

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

ESCUELA DE POSGRADO

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGIA Y CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LA FENOLOGÍA DE LA VEGETACIÓN
SEGÚN EL ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA
NORMALIZADA MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES EN EL
DISTRITO DE SOCOS - AYACUCHO, 2017 Y 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO
EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA, MENCIÓN GERENCIA DE
PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE**

PRESENTADO POR:

Bach. LEONIDAS VALERIO CONTRERAS QUISPE

ASESOR:

Dr. JAIME ALBERTO HUAMÁN MONTES

AYACUCHO - PERÚ

2023

Dedico este trabajo
a mis hijos, que son y
serán mi fortaleza.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, en especial a la Unidad de Posgrado, Maestría en Ciencias de la Ingeniería, Mención Gerencia de Proyectos y Medio Ambiente y a la plana de docentes por sus enseñanzas para mis logros académicos.

Al Doctor, Jaime Alberto Huamán Montes por su asesoramiento en el presente trabajo de tesis.

A mis colegas y amigos de estudios por sus conocimientos y aportes durante el proceso de aprendizaje.

Al personal de la Municipalidad Distrital de Socos, por haber sido participe en el apoyo de la presente investigación.

ÍNDICE

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice.....	iv
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
Introducción.....	x

Capítulo I

Planteamiento del problema

1.1. Descripción de la situación problemática	12
1.2. Formulación de la problemática de investigación.....	13
1.3. Objetivos.....	14
1.4. Justificación.....	14

Capítulo II

Marco teórico

2.1. Antecedentes de la investigación.....	16
2.2. Bases teóricas.....	22
2.3. Bases conceptuales.....	31

Capítulo III

Marco metodológico

3.1. Hipótesis.....	33
3.2. Variables.....	33
3.3. Operacionalización de variables.....	35
3.4. Tipo y Diseño de investigación.....	36
3.5. Método de Investigación	37
3.6. Población y Muestra	37
3.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	38
3.8. Procesamiento de Datos	39

Capítulo IV

Resultados y Discusión

4.1. Evaluación de la vegetación según el IVDN periodo 2017-2021.....	40
4.2. Etapas del comportamiento fenológico de la vegetación 2017-2021.....	41
4.3. Evolución temporal del IVDN y mapas temáticos de la cobertura vegetal 2017....	43
4.4. Evolución temporal del IVDN y mapas temáticos de la cobertura vegetal 2018....	47
4.5. Evolución temporal del IVDN y mapas temáticos de la cobertura vegetal 2019....	51
4.6. Evolución temporal del IVDN y mapas temáticos de la cobertura vegetal 2020....	55
4.7. Evolución temporal del IVDN y mapas temáticos de la cobertura vegetal 2021....	59
4.8. Tipo de cobertura vegetal según la temporalidad por Km ² 2017.....	65
4.9. Mapas de cobertura vegetal según pixeles por Km ² del 2017.....	66
4.10. Tipo de cobertura vegetal según el tiempo por Km ² 2018.....	69
4.11. Mapas con cobertura vegetal según pixeles por Km ² del 2018.....	70
4.12. Tipo de cobertura vegetal en el tiempo por Km ² 2019.....	72
4.13. Mapas con cobertura vegetal según pixeles por Km ² del 2019.....	73
4.14. Tipo de cobertura vegetal en el tiempo por Km ² 2020.....	76
4.15. Mapas con cobertura vegetal según pixeles por Km ² del 2020.....	77
4.16. Tipo de cobertura vegetal en el tiempo por Km ² 2021.....	79
4.17. Mapas de cobertura vegetal según según pixeles por Km ² 2021.....	81
4.18. Discusión de resultados.....	85
Conclusiones.....	88
Recomendaciones.....	89
Referencias bibliográficas.....	90
Anexo.....	93
Anexo 01 matriz de consistencia	94

Lista de figuras

Figura 2.1 Esquema de interacción entre la radiación electromagnética.....	22
Figura 2.2 Componentes de un sistema de teledetección.....	23
Figura 2.3 Representación esquemática de la radiación electromagnética.....	24
Figura 2.4 El espectro electromagnético en términos de frecuencia y longitud de onda...24	
Figura 2.5 Scattering del flujo.....	26
Figura 2.6 Definición de extinción.....	26
Figura 2.7 Flujo de energía	27
Figura 2.8 Curva de reflectividad de la vegetación.....	28
Figura 2.9 Comportamiento espectral de cinco suelos minerales.....	28
Figura 2.10 Curva de reflectividad para tipos de nieve.....	29
Figura 4.1 Evolución temporal del IVDN por días del año, periodo del 2017 al 2021.....	40
Figura 4.2 Evolución temporal promedio IVDN por meses, periodo del 2017 al 2021....	42
Figura 4.3 Tendencia negativa evolución temporal IVDN por meses, periodo 2017.....	45
Figura 4.4 Tendencia negativa evolución temporal IVDN por meses, periodo 2018.....	49
Figura 4.5 Tendencia negativa evolución temporal IVDN por meses, periodo 2019.....	53
Figura 4.6 Tendencia negativa evolución temporal IVDN por meses, periodo 2020.....	60
Figura 4.7 Tendencia negativa evolución temporal IVDN por meses, periodo 2021.....	61
Figura 4.8 Evolución temporal según el tipo de cobertura vegetal por m ² 2017.....	66
Figura 4.9 Evolución temporal según el tipo de cobertura vegetal por m ² 2018.....	69
Figura 4.10 Evolución temporal según el tipo de cobertura vegetal por m ² 2019.....	73
Figura 4.11 Evolución temporal según el tipo de cobertura vegetal por m ² 2020.....	77
Figura 4.12 Evolución temporal según el tipo de cobertura vegetal por m ² 2021.....	80

Lista de tablas

Tabla 4.1 Datos del IVDN promedio por meses del 2017-2021.....	41
Tabla 4.2 Datos del IVDN por meses del año 2017.....	43
Tabla 4.3 Datos del IVDN por meses del año 2018.....	47
Tabla 4.4 Datos del IVDN por meses del año 2019.....	52
Tabla 4.5 Datos del IVDN por meses del año 2020.....	56
Tabla 4.6 Datos del IVDN por meses del año 2021.....	60

Lista de cuadros

Cuadro 2.1. Tipos de Scattering.....	25
Cuadro 4.1. Características del suelo en m ² 2017.....	65
Cuadro 4.2. Características del suelo en m ² 2018.....	69
Cuadro 4.3. Características del suelo en m ² 2019.....	72
Cuadro 4.4. Características del suelo en m ² 2020.....	76
Cuadro 4.5. Características del suelo en m ² 2021.....	80

RESUMEN

El objetivo principal de la presente investigación fue evaluar la fenología de la vegetación según el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (IVDN) con imágenes satelitales de la dinámica vegetativa en el Provincia de Huamanga Distrito de Socos Región Ayacucho. La metodología fue, diseño no experimental de tipo descriptivo correlacional, de corte transversal y de enfoque cuantitativo. La muestra estuvo constituida de 115 imágenes satelitales en el periodo 2017 al 2021, seleccionados a través de un muestreo no probabilístico e intencional. La recopilación de datos del IVDN, según días, meses y años del nivel de comportamiento vegetativo, se realizó a través del análisis espacio temporal de estadígrafos y aplicación de softwares SIG. La recopilación de datos se realizó a través de análisis multiespectral con el correspondiente cálculo del intervalo de confianza al 95%, con un margen de error de $\pm 5\%$, que estableció los valores posibles de la hipótesis plantea. Se utilizó el estadígrafo Wilcoxon, para la prueba de hipótesis. El análisis de los valores estadísticos obtenidos permite concluir que, la evaluación fenológica de la vegetación según el IVDN, mediante imágenes satelitales no presenta un decaimiento en la dinámica de la vegetación en el distrito de Socos - Ayacucho, 2017 y 2021.

Palabras clave: Imágenes satelitales MODIS, dinámica vegetativa, Socos.

ABSTRACT

The main objective of this research was to evaluate the phenology of the vegetation according to the Normalized Difference Vegetation Index (IVDN) with satellite images of the vegetative dynamics in the Province of Huamanga, District of Socos, Ayacucho Region. The methodology was a non-experimental design of a descriptive, correlational, cross-sectional and quantitative approach. The sample consisted of 115 satellite images in the period 2017 to 2021, selected through non-probabilistic and intentional sampling. The data collection of the IVDN, according to days, months and years of the level of vegetative behavior, was carried out through the spatio-temporal analysis of statisticians and the application of GIS software. Data collection was carried out through multispectral analysis with the corresponding calculation of the 95% confidence interval, with a margin of error of $\pm 5\%$, which established the possible values of the proposed hypothesis. The Wilcoxon statistician was used for the hypothesis test. The analysis of the statistical values obtained allows us to conclude that the phenological evaluation of the vegetation according to the IVDN, through satellite images, does not show a decline in the dynamics of the vegetation in the district of Socos - Ayacucho, 2017 and 2021.

Keywords: MODIS satellite images, vegetative dynamics, Socos.

INTRODUCCIÓN

La evaluación de la fenología de la vegetación de acuerdo al IVDN, con imágenes satelitales MODIS AQUA con resolución espacial de 250 m por cada 16 días, en el distrito de Socos, se realizó debido a la situación problemática del cambio de uso del suelo que se han dado en los últimos cinco años. Esta situación motivo la necesidad de brindar una herramienta que describe los cambios espaciales que ha causado los cambios de uso de suelo en el periodo 2017 al 2021, en pos de analizar los problemas y colaborar con la planificación urbano ambiental del distrito de Socos, a fin de mitigar y/o evitar los efectos negativos en la calidad de vida local.

El área estudiada se ha caracterizado durante los últimos años por una serie de cambios asociados principalmente al avance del uso del suelo a áreas urbanas, provocando distintos impactos y problemas ambientales. Uno de los aspectos que causa preocupación es las zonas de avance urbano y la pérdida de suelos agrícolas.

La situación de la zona de estudio se realizó con las imágenes satelitales del producto del índice de vegetación MODIS (IVDN) descargas en intervalos de 16 días, que nos brindó comparaciones espaciales y temporales de la evolución fenológica, propiedad compuesta del área foliar, la clorofila y la estructura del dosel de la vegetación.

El IVDN se derivó de la reflectancia corregida atmosféricamente en las bandas de onda roja e infrarroja, proporcionada en forma continua con el registro de la serie temporal AVHRR IVDN de la NOAA para aplicaciones históricas y climáticas, con estos productos se caracterizaron de manera más efectiva la gama global de estados y procesos de la vegetación.

El rango de valores numéricos entre 0.02 al 0.66 es el rango de análisis de la vegetación obtenidos de las imágenes MODIS a bordo de los satélites Terra y Aqua generados cada compuesto de 16 días mediante pixeles seleccionados nos dieron los valores máximos y mínimos usando el software de análisis de imágenes ENVI 5.3.

Estos valores obtenidos nos permitieron realizar el análisis temporal de la dinámica vegetativa y determinar la variabilidad espacial según la cobertura vegetal, de acuerdo a los meses del año y la influencia de la deforestación, que pudieron afectar el incremento de la temperatura y precipitación, provocando variabilidad espacial y temporal en el ecosistema de la zona en estudio. Tal vez el problema latente en el distrito de Socos es el cambio de uso del suelo y la agricultura que se está generando por el aumento de la población y por ende la necesidad de mayor alimentación para la población. Por ello, en la presente investigación se propuso aplicar la técnica de teledetección en el seguimiento del comportamiento de la vegetación por ser una metodología para la obtención de información satelital, que es una de las alternativas de monitoreo del pasado y presente y determinar soluciones de corto, mediano y largo tiempo.

Los principales aportes de la investigación radican en abrir un camino para futuras investigaciones en la línea de medio ambiente y desarrollo sostenible, específicamente en la fenología de la vegetación en el Distrito de Socos.

Los beneficios de la presente investigación servirán para el conocimiento de los profesionales de la Municipalidad Distrital de Socos, Gobierno Regional, estudiantes y docentes del área de ingenierías de las Universidades Nacionales e Internacionales.

Capítulo I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la situación problemática

En los últimos años la expansión demográfica según las estimaciones y proyecciones de población por departamentos, provincia y distrito 2017-2021 por INEI, en el distrito de Socos se ha generado incremento de las áreas urbanas en desmedro de las tierras agrícolas y ganaderas afectando en este distrito de manera sensible el equilibrio ecológico de la zona, constituyendo un potencial peligro para el sistema ecológico de las futuras generaciones.

Una consecuencia inmediata lo sufre la producción agrícola y pecuaria disminuyendo los ingresos económicos de los pobladores, la reducción de los campos agrícolas afecta negativamente en la actividad agrícola y ganadera desmejorando la calidad de vida de la población. Desde el punto de vista poblacional, hay un crecimiento desordenado en el distrito de Socos, principalmente por la creciente presencia de nuevas construcciones en los diferentes valles con que cuenta y que ocupan áreas antes destinadas al cultivo. Igualmente, el ecosistema del distrito se ve afectado porque en la actividad agrícola se utilizan agroquímicos, fertilizantes y otros contaminantes para optimizar la producción por parte de los productores, insumos cuyos componentes son nocivos que deterioran, empobrecen y dañan cada vez los terrenos agrícolas, sin tener un control técnico de su uso. A esta problemática se suma la práctica irresponsable deforestación de los árboles y plantas en las orillas de los ríos, esto con fines de producción de leña para la cocina.

Por tal motivo es de suma importancia conocer los cambios que se dan durante la dinámica de la vegetación a través de los parámetros que los caracterizan los cuales son observables y medibles mediante indicadores como lo es el IVDN, mediciones que se tendrán en cuenta en relación al tiempo y el uso de métodos adecuados como la teledetección satelital la cual es una de las principales opciones para medir el IVDN del distrito de Socos. Este índice ya se hizo uso en otros países permitiendo conocer la evolución de la degradación de los suelos agrícolas, los cambios que se dan en los años y las características que tienen la misma que son registradas mediante los satélites y ha permitido conocer y muchas veces prever y adoptar medidas de control para evitar mayor

daño al sistema ecológico. Contribuyendo así al desarrollo sostenible impulsado por las Naciones Unidas en su carta de la agenda 2021. Asimismo, en el trabajo de investigación “Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada aplicado al territorio indígena de Kashaama, Venezuela” desarrollado en el 2018 por los investigadores Barlin Orlando Olivares, Miguel Armando López Beltrán mediante este sistema han logrado clasificar los suelos en 5 categorías: 1- Suelo sin vegetación, 2- Poca vegetación, 3- Vegetación media, 4- Vegetación densa y 5- Vegetación muy densa. Señalan además los porcentajes que ocupa cada categoría y el grado de humedad por épocas. El comportamiento espacial del IVDN para cada zona muestra como la vegetación densa ha disminuido del 9.2% a 1.3% específicamente asociados a áreas de cobertura vegetal en terrenos agrícolas.

En el presente trabajo de investigación tiene como propósito caracterizar mediante las imágenes satelitales el IVDN de los campos agrícolas del distrito de Socos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema principal

¿En qué medida la fenología de la vegetación según el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada mediante imágenes satelitales presenta un decaimiento en la dinámica de la vegetación en el distrito de Socos - Ayacucho, 2017 y 2021?

1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿Cuál fue la variabilidad temporal del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada en el comportamiento fenológico de la vegetación en el distrito de Socos en el periodo 2017 y 2021?
- b. ¿Cuáles fueron los cambios notables del uso de suelo según el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada en el distrito de Socos en el periodo 2017 y 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo principal

Evaluar en qué medida la fenología de la vegetación según el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada mediante imágenes satelitales presenta un decaimiento de la dinámica de la vegetación en el distrito de Socos - Ayacucho, 2017 y 2021.

1.3.2 Objetivos específicos

- a. Determinar la variabilidad temporal del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada en el comportamiento fenológico de la vegetación en el distrito de Socos en el periodo 2017 y 2021.
- b. Cuantificar los cambios notables de uso de suelo según el índice de vegetación de diferencia normalizada en el distrito de Socos en el periodo 2017 y 2021.

1.4. Justificación

El proyecto de investigación se justifica porque es imperativo tener información y analizar la variación dinámica y los cambios fenológicos vegetativos del distrito de Socos, por ser recurso natural agrícola y pecuario de sustento económico familiar, el cual se ha visto influenciado negativamente por un conjunto de variables como: incremento poblacional, expansión urbana, deterioro de las cuencas, daño por el uso indiscriminado de fertilizantes y la contaminación de los ríos. El incremento de la población está afectando el ambiente natural, debido al cambio de uso del suelo y el manejo inadecuado del medio ambiente y las consecuencias futuras que acarreará.

Con la presente investigación se desea contribuir en mejorar la calidad de vida de la población y el cuidado del medio ambiente. Por tanto, se justifica evaluar la evolución en el tiempo del IVDN durante el periodo 2017-2021. Los datos obtenidos permitirán proponer un plan de manejo ambiental a corto, mediano y largo plazo para revertir el problema y mejorar la situación actual y futura.

Los datos que se obtengan tendrán un resultado beneficioso para la Municipalidad distrital de Socos, Gobierno Regional de Ayacucho, estudiantes y docentes de las escuelas profesionales de ingeniería de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

En el proyecto de investigación se requiere:

Conocer la zona de intervención del proyecto por ser de importancia para los habitantes de la Región de Ayacucho donde actualmente se está observando el incremento del cambio de uso de suelo.

Descargar y procesar las imágenes satelitales de internet para luego contrastar dicha zona de estudio con la zonificación económica, ecológica (ZEE), elaborado el año 2013 por el gobierno Regional de Ayacucho.

1.5. Importancia

El monitoreo de la cobertura terrestre y el uso de la tierra es un elemento importante que hoy en día se realiza mediante la técnica de la teledetección de resolución moderada el cual nos brinda un medio para cuantificar las características de la superficie terrestre, como el tipo y la extensión de la cubierta terrestre. El seguimiento de estos cambios proporciona un respaldo importante tanto para la gestión global como para la gestión de recursos.

Las mediciones satelitales del área foliar, la duración de la hoja y la productividad primaria neta proporcionan información importante para parametrizar o validar los modelos de procesos del ecosistema y así realizar una agricultura de precisión con los agricultores quienes son los más interesados en esta información.

Se necesita mediciones satelitales de alta calidad, consistentes y bien calibradas si queremos detectar y monitorear cambios y tendencias en las variables estudiadas. Desarrollar los conjuntos de datos de las próximas generaciones para la investigación del cambio global es el gran desafío que se le presenta al equipo de científicos de MODIS y a nosotros como usuarios.

Capítulo II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

La presente tesis se sustenta según la revisión bibliográfica de tesis y artículos siguientes:

2.1.1. Antecedentes internacionales

Guevara et al., (2018), en su artículo publicado:

Una metodología para la caracterización del uso del suelo mediante imágenes de media resolución espacial, tuvo como objetivo desarrollar una metodología para caracterizar el uso del suelo en la cuenca superior del arroyo del Azul (Buenos Aires, Argentina), a través de la fusión de imágenes satelitales de media resolución espacial. La metodología fue, utilizar una serie temporal de 23 imágenes del índice de vegetación de diferencia normalizada (IVDN, por sus siglas en inglés) del satélite MODIS-Terra (producto MOD13Q1) para el periodo mayo 2015 - mayo 2016. Además, emplearon imágenes Landsat 8 para discriminar algunas categorías difíciles de clasificar con IVDN -MODIS. El mapa final de coberturas validó considerando puntos de verificación independientes al proceso de clasificación; su precisión lo evaluó a través del estadístico Kappa. Los resultados y discusión se dieron en una serie temporal de IVDN que le permitió reconocer los patrones fenológicos de las coberturas y usos del suelo de mayor representatividad en la región. Discriminaron siete coberturas; los usos agrícolas representaron 81.5 % de la superficie, siendo el sistema de doble cultivo trigo-soya (soja en Argentina) el predominante (39.4 %). La precisión global del mapa final fue alta (88.9 %, coeficiente Kappa = 0.86). Concluyendo que, la metodología empleada tiene la ventaja de ser rápida y replicable, para caracterizar los usos del suelo de una región determinada y evaluar sus cambios potenciales a lo largo del tiempo.

Zhu et al., (2021), en su artículo publicado en la revista Science of The Total Environment, titulado:

Mapping abandoned farmland in China using time series MODIS IVDN, manifiesta que, el abandono de tierras de cultivo es un aspecto importante del uso de la tierra de cobertura terrestre (LCLU) que tiene efectos tanto positivos como negativos en el medio ambiente. La problemática de la información limitada sobre la distribución espacial de las tierras de cultivo abandonadas en China, genero dicho estudio como: 1) usaron una clasificación de árbol de decisión C5.0 basada en una serie de tiempo del índice de vegetación de diferencia normalizada (IVDN) del espectrorradiómetro de imágenes de resolución moderada (MODIS) de resolución espacial de 250 m para desarrollar mapas LCLU para el período 2000-2017; 2) produjeron mapas de series temporales de las tierras agrícolas abandonadas durante el período 2002-2017 basados en mapas LCLU; y 3) analizaron la distribución espacial, la intensidad, la tendencia, la frecuencia y la reforestación en términos de abandono de tierras agrícolas. Los resultados mostraron que la precisión general de los mapas LCLU osciló entre el 85,45 % y el 90,56 % durante el período de estudio (2002-2017). Concluyendo que, la tasa nacional promedio de abandono de tierras agrícolas fue del 5 % durante el período 2002-2017, con la tasa más baja en 2002 y la más alta en 2015. Aproximadamente el 60 % de las 34 áreas agrícolas en China mostraron una tendencia creciente de abandono, incluidas algunas de las principales áreas productoras de cereales como la llanura del norte de China y los tramos medio e inferior del río Yangtze. Las áreas de tierras de cultivo abandonadas con una frecuencia de abandono de ≤ 3 años comprendían el 58,24% del área total de tierras de cultivo abandonadas. En este estudio elaboraron el primer mapa que detalla la distribución de las tierras de cultivo abandonadas en China, que proporciona orientación para el desarrollo de un método para identificar las tierras de cultivo abandonadas a gran escala espacial.

Gao et al., (2021), en su artículo, “Monitoring forest disturbance using time-series MODIS IVDN” in Michoacán, México.

Aplicó la serie de tiempo IVDN basada en MODIS (2000–2016) para monitorear la perturbación forestal subanual en el estado mexicano de Michoacán, con un algoritmo que descompone los datos de la serie de tiempo en una función armónica y una tendencia. Para detectar cambios, comparó una suma móvil de

residuos entre los valores IVDN observados y pronosticados con la del período de referencia. La magnitud del cambio calculó restando el IVDN previsto del observado. Al comparar los cambios detectados con los datos de referencia a través de la interpretación visual, un umbral de $|0.05|$ estableció la magnitud del cambio para la detección de disturbios forestales. Este método detectó más ganancias que pérdidas forestales para 2013-2016, resultado que está respaldado por hallazgos recientes del inventario forestal nacional. Concluyendo que, la pérdida de bosques disminuyó cada año entre 2013 y 2016, y la ganancia de bosques alcanza su punto máximo en 2014 y 2015.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Carbajal (2020), en su tesis, “identificación de patrones del índice de salud de la vegetación caso estudio: Provincia Canchis de la región Cusco - Perú (2000 - 2017)”, tuvo como objetivo:

Identificar ocurrencia de eventos de sequía agrícola y sequía meteorológica patrones relevantes. Los resultados de la serie de tiempo del IVDN, TSS, ISV, ICV e ICT, identificaron los eventos de sequía severa, moderada y leve registrados en los años 2000, 2005, 2008 y 2016. Asimismo, los años con déficit de precipitación fueron 2000, 2004 - 2006, 2008 y 2015. La metodología de correlación entre NDVI y la precipitación con un lags de cero meses fue 0.58, con un lags de un mes fue 0.84, con un lags de dos meses fue 0.85 y con un lags de tres meses fue 0.62. Por su parte, los patrones espaciales del ISV revelan que, en el 2000, el 95% presentaron condiciones de sequía severa, moderada y leve, y en el 2005 fue el 93.5%, el 2008 el 87.9%, el 2009 el 78%, el 2010 el 81.5% y el 2016 llegó al 20.7%. Concluyendo que, la sequía severa, moderada y leve, están representadas por los valores menores a 40, además muestra que los años 2000, 2005 y 2008 fueron años de sequía. Finalmente evaluó los índices de la serie de tiempo del IVDN con la producción, superficie cosechada y rendimiento, teniendo una correlación de 0.84, 0.78 y 0.80 respectivamente, mientras la serie de tiempo del ICV, presenta una correlación de 0.81, 0.72 y 0.80 respectivamente y la serie de tiempo del ISV, presentó una correlación de 0.73, 0.60 y 0.75 respectivamente.

Pérez (2020), en su artículo, “análisis de la distribución espacial de la correlación entre el IVDN y las precipitaciones en zonas altoandinas del sur del Perú, en el periodo 2000 – 2020”:

Determinó que, el IVDN en las zonas altoandinas del sur del Perú se encuentra influenciado por las precipitaciones y la altitud, en los últimos 20 años. Los resultados evidenciaron una gran heterogeneidad en la distribución espacial de la correlación de Pearson entre los valores de IVDN y los acumulados de la precipitación de noviembre a abril. No obstante, existieron altos valores de correlación concentrados en los extremos oriental y occidental del área de estudio. Concluyendo que, la distribución espacial de la tendencia de estos acumulados de precipitación muestra un claro incremento en las áreas con estimaciones de correlación significativa y positiva.

Núñez et al., (2021) en su artículo, “dinámica espacio temporal de la biomasa aérea en pastizales altoandinos basado en IVDN -MODIS validado por espectrometría in situ:

Lo realizaron en tres distritos de la sierra central del Perú. Colectaron 153 muestras de pasto (pajonal alto y pajonal bajo) previa lectura de IVDN in situ dentro de un pixel de 250x250 m, con una frecuencia de tres meses en tres años de evaluaciones. Descargaron imágenes satelitales del sensor MODIS para obtener el IVDN. Los valores de IVDN MODIS fueron calibrados con el IVDN registrado in situ, mediante modelos de regresión. Las ecuaciones calibradas modelaron las tendencias dinámicas de la vegetación entre 2000 y 2018 para la sierra central. Los resultados del IVDN in situ del pajonal bajo osciló entre 0.36 ± 0.13 y 0.24 ± 0.05 en las épocas húmeda y seca, respectivamente, mientras que el pajonal alto osciló entre 0.42 ± 0.14 y 0.26 ± 0.10 en las épocas húmeda y seca, respectivamente. El IVDN del sensor MODIS del pajonal bajo osciló entre 0.41 ± 0.14 y 0.27 ± 0.06 en las épocas húmeda y seca, respectivamente, y para el pajonal alto entre 0.44 ± 0.14 y 0.41 ± 0.10 en épocas húmeda y seca, respectivamente. La metodología del modelo cuadrático obtuvo mejores estimadores tanto para la calibración del IVDN (RMSE: 0.06 y R²: 0.91), como para la predicción de la biomasa (RMSE: 1300 y R²: 0.61). Concluyendo que, es posible utilizar información satelital para evaluar los pastizales altoandinos.

2.1.3. Antecedentes regionales

Rodríguez et al., (2021) en su artículo, uso del suelo según índice de vegetación diferenciada normalizada, mediante imágenes satelitales, tambillo-Ayacucho, 2000-2014, Perú:

Tuvo como objetivo evaluar el impacto de uso de suelos a partir de imágenes satelitales proporcionados por el sensor MODIS, a bordo del satélite Terra para describir y estimar según el IVDN, el comportamiento de la cobertura vegetal. Usaron 341 imágenes satelitales MODIS Terra (MOD13Q1) del periodo 2000-2014, las cuales se hizo un análisis multitemporal del promedio del IVDN de seis escenas durante las estaciones del año, mediante el uso del software ENVI, IDL, ArcGIS y métodos estadísticos, que permitió describir el comportamiento del área de vegetación por tipo de suelo en las estaciones de verano, otoño, invierno y primavera. Los resultados que obtuvieron según la variación del área de vegetación: suelo agrícola (IVDN de 0,320 a 0,379), bosques de hoja ancha y perenne (IVDN de 0,380 a 0,439) y prado andino con bosque de hoja perenne (IVDN de 0,440 a 0,500), tuvieron una línea de tendencia positiva, validadas y estimadas con datos de precipitación y temperatura del aire registrados por la estación meteorológica de Tambillo-Ayacucho.

Moncada et al., (2022) en su artículo, tendencia anual, anomalías y predicción del comportamiento de cobertura de vegetación con imágenes Landsat y MOD13Q1, microcuenca Apacheta, Región Ayacucho:

Determinó que la variabilidad climática en la microcuenca Apacheta impacta en el comportamiento de la vegetación. Su objetivo fue, analizar la tendencia anual, anomalías y predecir el comportamiento de cobertura de vegetación (CV) con imágenes Landsat y el producto MOD13Q1 en la microcuenca Apacheta de la Región Ayacucho. Para ello, clasificó la CV, que validó con el índice Kappa (p-valor=0,032; <0,05) obteniendo una buena concordancia entre los valores observados in situ y los estimados en las imágenes Landsat. Los datos de CV los sometieron a la prueba de normalidad Lilliefors (p-valor=0,0014; <0,05) indicando que no provienen de una distribución normal. Los resultados mostraron

una tendencia anual de CV creciente de 3.378,96 ha con imágenes Landsat y de 3.451,95 ha con el producto MOD13Q1, para finales del 2020. Concluyendo que, las anomalías y el pronóstico de CV también evidencian un significativo incremento en los últimos 9 años, llegando a ser superiores en los años pronosticados, 2021 y 2022.

Moncada (2021), en su tesis titulado, “análisis del balance de masa para la evaluación del régimen hidrológico empleando técnicas de teledetección satelital y modelos hidrológicos – Caso estudio: Cabecera de la cuenca Cachi-Apacheta, Región Ayacucho:

Tuvo como objetivo analizar el balance de masa para la evaluación del régimen hídrico de la cabecera de cuenca Cachi-Apacheta de la Región Ayacucho, empleando técnicas de teledetección satelital y modelos hidrológicos. Utilizó datos satelitales de los sensores TM, ETM+, OLI-TIRS, MODIS para la estimación del área de cobertura nival y de la zona nival por encima de los 4800 ms.n.m a partir del NDSI, del área de cobertura de vegetación y sus clases a partir del IVDN, del área de cobertura de humedad del suelo y sus clases a partir del NDWI, de la temperatura superficial del suelo de toda el área de estudio y de la zona nival, la evapotranspiración potencial del producto MOD16A2 del sensor MODIS, todos ellos requeridos por el modelo hidrológico PRMS-IV, además de un DEM y de los datos de la estación meteorológica Apacheta, logrando obtener el balance de masa en la microcuenca Apacheta durante el periodo 2000 – 2018. Obtuvo la validación del caudal simulado como aceptable, con un valor del índice de eficiencia de Nash de 0,89. Los resultados mostraron que la curva de duración de flujo del caudal en el punto de aforo en la primera bocatoma indica un valor medio de 3,61 m³ /s, con una tendencia anual del caudal decreciente de 1,56 m³ /s desde el 2000 al 2018. El incremento de la evapotranspiración potencial en 0,16 mm/día, la disminución de la cobertura nival en 440,319 ha, el aumento de la cobertura vegetal en 873,01 ha, el incremento de la cobertura de humedad del suelo en 37,22 ha, el incremento de la temperatura superficial del suelo en la zona nival de 5,8 °C, desde el año 1985 al 2018. Concluyendo que, son indicadores de un impacto negativo en los ecosistemas de la microcuenca Apacheta en un posible escenario futuro.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Teledetección por satélite

Jiménez (2005), al principio de la existencia de una perturbación de la energía electromagnética, que el sistema observado produce en el medio le denomina la teledetección. Esta energía al transmitirse al sistema del receptor es capturada una señal que es registrada, almacenada y posteriormente interpretada. Según lo manifestado el objetivo de la teledetección es reconocer las características de la superficie terrestre y los fenómenos que en ella se dan. (p.5)

2.2.1.1. Componentes del sistema de Teledetección. Pérez y Muñoz (2006), manifiesta que la Teledetección se da gracias a la interacción de la energía electromagnética con la cubierta terrestre. Estas interacciones generan un conjunto reflectivo de variables, debido a factores externos como por sus propias características físico químicas en el momento de toma de imágenes. (p.2)

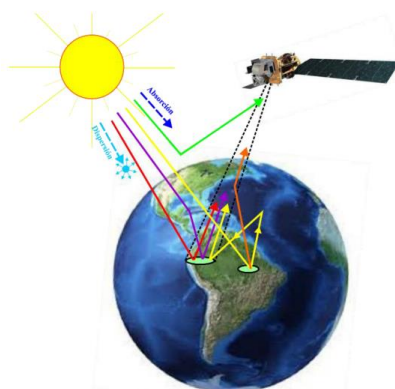


Figura 2.1: Bosquejo de interacción entre la radiación electromagnética y la atmósfera, captado por el sensor de un satélite (Vermote et al., 2006).

