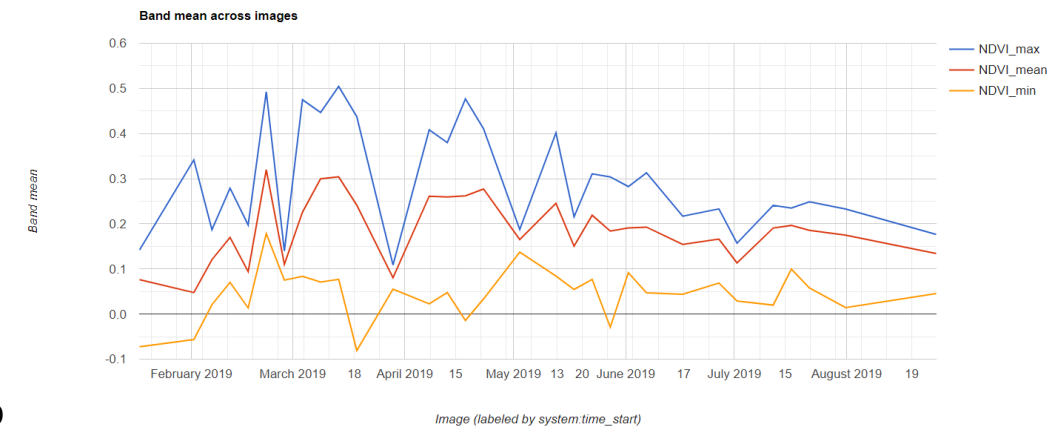
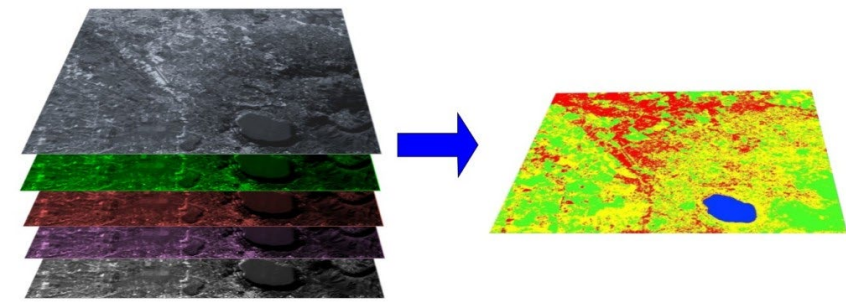
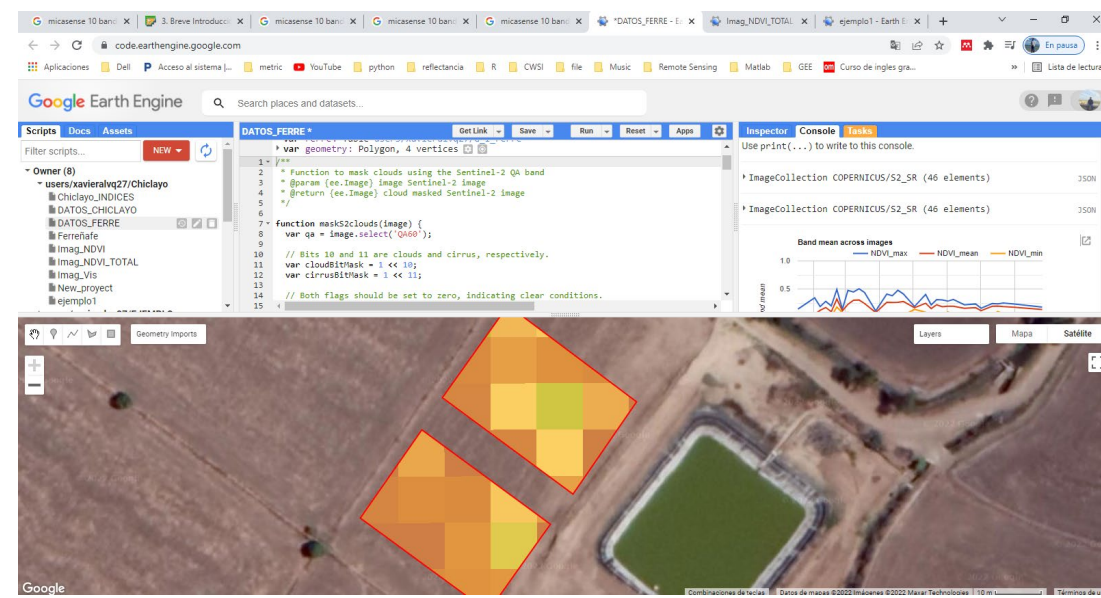


