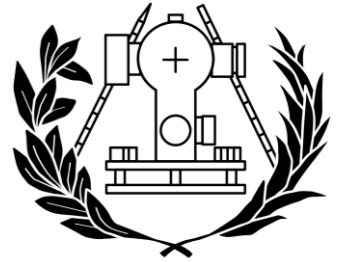


DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN GEOPORTAL EN GEE PARA MONITORIZAR EL ESTADO DEL CULTIVO DE ARROZ MEDIANTE EL ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES CON IMÁGENES SENTINEL-2 EN EL VALLE CHANCAY-LAMBAYEQUE (PERÚ)



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

AUTOR: LUIS RODOLFO QUINTANILLA GÓMEZ.
TUTOR: LUIS ÁNGEL RUIZ FERNÁNDEZ.
COTUTOR/ES: JUAN PEDRO CARBONELL RIVERA & JESÚS TORRALBA PÉREZ.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA GEODÉSICA CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

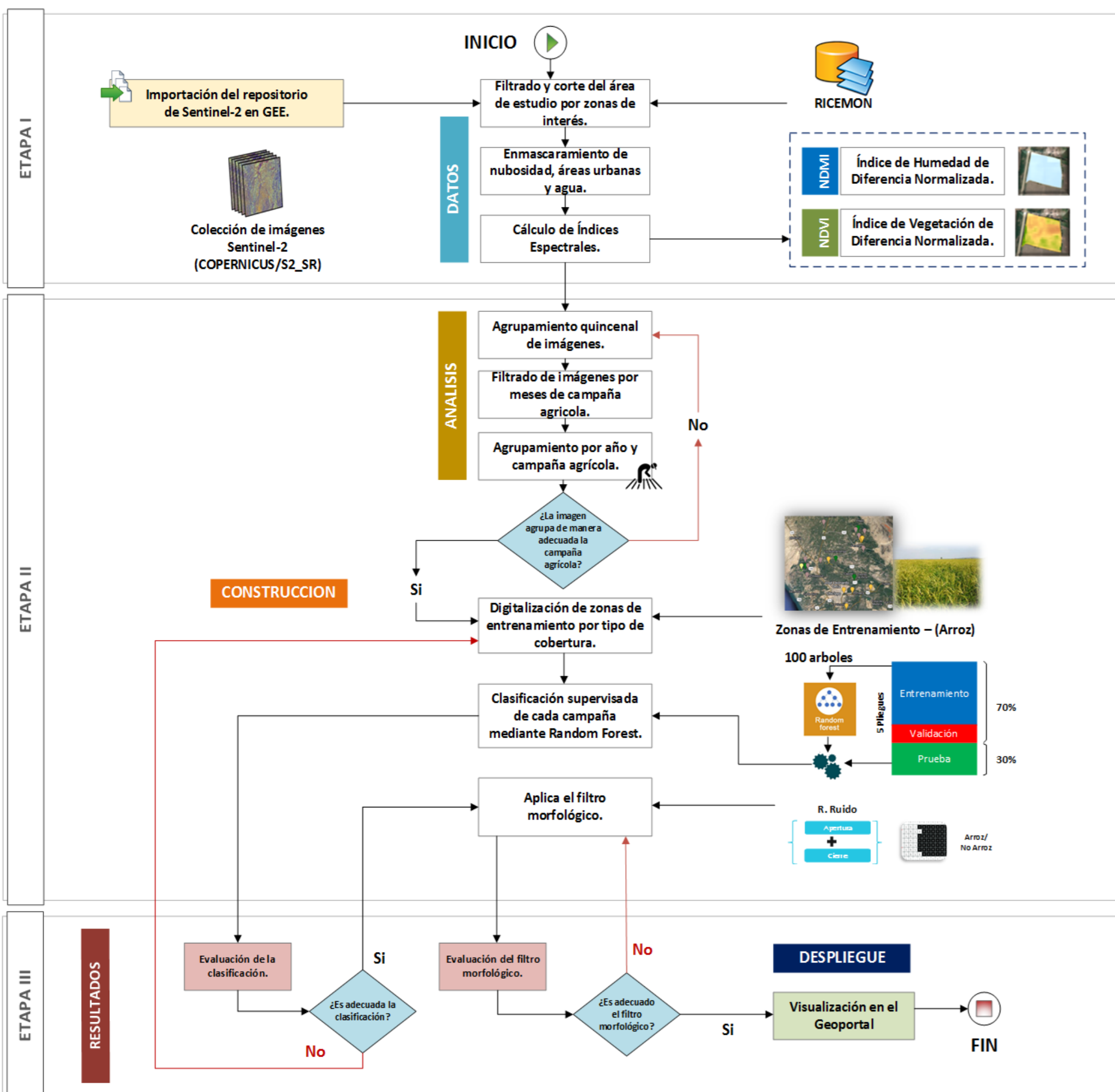
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y GEOINFORMACIÓN

