



Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

Análisis de Mapa Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)

INTRODUCCIÓN

El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada cuantifica e indica la vegetación existente dentro de un área determinada, esto se fundamenta a partir de la luz infrarroja de la superficie (la reflectancia que emite la vegetación intensamente) y la luz roja (la absorbancia que tiene la vegetación) a partir de un espectro electromagnético (USGS, 2022).

Estos valores de luz roja e infrarroja se identifican como “R” y “NIR” respectivamente, por sus nombres en inglés Red y Near Infrared.

A continuación, se muestra la ecuación del Índice NDVI:

$$\frac{NIR - R}{NIR + R}$$

Ecuación 1. Cálculo de NDVI

El resultado de la Ecuación 1 arroja valores en una escala numérica de -1 a 1 con una gama de colores representativas a un cambio de color. Este cambio de color representa la salud de la vegetación, dándose a entender que los valores cercanos a -1 (valores bajos) representan la ausencia o falta de vegetación en el área y de manera inversa, si se obtiene valor cercano a 1 (valores altos) representa áreas con vegetación, entre más alto sea el valor, la vegetación es más saludable (GISGeography, 2023).

METODOLOGÍA

Las imágenes satelitales se descargaron de la base de datos del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS por sus siglas en inglés) de la zona del complejo volcánico de Colima el cual abarca al Nevado de Colima y Volcán de Colima. La descarga de imágenes comenzó en el año 1989 hasta 2022, con un espacio temporal de 3 años. Cabe recalcar que todas las imágenes fueron de la Colección de Escenas 2 del USGS.

A continuación, se muestra un recopilado de la información del satélite con el cuál se descargaron las imágenes satelitales para cada año correspondiente.



Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

Tabla 1. Recopilado de información de descarga de imágenes satelitales

Año	Satélite
1989	Landsat 4-5 TM C2 L2 23/05/1989
1993	Landsat 4-5 TM C2 L2 10/01/1993
1995	Landsat 4-5 TM C2 L2 08/05/1995
1998	Landsat 4-5 TM C2 L2 09/02/1998
2001	Landsat 7 TM C2 L2 29/03/2001
2004	Landsat 7 ETM+ C2 L2 18/02/2004
2007	Landsat 7 ETM+ C2 L2 10/02/2007
2010	Landsat 4-5 TM C2 L2 25/01/2010
2013	Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L2 03/12/2013
2016	Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L2 14/03/2016
2019	Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L2 08/04/2019
2022	Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L2 31/03/2022

Dependiendo del tipo de satélite, es la banda que se utiliza para los términos de luz roja y luz infrarroja. Para el satélite de Landsat 4 a 7, la Banda 4 se clasifica como NIR y la Banda 3 como R. En Landsat 8 a 9, la Banda 5 se clasifica como NIR y la Banda 4 como R (USGS, 2022).

Para el geoprocésamiento de las imágenes se utilizó el software de ArcGIS Pro-3.1.3 donde se comenzó por delimitar la zona de estudio con curvas de elevación, siendo éstas de 2,400 m.s.n.m. y 3,000 m.s.n.m. Una vez identificada la zona de estudio, se fueron agregando las imágenes de cada año descargado, seleccionando únicamente las bandas necesarias para el desarrollo del Índice respecto a su satélite de origen.

Se utilizó la herramienta de geoprocésamiento de “Calculadora Ráster” la cual permite la sobreposición de capas (en este caso imágenes) para generar píxeles con valores representativos entre el cruce de estas capas utilizando la Ecuación 1. Una vez obtenido el índice, se utilizó la rampa de color más adecuada para su representación visual.



Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica
Este proceso se repitió para los años mostrados en la Tabla 1.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

A partir de los resultados del geoprocésamiento satelital, se realizaron los siguientes mapas con los Índices de Vegetación de Diferencia Normalizada, además de que se muestra el área de estudio y referencia geográfica del Parque.

