

Importancia del big data satelital, lenguajes de programación, y NDVI en el seguimiento de cultivos

Rodríguez-Herrera, Jorge¹; Amante-Orozco Alejandro¹; Muñoz-Robles, Carlos Alfonso²; Pimentel-López José¹; Martínez-Montoya Juan Felipe¹

¹ Posgrado en Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Iturbide 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, C.P. 78622, México.

² Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Altair No. 200, Colonia del Llano, San Luis Potosí, SLP. C.P. 78377, México

Problema

El monitoreo constante para el seguimiento de la salud, desarrollo y producción de los cultivos es de suma importancia, ya que permite a los agricultores, técnicos y encargados de la gestión agrícola a tomar decisiones oportunas, como los riegos, aplicación de fertilizantes, pesticidas u otras prácticas agronómicas necesarias para optimizar o garantizar la producción. El monitoreo también permite dar seguimiento a la sanidad de los cultivos, tal como la detección oportuna de enfermedades, plagas u otros problemas fitosanitarios, lo que puede facilitar una precisa y pronta respuesta para controlar la propagación de enfermedades y minimizar las pérdidas en la producción agrícola. Sin embargo, el seguimiento constante de los cultivos implica costos adicionales muy altos, como la compra de equipos especializados para el monitoreo, la capacitación del personal, programas de computadora específicos y la implementación de nuevas y costosas tecnologías. Estos costos pueden ser un desafío o limitante para los agricultores con recursos limitados. Así mismo, el monitoreo de los cultivos genera una gran cantidad de datos que deben ser interpretados y analizados adecuadamente para que tengan utilidad y puedan ser aplicados al cultivo en cuestión. Lo anterior demanda, además de tecnología, habilidades técnicas y conocimientos especializados, lo que representan inconvenientes para muchos agricultores.

Solución planteada

En este contexto el empleo del NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) permite monitorear la salud, desarrollo y el estrés hídrico de los cultivos, e incluso programar la cosecha para un determinado cultivo y área, es clave en la agricultura de precisión. El ín-

Cómo citar: Rodríguez-Herrera, J., Amante-Orozco A., Muñoz-Robles, C. A., Pimentel-López, J. & Martínez-Montoya, J. F. (2023), Importancia del big data satelital, lenguajes de programación, y NDVI en el seguimiento de cultivos. *Agro-Divulgación*, 3(3). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i3.204>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Agosto, 2023.

Agro-Divulgación, 3(3). Mayo-Junio. 2023. pp: 29-33.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



dice se calcula utilizando mediciones de la reflectancia de la luz por parte de las plantas en diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético, específicamente en el Rojo e Infrarrojo cercano; por lo que varias imágenes de satélite se pueden utilizar para ello, como los datos Landsat, SPOT, Sentinel, entre otros. Cuando las plantas sufren de falta de agua, su salud y vigor disminuyen, lo que se refleja en valores bajos de NDVI. Este índice, por su sensibilidad es un indicador sensible del estado hídrico de la vegetación, y su uso puede ayudar en la gestión eficiente del agua en la agricultura y la conservación de los recursos hídricos.

Así mismo el análisis de datos y el uso de big data permiten manejar grandes volúmenes de información de imágenes satelitales. Los lenguajes de programación, como Python, R y la plataforma Google Earth Engine, proporcionan herramientas y bibliotecas especializadas para el procesamiento, análisis y visualización de imágenes satelitales y cálculo de índices como el NDVI. El seguimiento de cultivos utilizando estos índices en combinación con el análisis de big data, en este caso en Google Earth Engine, permite monitorear grandes áreas geográficas de manera eficiente. Las imágenes satelitales tienen cobertura global y frecuente, lo que permite evaluar el estado de la vegetación a gran escala y en tiempo casi real. Lo anterior es especialmente útil para el monitoreo de cambios en el uso del suelo, la degradación de los ecosistemas y la planificación de la gestión de recursos naturales. Para este caso se emplearon imágenes del satélite Sentinel-2 sensor MSI (Multispectral Instrument), para una temporalidad de 2018 a 2023, aplicando la siguiente ecuación