INTRODUCCIÓN

Las series temporales de imágenes de satélite permiten observar la evolución de fenómenos en la agricultura a lo largo de una campaña de cultivo o durante toda una década. En los últimos años, nuevas aplicaciones como Google Earth Engine (GEE) han permitido agilizar el procesamiento y análisis de las imágenes satelitales utilizando computación en la nube. A pesar de estos avances aún es difícil que los usuarios sin conocimientos previos empleen esta tecnología o puedan tener acceso a la información de sus cultivos de manera fácil y sencilla; ante esta problemática se propone implementar un geoportal para monitorizar el estado del cultivo de arroz mediante el análisis de series temporales con imágenes Sentinel-2.

METODOLOGÍA

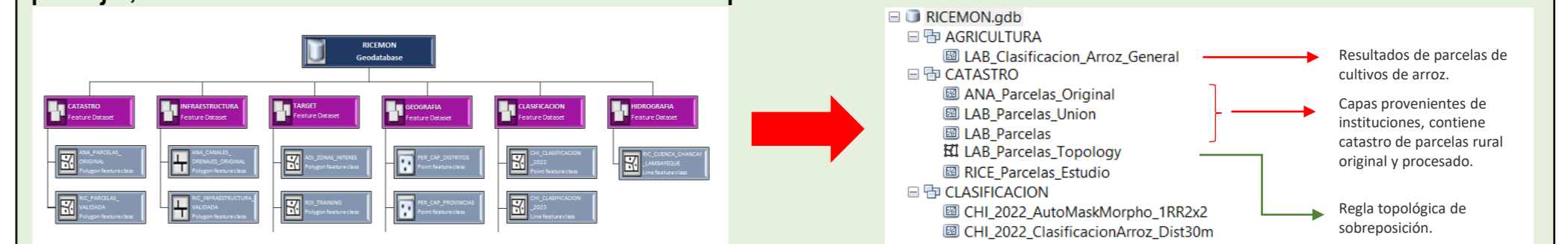
En este trabajo se presenta una metodología dividida en tres etapas; donde en la primera etapa se construye una base de datos utilizando la geodatabase como tecnología de almacenamiento y se realiza la fase inicial del preprocesamiento de las imágenes Sentinel-2; en la segunda etapa se realiza el procesamiento de análisis de los datos, la construcción del modelo automatizado de clasificación supervisada con el método Random Forest y se realiza el filtro morfológico; por último en la tercera etapa se desarrolla el post-procesamiento, donde se evalúan los resultados obtenidos y se realiza el despliegue del geoportal de manera eficiente para que el agricultor pueda tener acceso libre y gratuito al estado fenológico de sus cultivos de arroz en la cuenca Chancay – Lambayeque.