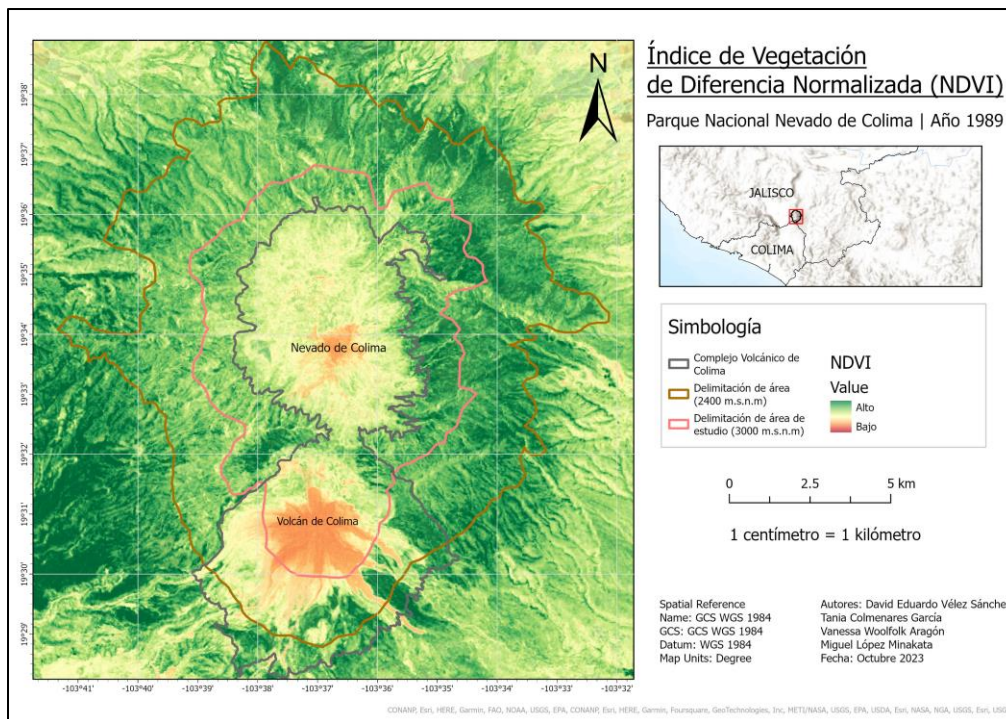


Figura 1. Mapa NDVI 1989



Regional

Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

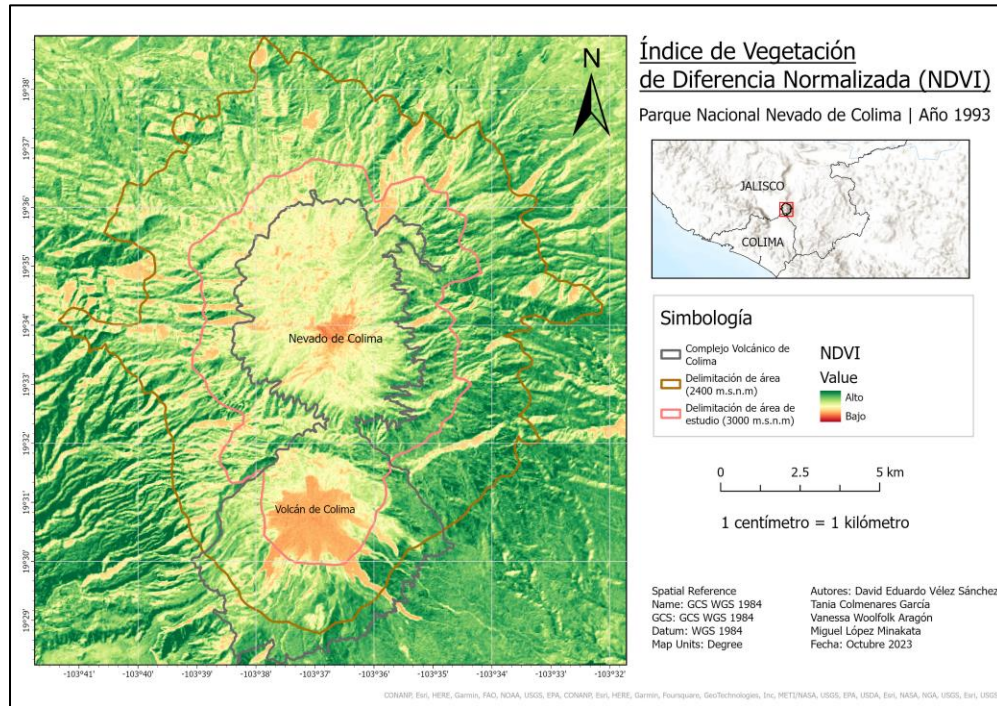


Figura 2. Mapa NDVI 1993

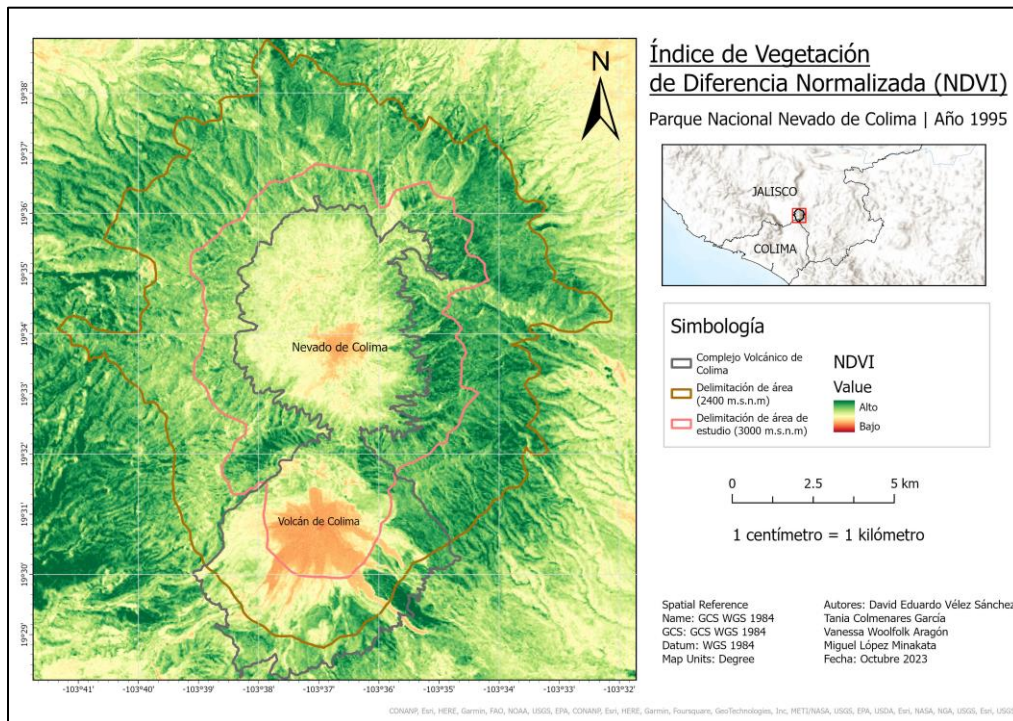