$$NDVI(\text{Sentinel 2}) = (B8 - B4) / (B8 + B4)$$

La zona de estudio corresponde a la parcela llamada a la parcela El Huizache, localizada en la comunidad La Cócóna (Vicente Guerrero), ejido Diego Martín, en el Municipio de Salinas, estado de San Luis Potosí, con convenio de trabajo con el Campus S.L.P., Colegio de Postgraduados (Figura 1), En esta parcela se cultiva principalmente maíz, con algunos otros cultivos como ajo, haba y chícharo. Para realizar el análisis temporal se empleó la plataforma de Google Earth Engine, en la cual se seleccionaron las imágenes Sentinel 2, con una nubosidad menor al 10%, corregidas atmosféricamente y ajustada a parte de la parcela.

Se obtuvieron 172 imágenes con valores de NDVI (Figura 2). En el Grafico 1 se muestra la dinámica del NDVI en la parcela hasta el 18 de junio del 2023, se puede observar que en el valor máximo se presentó el 11 de octubre del 2019 con 0.61 y el mínimo el 23 de julio de 2022 con 0.009, cuando esta parte de la parcela estaba sin sembrar; cabe mencionar que en el 2022 los valores del NDVI se mantuvieron por debajo del promedio, y empezó a recuperarse a partir de febrero del presente año.

La Figura 3 muestra el NDVI del 18 de junio del 2023; se puede observar que los valores altos se ubican en la parte centro-norte de la parcela lo que indica buen estado de salud en parte del cultivo (Figura 3), mientras que en la parte sur se presentan valores bajos, lo que significa que el cultivo puede estar bajo algún tipo de estrés ya sea hídrico o por falta de nutrientes, en este caso y mediante análisis visual, corresponde a falta de nitrógeno y fósforo.

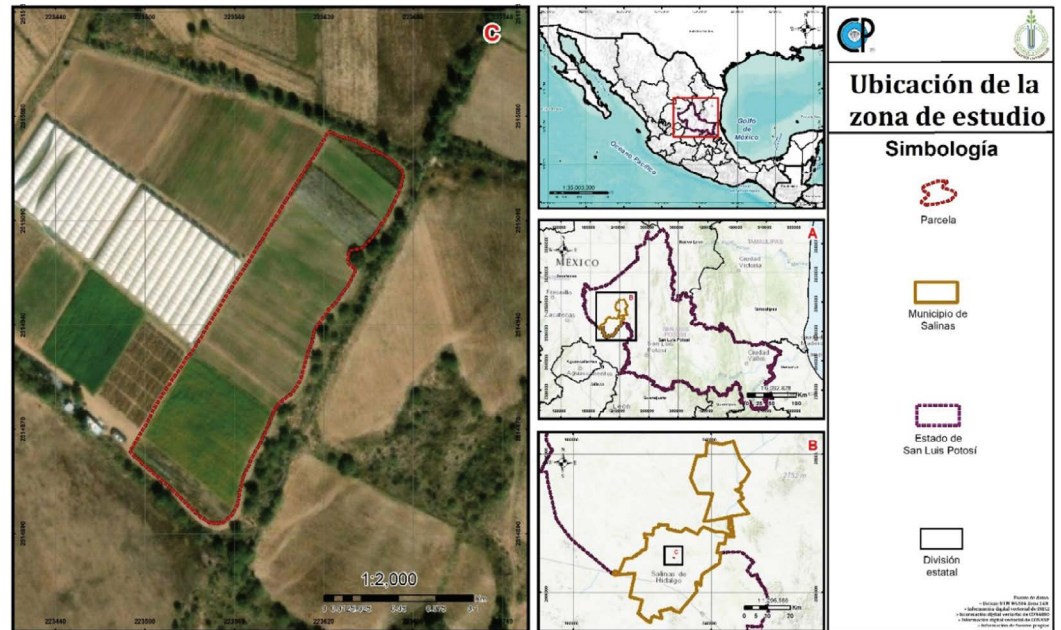


Figura 2. Ubicación de la zona de estudio.