Estimación de biomasa y rendimiento utilizando métricas fenológicas de imágenes Sentinel-2 en el cultivo de arroz: caso de estudio Perú



https://code.earthengine.google.com/?scriptPath=users%2F%2Fchiclayo%3ADATOS_FERRE

Contenidos

1. Contenido del tema de investigación

- Materiales y métodos
- Datos recolectados
- Materiales y métodos
- Resultado
- Conclusiones

2. Propuesta de investigación



Material y métodos

Zona de estudio

Ubicación es el fundo Zapote Figueroa, Provincia de Ferreñafe, Lambayeque-Perú. Ubicado en las coordenadas geográficas de la $6^{\circ} 35' 47,23''$ S y $79^{\circ} 46' 57,52''$ O. Se caracteriza por ser una zona semiárida, con una precipitación media anual de 22 mm y temperaturas medias anual con promedio mínimo de $15,4^{\circ}\text{C}$ y promedio máximo de $28,8^{\circ}\text{C}$; con suelos arcillosos.

Se consideraron dos parcelas de 800 m^2 , con dos sistemas de riego distintos: inundación y goteo. El trasplante del cultivo de arroz se realizó el 16 de enero de 2019 (16 DoY, Day of Year), teniendo un periodo vegetativo de 145 días después del trasplante (DDT).