RESULTADOS

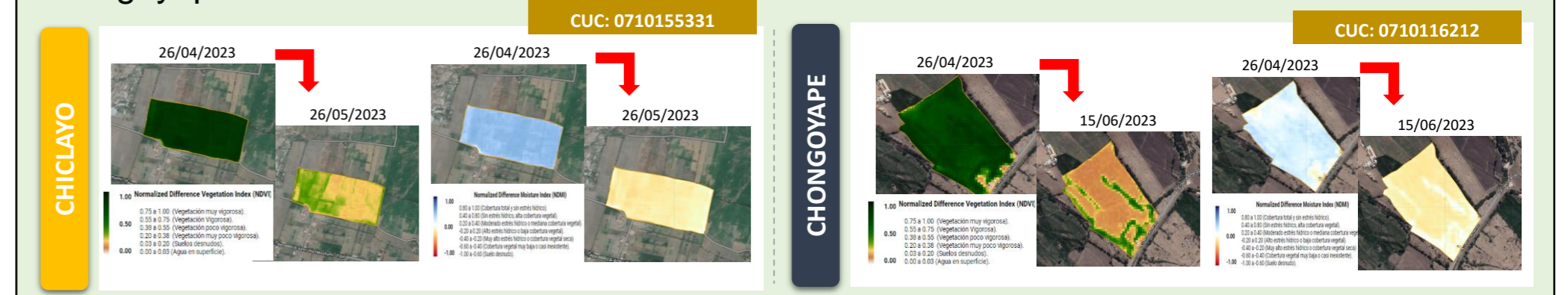
1.- ESTRUCTURA DE BASE DE DATOS

La Geodatabase es de tipo archivo y contiene ficheros geométricos, reglas topológicas y ráster, los Feature Dataset serán agrupados por características geográficas y los Feature Class se almacenarán de manera codificada contando con un código de tres letras como prefijo, el cual indicará la abreviación de su procedencia.



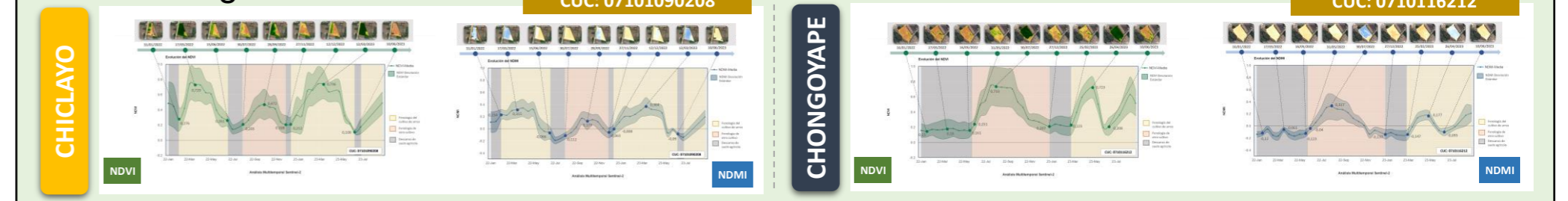
2.- ÍNDICES ESPECTRALES

Se evalúa el estado sanitario del cultivo a través del índice NDVI y el contenido de agua en los cultivos con el índice NDMI para las distintas parcelas en las zonas de interés de Chiclayo y Chongoyape.



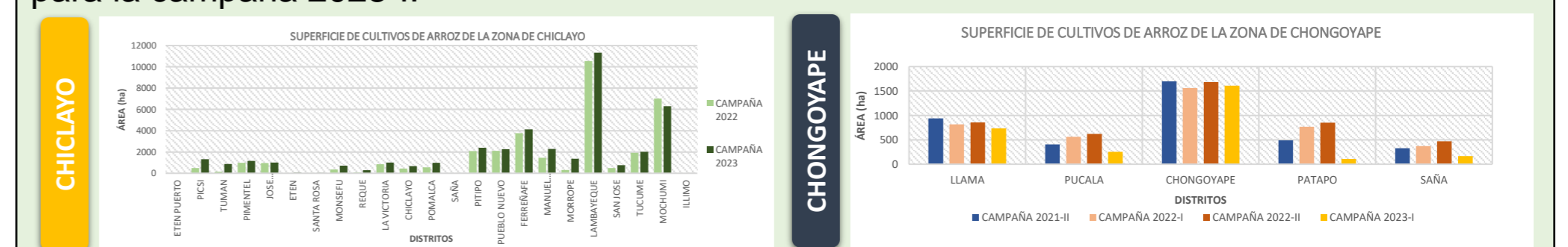
3.- GRÁFICAS FENOLÓGICAS DE LOS CULTIVOS DE ARROZ

Las parcelas analizadas muestran una amplia variabilidad en sus periodos agrícolas identificando que, para las parcelas del sector de Chiclayo, han desarrollado un solo cultivo de arroz al año y en el sector de Chongoyape dos campañas de arroz al año; por último, casi todas las parcelas han mostrado un nivel de estrés hídrico de leve a moderado en su desarrollo agrícola.