Figura 3. Mapa NDVI 1995



Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

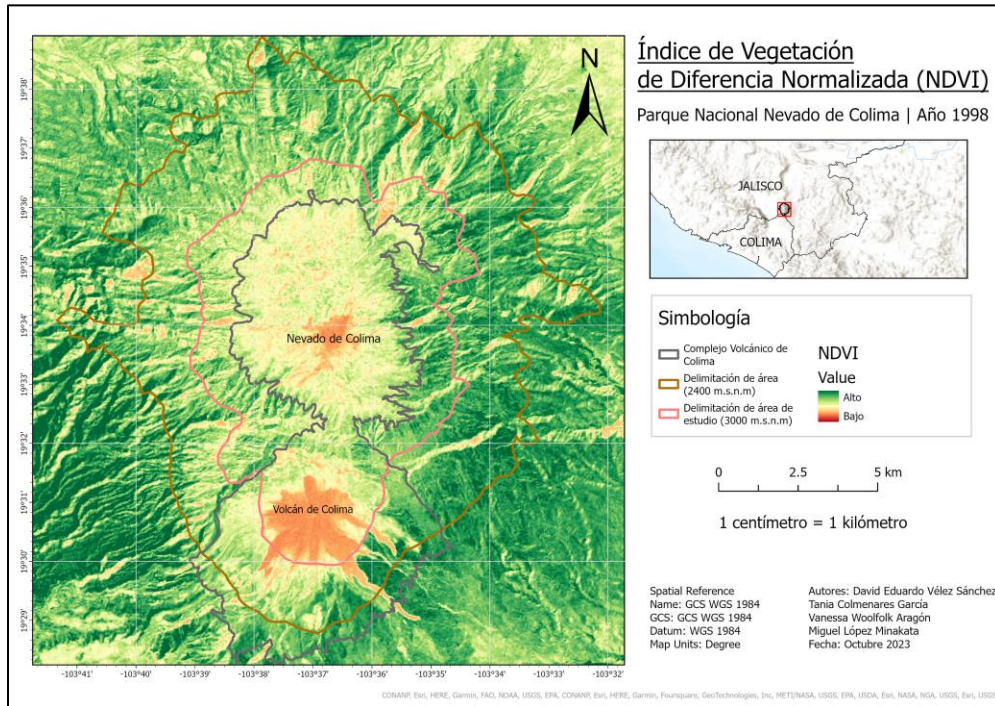


Figura 4. Mapa NDVI 1998

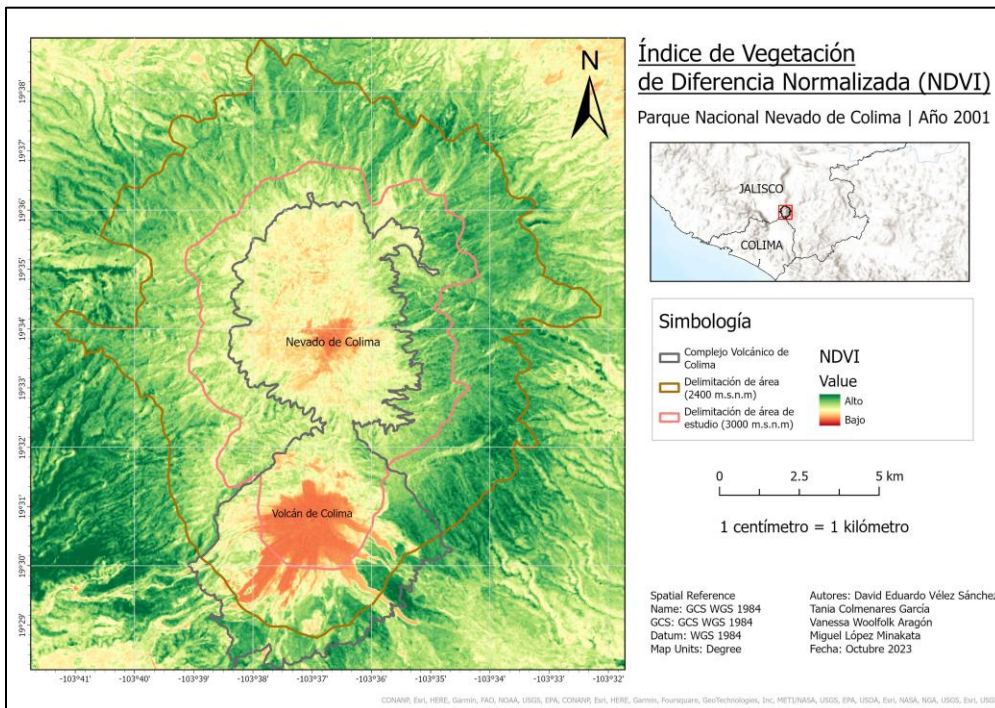


Figura 5. Mapa NDVI 2001



Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

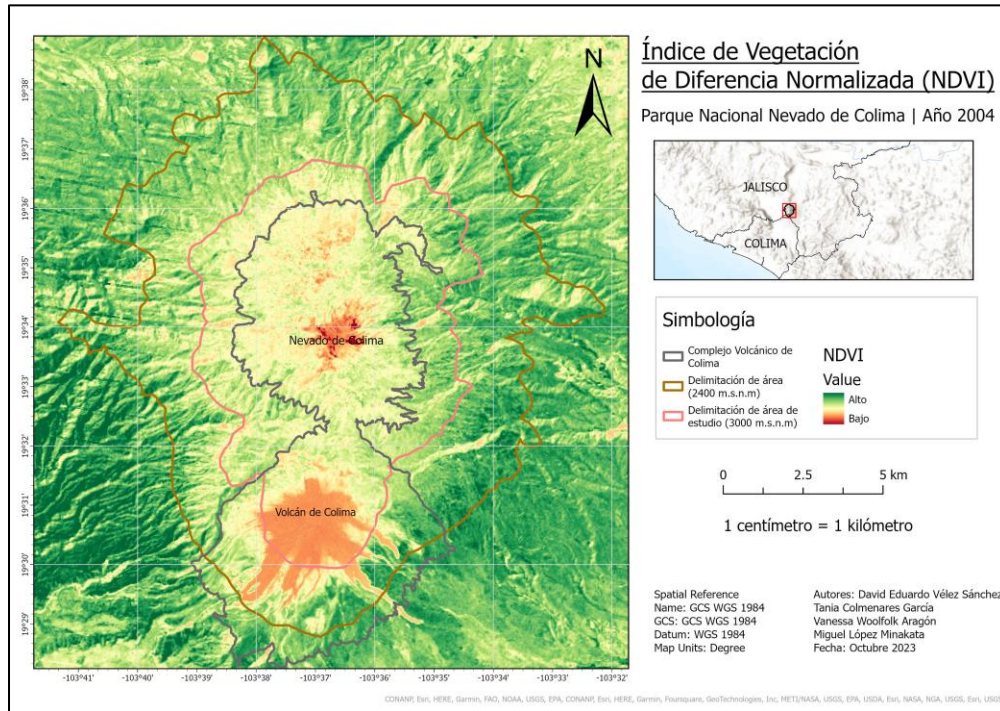


Figura 6. Mapa NDVI 2004

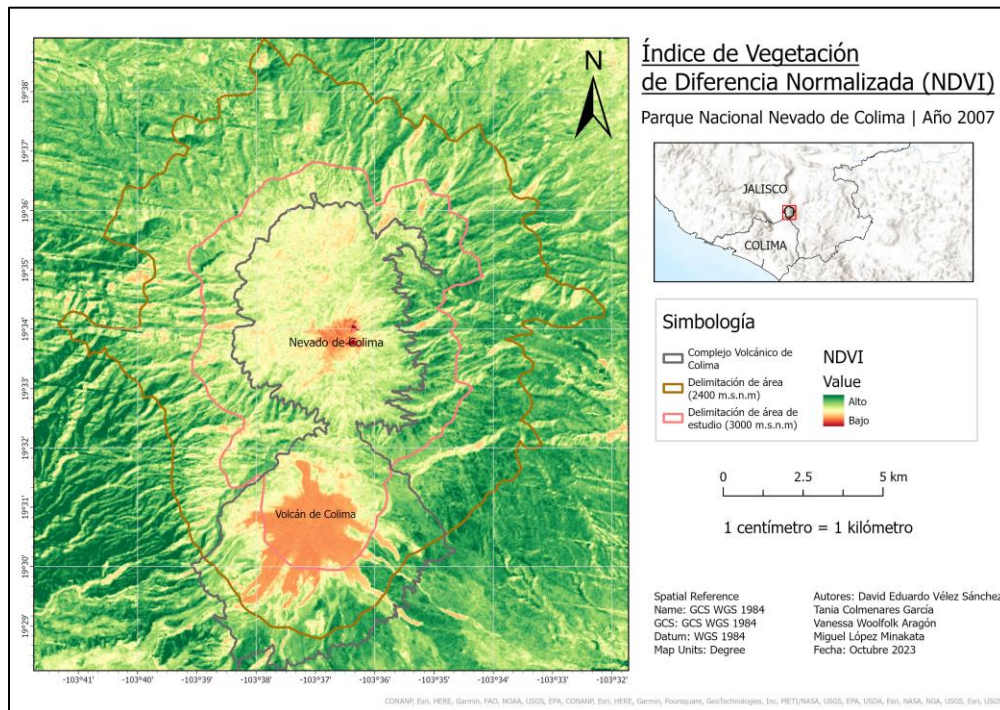


Figura 7. Mapa NDVI 2007



Regional

Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