Los componentes de un sistema de teledetección son:

1. Fuente de energía
2. Interacción atmosférica
3. Objetos en Tierra
4. Grabación de datos (Transmisión)
5. Estación receptora en Tierra
6. Procesamiento de datos

7. Interpretación de datos

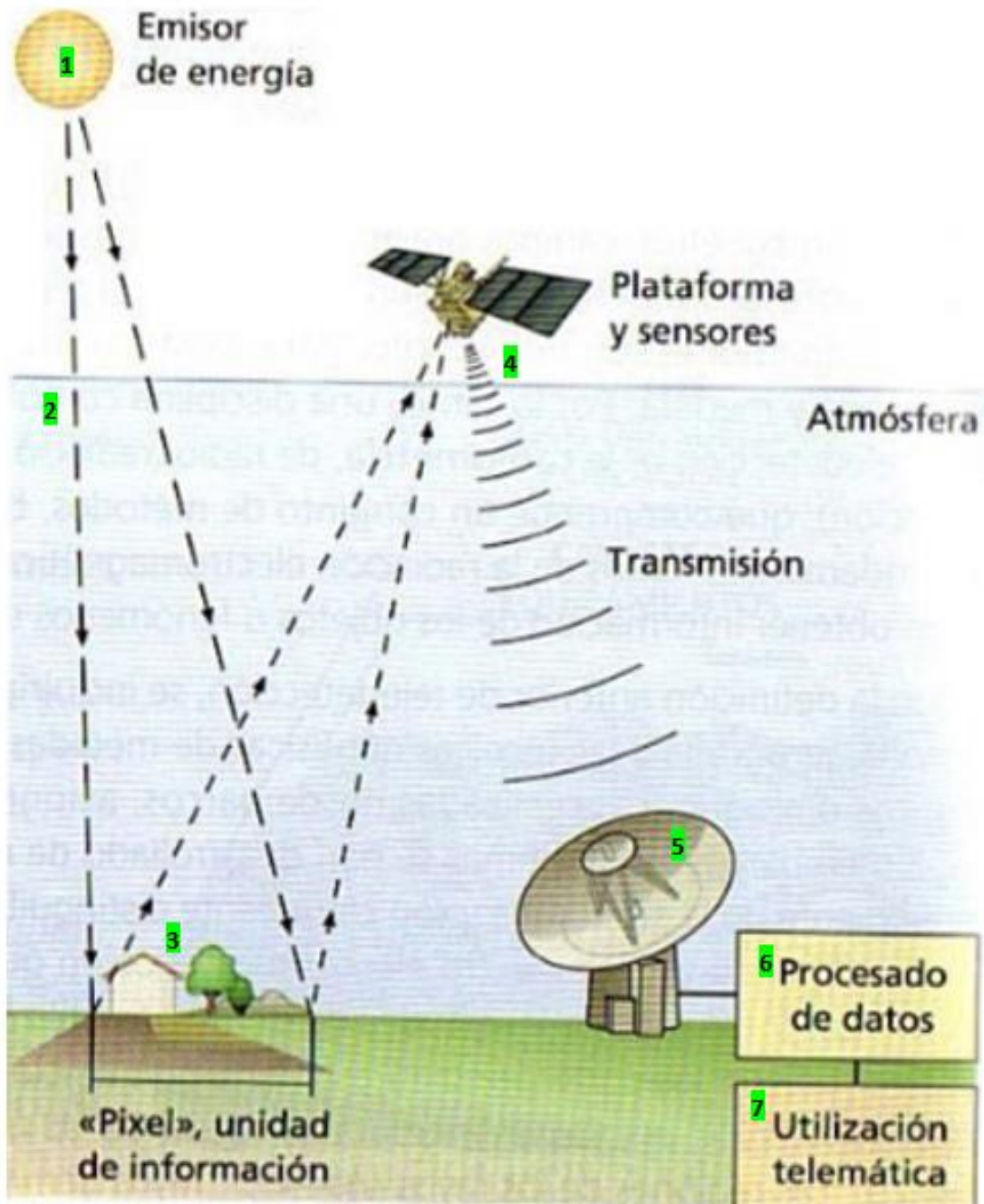


Figura 2.2 Sistema de teledetección.

2.2.1.2. Radiación electromagnética., “la radiación electromagnética es una forma de energía transmitida que tiene campo eléctrico y magnético que vibran simultáneamente en planos mutuamente perpendiculares entre sí y a la dirección de propagación a través del espacio”. (Modest, 2013, p.3).

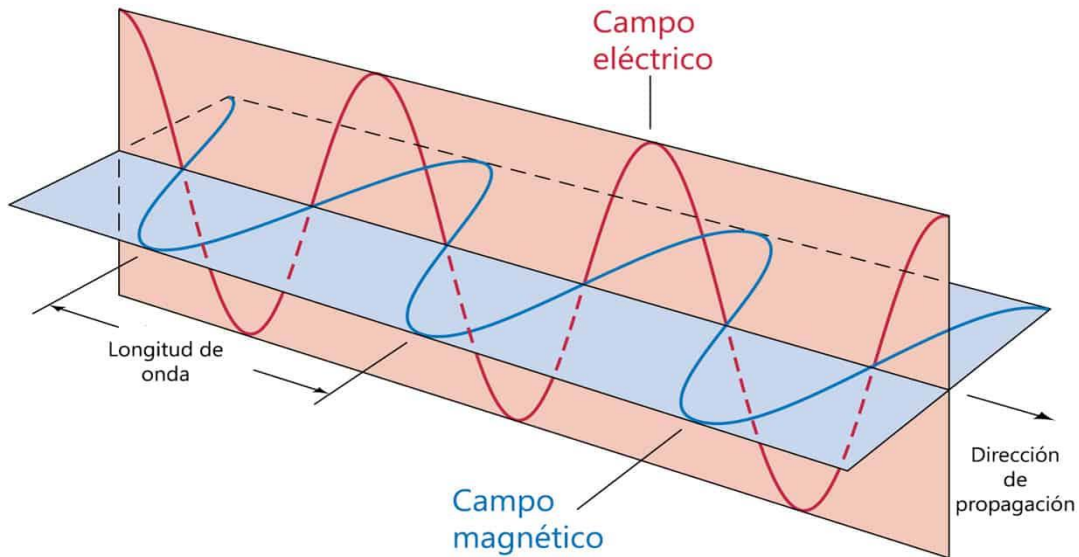


Figura 2.3: Radiación electromagnética. Campo eléctrico (**E**) y campo magnético (**B**) perpendiculares entre sí. (Adaptado de Modest (2013)).

2.2.1.3. Espectro electromagnético. Sobrino (2020), manifiesta que, la distribución de la radiación electromagnética se da de acuerdo a la energía. Los sensores utilizados en los sistemas de teledetección permiten extender un dominio de exploración desde el visible hasta las microondas. Debido a que los mecanismos físicos de interacción de la radiación electromagnética con la materia son diferentes en los distintos intervalos espectrales, podemos por tanto pensar que la teledetección nos aportara informaciones suplementarias sobre el estado de los suelos y de la atmosfera. (p. 132)

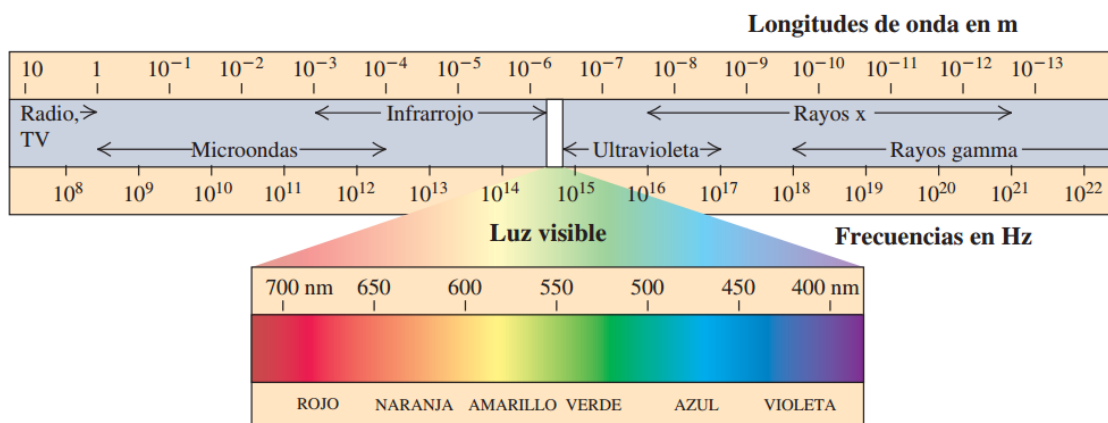


Figura 2.4: El espectro electromagnético.

2.2.1.4. Interacciones de la energía en la atmosfera. “Toda la radiación detectada por los sensores remotos que pasa a través de la atmosfera, sufre diferentes efectos de

transferencia de energía electromagnética a diferentes longitudes de onda. Estos efectos son causados principalmente por scattering y la absorción atmosférica” (Lillesand et al., 2000, p. 9).

Scattering. Es el proceso de la radiación electromagnética que interactúa y es redirigida por las partículas de la atmósfera.

Se presentan tres tipos de scattering dependiendo de los tamaños de las partículas que interactúan con la energía electromagnética según:

Cuadro 2.1: Tipos de Scattering

$dp \ll \lambda$	Scattering de Rayleigh
$dp = \lambda$	Scattering de Mie
$dp \gg \lambda$	Scattering no selectivo

Fuente: Sobrino, (2000)

Lenoble (1993), implica la desaparición de algunas cantidades de radiancia en la dirección de propagación, en este caso la energía reaparece en forma de radiancia en otras direcciones.

$$dL = -\sigma_s L dx \quad (2.1)$$

Realizando la integración de la ecuación (2.1), llegamos a la expresión

$$L(x_2) = L(x_1) \exp(-\delta_s) \quad (2.2)$$

Donde δ_s es el espesor óptico

$$\delta_s = \int_{x_1}^{x_2} \sigma_s(x) dx \quad (2.3)$$

Consideremos un scattering de volumen dV según la figura 2.1.

$$d^2\Phi = f(\theta) E dV d\Omega \quad (2.4)$$

Donde $f(\theta)$ (en $m^{-1} sr^{-1}$) es la función scattering, que caracteriza la distribución angular de los fotones scattering.

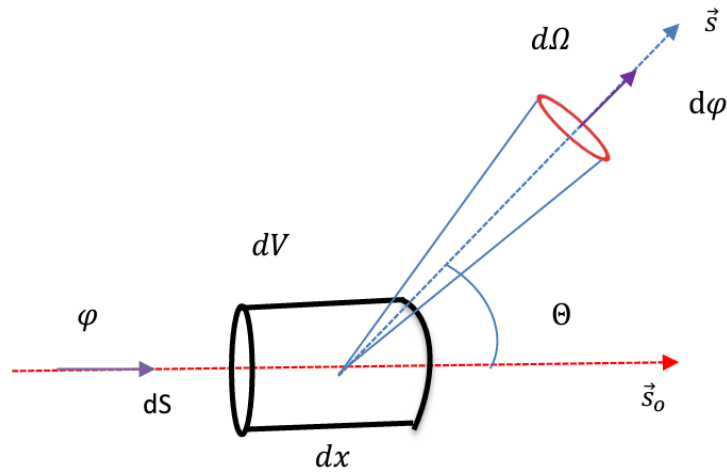


Figura 2.5: Scattering del flujo Lenoble (1993)

Absorción. Según Lillesand et al. (2000), es la pérdida efectiva de la energía por los componentes atmosféricos. Esto implica la absorción de la energía en una longitud de onda dada. Los absorbedores más eficientes de la radiación solar en este sentido son el dióxido de carbono, ozono y vapor de agua.

Según Lenoble (1993), si se considera un medio no scattering por el que se propaga la radiación electromagnética y tomamos una capa de espesor dx situado perpendicularmente a la dirección de propagación de la radiancia L , la consecuencia del fenómeno de absorción generaría una pérdida de la energía asociada a la onda debido a su conversión en otras formas de energía, de modo que la radiancia incidente sufría un cambio en su magnitud pasando a ser $L+dL$.

$$dL = -\sigma_a L dx \quad (2.11)$$

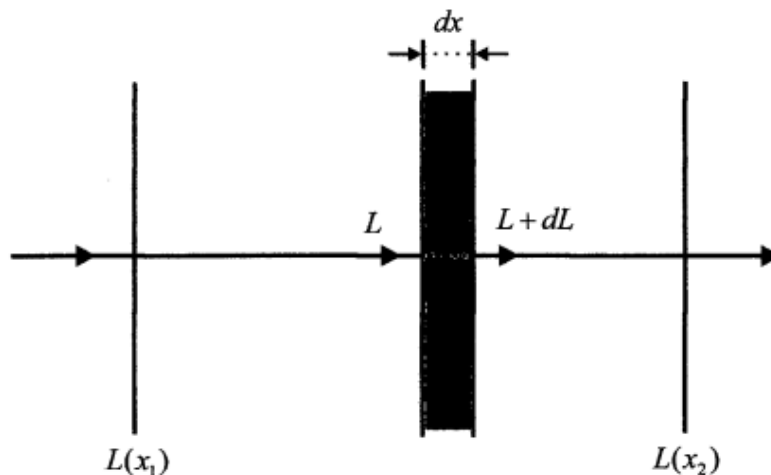


Figura 2.6: Definición de extinción. (Lenoble, 1993)

$$L(x_2) = L(x_1) \exp(-\delta_a) \quad \text{ley de Beer} \quad (2.12)$$

Donde

$$\delta_a = \int_{x_1}^{x_2} \sigma_a(x) dx \quad (2.13)$$

δ_a es el espesor óptico de absorción entre x_1 y x_2 , es una cantidad adimensional, es importante en los estudios de teledetección por informar la opacidad del medio a la transmisión de la señal.

$$\tau = \frac{L(x_2)}{L(x_1)} = \exp(-\delta_a) \quad (2.14)$$

$$\delta_a = -\ln \tau \quad (2.15)$$

$$\alpha = \frac{L(x_1) - L(x_2)}{L(x_1)} = 1 - \tau \quad (2.16)$$

2.2.2. Interacción de energía con la superficie

Sobrino (2000) manifiesta que el flujo total de la energía incidente (Φ_i), una parte de esta radiación es reflejada, por tanto, es devuelta al medio del que procede, originando así un flujo reflejado (Φ_r). Otra parte es absorbida por el propio objeto, constituyendo un flujo de absorción (Φ_a). Por último, una fracción del flujo incidente será transmitida (Φ_t), normalmente en otras formas de energía. (p. 135)

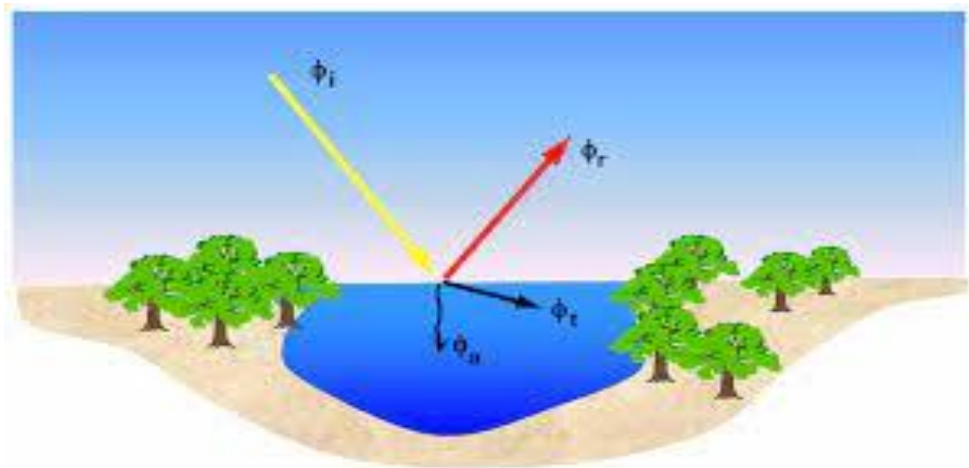


Figura 2.7 Flujo de energía.

2.2.3. Comportamiento espectral de los materiales de la superficie terrestre

Pérez y Muñoz (2006) manifiesta que, la superficie de la Tierra esta recubierta por un conjunto heterogéneo de materiales repartidos sobre ella y con un comportamiento espectral diverso. Cada sustancia, ser vivo y la mezcla de ellos, refleja y emite energía electromagnética de modo diferente. El comportamiento espectral de tres grandes tipos de cubierta presentes en la superficie de la Tierra que considera son: (p. 22)

Reflectividad de la vegetación.

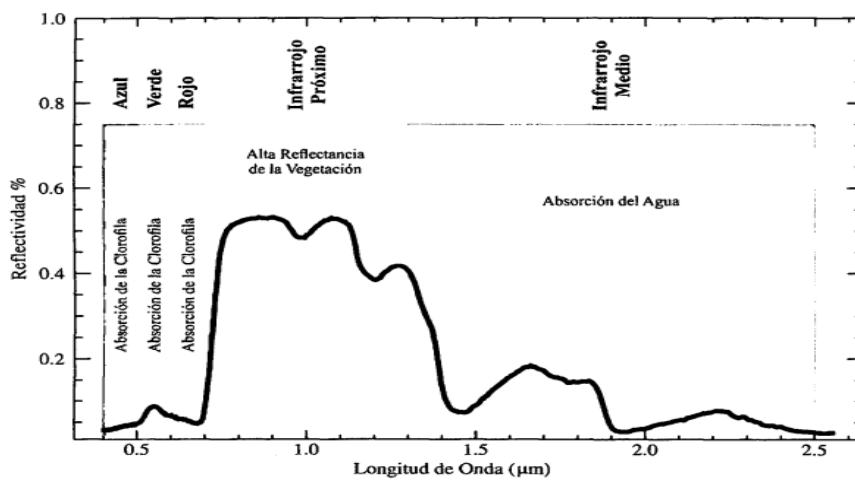


Figura 2.8: Curva de reflectividad de la vegetación

Reflectividad de los suelos.

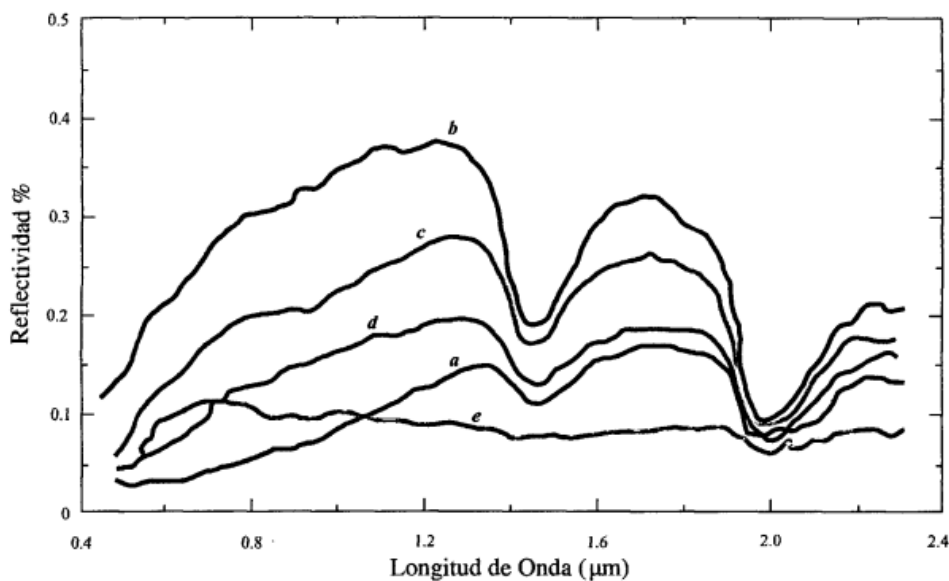


Figura 2.9: Comportamiento espectral de suelos minerales. (Adaptado de Sobrino, 2000)

Reflectividad del agua y nieve

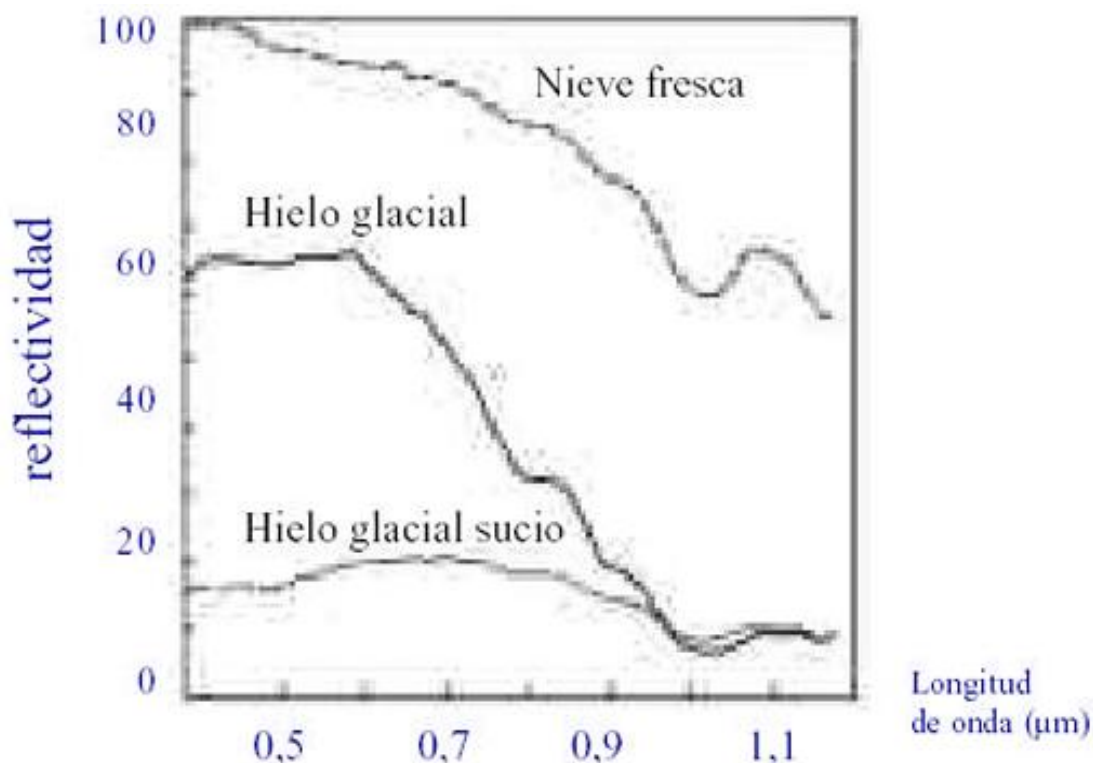


Figura 2.10: Curva de reflectividad para tipos de nieve. (Adaptado de Sobrino ,2000)

2.2.4. Índices de teledetección remota

Los índices de sequía remotos incluyen a la vegetación basados en la reflectancia, como el IVDN, que fue desarrollado por primera vez por Rouse et al. (1974); y Tucker (1979). El IVDN ha sido estudiado intensamente y considera el índice de vegetación más popular. Otros índices de vegetación se desarrollaron recientemente a partir de IVDN: Anomalía del índice de vegetación de diferencia normalizada (IVDNA) desarrollado por Anyamba et al. (2001), Índice de Vegetación Estandarizado (SVI) desarrollado por Liu & Negron-Juarez (2001); Peters et al. (2002), y el Índice de Condición de la Vegetación (VCI) desarrollado por Kogan (1990) (Bayarjargal, et al, 2006). Otros índices remotos de sequía se basan en la temperatura de brillo de la superficie derivada de la banda térmica de NOAA-AVHRR o combinada entre temperatura de brillo y IVDN. Esto incluye el índice de condición de temperatura (TCI) desarrollado por Kogan (1995), el índice de salud de la vegetación (VHI) desarrollado por Kogan (1997, 2000), Kogan et al. (2004) y Drought Severity Index (DSI) desarrollado por Bayarjargal et al. (2000) (Bayarjargal, et al, 2006). Además, existen otros índices que se desarrollaron utilizando diferentes variables, como

el índice de inercia del calor del suelo, que se basa en el modelo de balance energético de la superficie terrestre (Hou et al, 2007). El índice de agua de diferencia normalizada (NDWI) fue desarrollado por Gao, (1996) a partir de los canales NIR e infrarrojo de onda corta (SWIR) que revelan cambios tanto en el contenido de agua como en el mesófilo esponjoso en las copas (Mishra y Singh, 2010). Con tecnología avanzada de teledetección, el seguimiento y la evaluación de la sequía se hacen posibles a nivel regional y mundial. La teledetección es esencial cuando hay una falta de datos meteorológicos, inexactos o difíciles de obtener los datos. Los índices meteorológicos dependen de la resolución espacial y la calidad de los datos de lluvia disponibles y solo representan un componente del ciclo hidrológico superficial, p. lluvia. Por lo tanto, muchas veces no pueden capturar los efectos de otros componentes insertados en el ciclo, como el riego (Anderson et al, 2011). La teledetección satelital proporciona continuamente datos de alta resolución espectral en áreas extensas. Otra ventaja de los datos de teledetección es que los datos se proporcionan globalmente sin restricciones. Permite monitorear la sequía en un país como Somalia donde los otros datos son difíciles de obtener. Los índices de vegetación de MODIS han mostrado una buena correlación con la Productividad Primaria Bruta (GPP) en todos los sitios de África (Sjöström et al, 2011). Una comparación entre diferentes índices de sequía basados en sensores remotos muestra que ninguno de los principales índices es intrínsecamente superior al resto en todas las circunstancias, pero algunos índices tienen ventajas espaciales (Tadesse, 2011). Todavía se necesita un estudio exhaustivo para evaluar el desempeño de estos índices de sequía, especialmente en zonas semiáridas y áridas debido a la frecuente ocurrencia de sequías (Bayarjargal, et al, 2006). Sin embargo, en el estudio actual se utilizó IVDN debido a su disponibilidad, relativamente fácil de usar y está disponible a través de sitios web de diferentes sensores, p. AVHRR de NOAA desde 1981 y MODIS desde 2000. Se ha utilizado para monitorear las condiciones de la vegetación que permiten la detección temprana de sequías (Mutua y Zoltan, 2009). IVDN es una herramienta práctica para el monitoreo de la sequía 13 a escala regional y global a largo plazo (1981-presente). Varios estudios utilizaron el uso de IVDN para el monitoreo de sequías (Peters et al, 2002; Eklundh and Olsson, 2003; Gu et al, 2007; Mishra and Singh, 2010). Muchos científicos han encontrado que la relación entre el IVDN y la precipitación es fuerte, p. Peters y otros (2002) y Martiny y otros (2006); pero Eklundh (1998) descubrió que la lluvia solo explicaba el 10 % y el 36 % para el IVDN mensual y de 10 días, respectivamente,

utilizando datos de AVHRR. Este último eliminó la influencia de la autocorrelación de los datos, lo que podría aumentar la correlación entre la lluvia y el IVDN.

2.3. Bases conceptuales

2.3.1. Teledetección

La teledetección nos permite adquirir imágenes de la superficie terrestre desde una plataforma satelital, ya sea a partir de la energía reflejada de la luz solar o bien por la reflexión de un haz artificial emitido por el propio sensor.

2.3.1. Imágenes satelitales

Es la representación visual de la información capturada por un sensor montado en un satélite artificial.

2.3.1.1. MODIS. Las imágenes con el sensor Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer (Espectrorradiómetro de imágenes de media resolución) es un instrumento científico lanzado en órbita terrestre por la NASA en 1999 a bordo del satélite Terra y en 2002 a bordo del satélite Aqua.

2.3.3. IVDN

El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada es un indicador numérico simple de biomasa fotosintéticamente activa, es decir es un cálculo de la salud de la vegetación.

2.3.3.1. Cálculo del IVDN. Cuando la imagen satelital refleja el rojo visible y el infrarrojo cercano es probable que nos encontremos ante una masa vegetal. Con esto se puede comenzar a obtener el índice IVDN mediante la relación de bandas entre el rojo visible y el infrarrojo cercano:

Índice normalizado:
$$IVDN = \frac{(IRCercano-rojo)}{(IRCercano+rojo)}$$

2.3.4. Fenología

Ciencia que estudia la caracterización de las etapas de desarrollo de la vegetación (fenología) y permite conocer los patrones adaptativos de las plantas ante el cambio climático, al determinar los procesos biogeoquímicos asociados.

Capítulo III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Hipótesis

3.1.1 *Hipótesis principal*

La fenología de la vegetación según el índice de vegetación de diferencia normalizada, mediante imágenes satelitales presenta un decaimiento en la dinámica de la vegetación en el distrito de Socos - Ayacucho, 2017 y 2021.

3.1.2 *Hipótesis específicas*

- a. Existe variabilidad temporal del índice de vegetación de diferencia normalizada en el comportamiento fenológico de la vegetación en el distrito de Socos en el periodo 2017 y 2021.
- b. Existen cambios notables en el uso de suelo según el índice de vegetación de diferencia normalizada en el distrito de socos en el periodo 2017 y 2021.

3.2. Variables

3.2.1 *Variable dependiente*

- Índice de vegetación de diferencia normalizada (IVDN)

El IVDN: parámetro de medición de la vegetación que tiene por objeto discriminar los diferentes objetos analizados de las imágenes satelitales por el programa ENVI, se define como:

$$IVDN = \frac{(IRCercano - rojo)}{(IRCercano + rojo)}$$

Los indicadores a considerar son los siguientes:

- ✓ Observación y análisis de imágenes satelitales.
- ✓ Evaluación de atributos funcionales de los ecosistemas
- ✓ Análisis de datos mediante estadígrafos adecuados
- ✓ Series de tiempo.
- ✓ Energía del Infrarrojo cercano y visible.