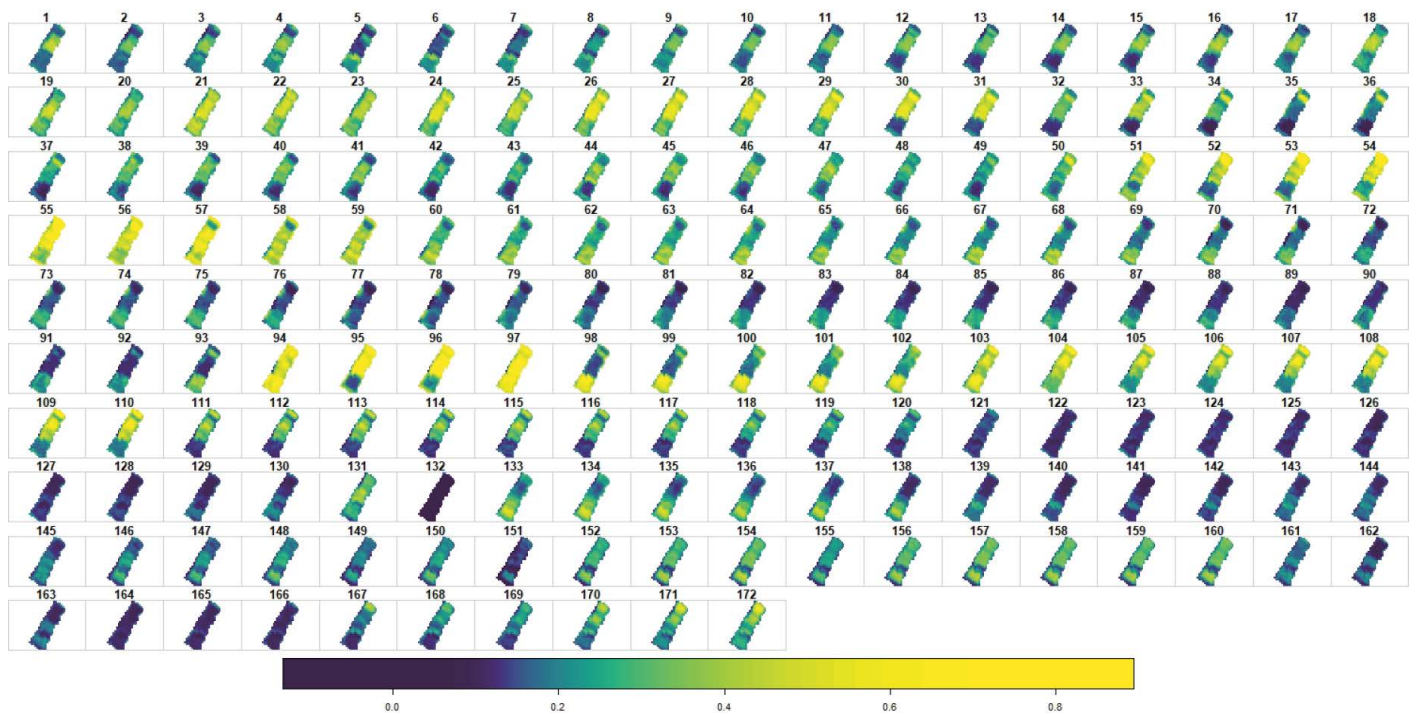


Figura 2. NDVI calculado para la parcela de El Huizache.

Con base en este resultado se recomienda realizar trabajo de campo con el objetivo de revisar a detalle la parte sur de esta parcela para identificar qué tipo de estrés tiene el cultivo, y aplicar las medidas necesarias para evitar que en esta zona se siga presentando este tipo de estrés. En virtud de que este modelo es automatizado, sólo es necesario