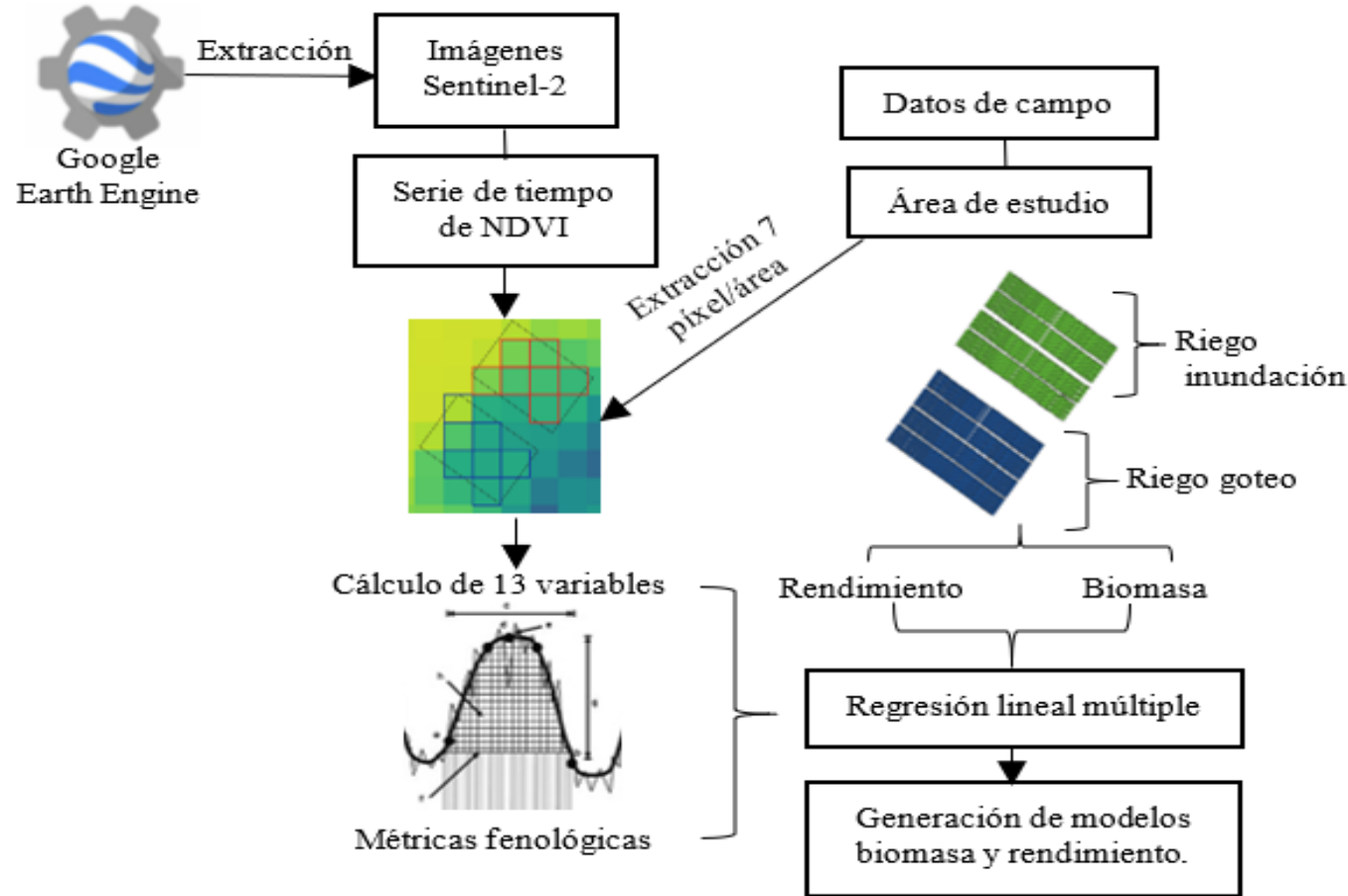


Figura 1. Procedimiento de la metodología de trabajo.

Datos de campo y procesado

Se seleccionaron imágenes Sentinel-2 de 18 fechas mediante la plataforma *Google Earth Engine* (GEE), con una resolución espacial de 10m, a lo largo del periodo vegetativo del cultivo, considerando un filtrado $<30\%$ de nubosidad. Además, se realizó el cálculo del NDVI para cada una de las fechas seleccionadas. Posteriormente, se utilizó el software QGIS para delimitar las áreas. Finalmente, se extrajeron siete píxeles de las imágenes para cada tipo de riego y fecha seleccionada, según se representa en la Figura 1.