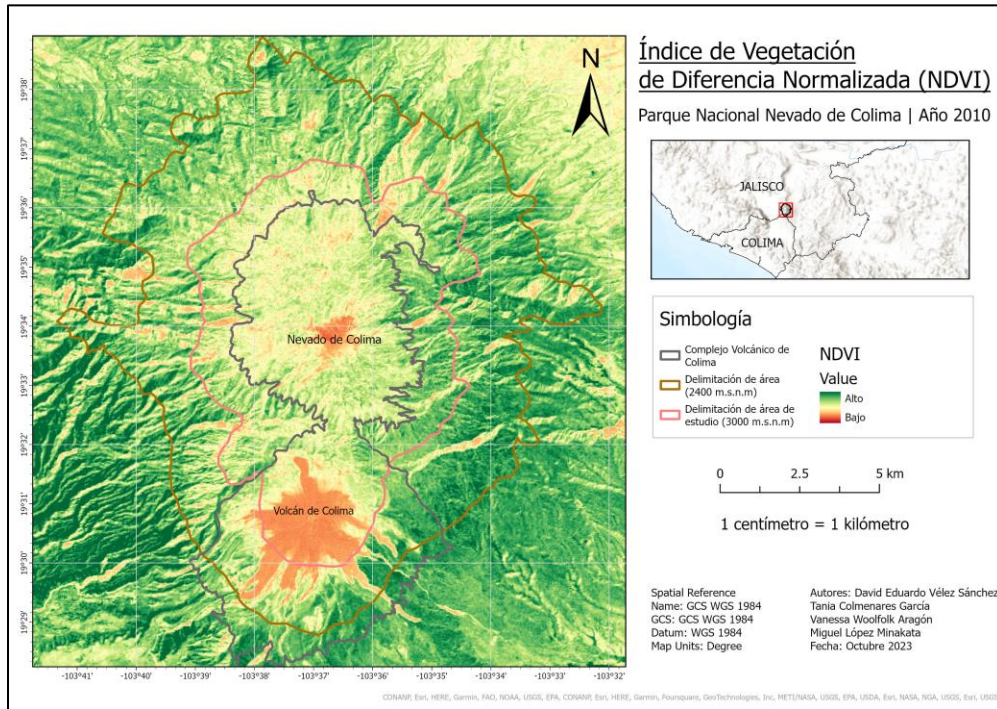


Figura 8. Mapa NDVI 2010

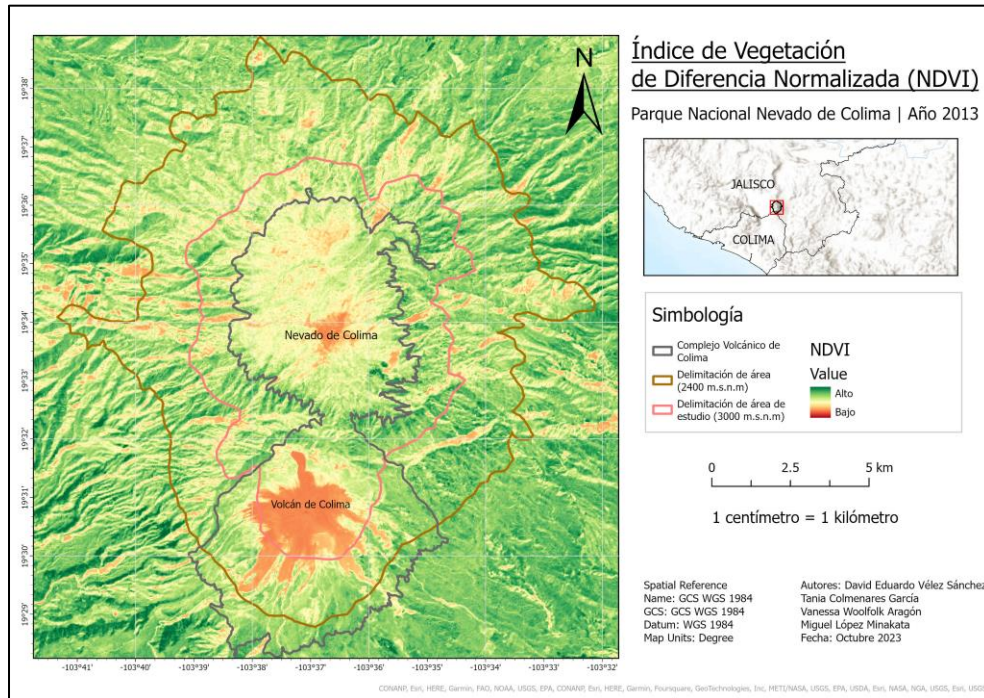


Figura 9. Mapa NDVI 2013



Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

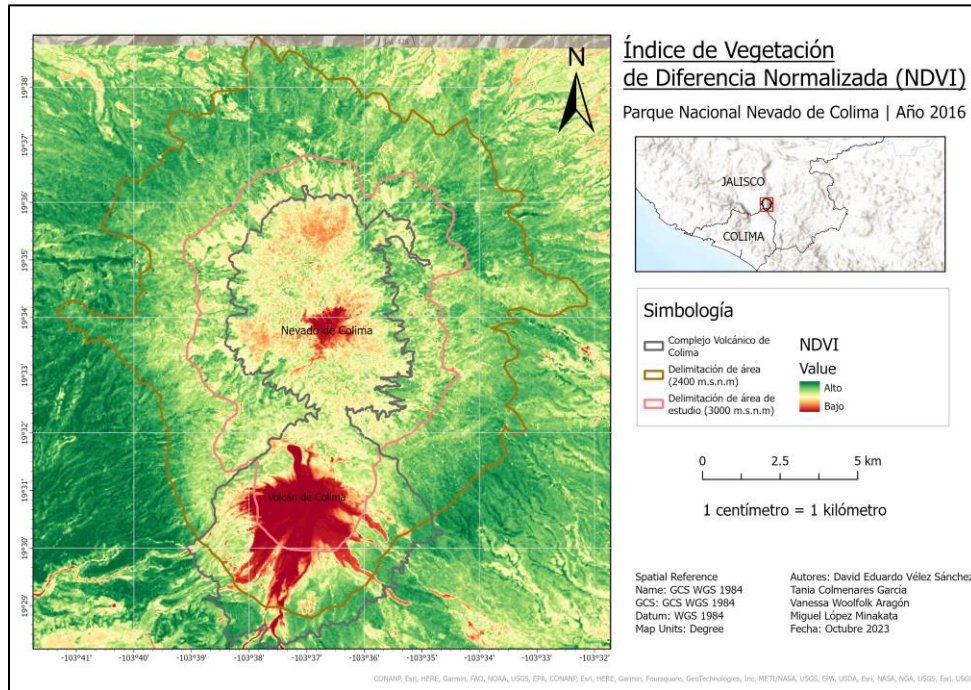


