



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 Mapas Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI)

### INTRODUCCIÓN

El Índice de Vegetación Ajustado al Suelo se deriva a partir del Índice de Vegetación Normalizada, ya que sirve de misma forma para cuantificar la vegetación existente dentro de un área determinada, sin embargo, se agrega un factor para eliminar y corregir la influencia del brillo del suelo en sitios donde la cobertura vegetal es baja. El Índice SAVI permite diferenciar la baja densidad vegetal de la superficie de suelo.

Al igual que el NDVI, SAVI utiliza la luz roja e infrarroja que se identifican como “R” y “NIR” respectivamente, por sus nombres en inglés Red y Near Infrared. Además, agrega el factor de corrección de brillo de suelo nominado como “L”, que normalmente se adapta con un valor de 0.5 para la mayoría de los tipos de cobertura terrestre (USGS,2022).

A continuación, se muestra la ecuación del Índice SAVI:

$$\frac{NIR - R}{NIR + R + L} * (1 + L)$$

*Ecuación 1. Cálculo de SAVI*

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. El factor L ayuda a amortiguar y diferenciar la vegetación en desarrollo, es decir, los resultados del índice diferencian a valores altos (cercanos a 1) donde existe vegetación en desarrollo y los valores bajos (cercanos a -1) indicarán ausencia de vegetación y/o solamente el reflejo del suelo (GEOU,2019).

### 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.



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

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

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



### 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 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.

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.