4.- MACHINE LEARNING DE CLASIFICACIÓN CON EL MÉTODO RANDOM FOREST

La zona de Chiclayo muestra un aumento de 6,55% de superficie agrícola de arroz con respecto a la campaña 2022 y la zona de Chongoyape muestra un aumento del 0,8% para la campaña 2022-I, un aumento de 1.49% para la campaña 2022-II y una reducción de 5.92% para la campaña 2023-I.



CONCLUSIONES

- El diseño y la estructura de la base de datos fue implementada a través del sistema de almacenamiento denominado geodatabase, se agregaron capas validas como la de catastro de parcelas, reglas topológicas de sobreposición e intersección, adicionalmente para mantener el orden se agruparon las capas en Feature Dataset y se generaron prefijos que hacen referencia a la fuente de datos o las zonas de interés.
- La sistematización de procesos para calcular los índices espectrales tanto para el NDVI y NDMI identifica para la zona de Chiclayo que desarrolla un proceso de cosecha para el mes de junio en la campaña 2023, así como también en el índice NDMI muestra moderado estrés hídrico; la zona de interés de Chongoyape nos muestra que ha pasado por el proceso de cosecha en los meses de junio a julio del 2023, para el índice NDMI se muestra un deterioro moderado de estrés hídrico.

- Las gráficas de seguimiento de la fenología del cultivo de arroz permitieron identificar en las parcelas de la zona de Chiclayo para el año 2023 una campaña agrícola, que alcanzó valores máximos superiores al 0,7 de NDVI (vegetación vigorosa) y 0,3 de NDMI (estrés hídrico leve); en la zona de Chongoyape para el mismo año se visualizó dos posibles campañas agrícolas de marzo a junio con valores máximos superiores a 0,9 NDVI (vegetación vigorosa) y 0,30 de NDMI (estrés hídrico moderado) y otra campaña en desarrollo en el presente año.
- Los modelos generados a través de Machine Learning han sido verificados con validación cruzada; logrando alcanzar una precisión para el modelo de Chiclayo del 96,30% de fiabilidad y una índice kappa del 95,60% que nos indica un buen acuerdo entre los clasificadores o evaluadores, para el modelo de Chongoyape se logró alcanzar una fiabilidad del 94,10% y una índice kappa del 92,27%.

REFERENCIAS

- Carlson, T. N., & Ripley, D. A. (1997). On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. *Remote Sensing of Environment*, 62(3), 241-252. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(97\)00104-1](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(97)00104-1)
- W. G. Cibula, E. F. Zetka & D. L. Rickman (1992) Response of thematic mapper bands to plant water stress, *International Journal of Remote Sensing*, 13:10, 1869-1880, DOI: 10.1080/01431169208904236
- Google Earth Engine. (2023, July 27). ee.Image.sampleRegions | Google Earth Engine | Google for Developers. <https://developers.google.com/earth-engine/apidocs/ee-image-samplerregions>

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al grupo "Grupo de Cartografía GeoAmbiental y Teledetección – CGAT", por sus constantes consejos y guías, al proyecto "Rice Monitoring – Ricemon", por su valioso aporte en la construcción de la base de datos, a la "Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica – ETSIGCT" y al "Máster Universitario en Ingeniería Geomática y Geoinformación" por su enseñanza en mi formación profesional y una especial mención para mi director y a mis codirectores, por su constante apoyo, empatía y esfuerzo han hecho posible el desarrollo del presente trabajo.