Figura 10. Mapa NDVI 2016

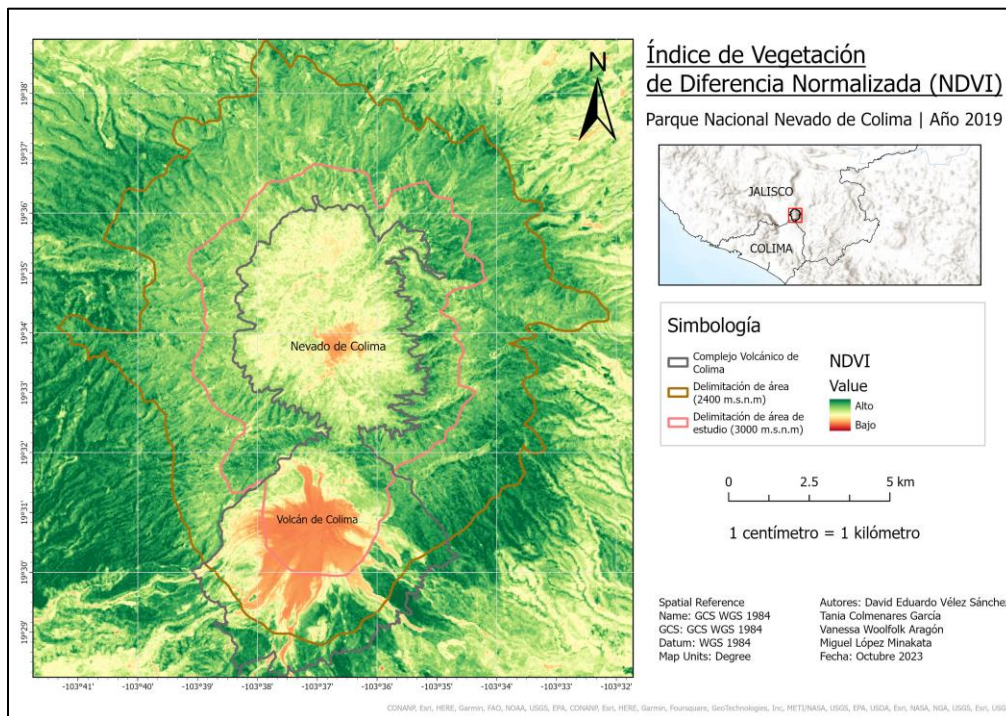


Figura 11. Mapa NDVI 2019



Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

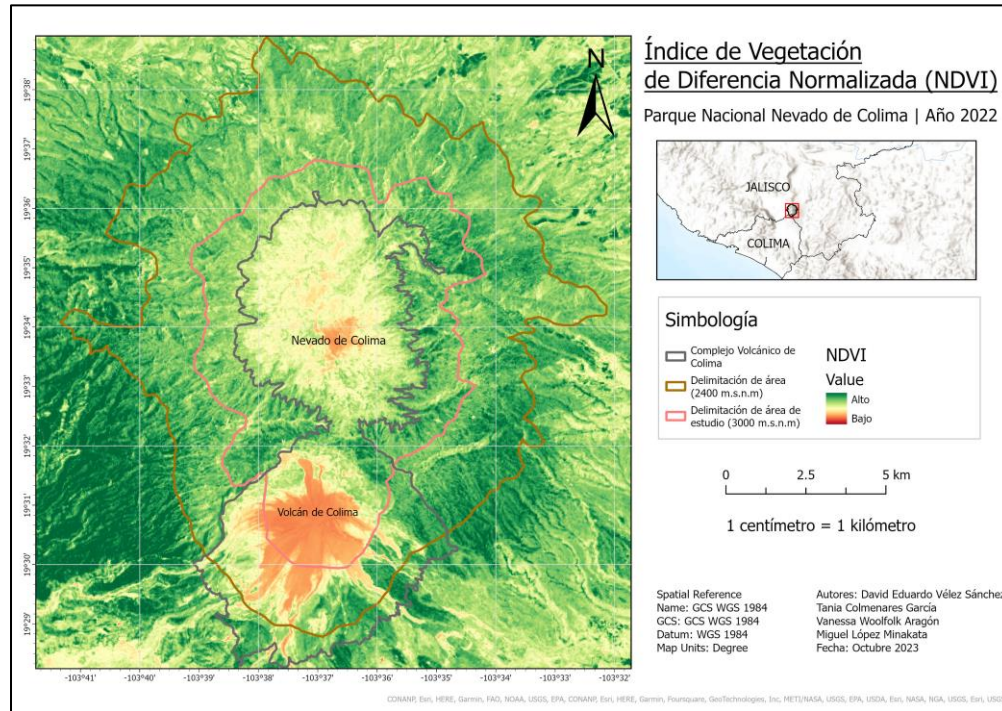


Figura 12. Mapa NDVI 2022

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Se realizó un recopilado de imágenes satelitales del año 1989 al 2022 con un espacio temporal de 3 años, a partir de estas imágenes se realizó el índice NDVI como se muestran de la Figura 1 a la Figura 12.