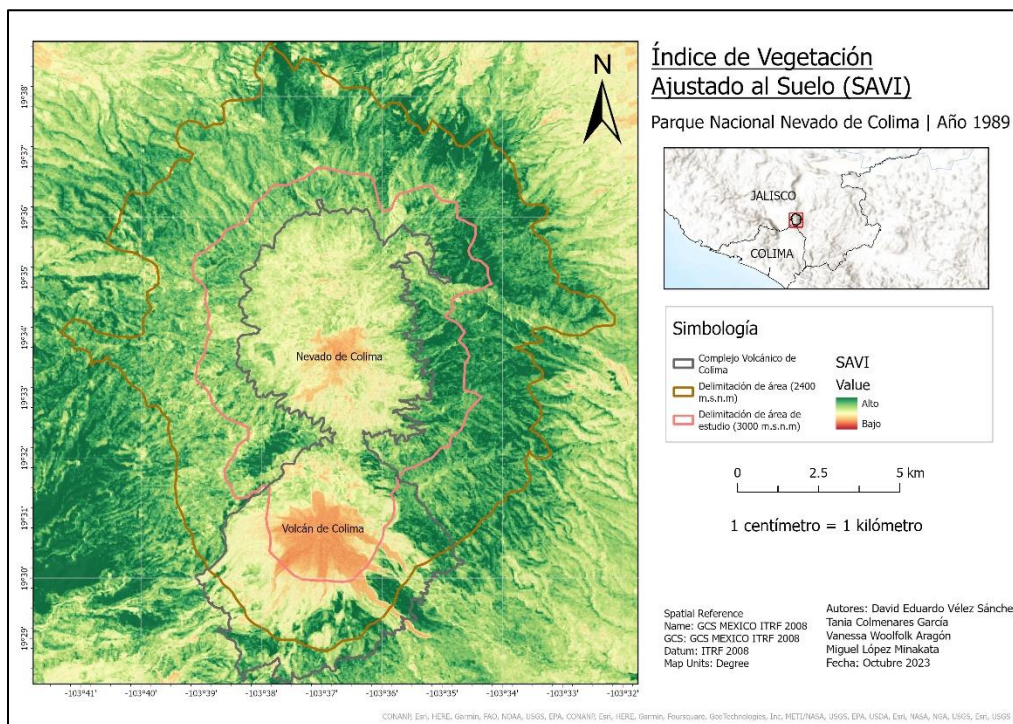


Figura 1. Mapa SAVI 1989



### 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

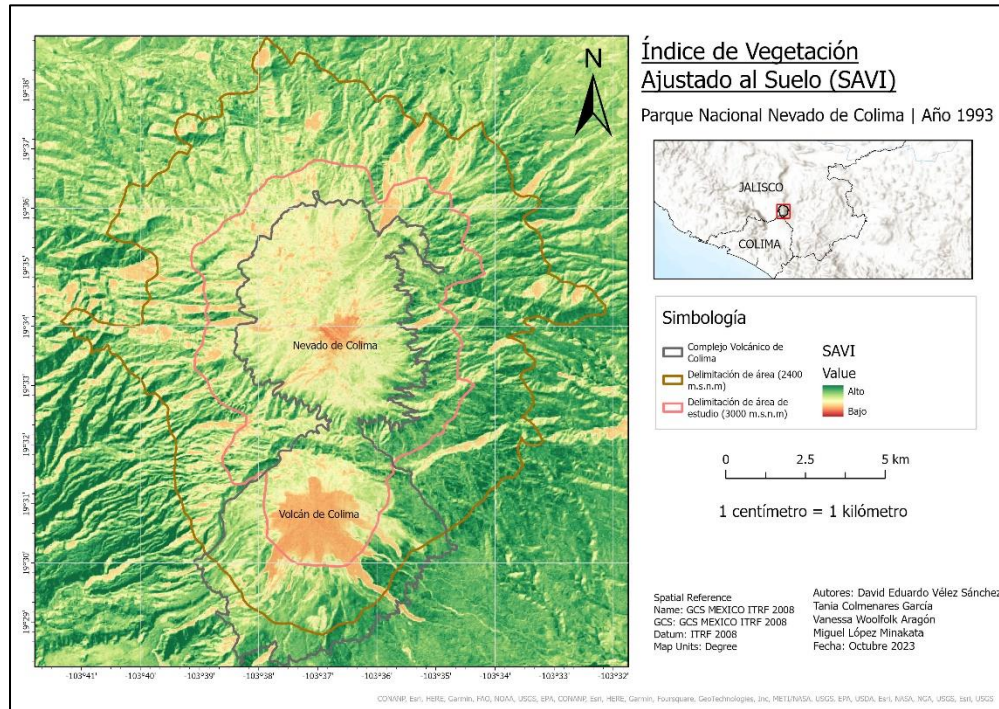


Figura 2. Mapa SAVI 1993

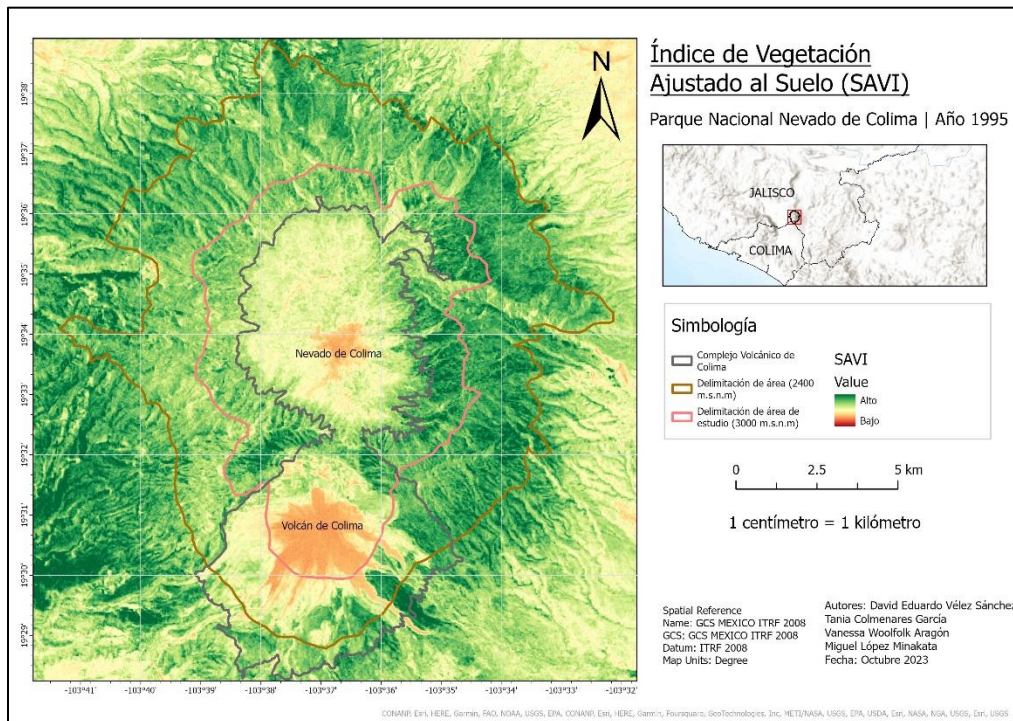


Figura 3. Mapa SAVI 1995



### 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

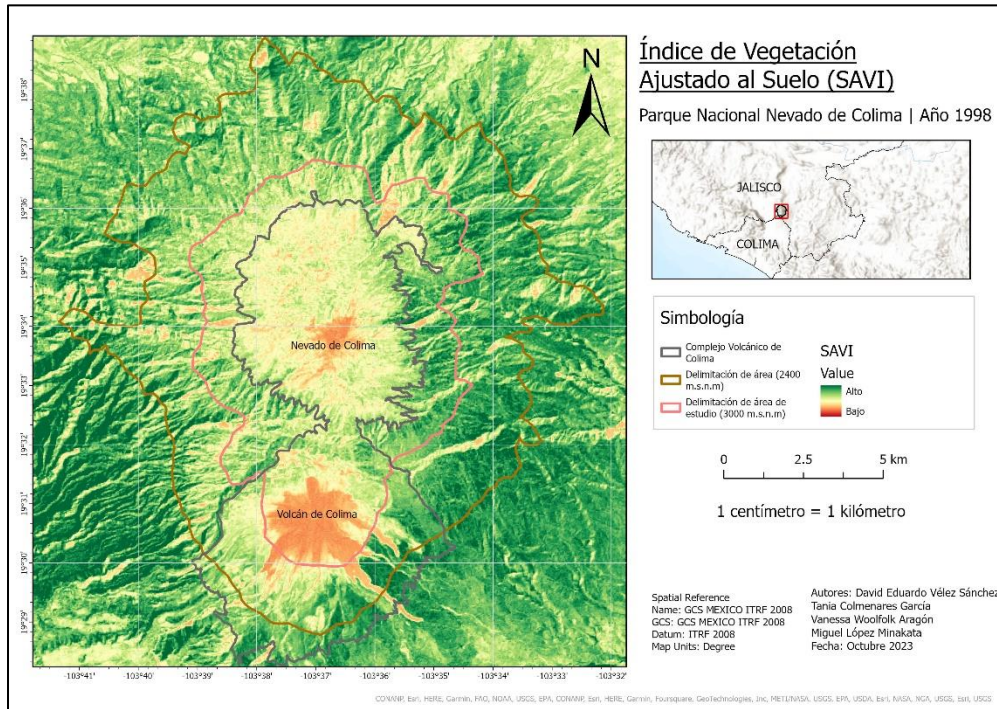


Figura 4. Mapa SAVI 1998

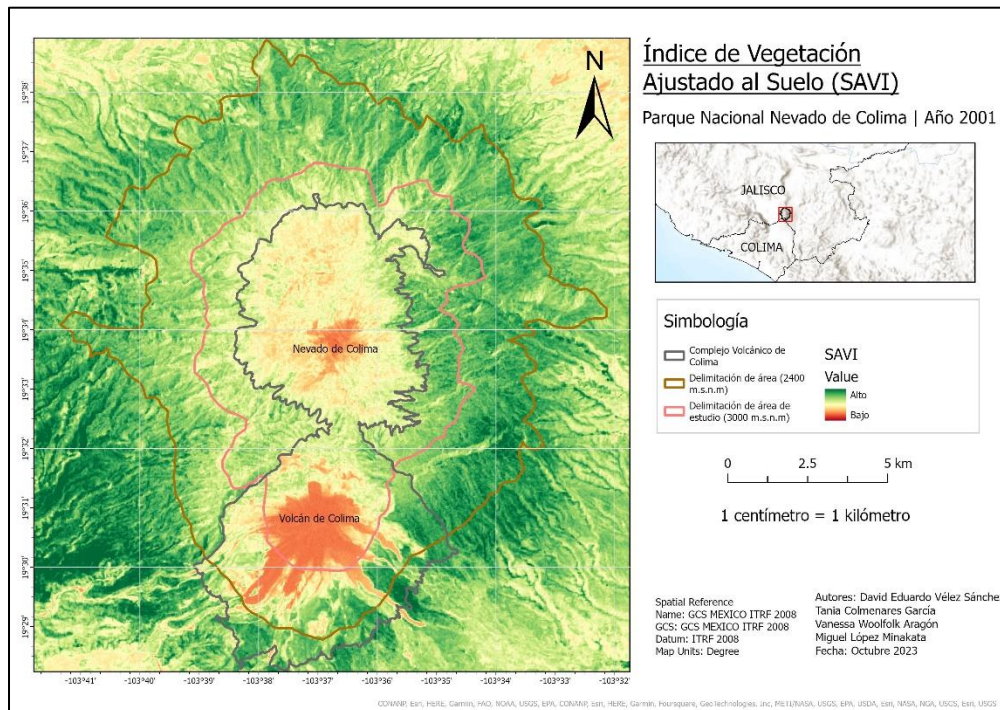


Figura 5. Mapa SAVI 2001