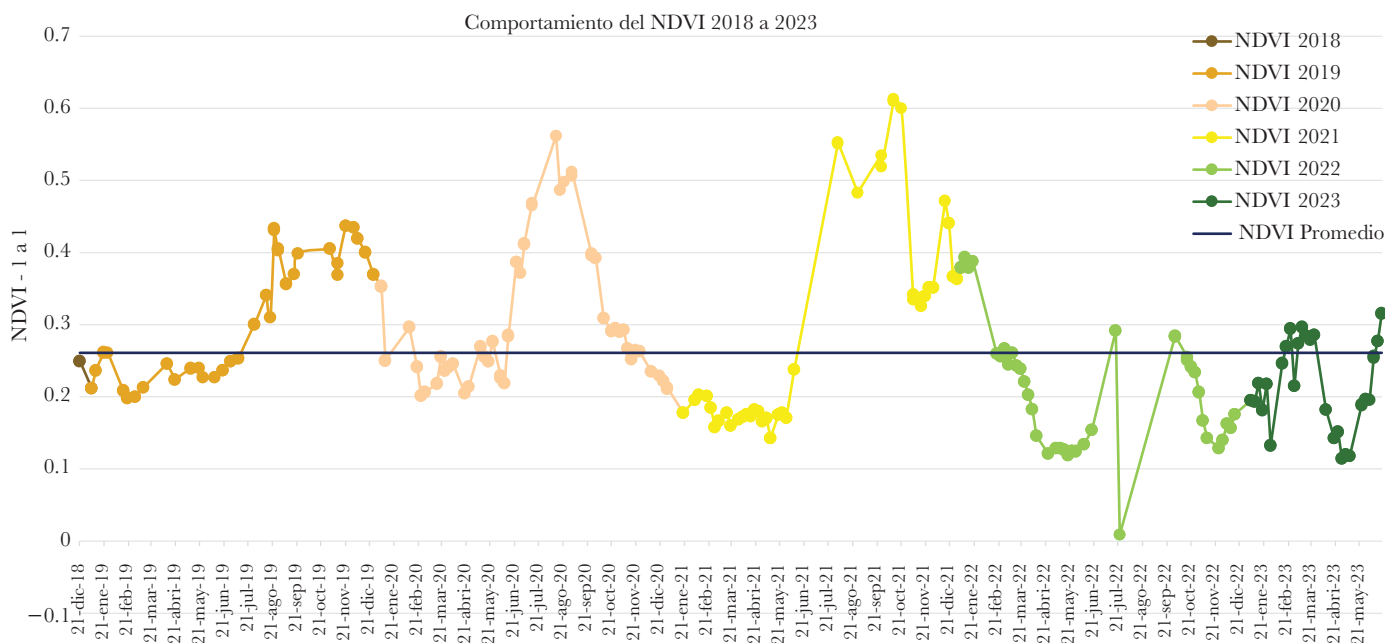


Gráfico 1. Valores promedio del NDVI por fecha en la parcela.



Figura 3. NDVI del 18 junio del 2023 en la parcela.

actualizar las fechas y correr de nuevo el modelo para obtener los resultados del NDVI de las fechas más actuales y posteriores a la aplicación de las medidas identificadas en campo, para así dar seguimiento a la corrección del estrés e identificar, de manera espacial, si las medidas tomadas fueron eficaces en toda la parcela e identificar en dónde dar un mayor cuidado al cultivo.



Figura 4. Foto de la parte norte de la parcela tomada el día 20 de julio del 2023.

Retribución social

Este modelo de seguimiento para el análisis, que aplica no sólo a cultivos sino también a los recursos naturales, fue parte del proyecto de investigación del estudiante Jorge Guillermo Rodríguez Herrera, de la Maestría en Ciencias: Innovación en Manejo de Recursos Naturales del Campus San Luis Potosí, del Colegio de Postgraduados. Esta metodología, incluyendo el código realizado en Google Earth Engine, que está al servicio de cualquier persona que requiera realizar seguimiento y análisis temporal en parcelas o bien en áreas de cobertura vegetal. Todos los insumos, así como la plataforma son de acceso libre lo cual puede ayudar a otros investigadores, técnico o productores que deseen monitorear el comportamiento de la vegetación con base al NDVI, del gran conjunto de datos globales de Sentinel 2 y los lenguajes de programación.

INNOVACIÓN, IMPACTOS E INDICADORES

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos.	Asociaciones de Productores Gobierno de los Estados Productores independientes Comunidades Agrarias	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Educación Responsabilidad Ambiental	Competitividad Recursos Humanos Comercio	Numero de tesis Número de egresados (Lic. M.C., D.C.) Número de publicaciones Transferencias tecnológicas