El Índice mostrado en cada mapa tiene como objetivo demostrar el cambio de vegetación dentro del área de estudio año con año. El primer mapa creado es de la imagen satelital del año 1989 mostrado en la Figura 1, donde se observa gran cantidad de vegetación registrado por su NDVI, la mayor concentración se observa por debajo de los 2,400 m.s.n.m. y por encima, se observa una disminución de la concentración de vegetación. Esto debido a que incrementa la altitud y las especies de vegetación van reduciendo. Nuestra principal área de interés para el estudio es a partir de los 3,000 m.s.n.m. donde se logra distinguir vegetación dentro del área. Los resultados del índice muestran congruencia con la realidad en relación con las áreas con menor vegetación que son el volcán de Colima y la punta (picacho) del Nevado de Colima, donde se caracterizan por ser áreas con ceniza volcánica identificándose como “suelo desnudo”.



Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

En la Figura 2 del año 1993 se observa un descenso en la vegetación en comparación al año 1989, esto puede ser producto de la actividad volcánica registrada en ese año del Volcán Nevado Colima. Además, se realizó una tala exhaustiva en la zona lo que pudo dejar vulnerable al Parque con respecto a la cantidad de vegetación dentro del mismo (UdeG,2010).

En los años 1995,1998 y 2001 mostrados en las Figuras 3,4 y 5 respectivamente, se observa un incremento en la vegetación por debajo de los 2,400 m.s.n.m, sin embargo, dentro del área de interés si se muestra una disminución en la vegetación, aumentado las áreas con posible suelo desnudo conforme pasan los años.

Las Figuras 6, 7 y 8 se realizaron con las imágenes satelitales de los años 2004,2007 y 2010, indica que hubo un incremento en la vegetación dentro del área de interés a partir de los 3,000 m.s.n.m., lo que puede indicar una estabilización en la dinámica del bosque. Además, cabe recalcar que en el año 2009 se declaró Área Natural Protegida lo que pudo abonar a la recuperación del Parque y cuidado de su vegetación (CONANP,2006).

La Figura 9 se observa un descenso general en la vegetación del Parque Nacional, lo que pudo ser producto de los incendios forestales registrados en ese año. Las principales afectaciones se observan en las faldas del parque y un poco en zonas dentro de los 3,000 m.s.n.m.

El año 2016 mostrado en la Figura 10, muestra un incremento abrupto en la zona de suelo desnudo en el Volcán de Colima, ya que en ese año se registró una explosión volcánica en el mismo (BBC News, 2016). Dicha explosión causó afectaciones directas en las faldas del Volcán de Colima, asimismo, afectando a la zona de la punta del Nevado de Colima. La zona de estudio se observa una disminución en su vegetación en consecuencia de la erupción.

A partir de ese evento, se generó una ampliación en la zona de suelo desnudo dentro del Volcán de Colima, así como se muestran en la Figura 11 y 12, de los años 2019 y 2022 respectivamente. La zona de interés muestra un incremento en su vegetación en ambos años.



Impacto de las actividades humanas y el cambio climático en el Parque Nacional Nevado de Colima: un estudio sobre la interrupción de su dinámica ecológica

REFERENCIAS

BBC News Mundo. (2016). La dramática erupción del volcán Colima de México resumida en 60 segundos. <https://www.bbc.com/mundo/media-37529315>

CONANP (2006). Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Nevado de Colima. Secretaria de Desarrollo Rural. Gobierno del Estado de Jalisco, México.

CONANP (2015). Programa el Manejo del Fuego para el Parque Estatal Bosque Mesófilo Nevado de Colima. Secretaria de Media Ambiente y Desarrollo Territorial. Gobierno del Estado de Jalisco, México.

De Estadística Y Geografía, I. N. (s. f.). *Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)*. <https://www.inegi.org.mx/investigacion/ndvi/>

GISGeography. (2023, 14 octubre). *What is NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)?* GIS Geography. <https://gisgeography.com/ndvi-normalized-difference-vegetation-index/>

Landsat normalized difference Vegetation Index | U.S. Geological Survey. (2022). [https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-normalized-difference-vegetation-index#:~:text=Landsat%20Normalized%20Difference%20Vegetation%20Index%20\(NDVI\)%20is%20used%20to%20quantify,Reflectance-derived%20Spectral%20Indices%20Overview](https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-normalized-difference-vegetation-index#:~:text=Landsat%20Normalized%20Difference%20Vegetation%20Index%20(NDVI)%20is%20used%20to%20quantify,Reflectance-derived%20Spectral%20Indices%20Overview)

Universidad de Guadalajara. (2010). En frágil condición el Nevado de Colima. Gaceta. Recuperado de: <http://www.gaceta.udg.mx/en-fragil-condicion-el-nevado-de-colima/>