### 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

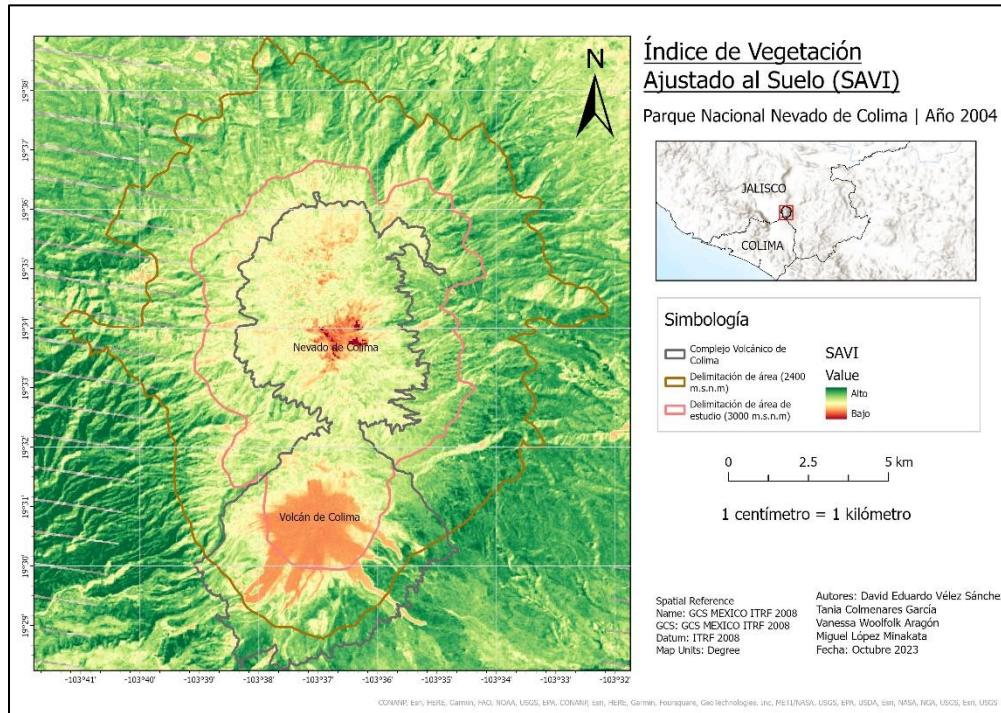


Figura 6. Mapa SAVI 2004

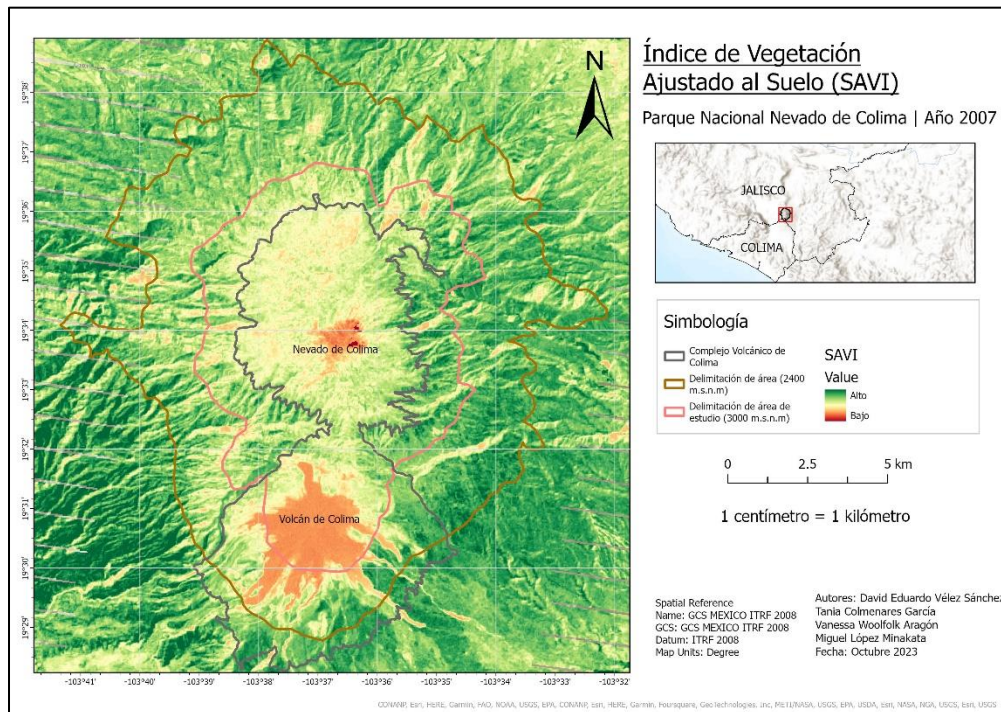


Figura 7. Mapa SAVI 2007



### 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

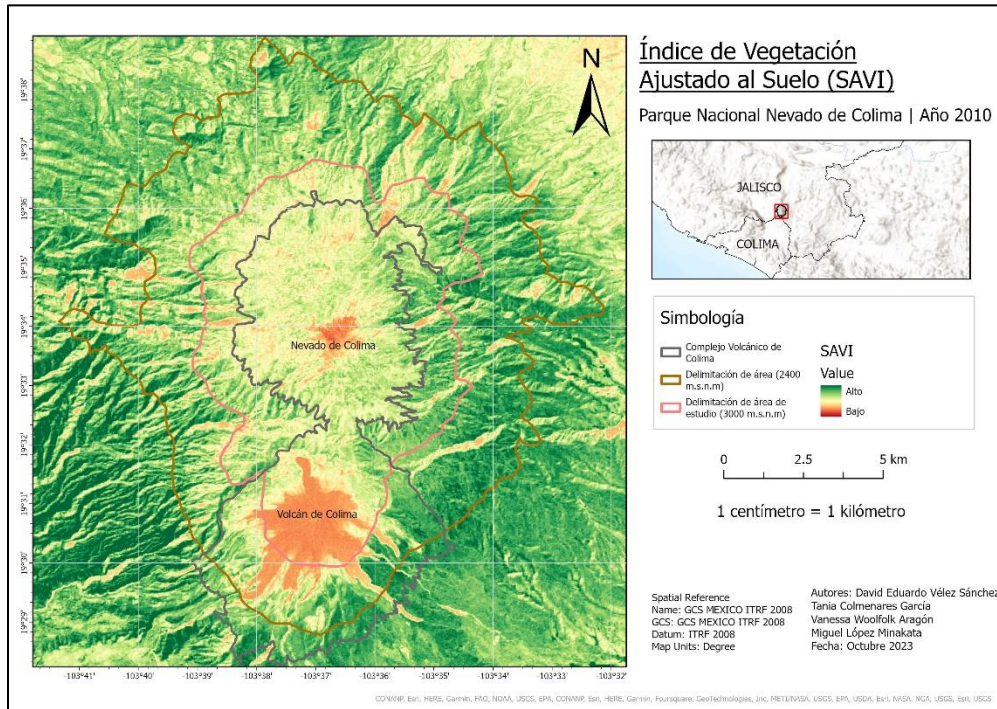


Figura 8. Mapa SAVI 2010

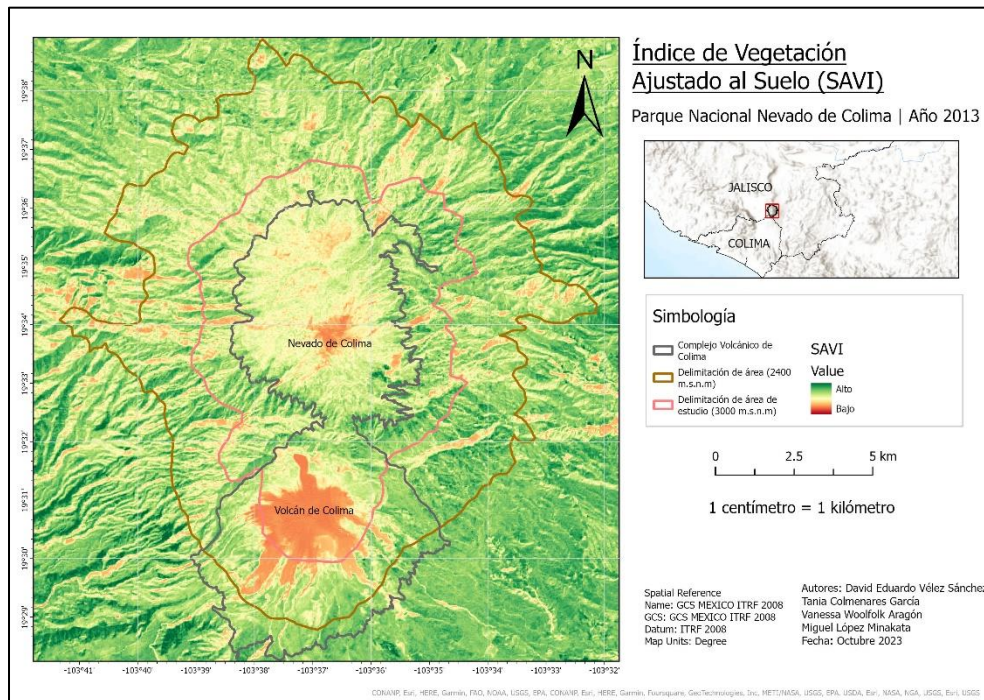


Figura 9. Mapa SAVI 2013