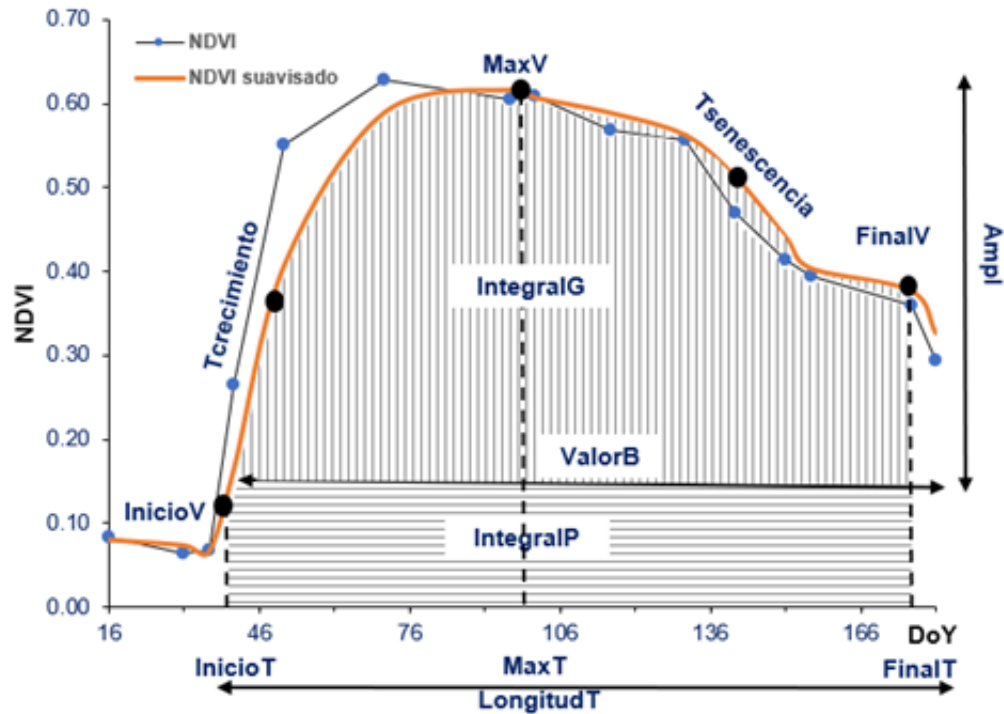


Figura 2. Extracción de las métricas fenológicas con respecto al Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI).

Tabla 1. Definición de las métricas fenológicas utilizadas

Métricas	Definición de las variables y descripción fisiológica
InicioT	Momento en que se logra el inicio (borde izquierdo incrementa 10% de la amplitud de la temporada medida desde el nivel mínimo izquierdo).
InicioV	Valor NDVI al inicio del crecimiento, plántula.
MaxV	Valor máximo de NDVI en la temporada.
MaxT	Momento en que MaxV alcanza la etapa de desarrollo antes.
FinalT	Momento en que alcanza el final, la etapa de desarrollo de la senescencia (borde derecho decrece el 10% de la amplitud de la temporada medida desde el nivel mínimo derecho).
FinalV	Valor NDVI al final de la senescencia.
ValorB	Promedio de los valores mínimos del InicioV y FinalV.
Ampl	Diferencia entre MaxV y el ValorB.
Longitud T	Duración de la temporada.
Trecimiento	Tasa de aumento del valor NDVI entre InicioV y MaxV.
Tsenescencia	Tasa de disminución del valor NDVI entre MaxV y FinalV.
IntegralG	Área bajo la curva suavizada entre InicioT y FinalT.
IntegralP	Área por debajo del ValorB desde el InicioT hasta el FinalT.

Resultado

Tabla 3. Valores de media, desviación estándar (SD) y correlación estadística de Pearson para las métricas fenológicas con respecto a la biomasa y el rendimiento.

Métrica fenológica	Riego Inundación				Riego Goteo			
	Media	SD	r		Media	SD	r	
			Biomasa	Rendimiento			Biomasa	Rendimiento
ValorB	0,18	0,02	0,38	-0,04	0,17	0,02	0,10	-0,14
MaxV	0,63	0,05	0,02	-0,47	0,53	0,06	0,13	0,11
Ampl	0,44	0,06	-0,08	-0,38	0,36	0,06	0,09	0,17
IntegralG	43,26	7,56	0,03	-0,33	34,24	3,56	0,54	-0,29
IntegralP	24,14	2,15	0,32	-0,24	22,23	3,75	0,25	-0,23
Tcrecimiento	0,36	0,06	0,17	-0,49	0,33	0,03	0,07	0,23
Tsenescencia	0,47	0,06	0,27	-0,50	0,41	0,04	0,19	-0,07
InicioV	0,12	0,01	0,05	-0,43	0,12	0,01	-0,22	0,76
FinalV	0,34	0,03	0,39	-0,09	0,29	0,05	0,18	-0,27