- ✓ Banda visible roja
- ✓ Banda cercana infrarroja

3.2.2. Variable independiente

- Fenología de la vegetación en el distrito de Socos

Los indicadores a considerar son los siguientes:

- ✓ Tipo de vegetación
- ✓ Estación fenológica
- ✓ Situación hídrica del territorio
- ✓ Clima del Ambiente.

3.3 Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
V.D. Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada	Los Índices de vegetación son transformaciones que implican efectuar una combinación matemática entre los niveles digitales almacenados en dos o más bandas espectrales de la misma imagen, que caracterizan el medio ambiente, que deben ser monitoreados, tratados y diagnosticados adecuadamente en base a los factores ambientales.	Son indicadores biofísicos a condiciones ambientales indican la dinámica de los ecosistemas según los niveles de temperatura, precipitación y evapotranspiración registrada en el distrito de Chiara -Ayacucho.	• Índices de vegetación	IVDN	<p>Intervalo</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Muy bajo: (-1 a 0) ▪ Bajo: (0 a 0.2) ▪ Regular: (0.2 a 0.5) ▪ Alto: (0.5 a 1)
V.I. Fenología de la vegetación en el Distrito de Socos - Ayacucho	Los cambios en la cobertura vegetal y uso del suelo han sido reconocidos desde hace más de dos décadas como causa importante de cambios en el ambiente global (Chen y Yang, 2008), con implicaciones diversas a prácticamente todas las escalas (García y Mas, 2008; Rosete et al., 2009). A nivel regional provoca cambios en los ciclos hídricos, alteraciones en los regímenes de temperatura y precipitación, favoreciendo con ello el calentamiento global, la disminución en el secuestro de bióxido de carbono y la pérdida de hábitats y biodiversidad. Localmente, inducen el deterioro y degradación de suelos, cambios en el microclima y modificaciones en los ciclos hídricos a nivel de cuenca (Masis y Vargas, 2014).	Las variaciones de las coberturas vegetales en la superficie terrestre, en determinados periodos de tiempo, son un importante indicador ambiental que ha sido empleado en diferentes ámbitos, desde estudios relacionados a las dinámicas de los ecosistemas, hasta la orientación en la toma de decisiones en temas de planificación del territorio ligadas al desarrollo.	• Comportamiento espacial y temporal	• Variación temporal-espacial	<p>Intervalo</p> <p>Suelos con vegetación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desnuda (IVDN: 0.028-0.47) • Escasa (IVDN: 0.48-0.54) • Estresada (IVDN: 0.55-0.60) • Poco vigorosa (IVDN: 0.61-0.63) • Vigorosa (IVDN: 0.64-0.66) <p>Intervalo</p> <ul style="list-style-type: none"> • $r=0$ Nula • $0 < r < 0.20$ Muy baja • $0.20 < r < 0.40$ Baja • $0.40 < r < 0.60$ Moderada • $0.60 < r < 0.80$ Alta • $0.80 < r < 1$ Muy alta • $r=1$ perfecta
			Relación entre la temporalidad y el índice de vegetación y	• Coeficiente de correlación	

3.4. Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación

Esta investigación fue:

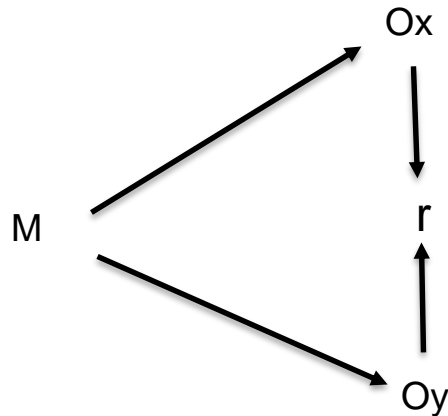
De tipo descriptivo-correlacional el cual tuvo como finalidad el determinar las causas que influyeron según la relación existente entre la evaluación espacio temporal mediante datos de imágenes satelitales del distrito de Socos-Ayacucho y el índice de diferencia normalizada de la fenología de la vegetación, e intentó responder un problema teórico específico de reconocer los cambios notables mediante mapas temáticos y la correlación entre ellos ; además Reconocer la relación directa o inversa del decaimiento en la dinámica de la vegetación en el distrito de Socos; además, describe al detalle las características de ambas variables; finalmente se considera un estudio transversal, ya que la evaluación se dio en un solo momento, detallando su conceptualización, modelos, teorías, relaciones, entre otros aspectos que permiten comprender al detalle las variables estudiadas (Hernández, Fernández y Baptista, 2017).

Diseño de investigación

Esta investigación fue:

De diseño no experimental, longitudinal. No experimental debido a que esta investigación se elaboró sin manipular deliberadamente las variables. Tiene que ver con aquellos estudios que no varían de forma intencional para ver el efecto de otra variable, ya que al ser no experimental se observan los fenómenos en su contexto natural, pudiendo ser analizada. Y es longitudinal porque recolecta datos en diferentes momentos o periodos para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. (R. Hernández et al., 2014).

Esquema del diseño de investigación:



3.5. Método de investigación

Muestreo no probabilístico de tipo intencional porque “nos permite la selección de los casos característicos de una población, sobre todo, se hace en uso de estadios donde la población es muy inestable y consiguientemente la muestra es muy pequeña” (Otzen & Manterola, 2017, p. 230).

3.6. Población y Muestra

3.6.1. Población

Es todo el área geográfica del Distrito de Socos, que es de 81.75 Km².

Ubicación geográfica: UTM WGS 84 zona 18L

3.6.2. Muestra

La muestra está constituida por 115 imágenes satelitales de ciertos sectores territoriales del distrito de Socos, tomados por elección aleatoria.

Para conocer la muestra debe conocerse la variabilidad de los parámetros que se requiera estudiar y las condiciones como se encuentran las imágenes satelitales. Si la variable es cualitativa se requiere conocer porcentajes, por ejemplo, el IVDN como fue el año 2017, hasta el 2021 y comparar la vegetación en porcentajes.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas

Se usó un procedimiento que buscó recoger los datos a través de:

- Observación
- Análisis documental (imágenes satelitales)
- Estadígrafos para el procesamiento de datos.

Instrumentos

- Guía de análisis documental
- Programa de procesamiento de datos con el Software ENVI
- Procesamiento de imágenes con el Software ArcGis

Recolección de datos

- **Guía de análisis documental**

En el análisis a realizar en la presente investigación es un triple proceso:

- ✓ Un proceso de comunicación de la información que me permita recuperar la información transmitida.
- ✓ Un proceso de transformación de la información a fin de someter al análisis y convertir en otro documento secundario de más fácil acceso y difusión.
- ✓ Un proceso analítico y sistemático que permita interpretar y sistematizar minuciosamente y generar información abreviado pero preciso.

Ficha técnica:

GUIA DE OBSERVACIÓN				
AÑOS	CRITERIO DE EVALUACIÓN (Aspectos a observar)			
	C1: Registro de código de imagen descargada	C2: Registro de resolución espacial de las bandas espectrales	C3: Diario de trabajo del procesamiento de los índices espectrales	C4: Escala de medición del I.V.
	Registro de observación	Registro de observación	Registro de observación	Registro de observación
2017				
2019				
2020				
2021				

3.8. Procesamiento de datos.

- **Procesamiento de imágenes con el Software ArcGis.**

Consiste en un modo eficaz de procesar y analizar los rásteres cuyas funciones ráster se aplica al procesamiento directo a los píxeles de datasets ráster y de imágenes en la visualización del mapa. La galería índice contiene varios índices, el cual nos permite analizar datos multibanda de los Índices de vegetación.

Capítulo IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados y discusiones se observan en las siguientes figuras y tablas.

Procedimiento descriptivo:

4.1. Evaluación de la vegetación según el IVDN periodo 2017-2021

Figura 4.1 muestra los valores del IVDN por cada mes, donde se observa una tendencia de crecimiento con un IVDN de valor máximo de 0.600193 en el mes de marzo y un valor mínimo de 0.314535 en el mes de setiembre del 2017. IVDN de valor máximo de 0.611547 en el mes de marzo y un valor mínimo de 0.334982 en el mes de setiembre del 2018. IVDN de valor máximo de 0.61276 en el mes de marzo y un valor mínimo de 0.311063 en el mes de setiembre del 2019. IVDN de valor máximo de 0.61847 en el mes de marzo y un valor mínimo de 0.297688 en el mes de agosto del 2020. IVDN de valor máximo de 0.611304 en el mes de abril y un valor mínimo de 0.331901 en el mes de agosto del 2021. Teniendo en cuenta que se utilizó el promedio del IVDN de dos imágenes por mes. Observándose que meses sin lluvias, el IVDN es mínimo y meses después de las lluvias el IVDN es máximo.

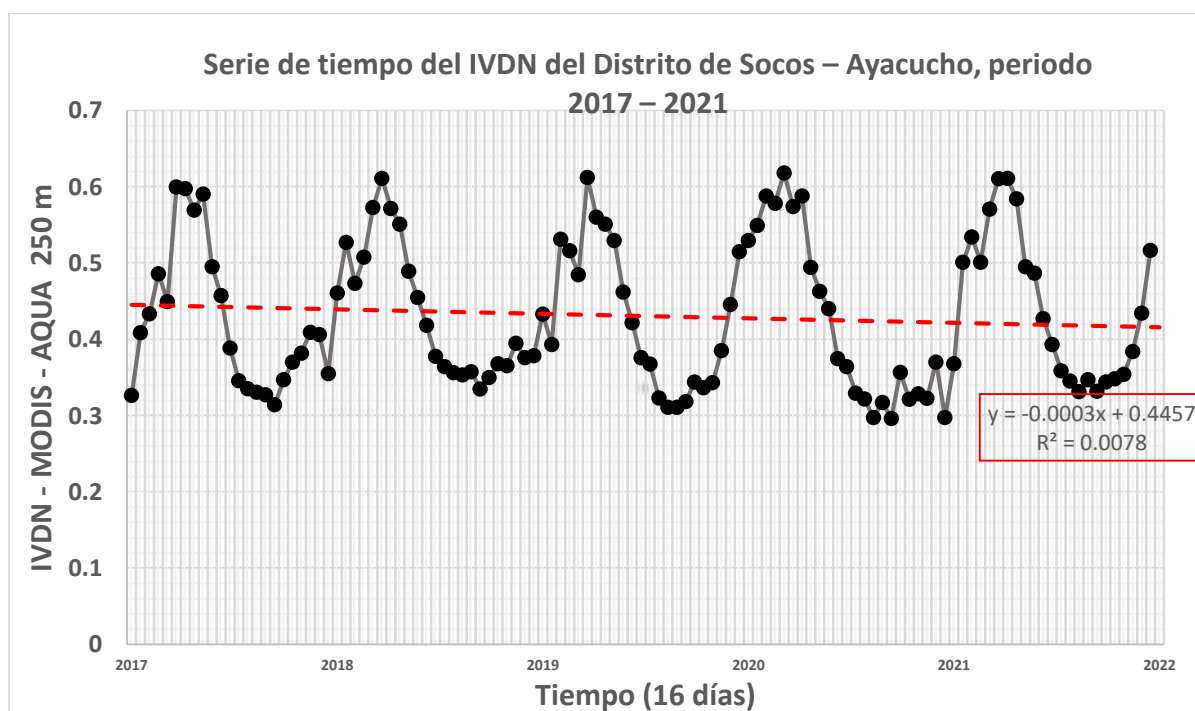


Figura 4.1 Evolución temporal del IVDN por días al año, periodo del 2017 al 2021.

4.2. Etapas del comportamiento fenológico de la vegetación 2017-2021.

En la figura 4.2 muestra las etapas de evolución temporal de la vegetación del IVDN promedio mensual del año 2017 al 2021. En el mes de abril se observa una estacionalidad máxima de 0.58183 y el mínimo en el mes de setiembre con IVDN de valor 0.32073. Este resultado nos muestra las causas del impacto de uso de suelo de la cobertura vegetal según el comportamiento del IVDN 2017-2021.

PROMEDIO 0.43411

MÁXIMO 0.58183 ABRIL

MÍNIMO 0.32073 SETIEMBRE

AMPLITUD 0.26111

Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
IVDN	12	,4341100	,09311138	,02687894

Tabla 4.1

Datos del IVDN promedio al mes del 2017-2021

MESES	ESTACIONALIDAD	PROMEDIO
ENERO	0.42486	0.43411
FEBRERO	0.50915	0.43411
MARZO	0.55730	0.43411
ABRIL	0.58183	0.43411
MAYO	0.54088	0.43411
JUNIO	0.45214	0.43411
JULIO	0.36612	0.43411
AGOSTO	0.32659	0.43411
SETIEMBRE	0.32073	0.43411
OCTUBRE	0.34883	0.43411
NOVIMBRE	0.37039	0.43411
DICIEMBRE	0.41050	0.43411

Fuente: Elaboración propia

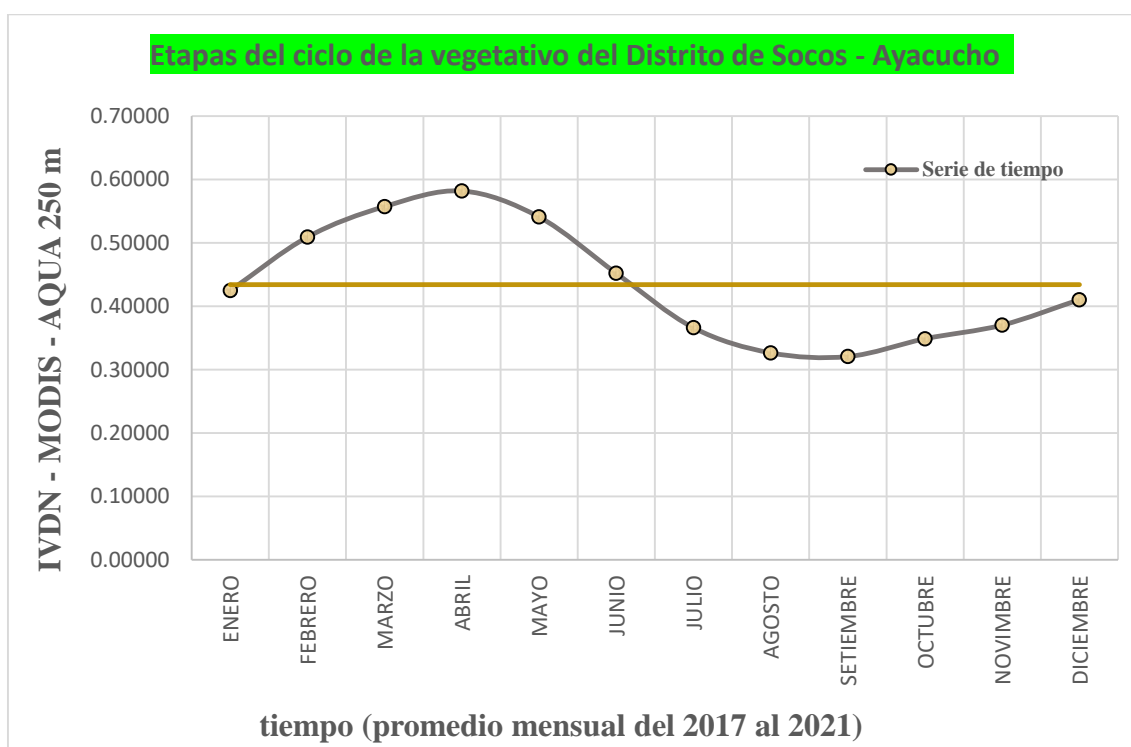


Figura 4.2: Evolución temporal promedio IVDN por meses, periodo del 2017 al 2021.

Procedimiento inferencial:

Hipótesis general:

H₀: La fenología de la vegetación según el índice de vegetación de diferencia normalizada, mediante imágenes satelitales no presenta un decaimiento en la dinámica de la vegetación en el distrito de Socos - Ayacucho, 2017 y 2021.

H₁: La fenología de la vegetación según el índice de vegetación de diferencia normalizada, mediante imágenes satelitales presenta un decaimiento en la dinámica de la vegetación en el distrito de Socos - Ayacucho, 2017 y 2021.

1. Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
IVDN	,170	12	,200*	,915	12	,248

2. Establecer un nivel de significancia

Nivel de Significancia (alfa) $\alpha = 5\% = 0,05$

Ho: Es la distribución de la variable aleatoria **NO ES DISTINTA** a la distribución normal

H1: Es la distribución de la variable aleatoria **ES DISTINTA** a la distribución normal

3. Valor de P= 24,8 %= 0,248

Con una probabilidad de error del 24,8% se determina que los datos tienen una distribución normal, porque $24,8\% > 5\%$ por lo cual se acepta la hipótesis nula Ho.

4. T de Student para una sola muestra.

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 0.4						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
IVDN	1,269	11	,231	,03411000	-,0250501	,0932701

5. Lectura del p-valor = 0,231 =23,1 % por tanto: $23,1\% > 5\%$

Con una probabilidad de error del 23,1% aceptamos la hipótesis nula: La fenología de la vegetación según el índice de vegetación de diferencia normalizada, mediante imágenes satelitales no presenta un decaimiento en la dinámica de la vegetación en el distrito de Socos - Ayacucho, 2017 y 2021.

Procedimiento descriptivo:

4.3. Evolución temporal del IVDN y mapas temáticos de cobertura vegetal 2017

La figura 4.3 muestra variabilidad temporal de cobertura vegetal según el IVDN del año 2017. El mes de marzo se observa un valor IVDN máximo de 0.600193 y un mínimo en el mes de setiembre de 0.314535. Este resultado muestra las variabilidades de la vegetación por pixeles según los mapas temáticos de las causas del impacto de uso de suelo de la cobertura vegetal según el comportamiento del IVDN 2017.

Tabla 4.2

Datos del IVDN por meses al año 2017

#Número	Día	Mes	Año	IVDN
---------	-----	-----	-----	------

9	9	ENERO	2017	0.326814
25	25	ENERO	2017	0.409224
41	10	FEBREO	2017	0.433974
57	26	FEBREO	2017	0.486420
73	14	MARZO	2017	0.449732
89	30	MARZO	2017	0.600193
105	15	ABRIL	2017	0.597766
121	1	MAYO	2017	0.569716
137	17	MAYO	2017	0.590736
153	2	JUNIO	2017	0.495575
169	18	JUNIO	2017	0.457923
185	4	JULIO	2017	0.389017
201	20	JULIO	2017	0.346254
217	5	AGOSTO	2017	0.335627
233	21	AGOSTO	2017	0.331132
249	6	SETIEMBRE	2017	0.327467
265	22	SETIEMBRE	2017	0.314535
281	8	OCTUBRE	2017	0.347402
297	24	OCTUBRE	2017	0.370251
313	9	NOVIEMBRE	2017	0.382366
329	25	NOVIEMBRE	2017	0.409632
345	11	DICIEMBRE	2017	0.406487
361	27	DICIEMBRE	2017	0.355357

Fuente: Elaboración propia

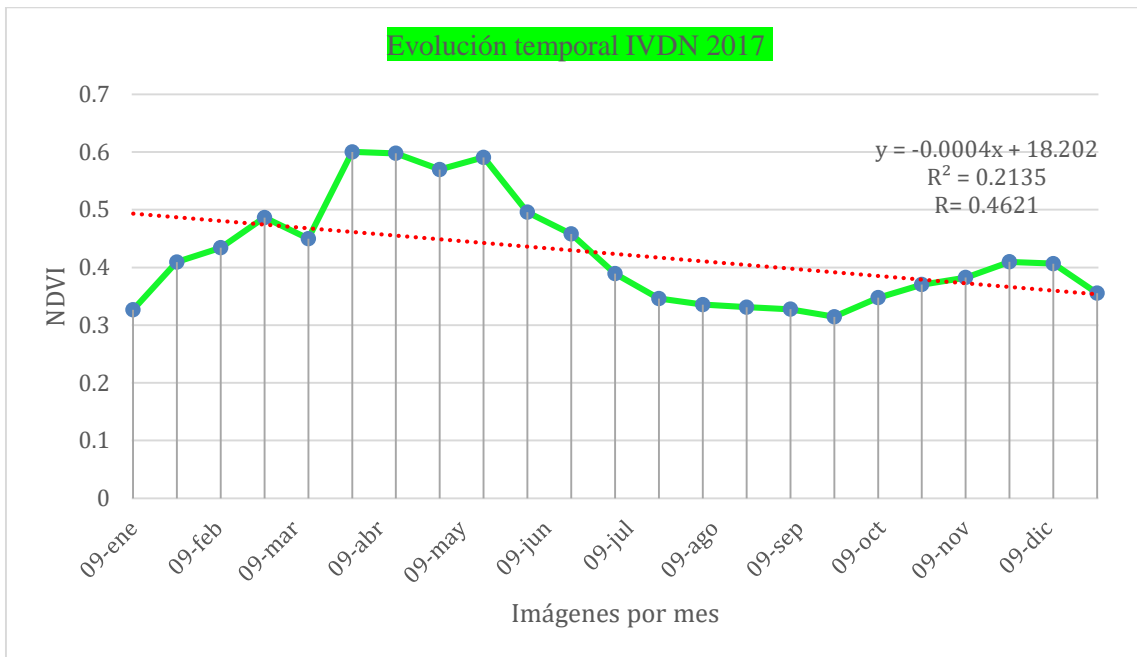
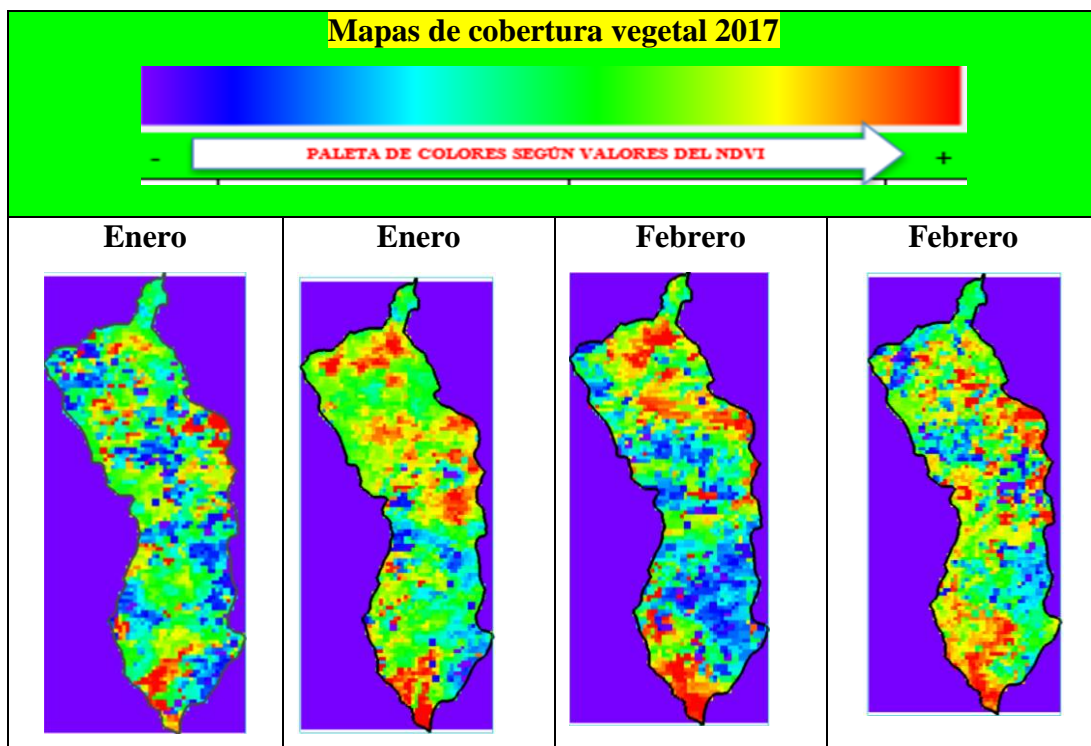
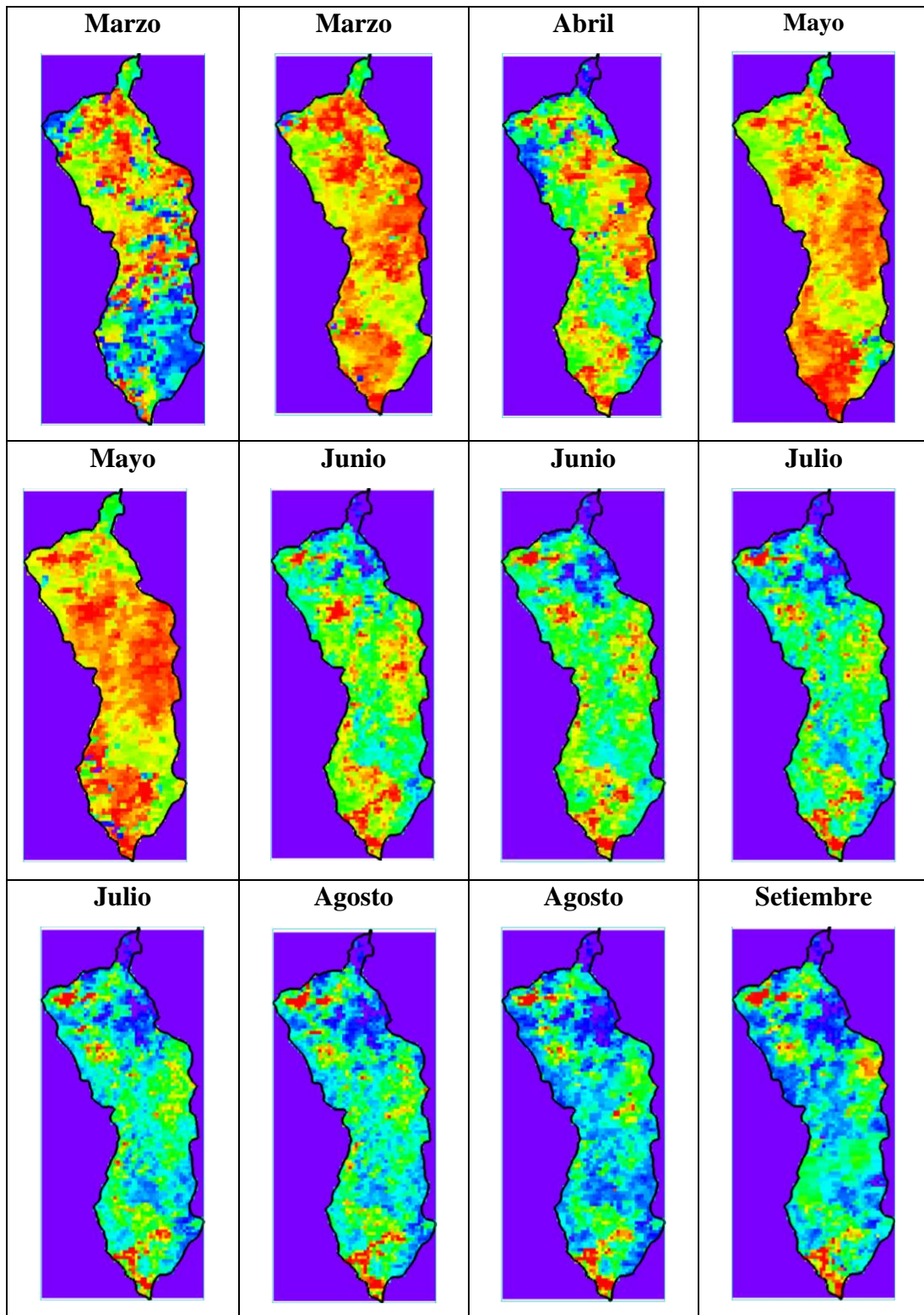
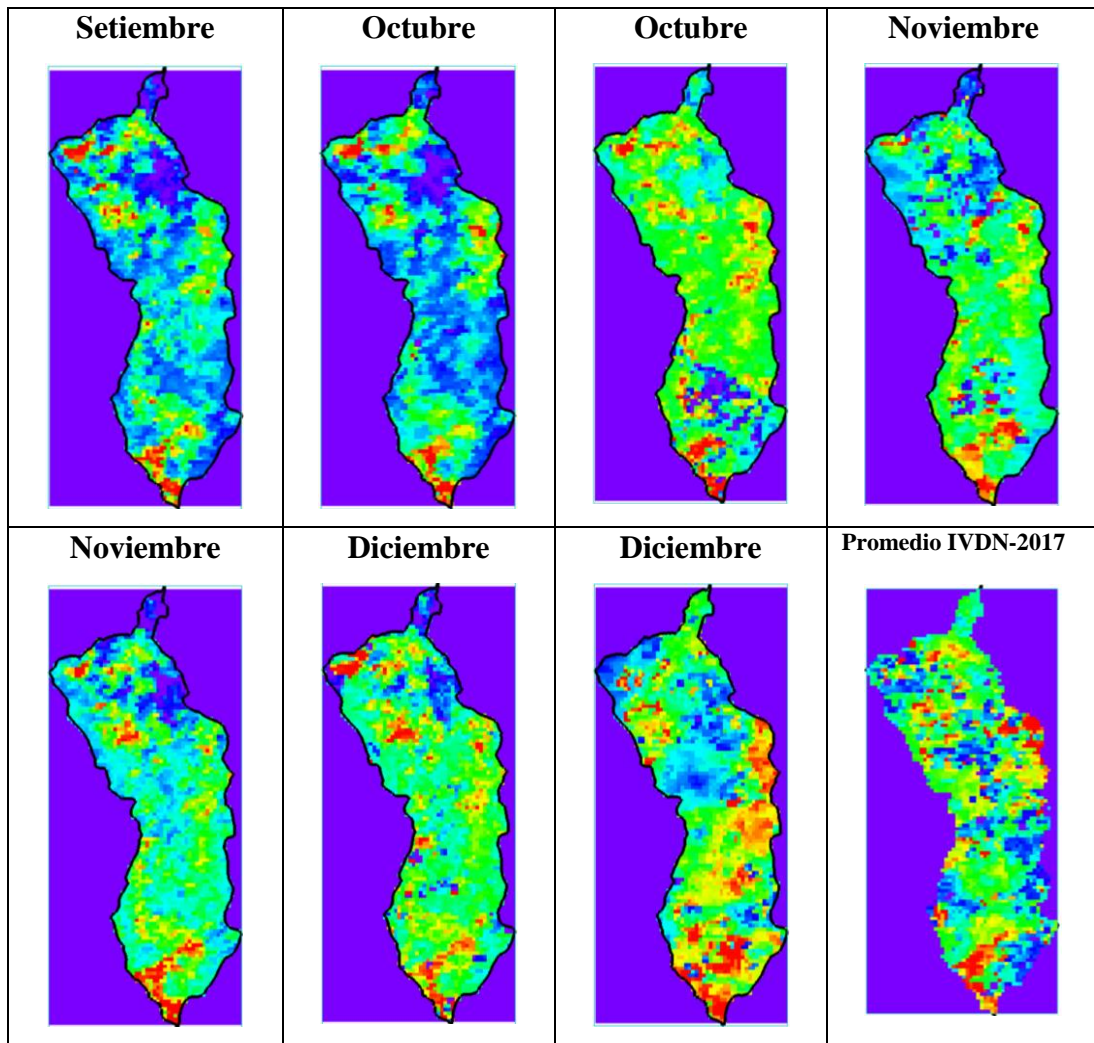


Figura 4.3: Tendencia negativa de la evolución temporal IVDN por meses, periodo 2017.