### 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

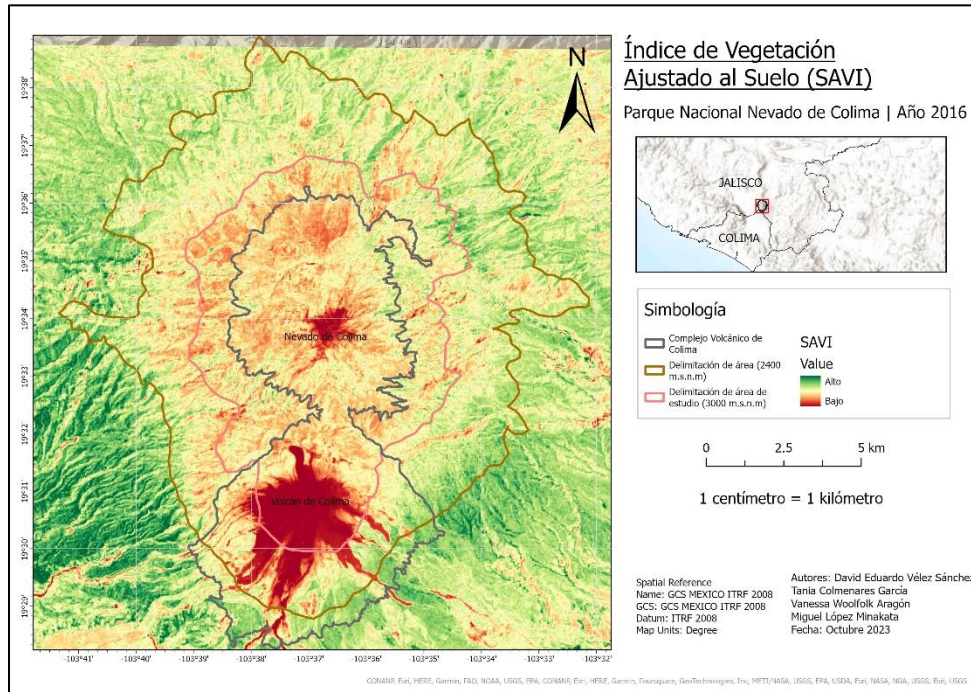


Figura 10. Mapa SAVI 2016

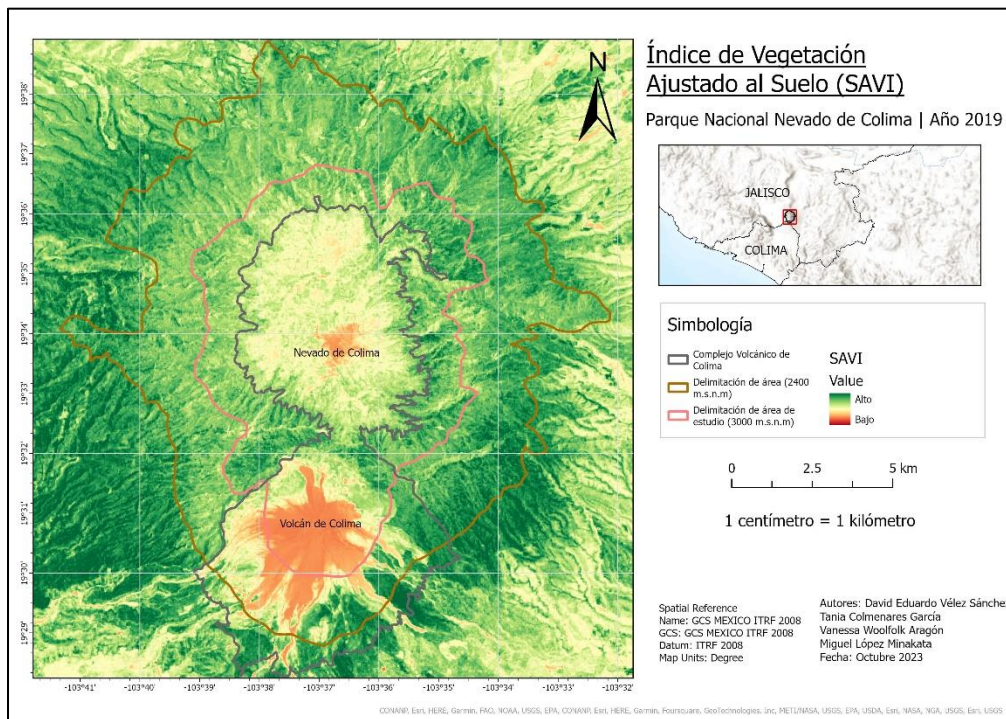


Figura 11. Mapa SAVI 2019



#### 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

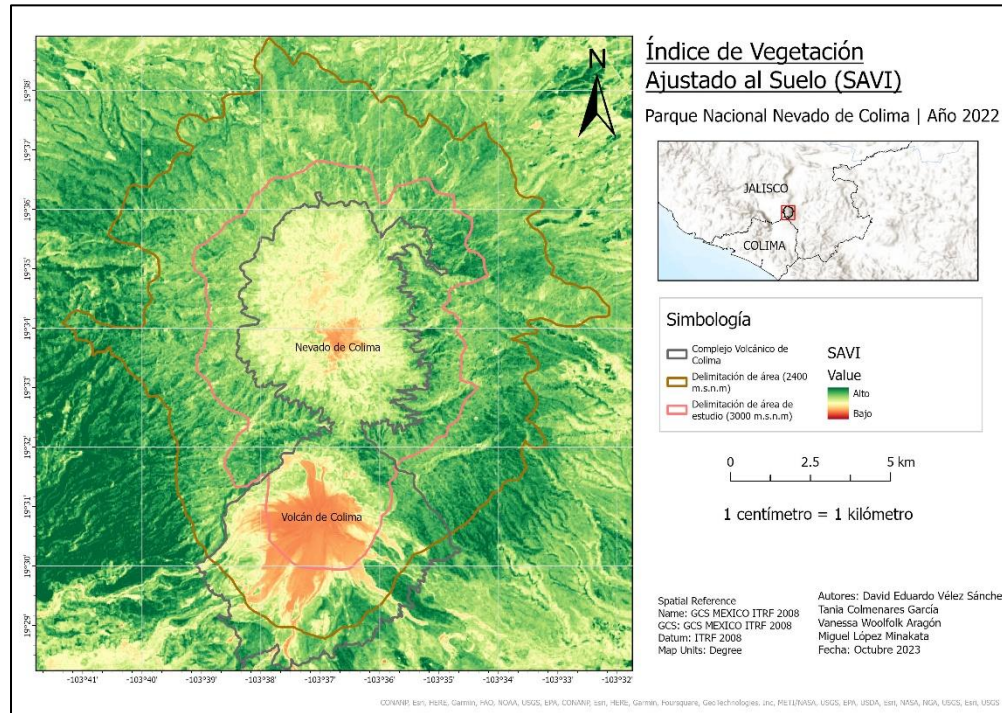


Figura 12. Mapa SAVI 2022

## 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 SAVI como se muestran de la Figura 1 a la Figura 12.