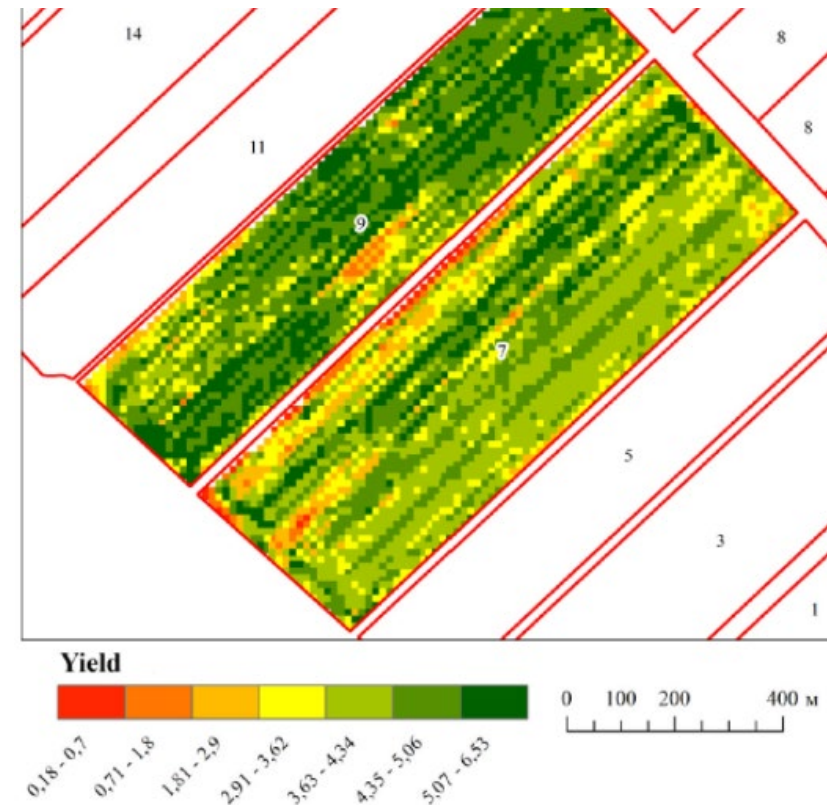
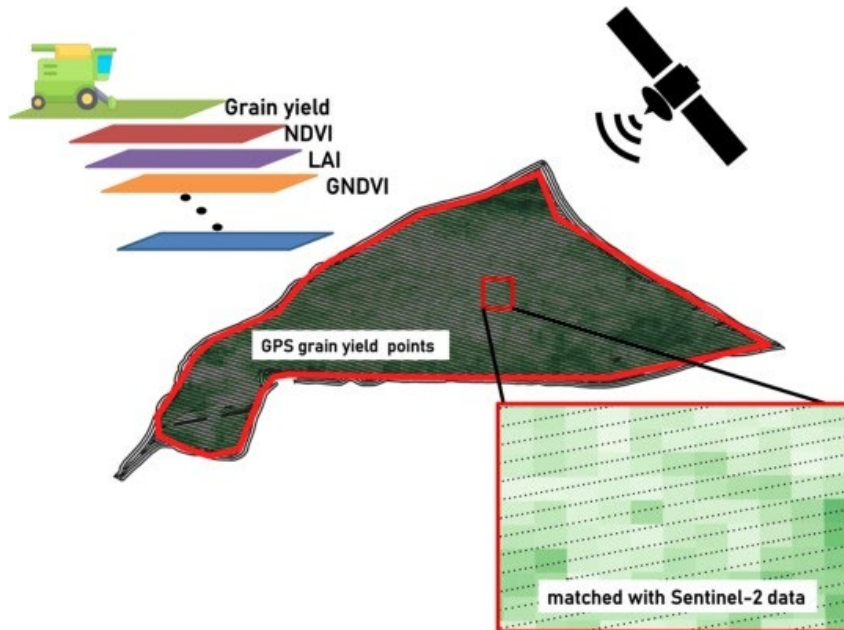
Tabla 4. Modelos de regresión lineal múltiple de biomasa(B) y rendimiento(R) obtenidos con variables fenológicas.