Fuente: Elaboración propia

4.4. Evolución temporal del IVDN y mapas temáticos de cobertura vegetal 2018

Figura 4.4 muestra la variabilidad temporal de cobertura vegetal según el IVDN del 2018. El mes de marzo se observa un valor IVDN máximo de 0.611547 y un mínimo en el mes de setiembre de 0.334982. Este resultado muestra la variabilidad de la vegetación por píxeles según los mapas temáticos de las causas del impacto de uso de suelo de la cobertura vegetal según el comportamiento del IVDN 2018.

Tabla 4.3

Datos del IVDN por meses al año 2018

#Número	Día	Mes	Año	IVDN
9	9	ENERO	2018	0.461238
25	25	ENERO	2018	0.527393

41	10	FEBREO	2018	0.473700
57	26	FEBREO	2018	0.508186
73	14	MARZO	2018	0.573177
89	30	MARZO	2018	0.611547
105	15	ABRIL	2018	0.571745
121	1	MAYO	2018	0.551232
137	17	MAYO	2018	0.489600
153	2	JUNIO	2018	0.455040
169	18	JUNIO	2018	0.418844
185	4	JULIO	2018	0.378096
201	20	JULIO	2018	0.364692
217	5	AGOSTO	2018	0.356748
233	21	AGOSTO	2018	0.353784
249	6	SETIEMBRE	2018	0.357891
265	22	SETIEMBRE	2018	0.334982
281	8	OCTUBRE	2018	0.350490
297	24	OCTUBRE	2018	0.368405
313	9	NOVIEMBRE	2018	0.365659
329	25	NOVIEMBRE	2018	0.395376
345	11	DICIEMBRE	2018	0.376421
361	27	DICIEMBRE	2018	0.378957

Fuente: Elaboración propia

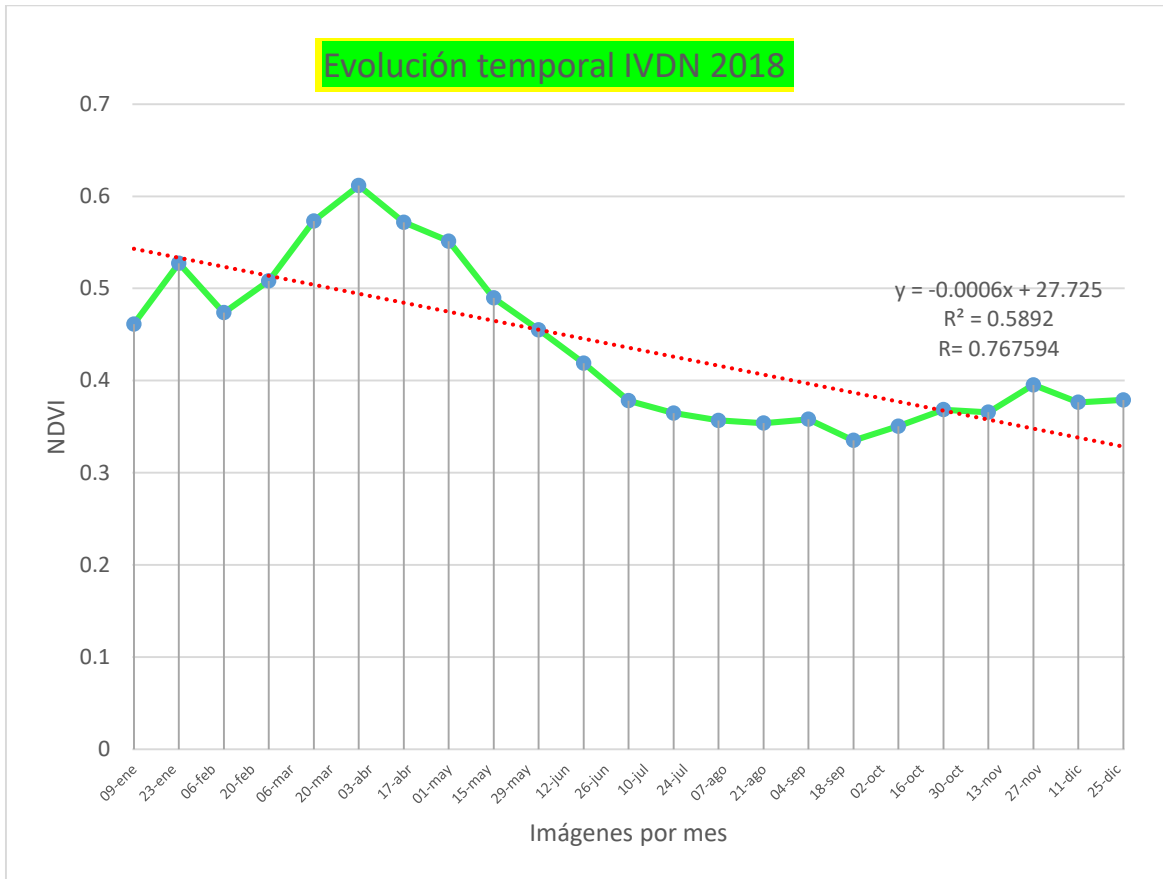
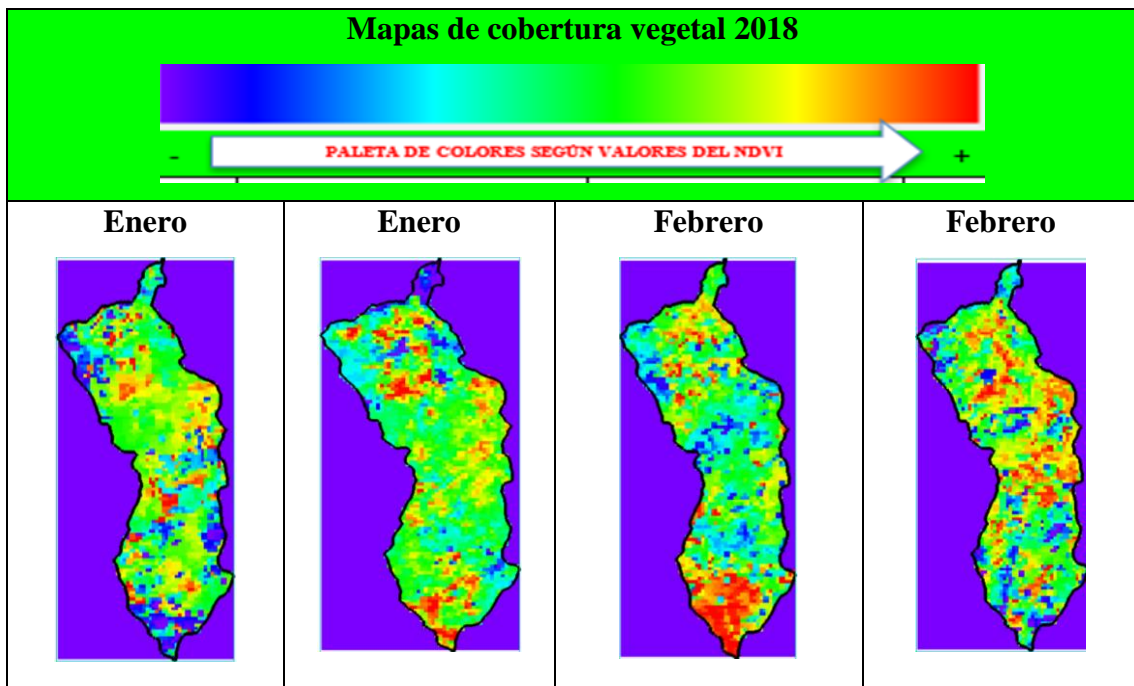
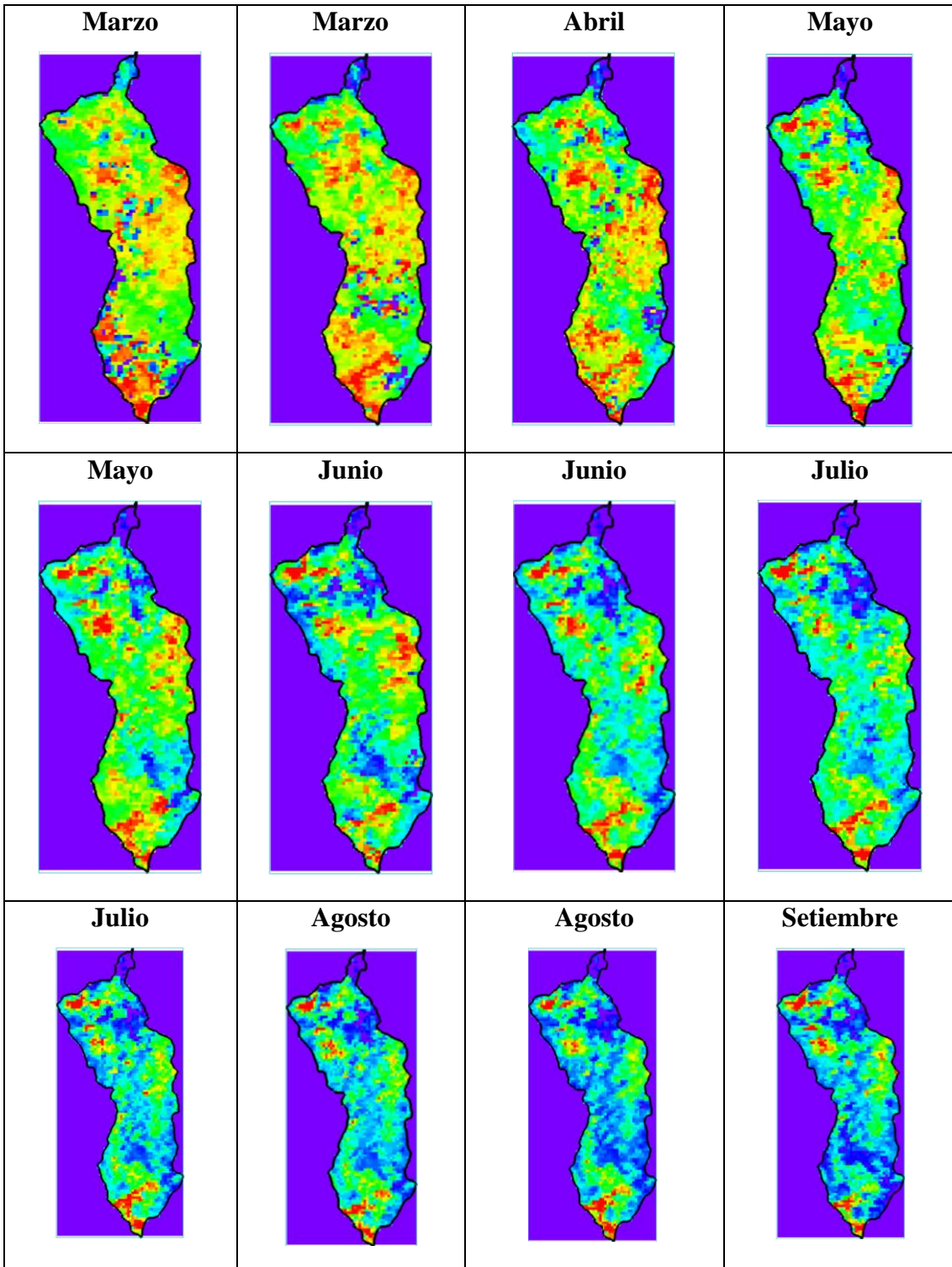
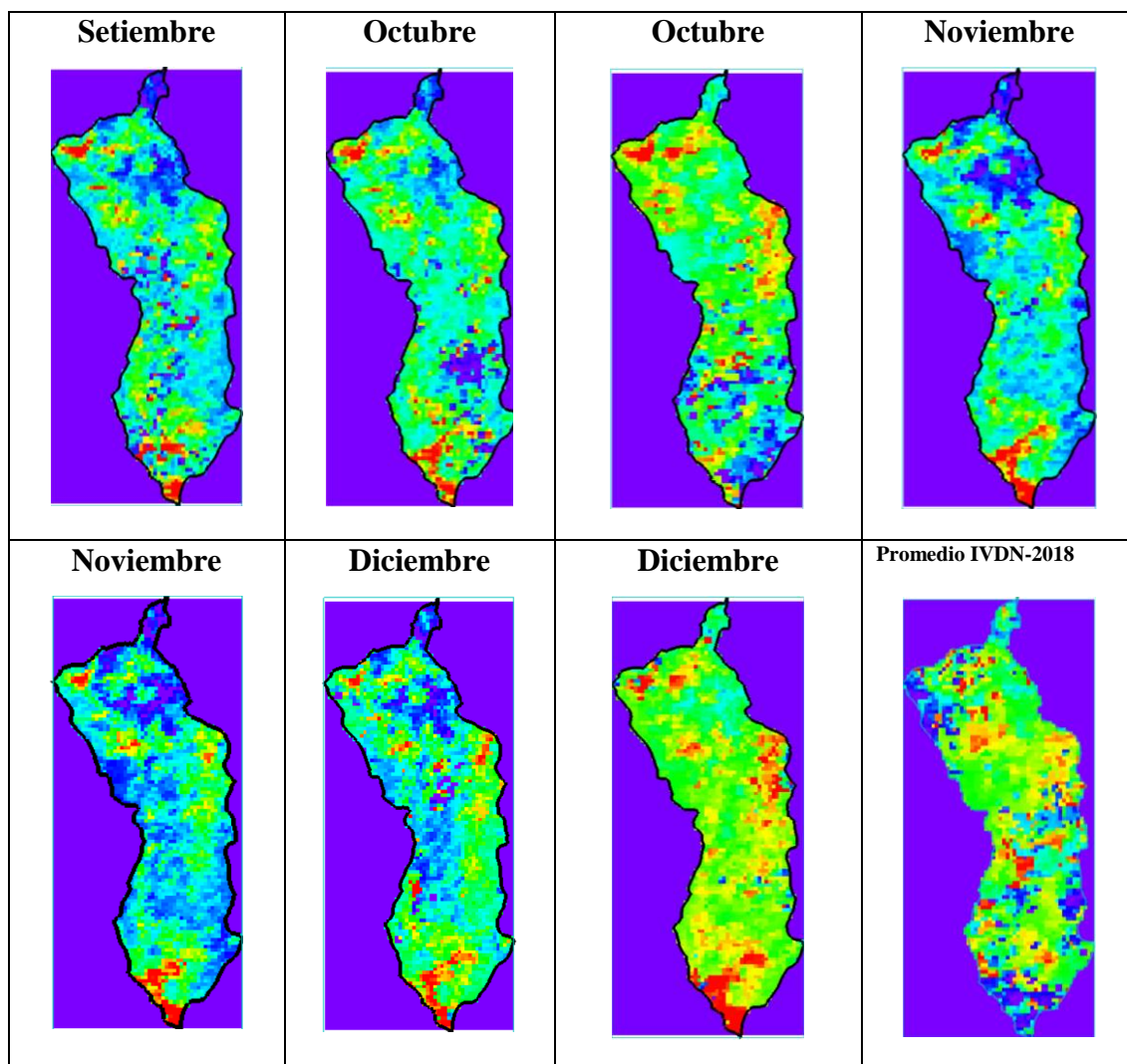


Figura 4.4: Tendencia negativa de la evolución temporal IVDN por meses, periodo 2018.







Fuente: Elaboración propia

4.5. Evolución temporal del IVDN y mapas temáticos de cobertura vegetal 2019

Figura 4.5 muestra la variabilidad temporal de cobertura vegetal según el IVDN del 2019. En el mes de marzo se observa un valor IVDN máximo de 0.612760 y un mínimo en el mes de setiembre de 0.311063. Este resultado muestra la variabilidad de la vegetación por pixeles según los mapas temáticos de las causas del impacto de uso de suelo de la cobertura vegetal según el comportamiento del IVDN 2019.

Tabla 4.4*Datos del IVDN por meses al año 2019*

#Número	Día	Mes	Año	IVDN
9	9	ENERO	2019	0.433544
25	25	ENERO	2019	0.393725
41	10	FEBREO	2019	0.531490
57	26	FEBREO	2019	0.516362
73	14	MARZO	2019	0.485089
89	30	MARZO	2019	0.612760
105	15	ABRIL	2019	0.560780
121	1	MAYO	2019	0.551417
137	17	MAYO	2019	0.529807
153	2	JUNIO	2019	0.462322
169	18	JUNIO	2019	0.422068
185	4	JULIO	2019	0.376247
201	20	JULIO	2019	0.367771
217	5	AGOSTO	2019	0.323625
233	21	AGOSTO	2019	0.311455
249	6	SETIEMBRE	2019	0.311063
265	22	SETIEMBRE	2019	0.318604
281	8	OCTUBRE	2019	0.344561
297	24	OCTUBRE	2019	0.336776
313	9	NOVIEMBRE	2019	0.343410
329	25	NOVIEMBRE	2019	0.385395
345	11	DICIEMBRE	2019	0.445880
361	27	DICIEMBRE	2019	0.515452

Fuente: Elaboración propia

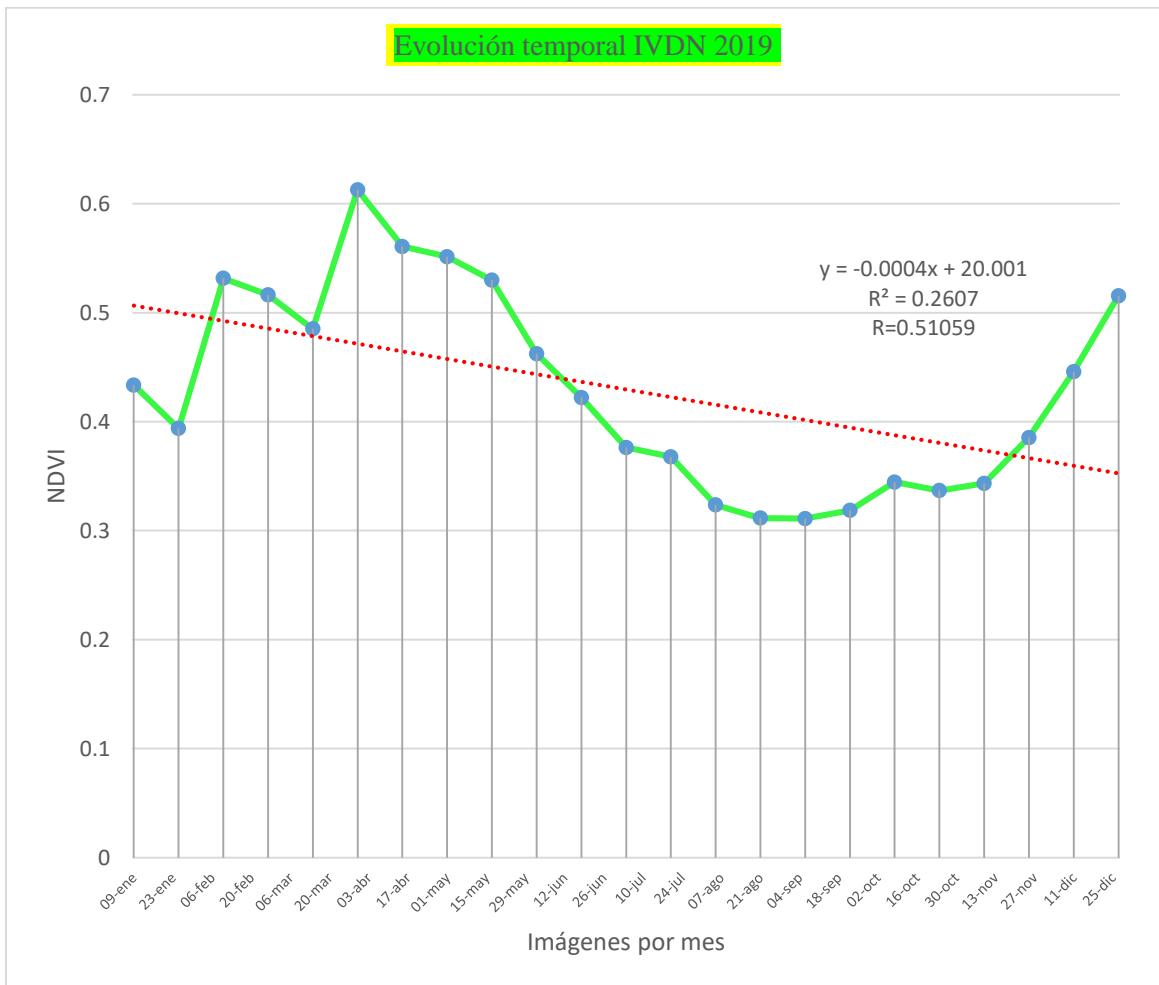
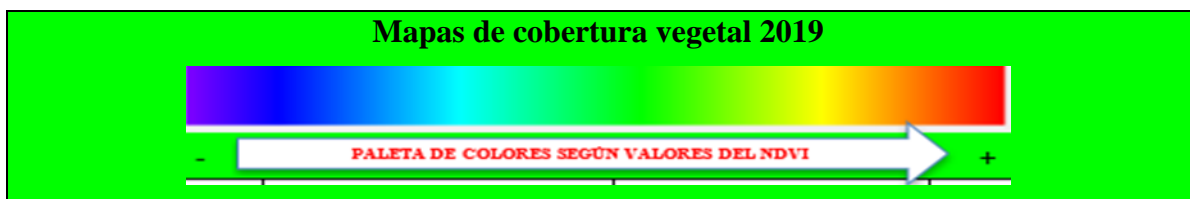
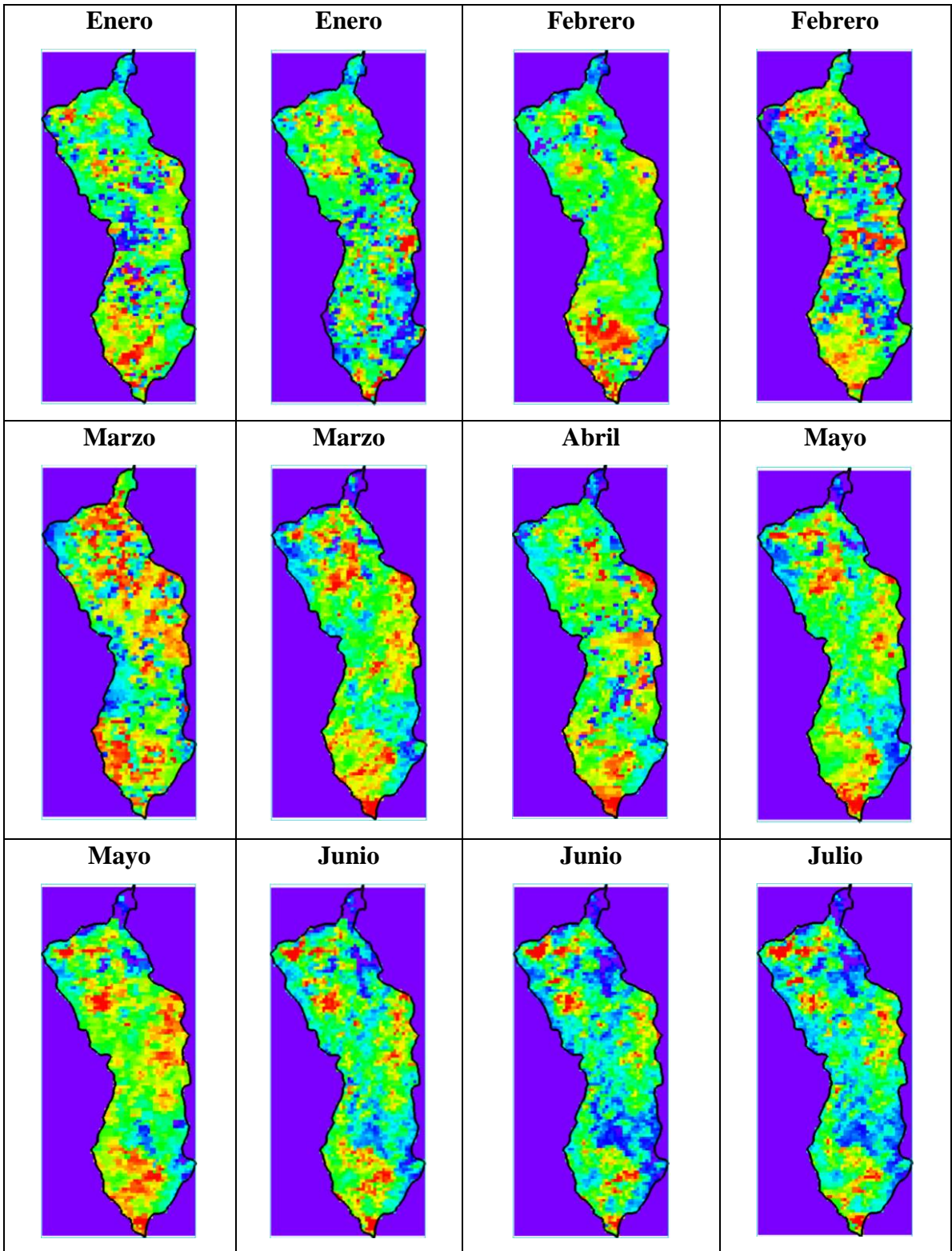
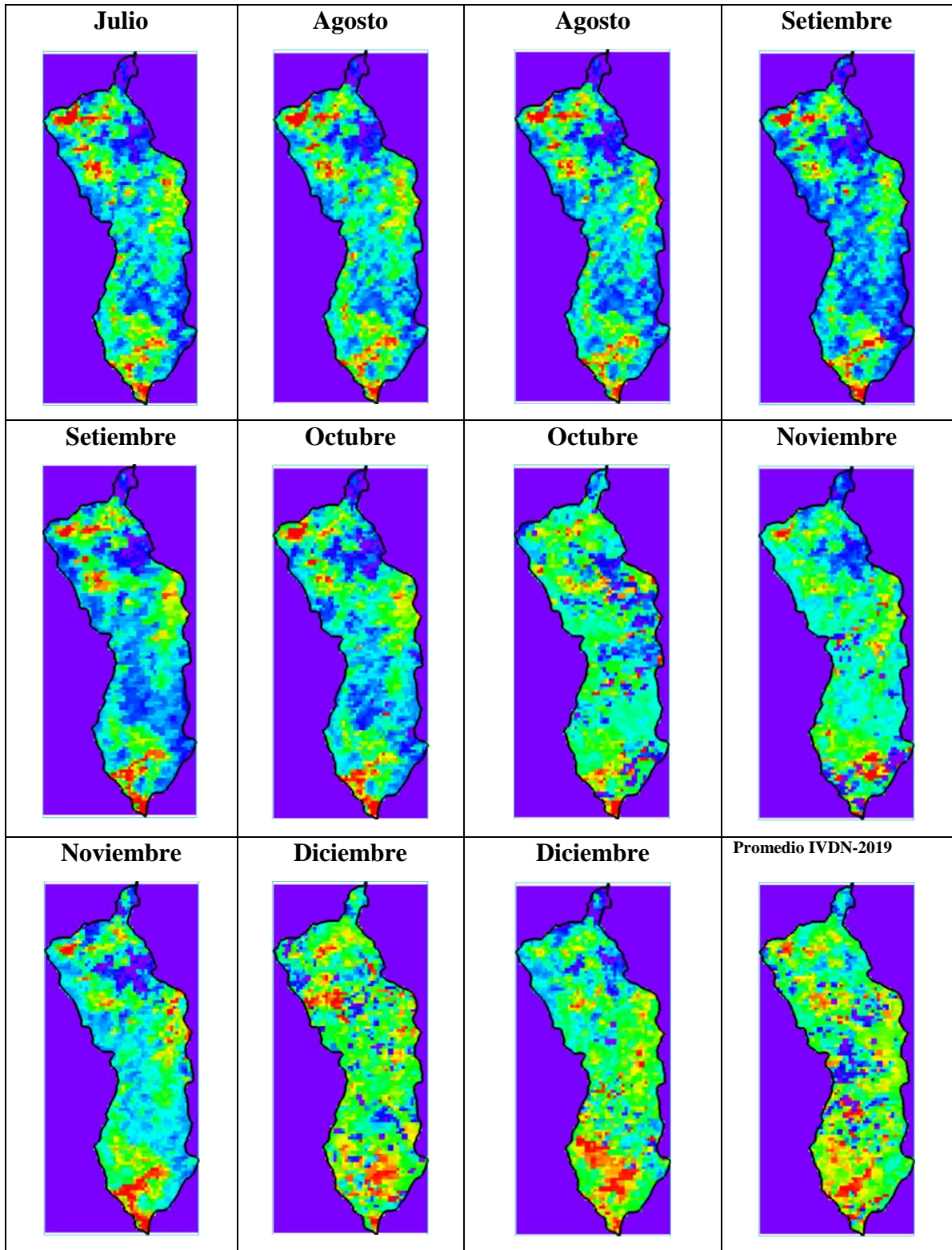


Figura 4.5: Tendencia negativa de la evolución temporal IVDN por meses, periodo 2019.







Fuente: Elaboración propia

4.6. Evolución temporal del IVDN y mapas temáticos de cobertura vegetal 2020

Figura 4.5 muestra la variabilidad temporal de cobertura vegetal según el IVDN del 2020. El mes de marzo se observa un valor IVDN máximo de 0.618470 y un mínimo en el mes

de setiembre de 0.296383. Este resultado muestra la variabilidad de la vegetación por pixeles según los mapas temáticos de las causas del impacto de uso de suelo de la cobertura vegetal según el comportamiento del IVDN 2020.

Tabla 4.5.