El Índice mostrado en cada mapa tiene como objetivo corregir la influencia del brillo del suelo, ajustándolo para diferenciar la baja densidad de vegetación.

El primer mapa creado es de la imagen satelital del año 1989 mostrado en la Figura 1, donde se observa área con vegetación y áreas donde esta por comenzar el desarrollo de vegetación, 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. La 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 SAVI 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 se muestra una disminución en la vegetación, aumentando 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 del año 2013 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. Estos incendios afectan a la cobertura vegetal del suelo, generando más zonas de suelo desnudo.

El año 2016 mostrado en la Figura 10, se muestra una degradación abrupta dentro del Parque Nacional, generando más zonas de suelo desnudo o muy poca vegetación. Esto es resultado de la erupción volcánica que se registro en dicho año (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 observan más áreas con poca vegetación dejando en vista suelo desnudo.

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/>

Gisadminbeers. (2019, 14 octubre). Cálculo del Índice de Vegetación SAVI - Gis&Beers. Gis&Beers. <https://www.gisandbeers.com/calculo-del-indice-vegetacion-savi/>

GIS and Earth Observation University (2019). SAVI and NDVI Spectral Index comparison. <https://www.geo.university/pages/savi-and-ndvi-spectral-index-comparison>

SAVI—ArcGIS Pro | Documentación. (s. f.). <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/arcpy/spatial-analyst/savi.htm>

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/>

U.S. Geological Survey (2022.). Landsat Soil Adjusted Vegetation Index | <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-soil-adjusted-vegetation-index>