Tipo de riego	Modelos de estimación de Biomasa(B) y Rendimiento(R)	MAE	NMAE	R ²
		(t/ha)	(%)	
Riego Inundación	$B = 571,32 \times \text{ValorB} + 0,54 \times \text{IntegralG} - 2,88 \times \text{IntegralP} - 45,09$	1,71	12,36	0,51
	$R = 0,10 \times \text{IntegralG} - 17,96 \times \text{MaxV} + 13,4$	0,26	4,02	0,42
Riego goteo	$B = 0,96 \times \text{IntegralG} - 45,21 \times \text{MaxV} + 3,22$	0,77	6,34	0,71
	$R = 87,60 \times \text{InicioV} - 9,88 \times \text{Ampl} - 2,67$	0,21	4,66	0,88

Conclusiones

- En este estudio se utilizaron métricas fenológicas obtenidas de series temporales de NDVI para predecir la biomasa y el rendimiento del cultivo de arroz en dos sistemas de riego diferentes (inundación y goteo). Los resultados muestran que el NDVI integrado en el tiempo y las métricas fenológicas derivadas reflejan el efecto estacional en el crecimiento y desarrollo del cultivo.
- Las ecuaciones obtenidas mediante regresión lineal múltiple muestran una mayor capacidad de las variables ValorB, IntegralG, IntegralP y MaxV para la predicción de la biomasa. En el caso del rendimiento, las variables IntegralG, MaxV, InicioV y Ampl son las que mejor se comportan. Mediante este estudio preliminar se prevé desarrollar trabajos más exhaustivos que permitan aprovechar al máximo el potencial de los indicadores fenológicos para la estimación del rendimiento y biomasa en áreas más extensas y para diferentes cultivos.

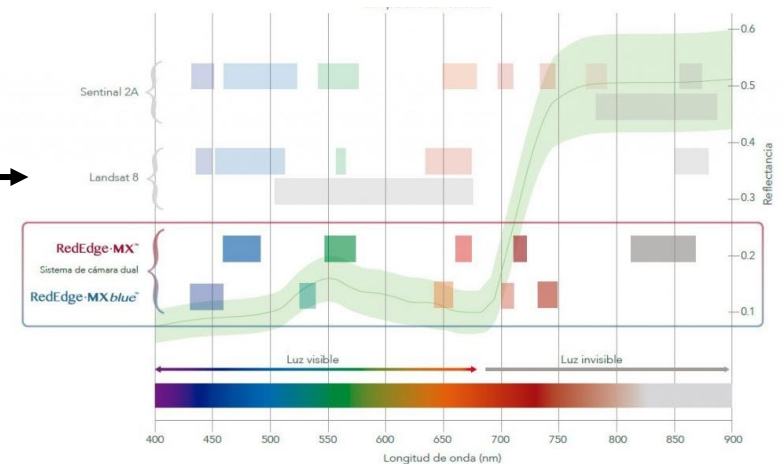
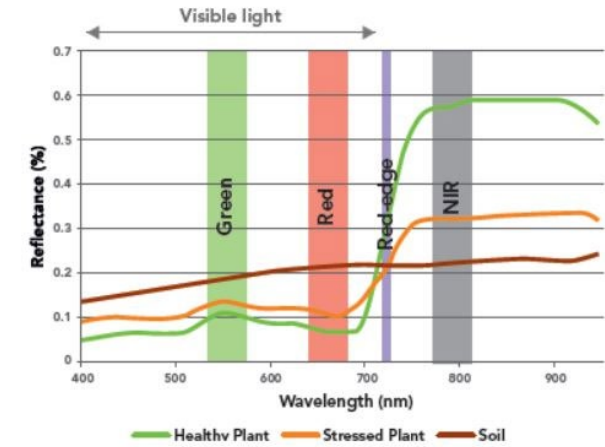
Propuesta de investigación: “Estimación del rendimiento y la biomasa a partir de imágenes sentinel-2 e imágenes multispectrales de UAV en arrozales de la región Lambayeque, Perú”



Equipos y materiales



Green Vegetation Reflectance





UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

CGAT
Grupo de Cartografía
GeoAmbiental y Teledetección



Objetivos

a). Objetivo general

- Modelizar el rendimiento y biomasa a partir de imágenes Sentinel-2 e imágenes multispectrales adquiridas con UAV en arrozales de los valles Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe.

b). Objetivos específicos

- Evaluar los índices de vegetación más adecuados para la estimación de rendimiento y biomasa mediante imágenes espectrales de Sentinel-2 y UAV.
- Generar y evaluar modelos de estimación de rendimiento y biomasa mediante imágenes satelitales de Sentinel-2 y UAV en los valles Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe.