Datos del IVDN por meses al año 2020

#Número	Día	Mes	Año	IVDN
9	9	ENERO	2020	0.530048
25	25	ENERO	2020	0.549552
41	10	FEBREO	2020	0.588123
57	26	FEBREO	2020	0.578764
73	13	MARZO	2020	0.618470
89	29	MARZO	2020	0.574595
105	14	ABRIL	2020	0.588355
121	30	ABRIL	2020	0.494754
137	16	MAYO	2020	0.463344
153	1	JUNIO	2020	0.440683
169	17	JUNIO	2020	0.374967
185	3	JULIO	2020	0.364448
201	19	JULIO	2020	0.329746
217	4	AGOSTO	2020	0.321974
233	20	AGOSTO	2020	0.297688
249	5	SETIEMBRE	2020	0.317696
265	21	SETIEMBRE	2020	0.296383
281	7	OCTUBRE	2020	0.356859
297	23	OCTUBRE	2020	0.321750
313	8	NOVIEMBRE	2020	0.328964
329	24	NOVIEMBRE	2020	0.323158

345	10	DICIEMBRE	2020	0.370572
361	26	DICIEMBRE	2020	0.297742

Fuente: Elaboración propia

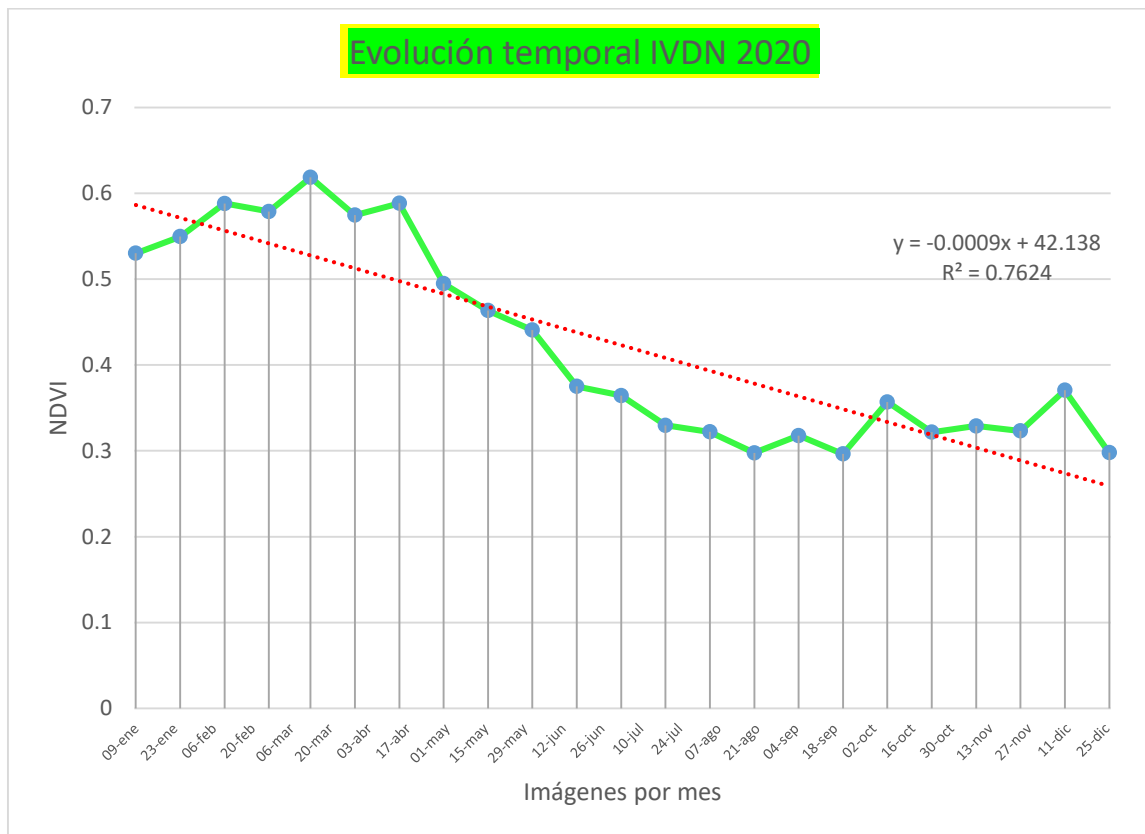
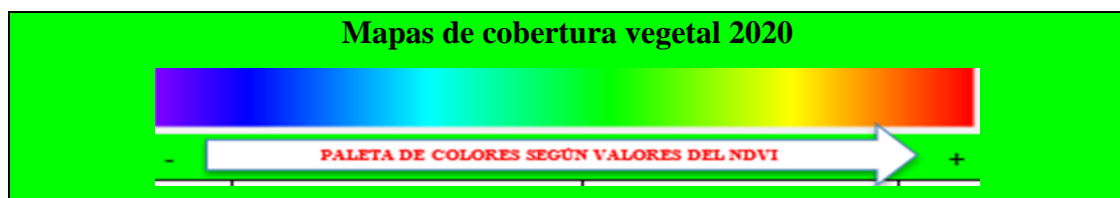
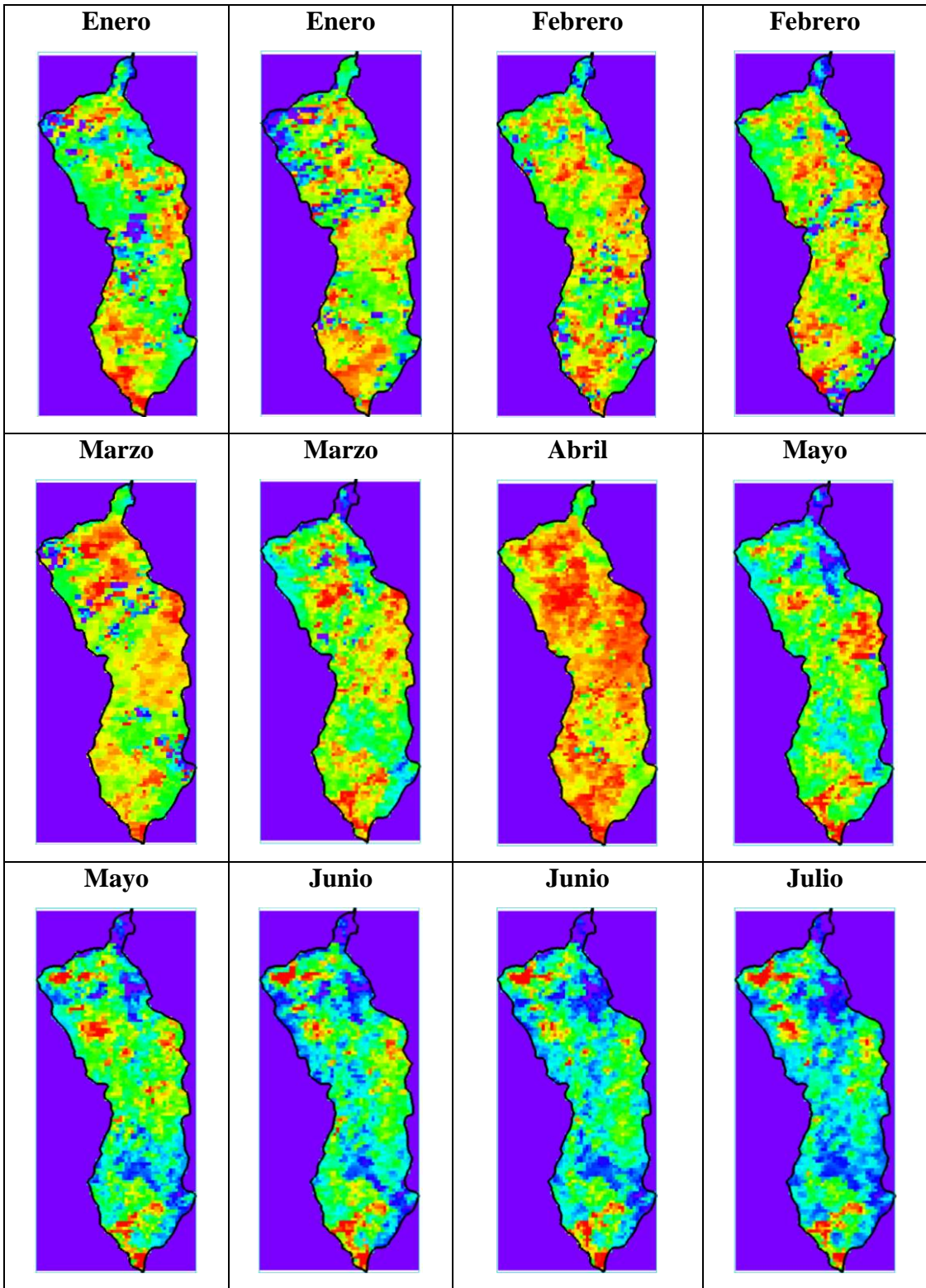
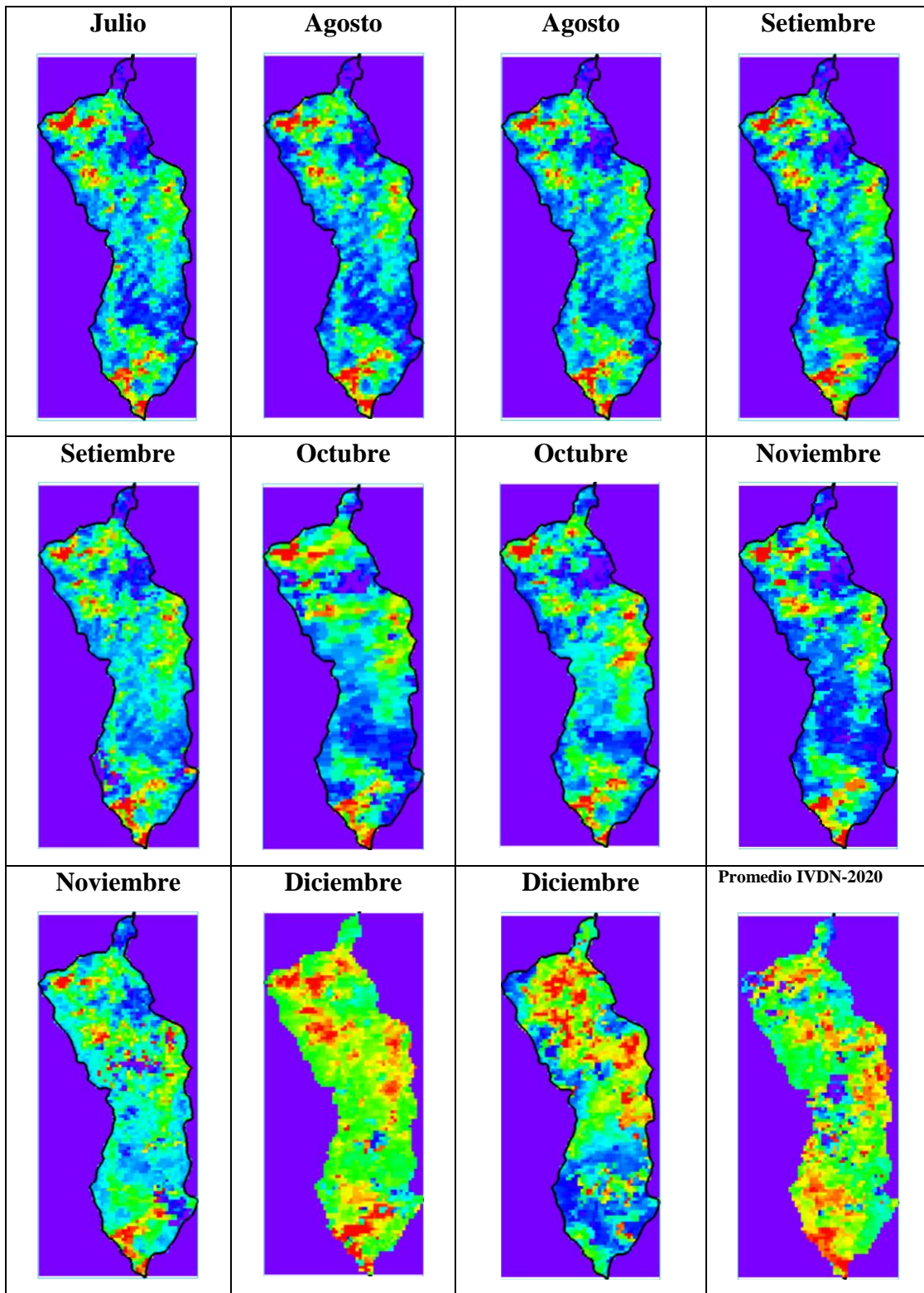


Figura 4.6: Tendencia negativa de la evolución temporal IVDN por meses, periodo 2020.







Fuente: Elaboración propia

4.7. Evolución temporal del IVDN y mapas temáticos de cobertura vegetal 2021

Figura 4.5 muestra la variabilidad temporal de cobertura vegetal según el IVDN del 2021. El mes de abril se observa un valor IVDN máximo de 0.611304 y un mínimo en el mes

de agosto de 0.331901. Este resultado muestra la variabilidad de la vegetación por píxeles según los mapas temáticos de las causas del impacto de uso de suelo de la cobertura vegetal según el comportamiento del IVDN 2021.

Tabla 4.6

Datos del IVDN por meses del año 2021

#Número	Día	Mes	Año	IVDN
9	9	ENERO	2021	0.368408
25	25	ENERO	2021	0.501239
41	10	FEBREO	2021	0.534517
57	26	FEBREO	2021	0.501459
73	14	MARZO	2021	0.571065
89	30	MARZO	2021	0.611151
105	15	ABRIL	2021	0.611304
121	1	MAYO	2021	0.584555
137	17	MAYO	2021	0.495413
153	2	JUNIO	2021	0.486928
169	18	JUNIO	2021	0.427465
185	4	JULIO	2021	0.393355
201	20	JULIO	2021	0.359122
217	5	AGOSTO	2021	0.345770
233	21	AGOSTO	2021	0.331901
249	6	SETIEMBRE	2021	0.347364
265	22	SETIEMBRE	2021	0.332177
281	8	OCTUBRE	2021	0.344512
297	24	OCTUBRE	2021	0.348554
313	9	NOVIEMBRE	2021	0.354479
329	25	NOVIEMBRE	2021	0.384491

345	11	DICIEMBRE	2021	0.434582
361	27	DICIEMBRE	2021	0.517117

Fuente: Elaboración propia

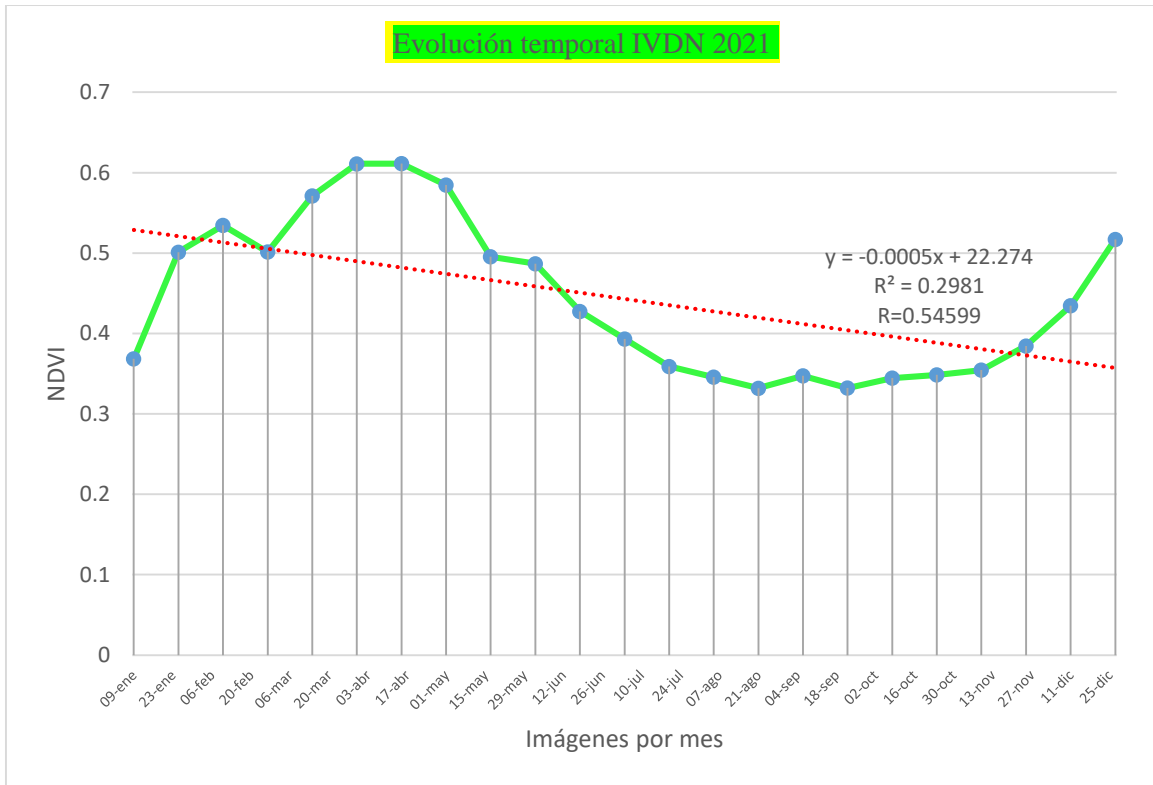
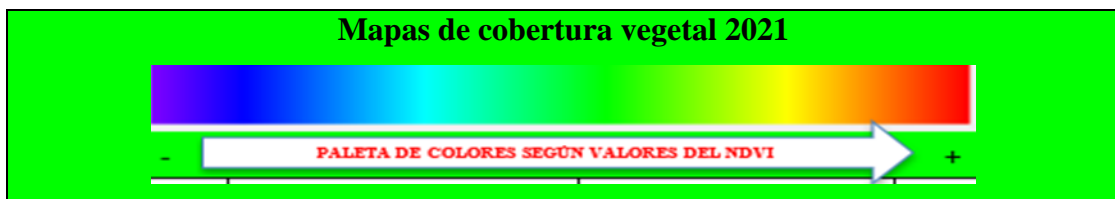
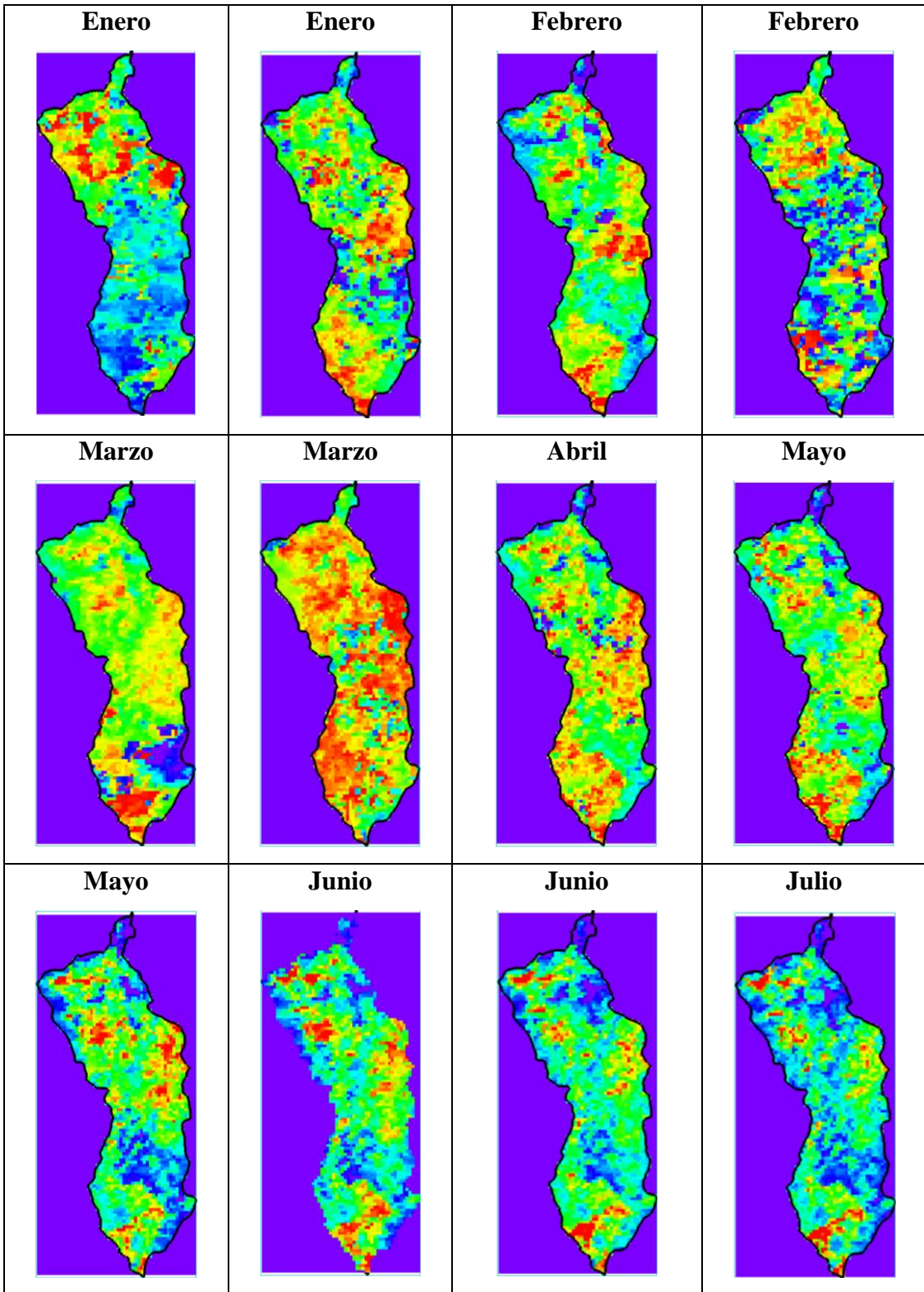
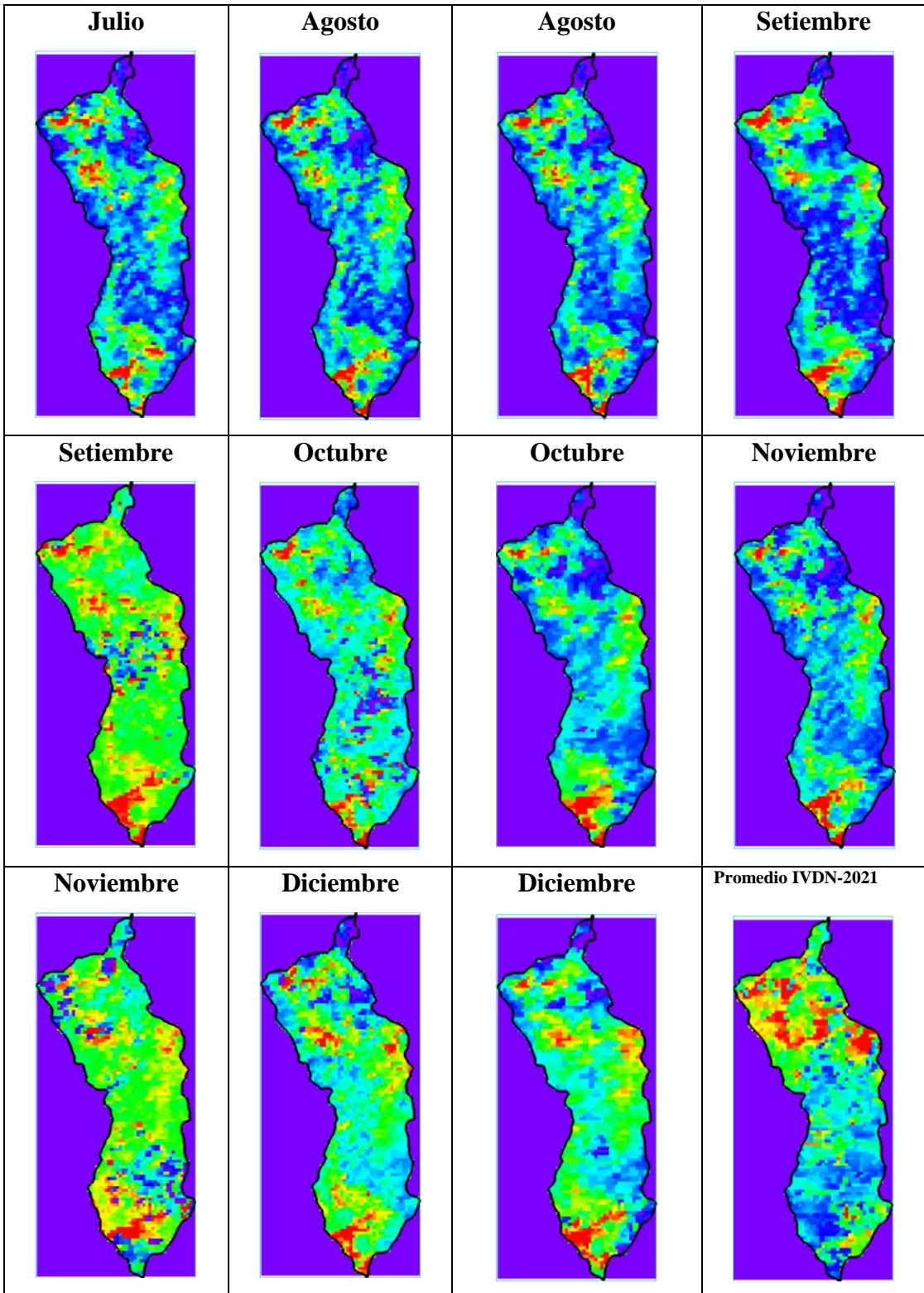


Figura 4.7: Tendencia negativa de la evolución temporal IVDN por meses, periodo 2021.







Fuente: Elaboración propia

Procedimiento inferencial:

Hipótesis específica 1:

H₀: No existe variabilidad temporal del índice de vegetación de diferencia normalizada en el comportamiento fenológico de la vegetación en el distrito de Socos en el periodo 2017 y 2021.

H₁: Existe variabilidad temporal del índice de vegetación de diferencia normalizada en el comportamiento fenológico de la vegetación en el distrito de Socos en el periodo 2017 y 2021.

1. Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,238	23	,002	,894	23	,019

a. Corrección de significación de Lilliefors

2. Establecer un nivel de significancia

Nivel de Significancia (alfa) $\alpha = 5\% = 0,05$

H₀: Es la distribución de la variable aleatoria **NO ES DISTINTA** a la distribución normal

H₁: Es la distribución de la variable aleatoria **ES DISTINTA** a la distribución normal

3. Valor de P= 1,9%= 0,019

Con una probabilidad de error del 1,9 % se determina que los datos no tienen una distribución normal, porque $1.9\% < 5\%$ por lo cual se acepta la hipótesis alterna H₁.

4. Prueba no paramétrica fue la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.

Estadísticos de prueba^a

	IVDN2017 y IVDN2021
Z	-1,612 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,107

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

c. **Lectura del p-valor** = 0,107 =10,7 % por tanto: 10,7%> 5%

Con una probabilidad de error del 10,7% aceptamos la hipótesis nula: La fenología de la vegetación según el índice de vegetación de diferencia normalizada, mediante imágenes satelitales no presenta un decaimiento en la dinámica de la vegetación en el distrito de Socos - Ayacucho, 2017 y 2021.

Procedimiento descriptivo:

4.8. Tipo de cobertura vegetal según la temporalidad por km² 2017

En el presente cuadro se muestra las características del suelo según el valor del IVDN de la superficie en km²

Cuadro 4.1. Características del suelo en km² 2017.

Características del suelo	km²
Suelo desnudo o construcciones (IVDN: 0.028-0.47)	13975
Vegetación escasa (IVDN: 0.48-0.54)	815
Vegetación estresada (IVDN: 0.55-0.60)	404
Vegetación ligeramente vigorosa (IVDN: 0.61-0.63)	160
Vegetación vigorosa (IVDN: 0.64-0.66)	105

Fuente: Elaboración propia

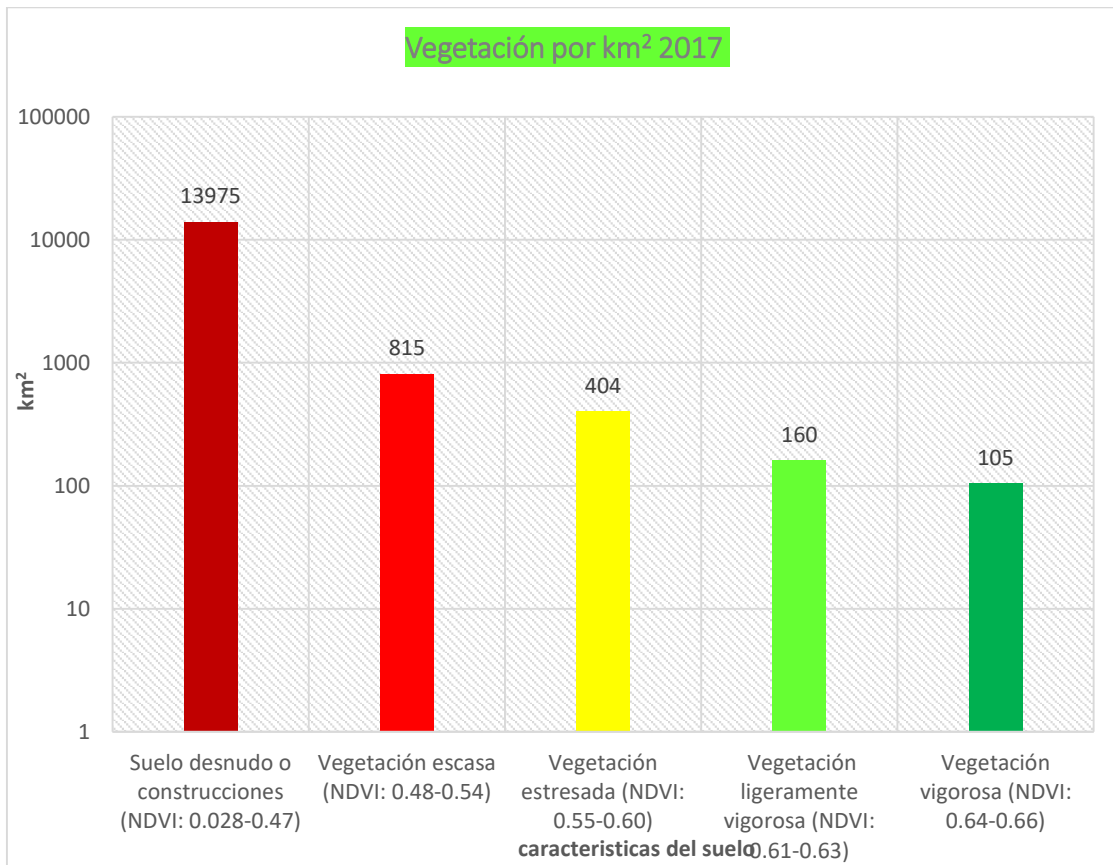
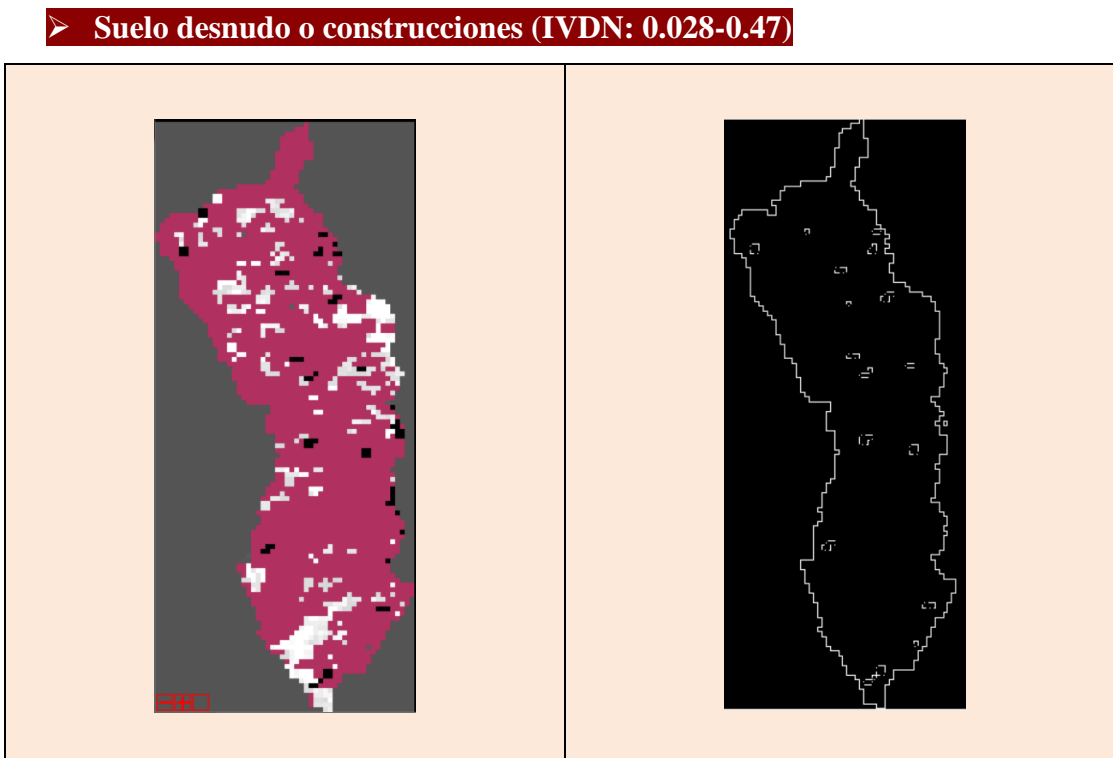
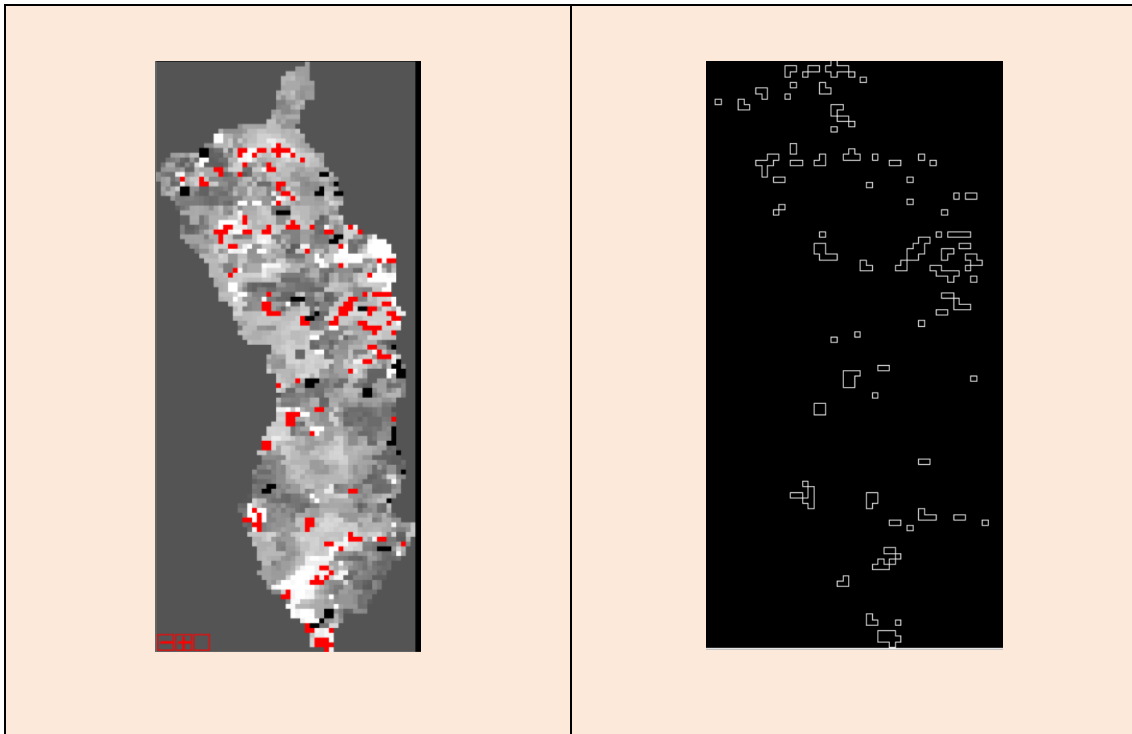


Figura 4.8: Tipo de cobertura vegetal según el tiempo por km² 2017.

