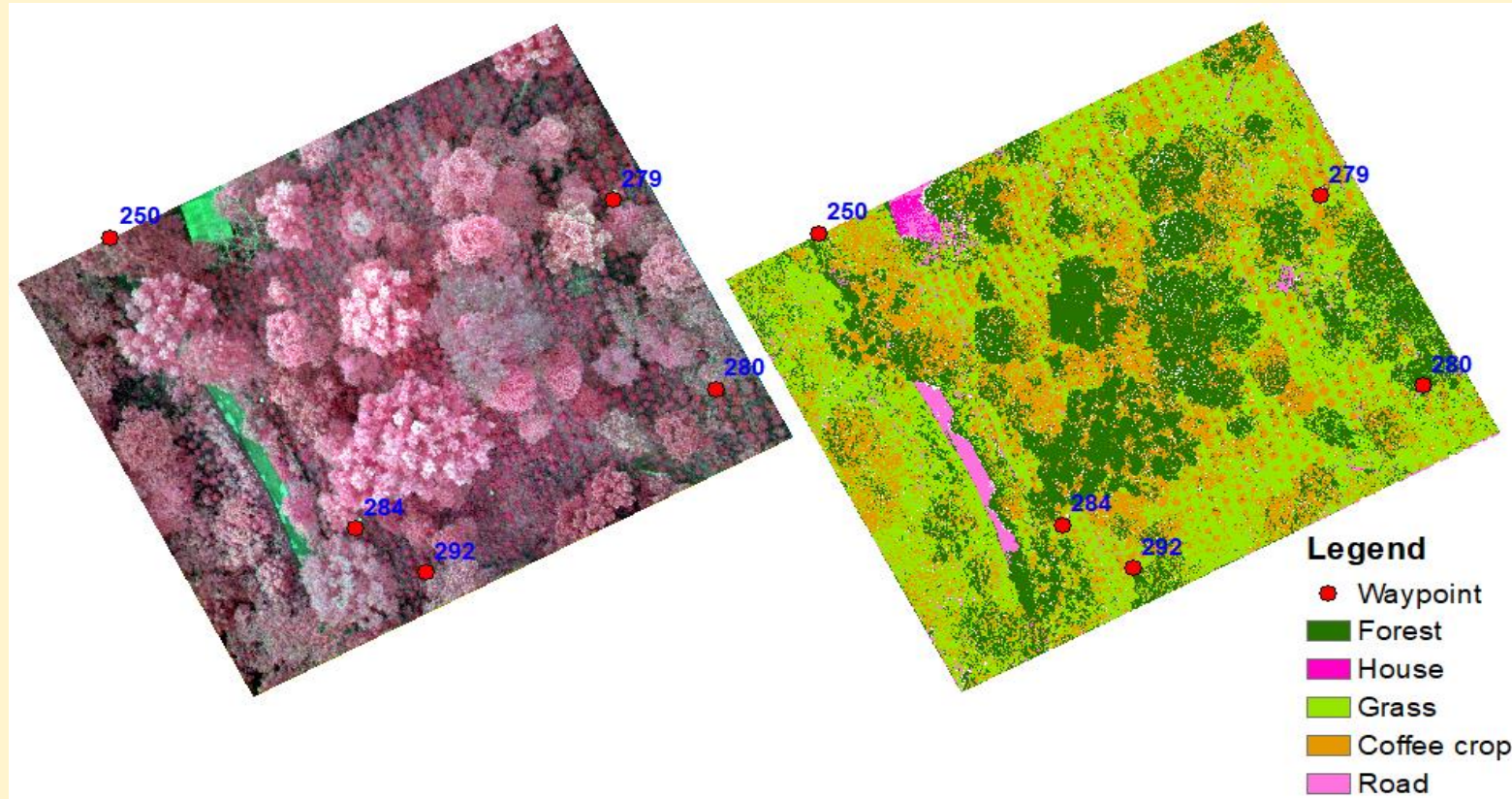


Mosaico de 05 bandas (RedEdge - M)

3. Técnicas de clasificación de cultivos de café sembrados bajo sombra

Diferentes algoritmos y sensores fueron sometidos para clasificar cultivos en nuestros ortomosaicos. Algoritmos tales como: Random forest, Support vector machine (Machine learning) y análisis de texturas.

En la figura, se aplica el método supervisado de máxima probabilidad a imágenes multiespectrales de 05 bandas.



Clasificando cultivos de café

4. Estudios a nivel de campo del nitrógeno foliar

El sensor portable SPAD-512 o clorofilómetro es un instrumento comercial que permite estimar el contenido de nitrógeno a nivel de hoja.