Equipos de trabajo de cooperación

3.1 Miembros:

3.1.1. Personal INIA

- Dr. Carlos Arbizu - INIA Sede Central
- Mrt. Willian Salazar- INIA Sede Central
- Mrt. Lamberto Valqui - INIA Sede Central
- Mrt. David Saravia – INIA Sede Central
- Ing. Moisés Durán – INIA Sede Lambayeque

3.1.2. Personal del UNALM y UPV-IDS

- Dra. Lia Ramos - UNALM
- Dr. Luis Ángel Ruiz – UPV
- Mrt. Jesus Torralba – UPV
- Mrt. Juan Pedro Carbonell - UPV
- Mrt. Javier Quille – UPV
- Mrt. David Picó - IDS

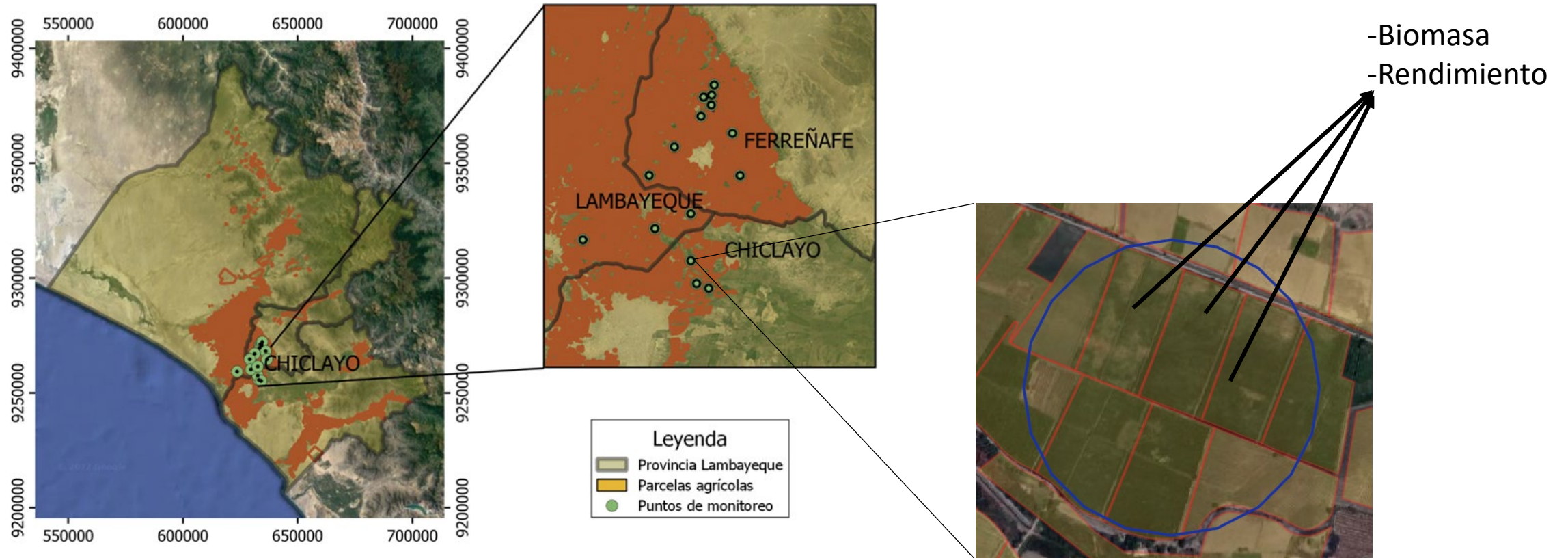


Figura 1. Área de monitoreo de Lambayeque.