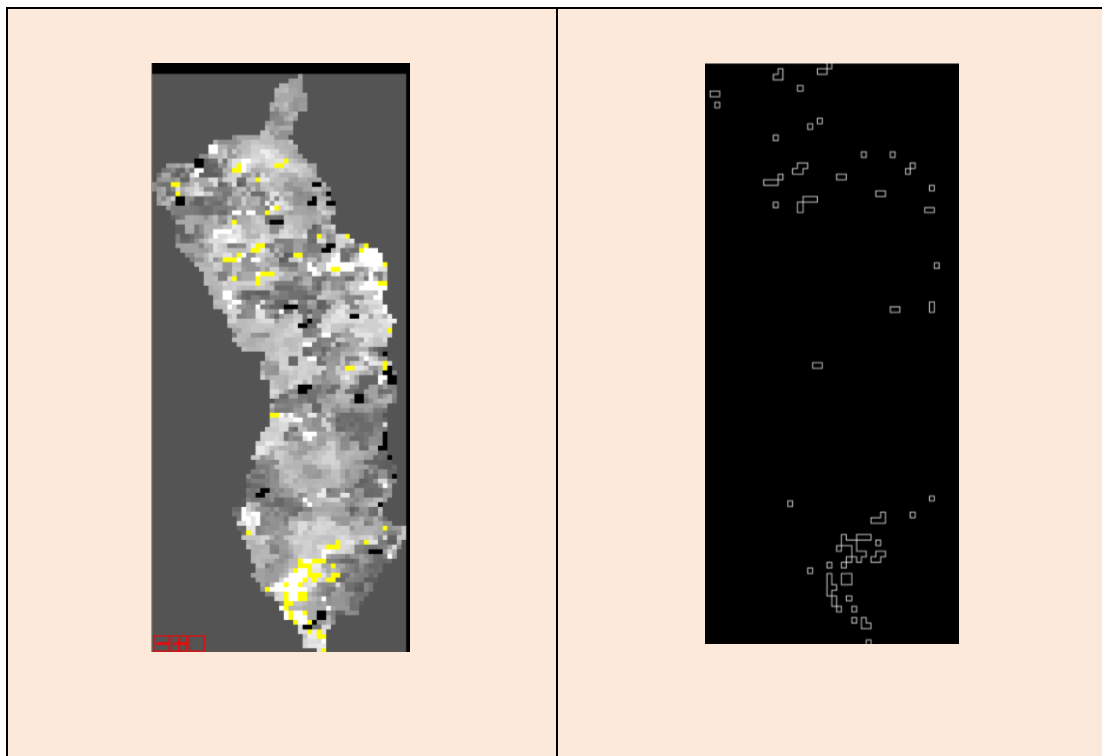
4.9. Mapas de cobertura vegetal según pixeles por km² del 2017



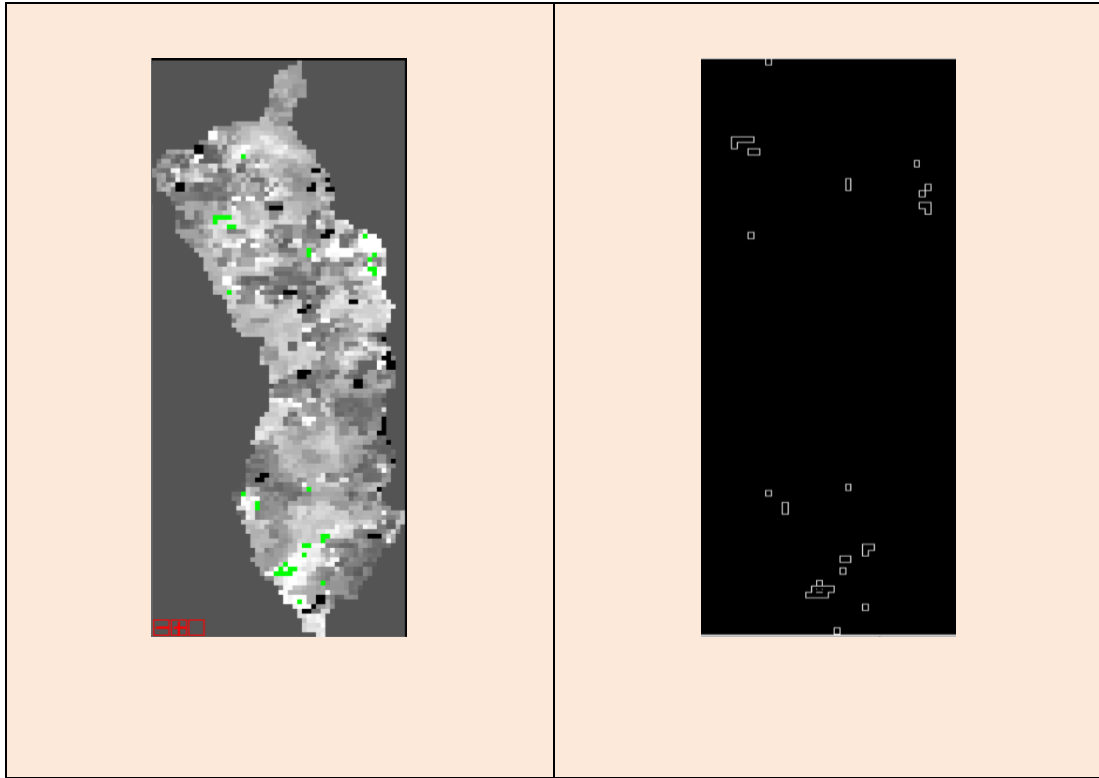
➤ **Vegetación escasa (IVDN: 0.48-0.54)**



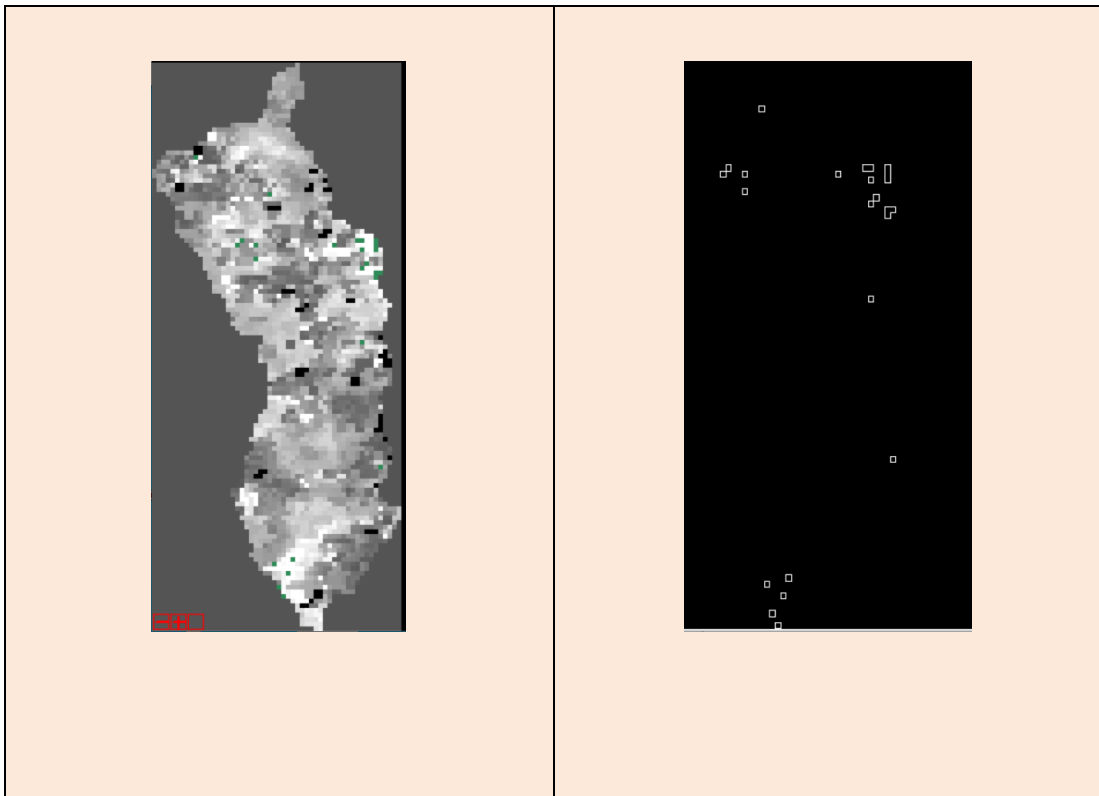
➤ **Vegetación estresada (IVDN: 0.55-0.60)**



➤ **Vegetación ligeramente vigorosa (IVDN: 0.61-0.63)**



➤ **Vegetación vigorosa (IVDN: 0.64-0.66)**



4.10. Tipo de cobertura vegetal según el tiempo por Km² 2018

En el presente cuadro se muestra las características del suelo según el valor del IVDN de la superficie en km².

Cuadro 4.2. Características del suelo en km² 2018

Características del suelo	km ²
Suelo desnudo o construcciones (IVDN: 0.028-0.47)	6162
Vegetación escasa (IVDN: 0.48-0.54)	2524
Vegetación estresada (IVDN: 0.55-0.60)	2211
Vegetación ligeramente vigorosa (IVDN: 0.61-0.63)	564
Vegetación vigorosa (IVDN: 0.64-0.66)	433

Fuente: Elaboración propia

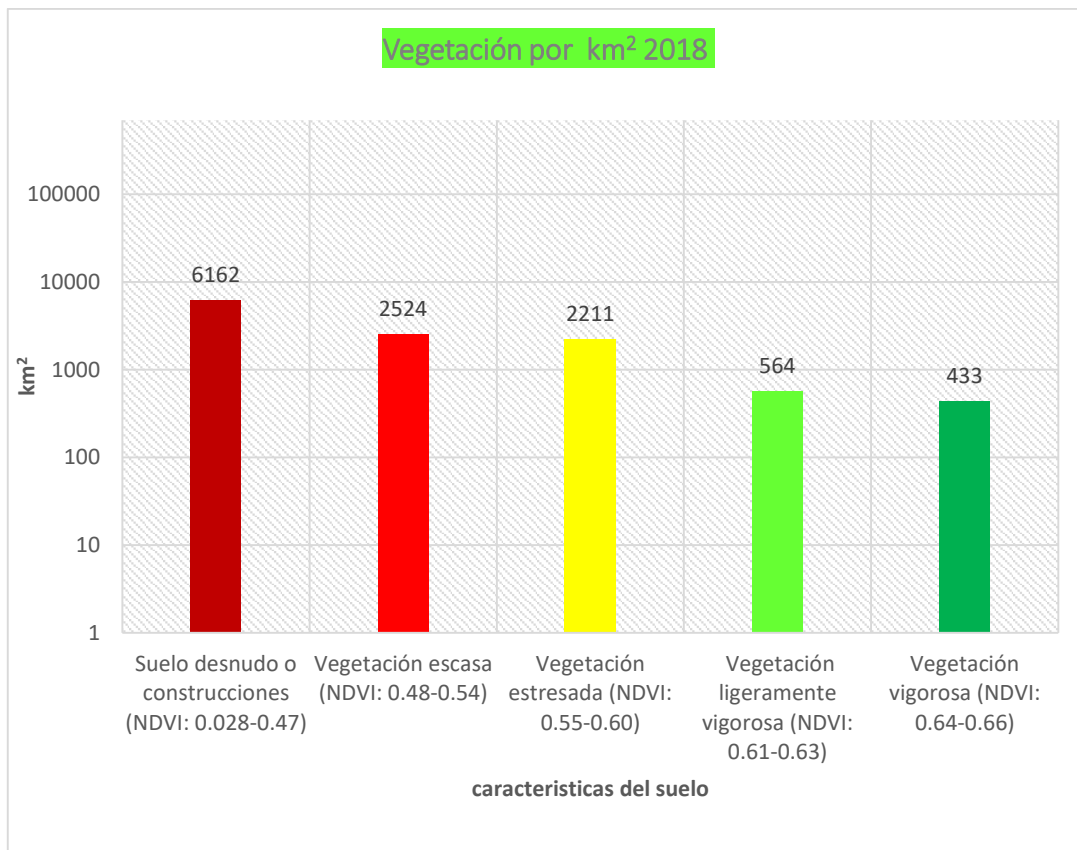
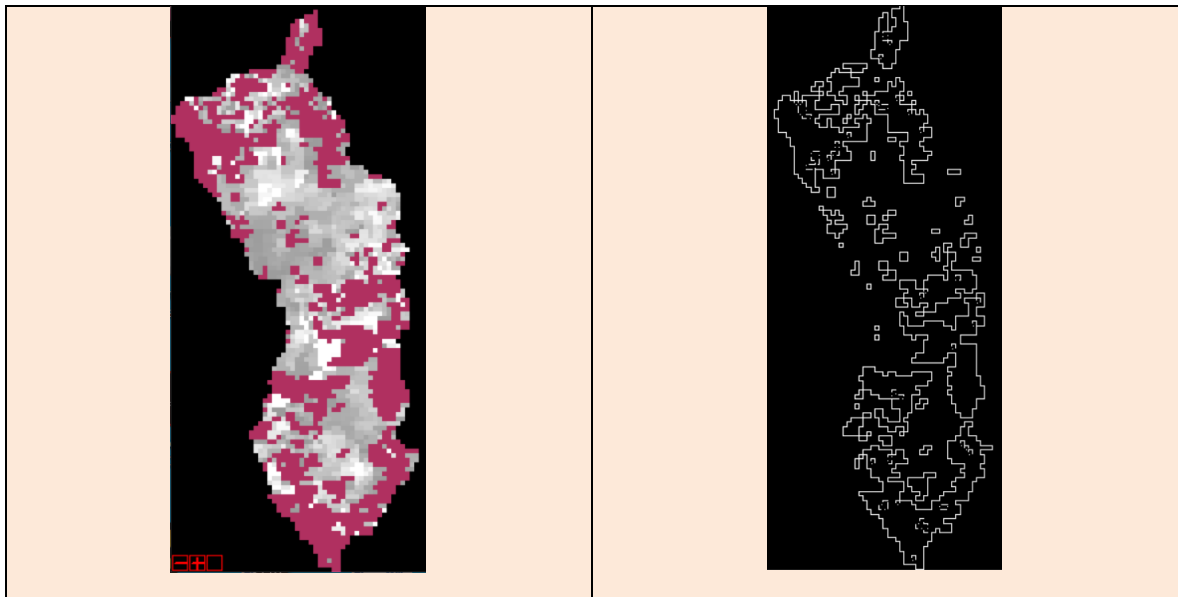


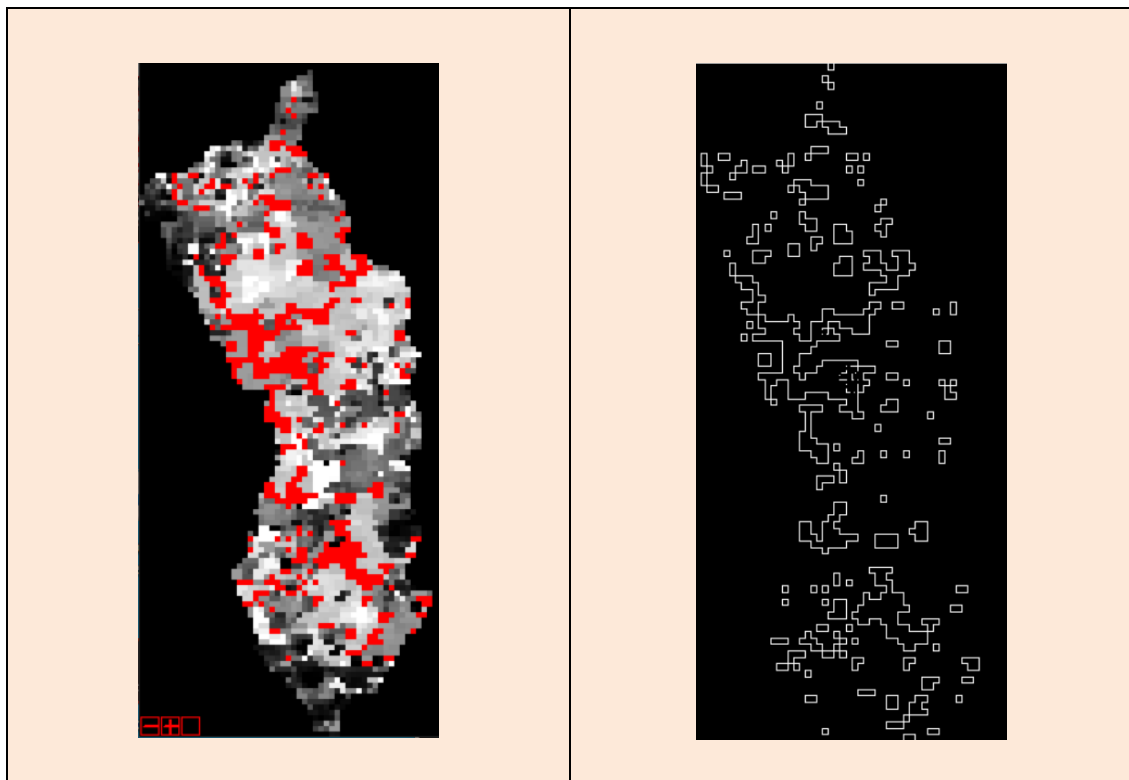
Figura 4.9: Tipo de cobertura vegetal en el tiempo por km² 2018.

4.11. Mapas de cobertura vegetal según píxeles por km² del 2018

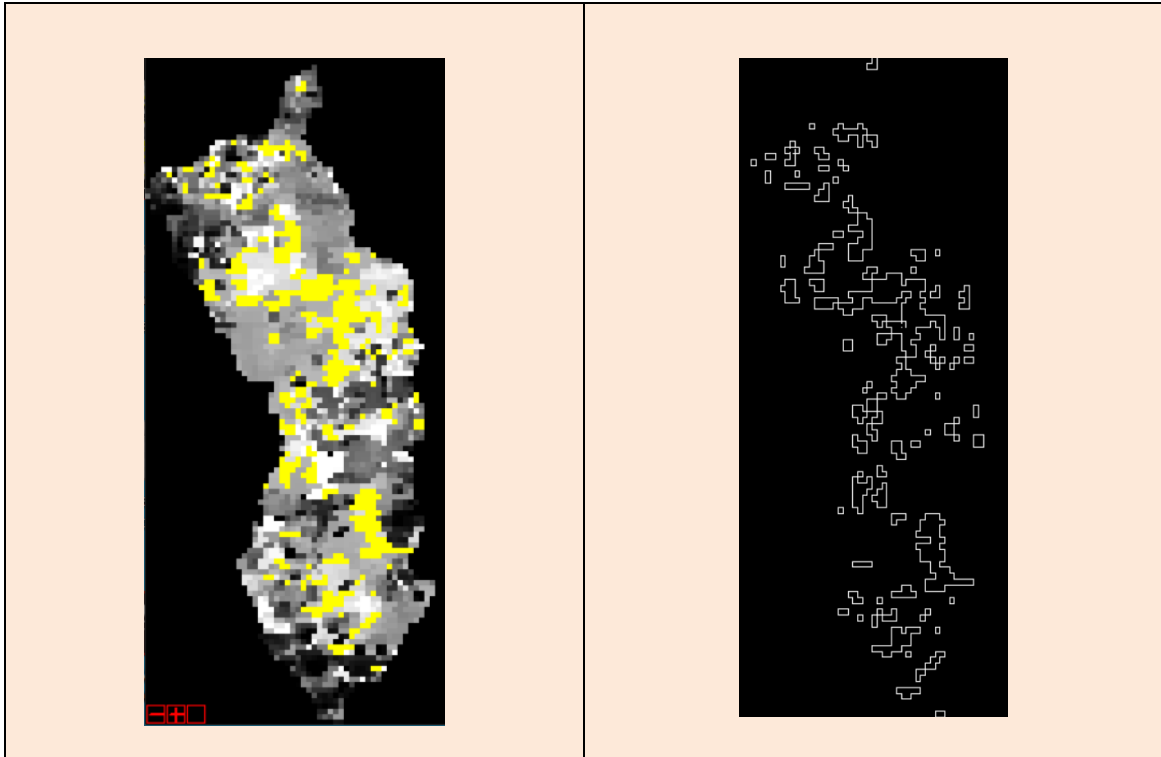
➤ Suelo desnudo o construcciones (IVDN: 0.028-0.47)



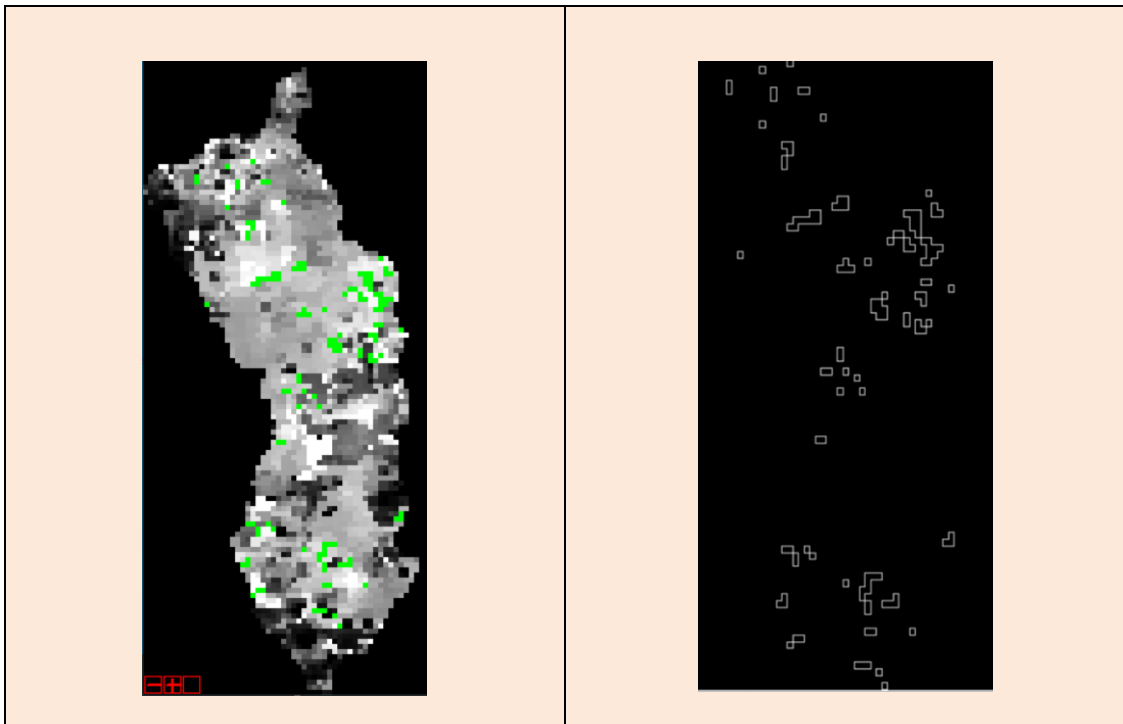
➤ Vegetación escasa (IVDN: 0.48-0.54)



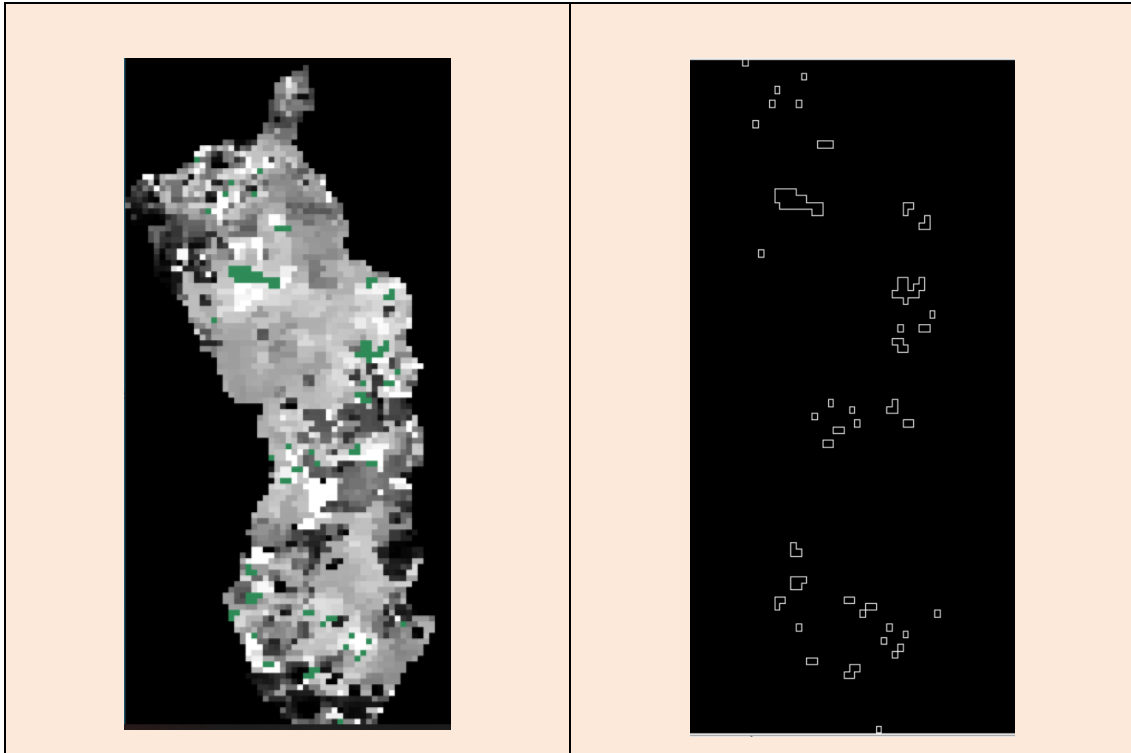
➤ Vegetación estresada (IVDN: 0.55-0.60)



➤ **Vegetación ligeramente vigorosa (IVDN: 0.61-0.63)**



➤ **Vegetación vigorosa (IVDN: 0.64-0.66)**



4.12. Tipo de cobertura vegetal en el tiempo por km² 2019

En el presente cuadro se muestra las características del suelo según el valor del IVDN de la superficie en km².