Metodología:

Se eligieron aleatoriamente hojas de café con diferentes intensidades de valores SPAD.

Sobre los mismos folíolos - utilizando un radiómetro y una mecánica especializada implementada en una impresora 3D - se adquirieron sus respectivas firmas espectrales **para calcular índices de vegetación que pueden ser recuperados con la cámara RedEdge – M (05 bandas)**



Medidas SPAD
a escala de hoja



Estudios con radiómetro a escala de foliolo



4. Estudios a nivel de campo del nitrógeno foliar

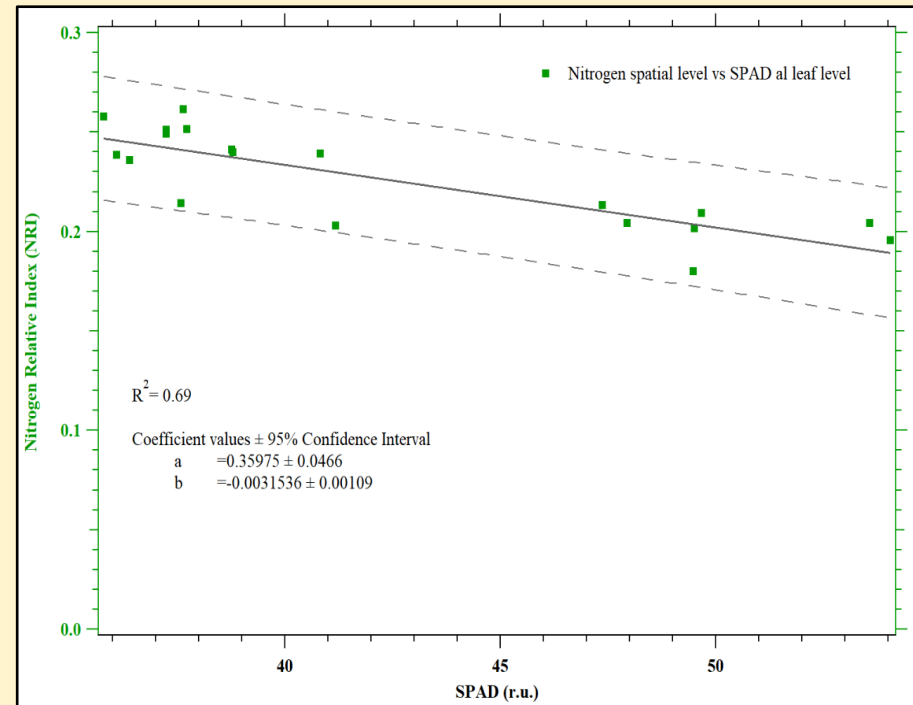
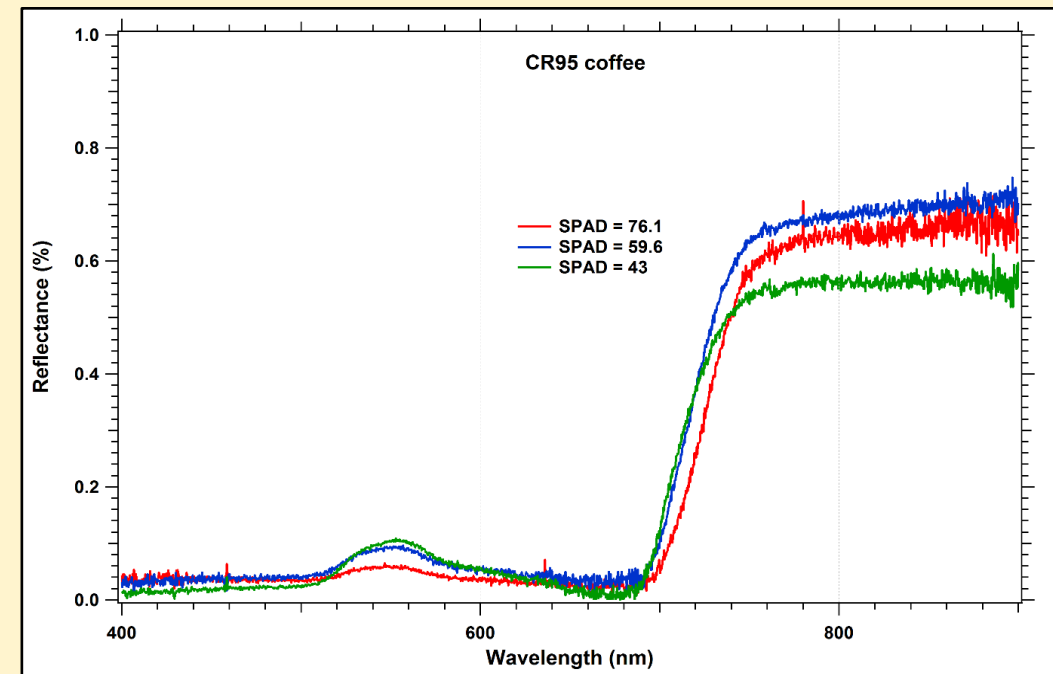
Diferentes índices de vegetación fueron calculados a partir de las firmas espectrales con el propósito de correlacionarlos con las lecturas SPAD-512.