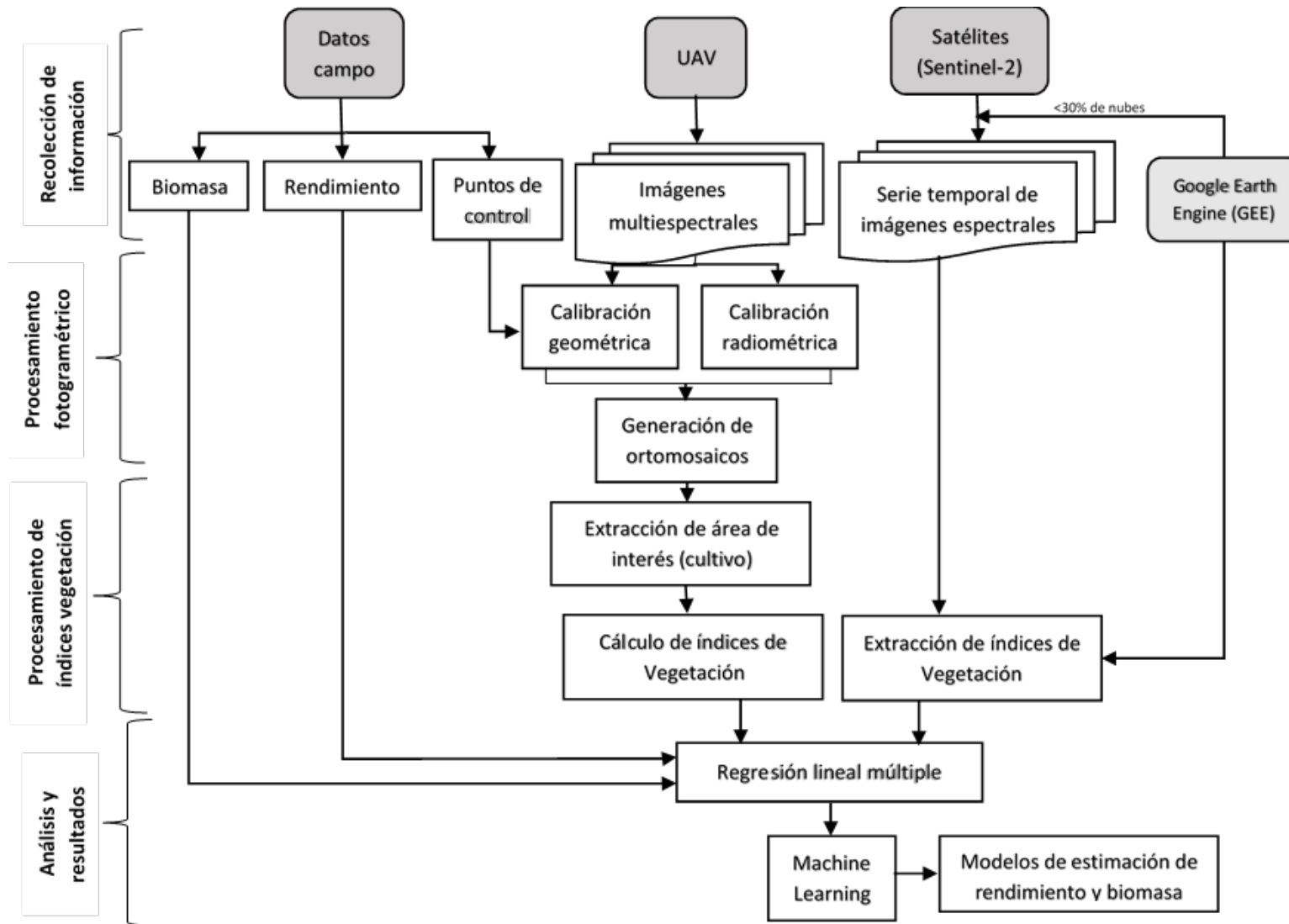


Figura 1. Diagrama de flujo de trabajo



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

CGAT
Grupo de Cartografía
GeoAmbiental y Teledetección



Resultados esperados

- Publicación de al menos un artículo científico (después de tomar la información más específica durante cinco meses de monitoreo del cultivo de arroz en Lambayeque).
- Fortalecer las capacidades de las instituciones y trabajar de manera colaborativa con la UNALM y UPV, estableciendo nexos para trabajos futuros.