Cuadro 4.3. Características del suelo en km² 2019

Características del suelo	km ²
Suelo desnudo o construcciones (IVDN: 0.028-0.47)	7980
Vegetación escasa (IVDN: 0.48-0.54)	2715
Vegetación estresada (IVDN: 0.55-0.60)	1411
Vegetación ligeramente vigorosa (IVDN: 0.61-0.63)	3418
Vegetación vigorosa (IVDN: 0.64-0.66)	247

Fuente: Elaboración propia

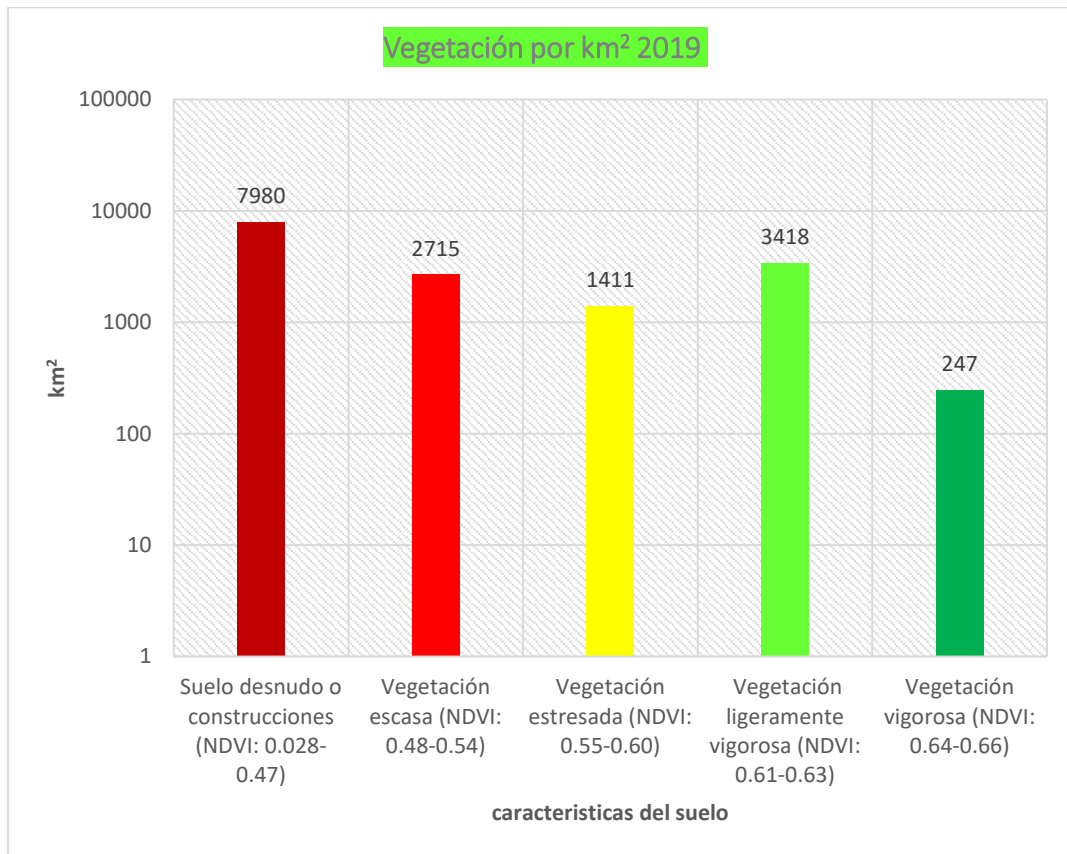
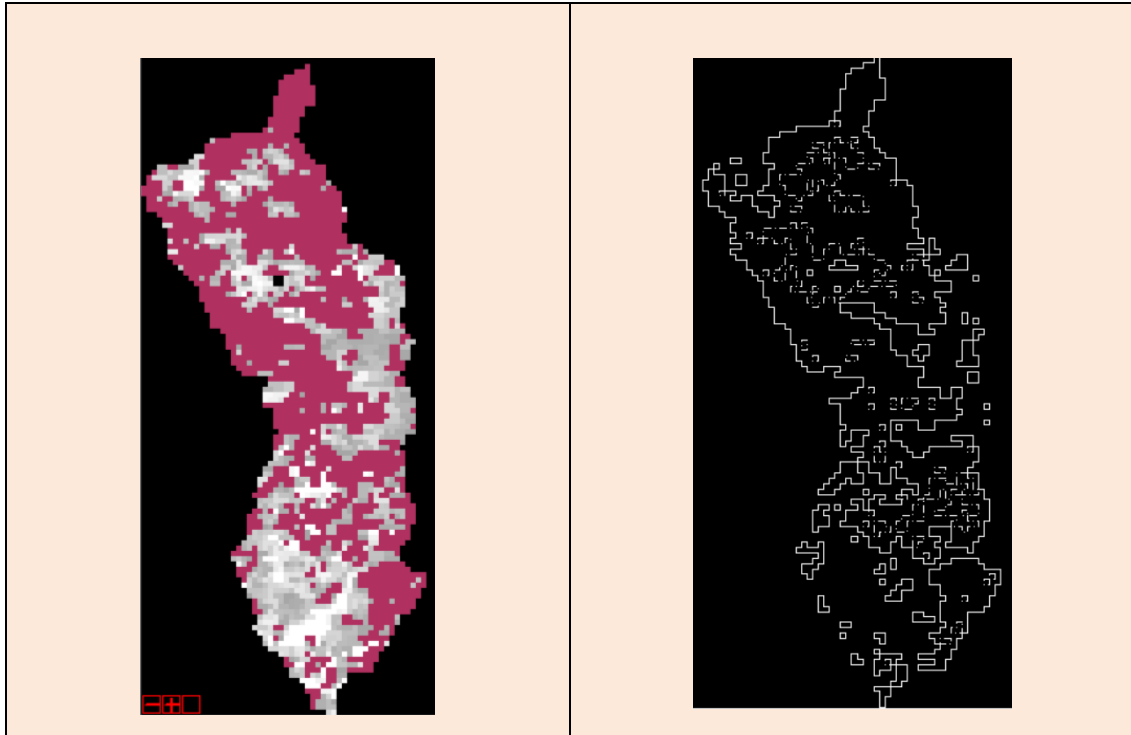


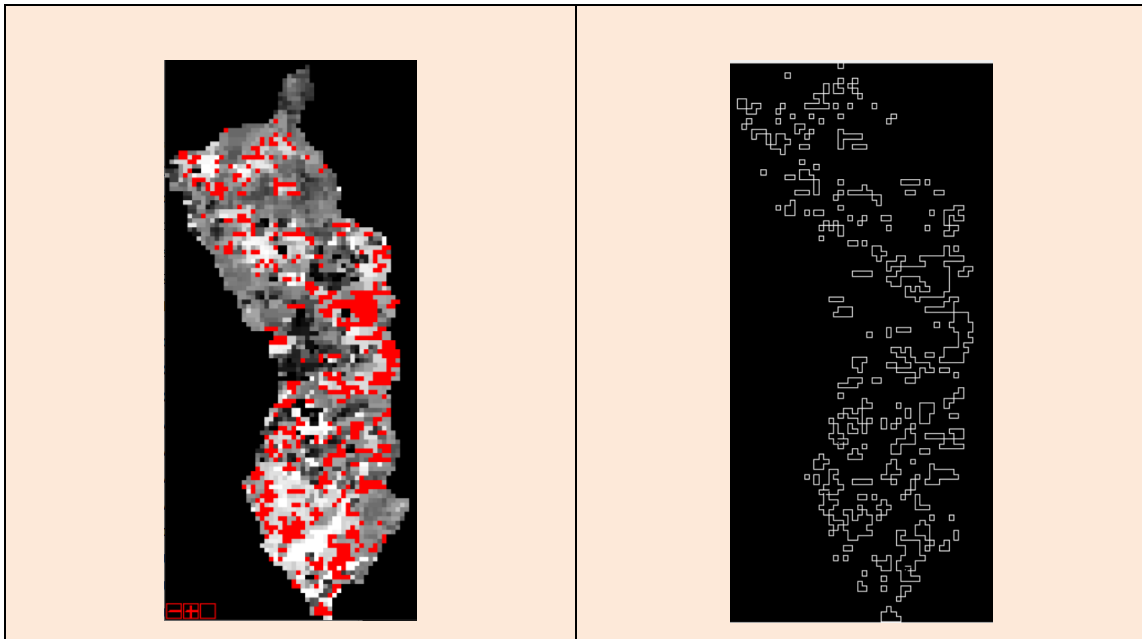
Figura 4.10: Tipo de cobertura vegetal en el tiempo por km² 2019.

4.13. Mapas de cobertura vegetal según píxeles por km² del 2019

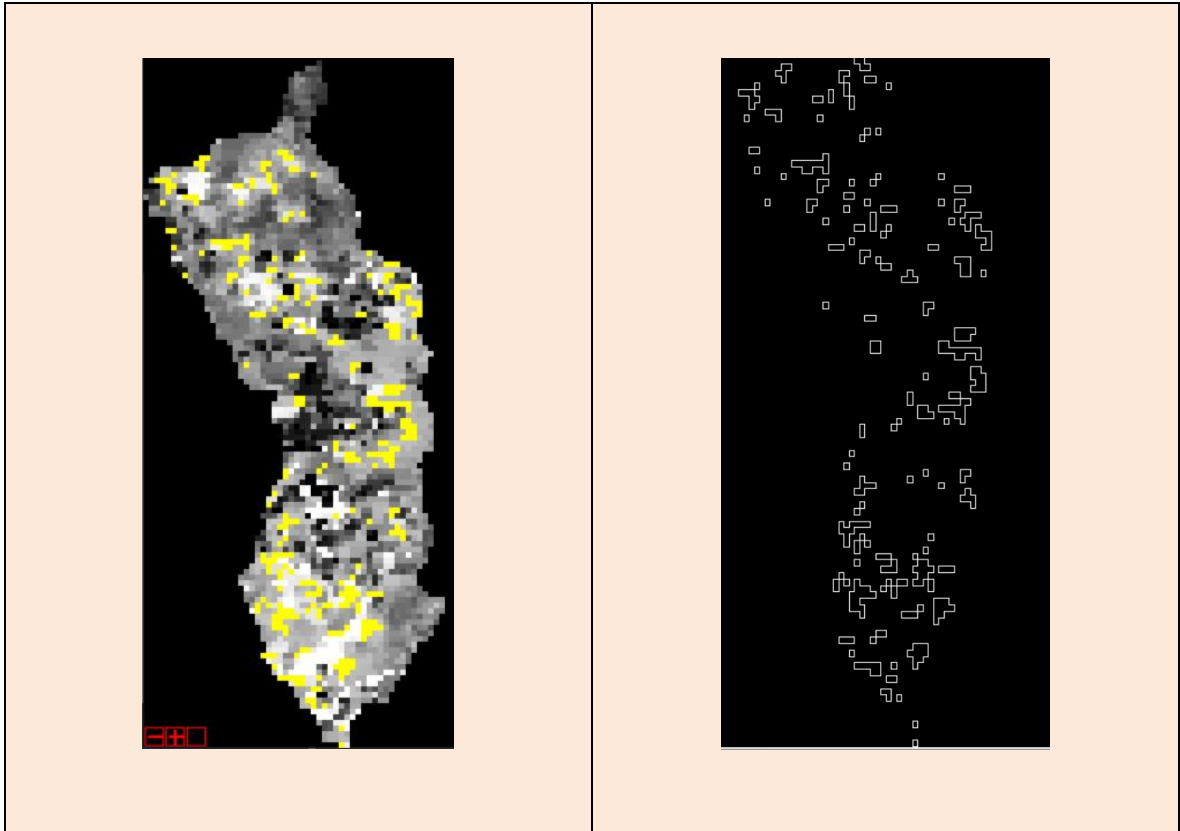
➤ **Suelo desnudo o construcciones (IVDN: 0.028-0.47)**



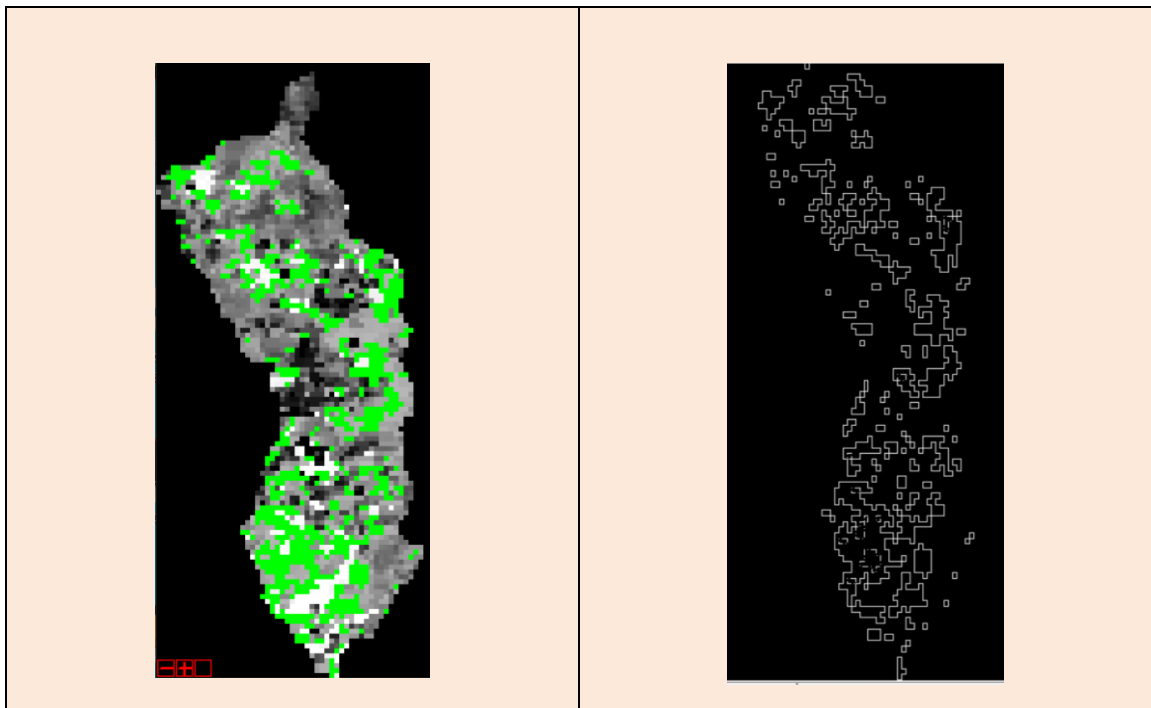
➤ **Vegetación escasa (IVDN: 0.48-0.54)**



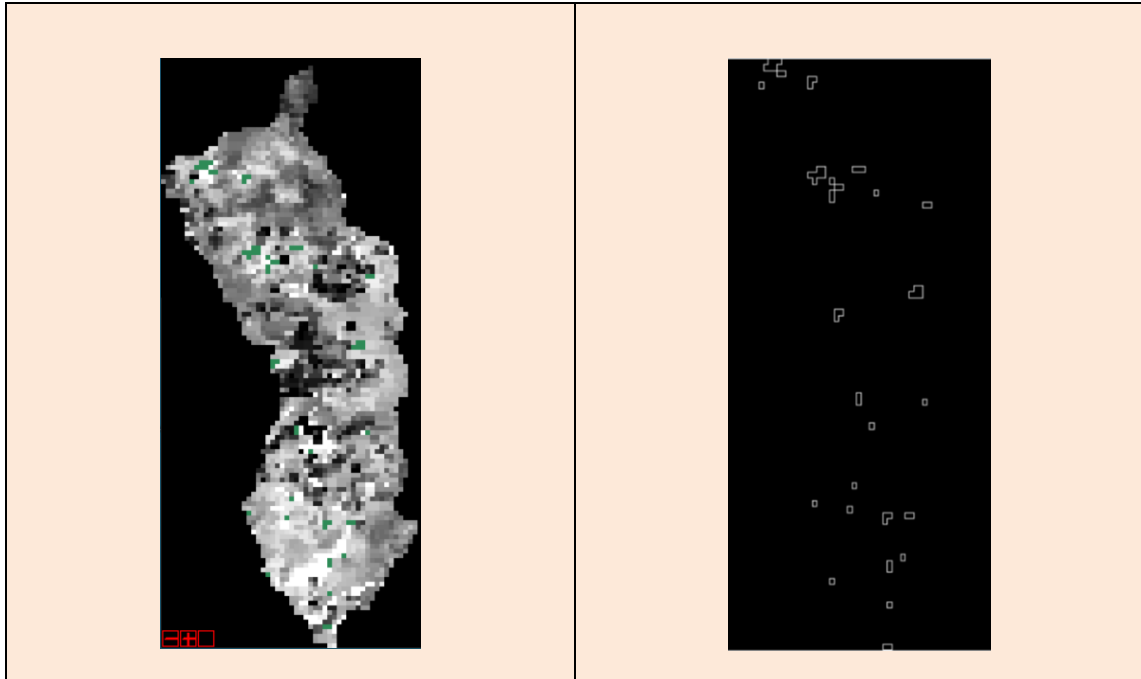
➤ **Vegetación estresada (IVDN: 0.55-0.60)**



➤ **Vegetación ligeramente vigorosa (IVDN: 0.61-0.63)**



➤ **Vegetación vigorosa (IVDN: 0.64-0.66)**



4.14. Tipo de cobertura vegetal en el tiempo por km² 2020

En el presente cuadro se muestra las características del suelo según el valor del IVDN de la superficie en km².

Cuadro 4.4. Características del suelo en km² 2020

Características del suelo	km ²
Suelo desnudo o construcciones (IVDN: 0.028-0.47)	4752
Vegetación escasa (IVDN: 0.48-0.54)	2236
Vegetación estresada (IVDN: 0.55-0.60)	1856
Vegetación ligeramente vigorosa (IVDN: 0.61-0.63)	817
Vegetación vigorosa (IVDN: 0.64-0.66)	647

Fuente: Elaboración propia

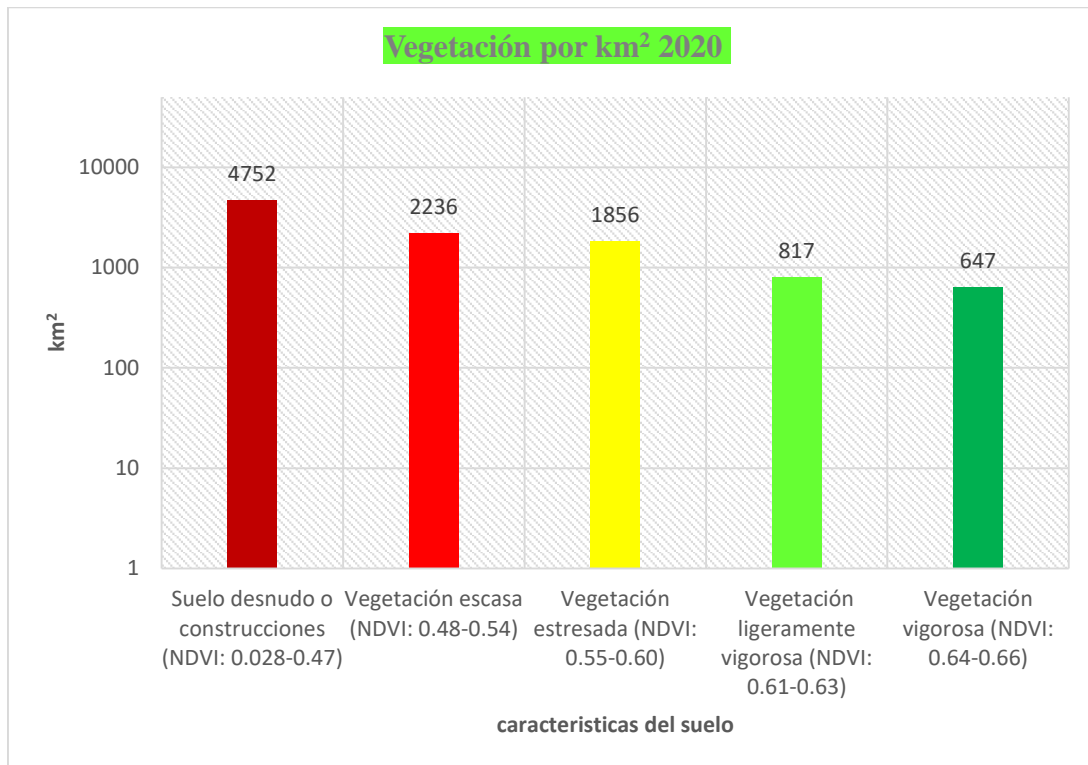
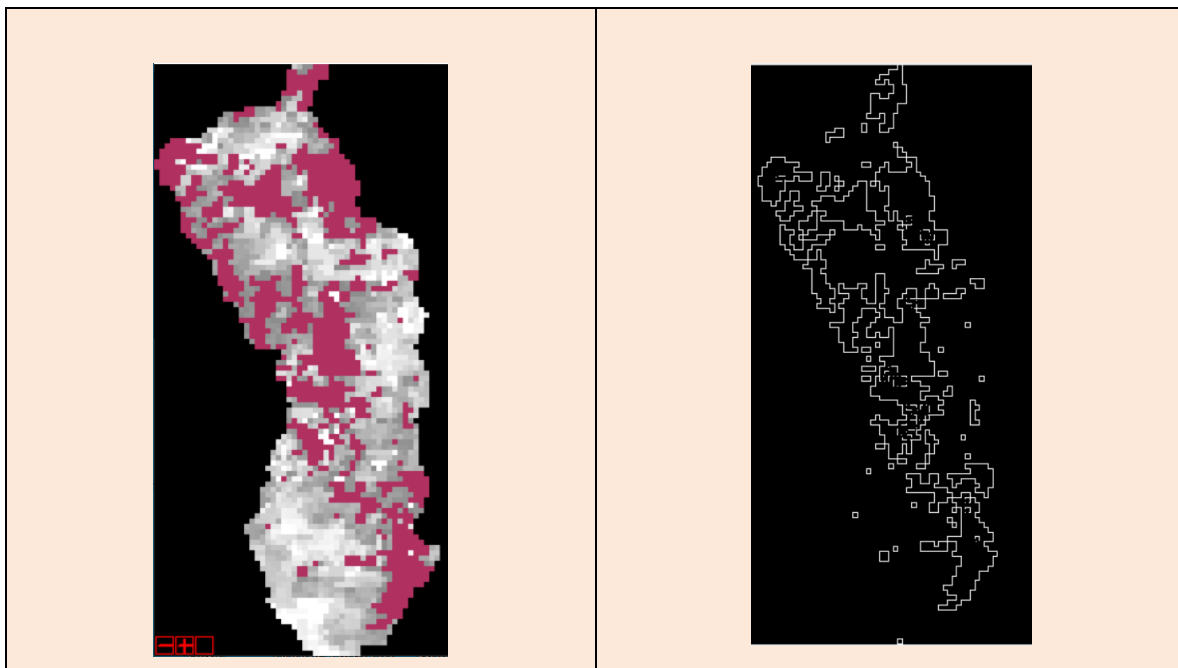


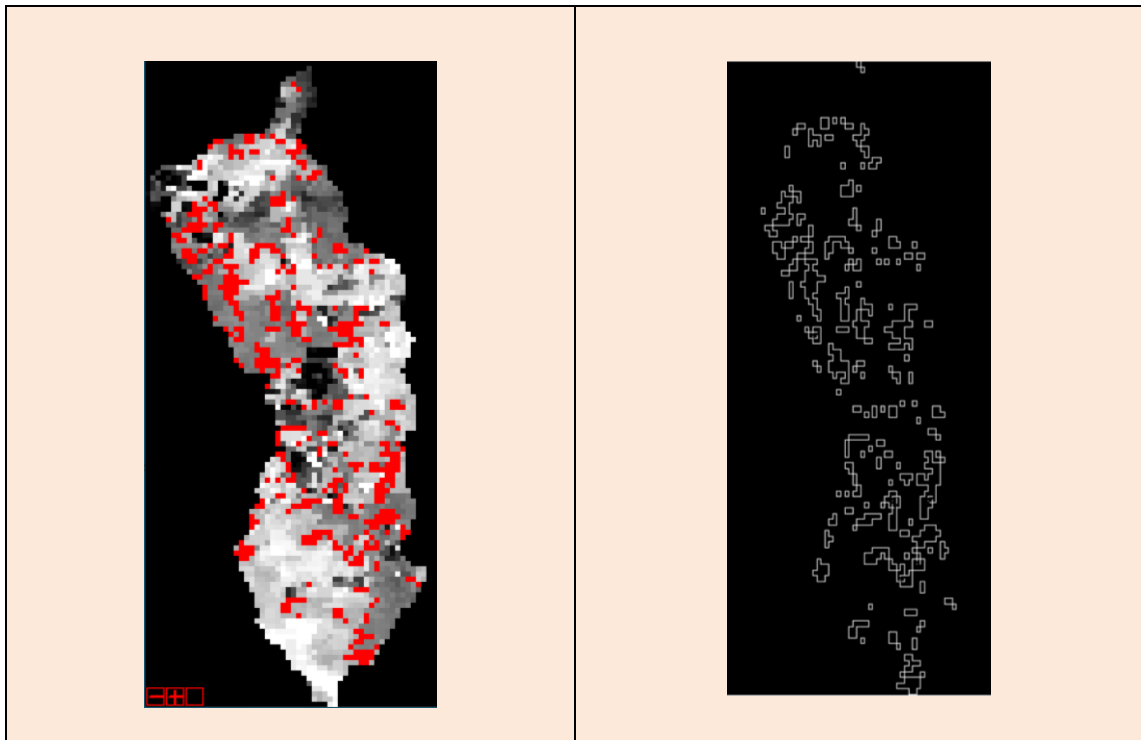
Figura 4.11: Tipo de cobertura vegetal en el tiempo por km² 2020.

4.15. Mapas de cobertura vegetal según pixeles por km² del 2020

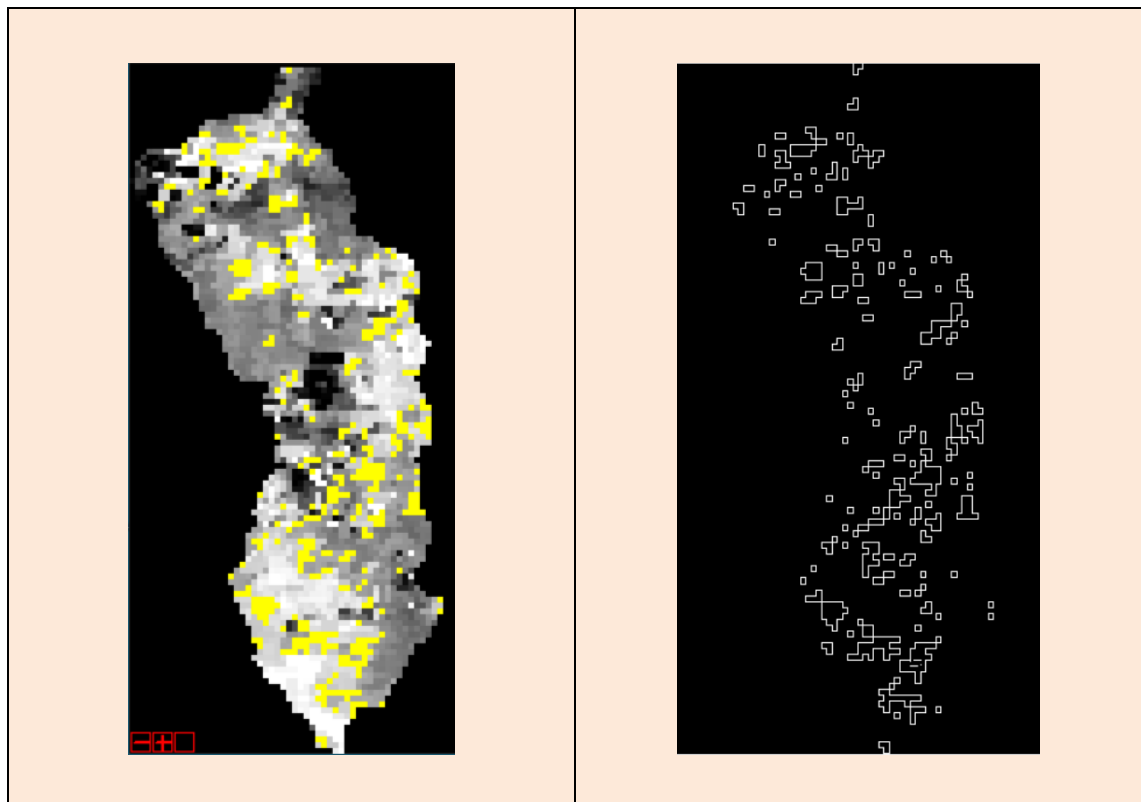
➤ Suelo desnudo o construcciones (IVDN: 0.028-0.47)



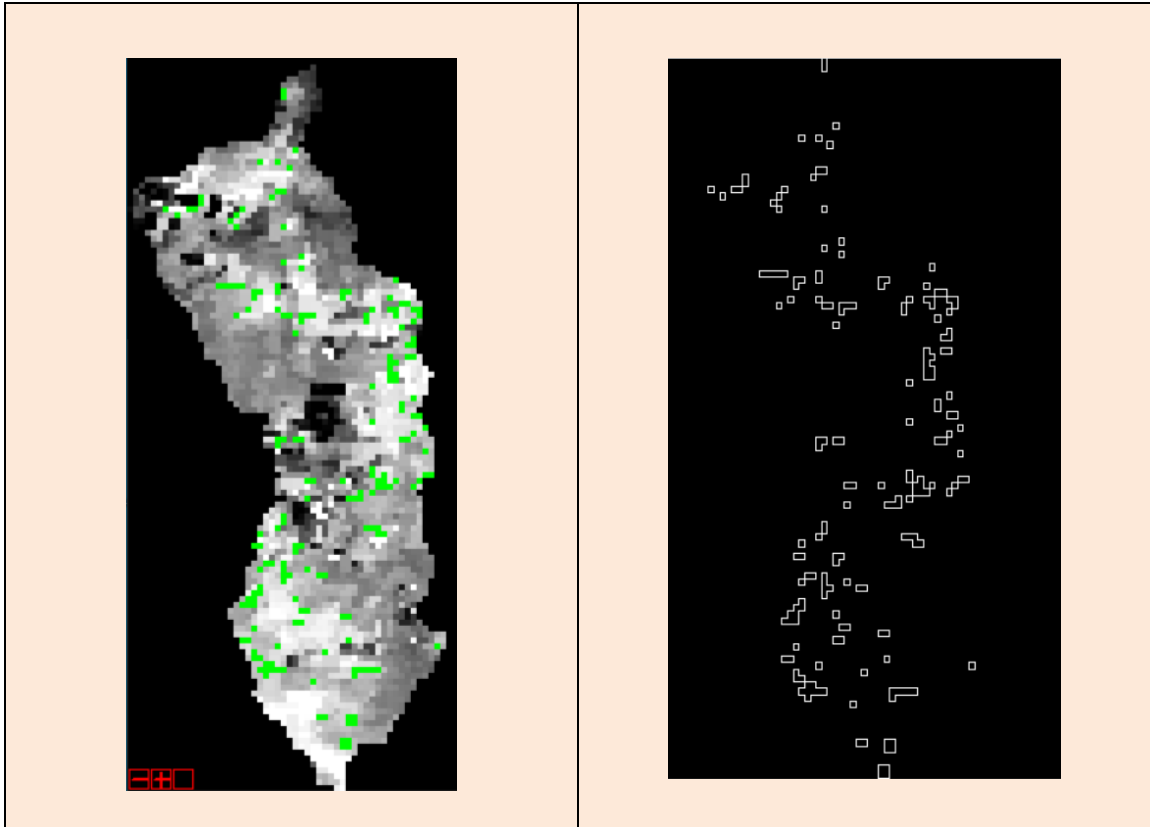
➤ Vegetación escasa (IVDN: 0.48-0.54)



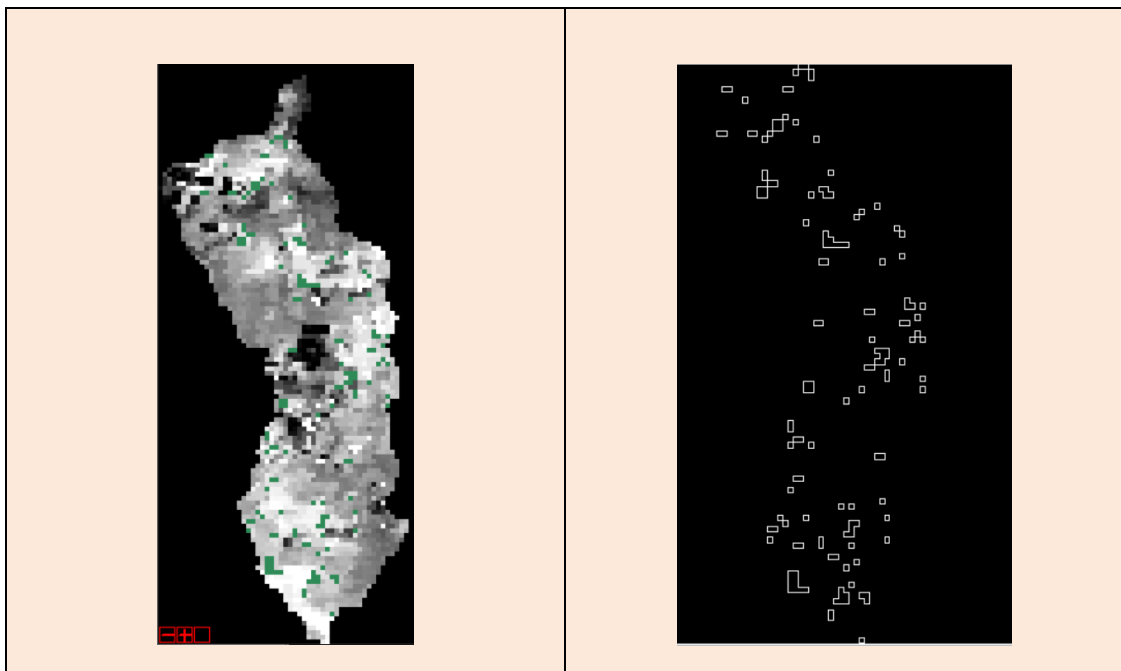
➤ **Vegetación estresada (IVDN: 0.55-0.60)**



➤ **Vegetación ligeramente vigorosa (IVDN: 0.61-0.63)**



➤ **Vegetación vigorosa (IVDN: 0.64-0.66)**



4.16. Tipo de cobertura vegetal en el tiempo por km² 2021

En el presente cuadro se muestra las características del suelo según el valor del IVDN de la superficie en km².