Tabla 3. Correlación SPAD vs Índices de vegetación

SPAD	REEDGE	NDRE	NDVI	NRI
76.1	0.642	0.819	0.983	0.833
59.6	0.967	0.843	0.980	0.860
43.0	1.000	0.953	0.993	0.960

El NRI (Índice relativo de nitrógeno) obtuvo el mayor coeficiente de determinación con las lecturas del SPAD-512(69%).

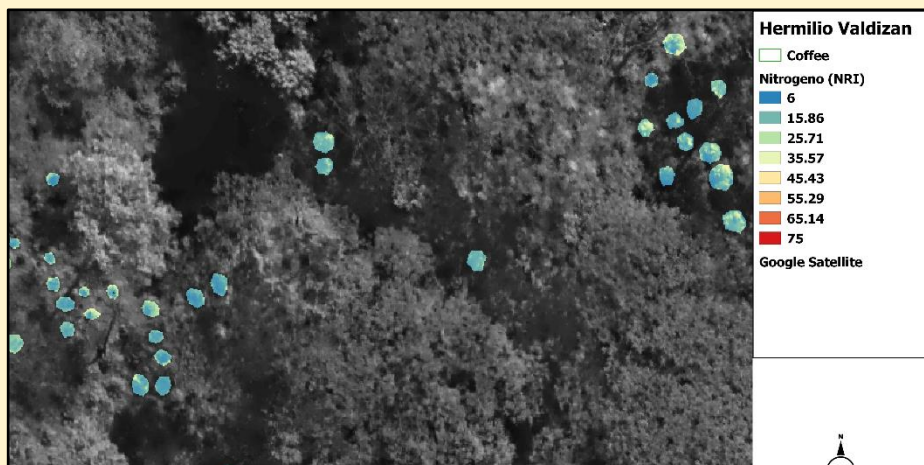
Firmas espectrales



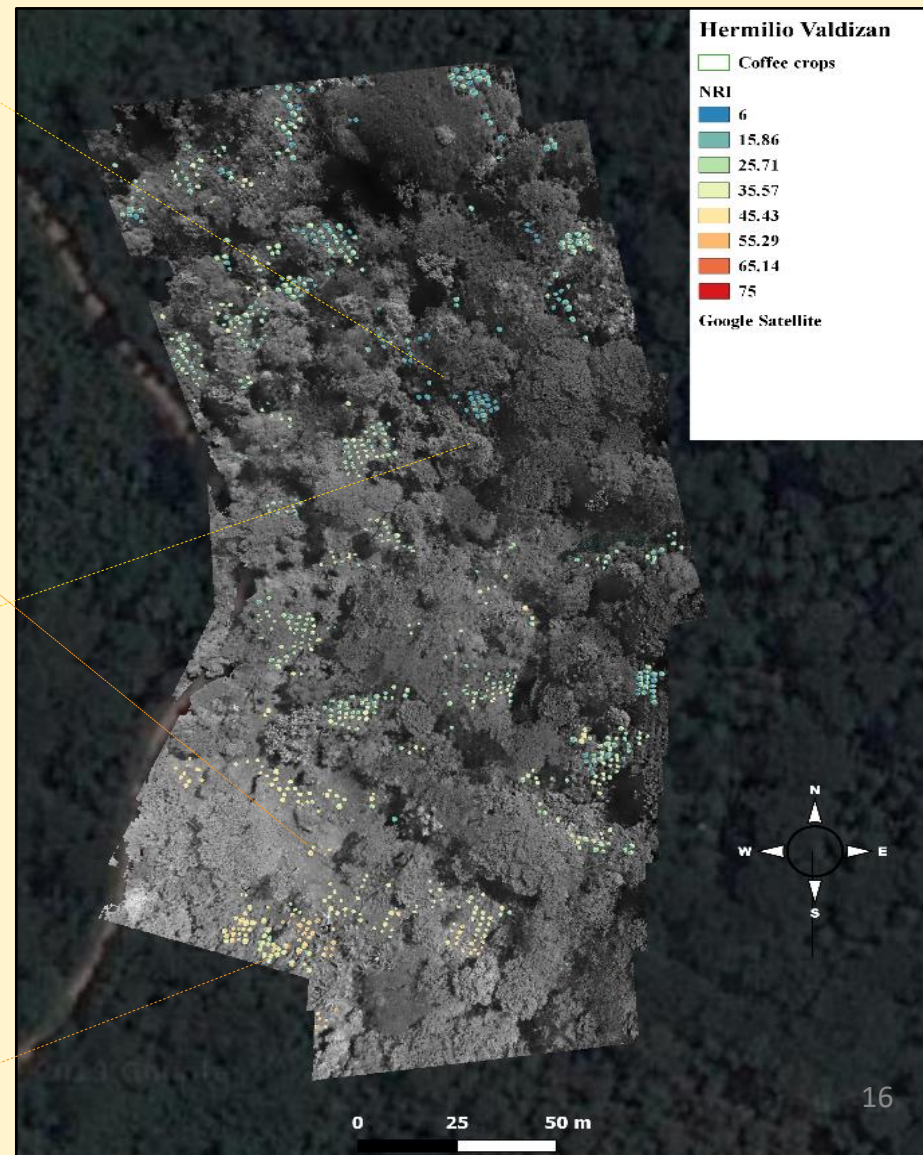
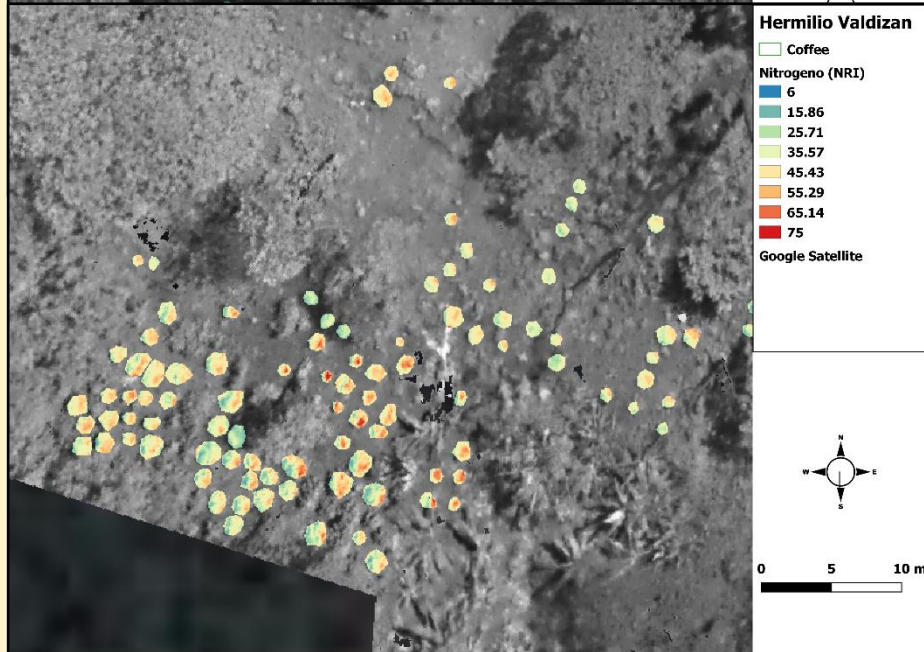
Correlación entre valores SPAD y NRI

Mapas de nitrógeno foliar a escala de follaje

Zona con valores bajos de Nitrógeno



Zona con valores altos de Nitrógeno



Proyecciones futuras

Dentro del marco de transferencia tecnológica de este proyecto, se realizó un intercambio de experiencias con investigadores del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM).

Este joven equipo de investigadores recibió las tecnologías sometidas en este proyecto y fueron capacitados para continuar los trabajos de investigación y desarrollo en cultivos sembrados en la región amazónica.

Relaciones con el INIA

Actualmente, INIA & CIP realizan las coordinaciones para ejecutar un proyecto STC en agricultura de precisión, llamado:

“Agricultura de precisión e inteligencia artificial para estimar la biomasa aérea y el rendimiento de cultivos de maíz (*Zea mays*) y trigo (*Triticum aestivum*) utilizando imágenes adquiridas desde vehículos aéreos no tripulados”

Proyecto que se ejecutaría en las ciudades de Lima y Huancayo.