Cuadro 4.5. Características del suelo en km² 2021

Características del suelo	km ²
Suelo desnudo o construcciones (IVDN: 0.028-0.47)	4469
Vegetación escasa (IVDN: 0.48-0.54)	910
Vegetación estresada (IVDN: 0.55-0.60)	723
Vegetación ligeramente vigorosa (IVDN: 0.61-0.63)	217
Vegetación vigorosa (IVDN: 0.64-0.66)	187

Fuente: Elaboración propia

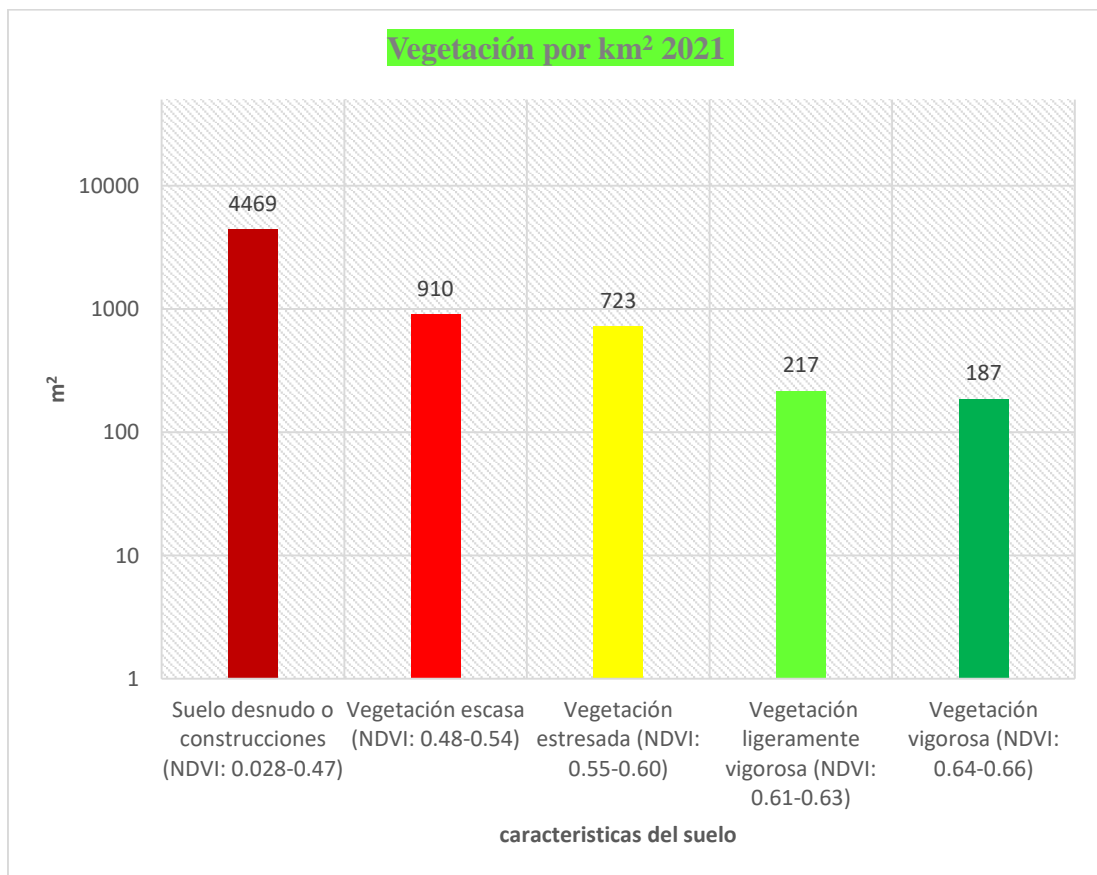
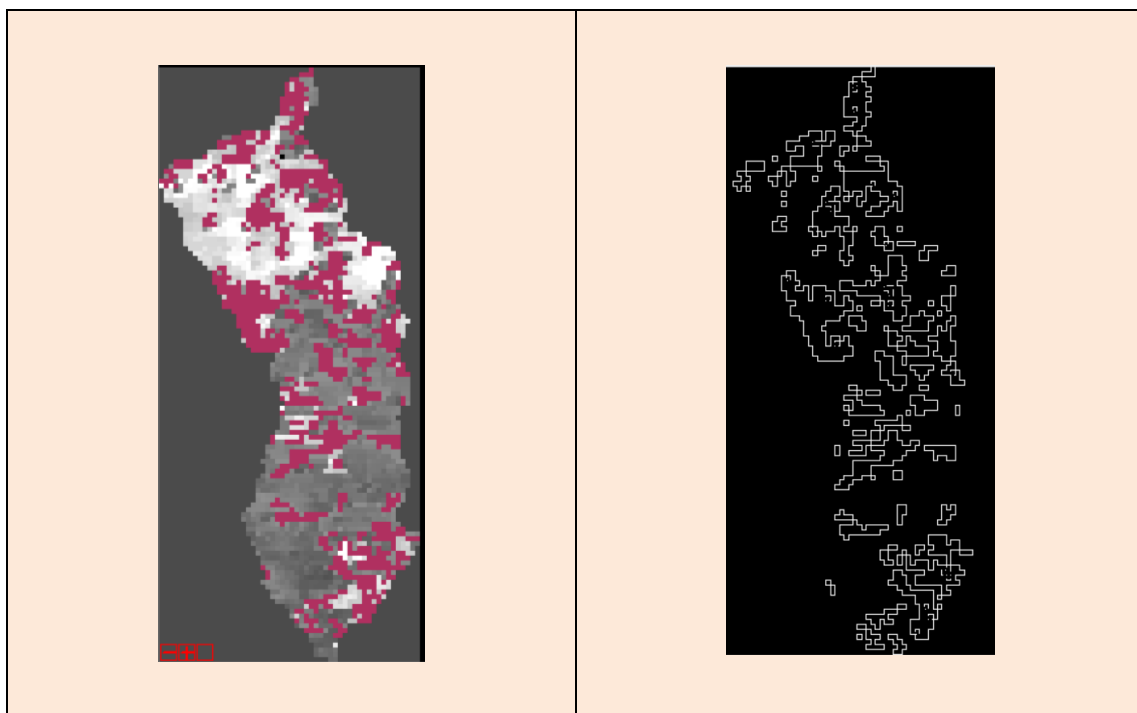


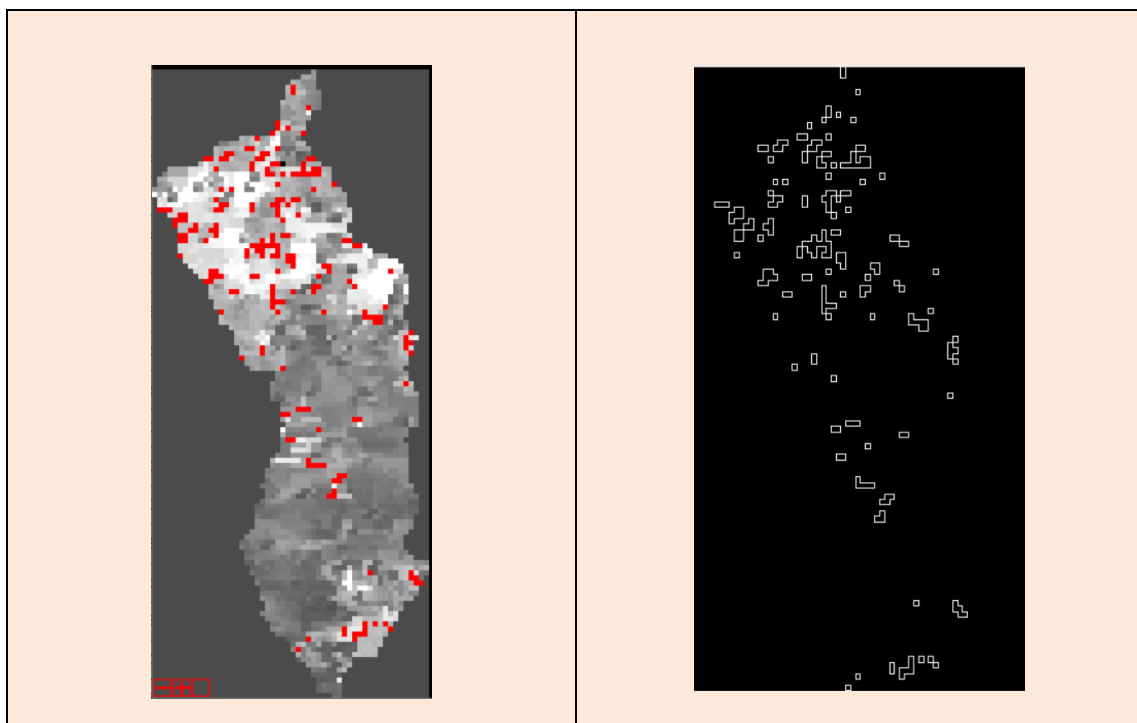
Figura 4.12: Tipo de cobertura vegetal en el tiempo por km² 2021.

4.17. Mapas de cobertura vegetal según píxeles por km² del 2021

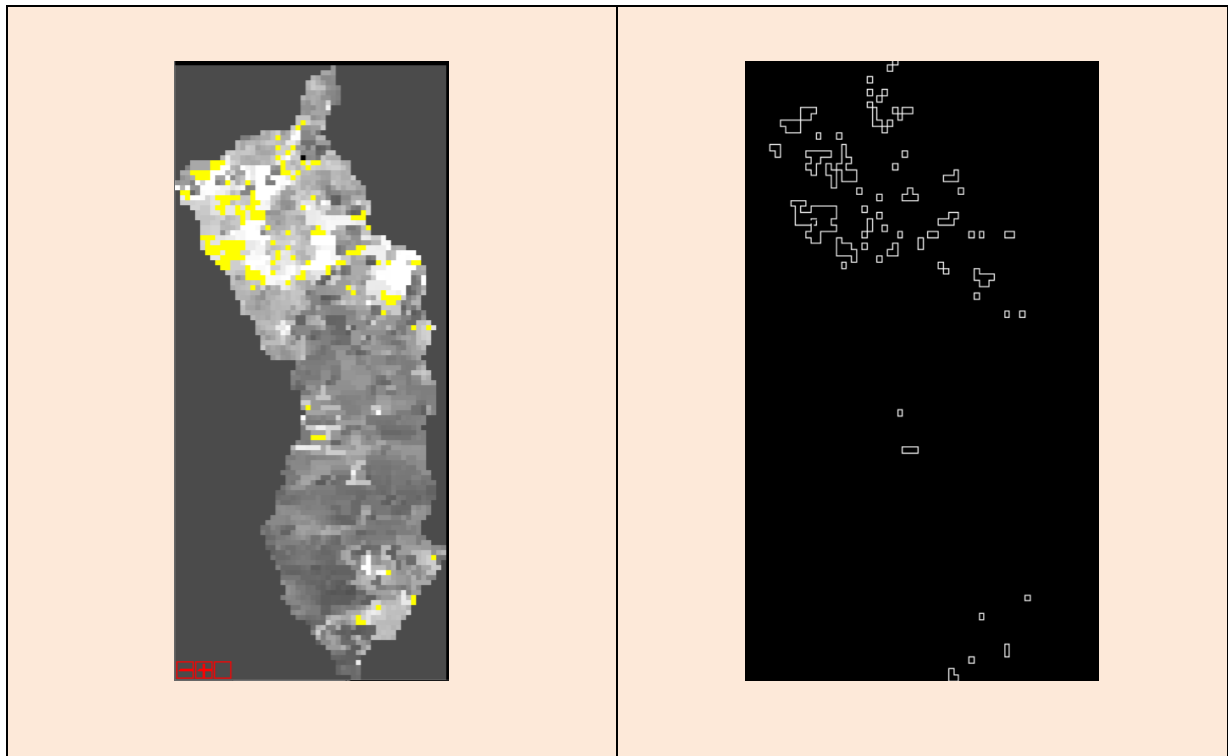
➤ Suelo desnudo o construcciones (IVDN: 0.028-0.47)



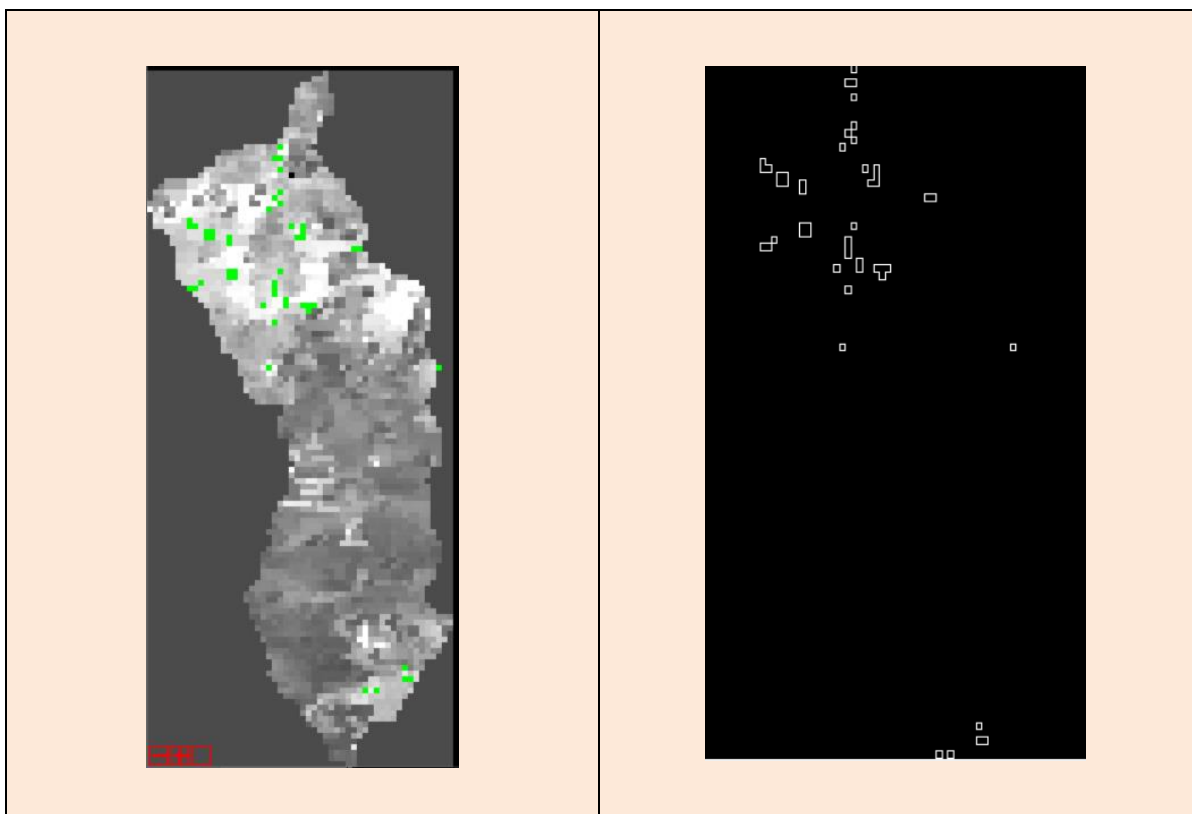
➤ Vegetación escasa (IVDN: 0.48-0.54)



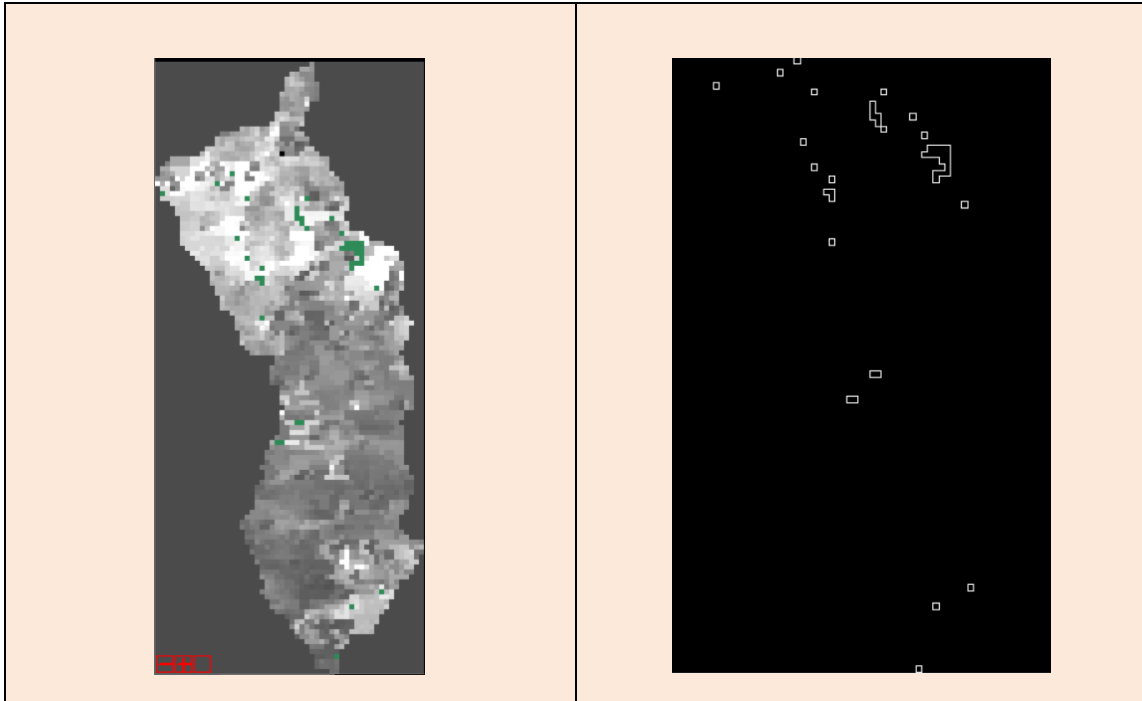
➤ Vegetación estresada (IVDN: 0.55-0.60)



➤ **Vegetación ligeramente vigorosa (IVDN: 0.61-0.63)**



➤ **Vegetación vigorosa (IVDN: 0.64-0.66)**



Procedimiento inferencial:

Hipótesis específica 2:

H₀: No existen cambios notables en el uso de suelo según el índice de vegetación de diferencia normalizada en el distrito de socos en el periodo 2017 y 2021.

H₁: Existen cambios notables en el uso de suelo según el índice de vegetación de diferencia normalizada en el distrito de socos en el periodo 2017 y 2021.

1. Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístic o	gl	Sig.	Estadístic o	gl	Sig.
DIFERENCIA	,466	5	,001	,574	5	,000277

a. Corrección de significación de Lilliefors

2. Establecer un nivel de significancia

Nivel de Significancia (alfa) $\alpha = 5\% = 0,05$

H₀: Es la distribución de la variable aleatoria **NO ES DISTINTA** a la distribución normal

H₁: Es la distribución de la variable aleatoria **ES DISTINTA** a la distribución normal

3. Valor de $P= 0,0277\%= 0,000277$

Con una probabilidad de error del 0,0277 % se determina que los datos no tienen una distribución normal, porque $0,0277\% < 5\%$ por lo cual se acepta la hipótesis alterna H_1 .

4. Prueba no paramétrica fue la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.

Estadísticos de prueba^a

	Area2017 y Area2021
Z	-,674 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,500

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

5. Lectura del p-valor = 0,500 =50% por tanto: $50\% > 5\%$

Con una probabilidad de error del 50,7% aceptamos la hipótesis nula H_0 : No existen cambios notables en el uso de suelo según el índice de vegetación de diferencia normalizada en el distrito de socos en el periodo 2017 y 2021.

4.18. Discusiones de resultados

1. La figura 4.1 muestra los valores del IVDN de los años 2017 al 2021 donde se observa una ligera tendencia de decaimiento de la dinámica de la vegetación con una pendiente negativa de -0.0003 y un valor de correlación de Pearson de 0.279285 que es muy baja, considerando para nuestro resultado una relación contante de la fenología de la vegetación según el IVDN en el distrito de Socos - Ayacucho, 2017 y 2021. Para mayor precisión se muestra en la tabla 4.1 datos del IVDN promedio de 0.43411 con un máximo en el mes de abril de 0.58183 y un mínimo en setiembre de 0.32073 , además se muestra en la figura 4.2 la evolución en el tiempo promedio mensual del IVDN por meses del 2017 al 2021. Finalmente se puede precisar que si se alcanzó el objetivo general planteado en la presente investigación.

2. La tabla 4.2 muestra los valores del IVDN de las 23 imágenes del año 2017, con un máximo de 0.600193 en marzo y un mínimo de 0.314535 en setiembre. En la figura 4.3 observamos una ligera línea de tendencia negativa con pendiente negativa de -0.0004 y con un coeficiente de correlación moderada de 0.4621 en los meses del año, además se muestra los mapas de cobertura vegetal de la variabilidad por pixeles de los valores del IVDN según la paleta de colores. Finalmente se puede precisar que si se alcanzó el objetivo específico planteado en la presente investigación.

3. La tabla 4.3 muestra los valores del IVDN de las 23 imágenes del año 2018, con un máximo de 0.6111547 en marzo y un mínimo de 0.334982 en setiembre. En la figura 4.4 observamos una ligera línea de tendencia negativa con pendiente negativa de -0.0006 y con un coeficiente de correlación alta de 0.767594 en los meses del año, además se muestra los mapas de cobertura vegetal de la variabilidad por pixeles de los valores del IVDN según la paleta de colores. Finalmente se puede precisar que si se alcanzó el objetivo específico planteado en la presente investigación.

4. La tabla 4.4 muestra los valores del IVDN de las 23 imágenes del año 2019, con un máximo de 0.612760 en marzo y un mínimo de 0.311063 en setiembre. En la figura 4.5 observamos una ligera línea de tendencia negativa con pendiente negativa de -0.0004 y con un coeficiente de correlación moderada de 0.510590 en los meses del año, además se muestra los mapas de cobertura vegetal de la variabilidad por pixeles de los valores del

IVDN según la paleta de colores. Finalmente se puede precisar que si se alcanzó el objetivo específico planteado en la presente investigación.

5. La tabla 4.5 se muestra los valores del IVDN de las 23 imágenes del año 2020, con un máximo de 0.618470 en marzo y un mínimo de 0.296383 en setiembre. En la figura 4.6 observamos una línea de tendencia negativa con pendiente negativa de -0.0009 y con un coeficiente de correlación alta de 0.7624 en los meses del año, además se muestra los mapas de cobertura vegetal de la variabilidad por pixeles de los valores del IVDN según la paleta de colores. Finalmente se puede precisar que si se alcanzó el objetivo específico planteado en la presente investigación.

6. La tabla 4.6 muestra los valores del IVDN de las 23 imágenes del año 2021, con un máximo de 0.611304 en abril y un mínimo de 0.331901 en agosto. En la figura 4.7 observamos una línea de tendencia negativa con pendiente negativa de -0.0005 y con un coeficiente de correlación moderada de 0.54599 en los meses del año, además se muestra los mapas de cobertura vegetal de la variabilidad por pixeles de los valores del IVDN según la paleta de colores. Finalmente se puede precisar que si se alcanzó el objetivo específico planteado en la presente investigación.

7. El cuadro 4.1 muestra los valores en km^2 de las extensiones ocupadas según las características del suelo y NDVI del apilado de las imágenes del año 2017, con un suelo desnudo o construcciones de 13975 km^2 y una vegetación vigorosa de solo 105 km^2 . En la figura 4.8 mostramos la cuantificación de cada una de las características del suelo, donde se observa que el año 2017 hubo una superficie mayor de suelo desnudo o construcciones, además se muestra los mapas de cobertura vegetal según pixeles cuantificadas en m^2 . Finalmente se puede precisar que si se alcanzó el objetivo específico planteado en la presente investigación.

8. El cuadro 4.2 muestra los valores en km^2 de las extensiones ocupadas según las características del suelo y NDVI del apilado de las imágenes del año 2018, con un suelo desnudo o construcciones de 6162 km^2 y una vegetación vigorosa de un ligero aumento del año anterior de 433 km^2 . En la figura 4.8 mostramos la cuantificación de cada una de las características del suelo, donde se observa que el año 2018 hubo una disminución del 56 % de la superficie de suelo desnudo o construcciones y un incremento del 312.4% de

la superficie de vegetación vigorosa, además se muestra los mapas de cobertura vegetal según píxeles cuantificadas en km². Finalmente se puede precisar que si se alcanzó el objetivo específico planteado en la presente investigación.

9. El cuadro 4.3 muestra los valores en km² de las extensiones ocupadas según las características del suelo y NDVI del apilado de las imágenes del año 2019, con un suelo desnudo o construcciones de 7980 km² y una vegetación vigorosa de un ligero aumento del año 2017 de 247 km². En la figura 4.9 mostramos la cuantificación de cada una de las características del suelo, donde se observa que el año 2019 hubo una disminución del 42 % de la superficie de suelo desnudo o construcciones y un incremento del 135% de la superficie de vegetación vigorosa, además se muestra los mapas de cobertura vegetal según píxeles cuantificadas en m². Finalmente se puede precisar que si se alcanzó el objetivo específico planteado en la presente investigación.

10. El cuadro 4.4 muestra los valores en km² de las extensiones ocupadas según las características del suelo y NDVI del apilado de las imágenes del año 2020, con un suelo desnudo o construcciones de 4752 km² y una vegetación vigorosa de un ligero aumento con respecto al año 2017 de 647 km². En la figura 4.10 mostramos la cuantificación de cada una de las características del suelo, donde se observa que el año 2019 hubo una disminución del 66 % de la superficie de suelo desnudo o construcciones y un incremento del 516 % de la superficie de vegetación vigorosa, además se muestra los mapas de cobertura vegetal según píxeles cuantificadas en km². Finalmente se puede precisar que si se alcanzó el objetivo específico planteado en la presente investigación.

11. El cuadro 4.5 muestra los valores en km² de las extensiones ocupadas según las características del suelo y NDVI del apilado de las imágenes del año 2021, con un suelo desnudo o construcciones de 4469 km² y una vegetación vigorosa de un ligero aumento con respecto al año 2017 de 187 km². En la figura 4.11 mostramos la cuantificación de cada una de las características del suelo, donde se observa que el año 2020 hubo una disminución del 68 % de la superficie de suelo desnudo o construcciones y un incremento del 78 % de la superficie de vegetación vigorosa, además se muestra los mapas de cobertura vegetal según píxeles cuantificadas en km². Finalmente se puede precisar que si se alcanzó el objetivo específico planteado en la presente investigación.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permitieron arribar a las siguientes conclusiones:

1. En el presente trabajo se evaluó que la fenología de la vegetación según el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada mediante imágenes satelitales presenta un decaimiento leve en la dinámica de la vegetación en el distrito de Socos - Ayacucho, 2017 y 2021, como se muestra en la figura 4.1 y los resultados estadísticos. Lo más importante para esta evaluación fueron las imágenes proporcionadas por los sensores MODIS de los satélites Terra y Aqua. En consecuencia, se ha logrado alcanzar el objetivo y la hipótesis general.
2. Se determinó que existe variabilidad temporal del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada en el comportamiento fenológico de la vegetación en el distrito de Socos en el periodo 2017 y 2021. Para ello fue importante la clasificación de las imágenes (MOD13Q1) durante los cinco años. Los resultados se observan en las figuras 4.3 al 4.7, alcanzándose así el primer objetivo específico e hipotético
3. En el presente trabajo de tesis se cuantificó los cambios notables de uso de suelo según el índice de vegetación de diferencia normalizada en el distrito de Socos en el periodo 2017 y 2021. Estos cambios se aprecian en la marcada diferencia en km² en el uso del suelo año tras año, tal como se aprecian en las figuras 4.8 al 4.12, lográndose cumplir segundo objetivo específico y la segunda hipótesis específica.

RECOMENDACIONES

1. A la existencia de números índices de vegetación se recomienda la técnica de teledetección utilizando el IVDN, porque es el índice que mayores investigadores utilizan por su mejor rango dinámico.
2. Es recomendable el uso de la técnica de teledetección porque ofrece ventajas frente a otros medios de observación de la Tierra como es el trabajo de campo.
3. Se recomienda que las instituciones del estado, realicen el control y monitoreo de la vegetación utilizando esta técnica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carbajal Domínguez, G. I. (2020). Identificación de patrones del índice de salud de la vegetación-caso estudio: Provincia Canchis de la región Cusco-Perú (2000-2017).
- Chuvienco, E. (2002). Fundamentos de teledetección espacial (Segunda Edición). Ariel S.A.<http://files.especializacion-tig.webnode.com/2000011108750e88486/FUNDAMENTOS-DETELEDETECCION-EMILIOCHUVIECO.pdf>
- Chuvienco, E. (2008). Teledetección ambiental (Tercera). Grupo Planeta (GBS). https://drive.google.com/file/d/0B0KUmy_fthbuX09sUE9RejJJX1U/view
- Gao, B. C. (1996). NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment*, 58(3), 257-266. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(96\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00067-3)
- Gao, Y., Quevedo, A., Szantoi, Z., & Skutsch, M. (2021). Monitoring forest disturbance using time-series MODIS NDVI in Michoacán, Mexico. *Geocarto International*, 36(15), 1768-1784.
- Guevara Ochoa, C., Lara, B. D., Vives, L. S., Zimmermann, E. D., & Gandini, M. L. (2018). Una metodología para la caracterización del uso del suelo mediante imágenes de media resolución espacial.
- Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. (2014)
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2017). Alcance de la Investigación. Recuperado de <https://acortar.link/B98vp>
- Liou, K. (2002). *An Introduction to Atmospheric Radiation* (Segunda, Vol. 84). Academic Press. <https://www.elsevier.com/books/an-introduction-to-atmospheric-radiation/liou/978-0-12-451451-5>
- Moncada Sosa, W. E. (2021). Análisis del balance de masa para la evaluación del régimen hidrológico empleando técnicas de teledetección satelital y modelos hidrológicos— Caso estudio: Cabecera de la cuenca Cachi-Apacheta, Región Ayacucho.
- Moncada, W., Willems, B., Pereda, A., Aldana, C., & Gonzales, J. (2022). Tendencia anual, anomalías y predicción del comportamiento de cobertura de vegetación con imágenes Landsat y MOD13Q1, microcuenca Apacheta, Región Ayacucho. *Revista de Teledetección*, (59), 73-86.

- Núñez Delgado, J., Pizarro Carcausto, S., Gutiérrez Tang, M., & Ñaupari Vásquez, J. (2021). Dinámica espacio temporal de la biomasa aérea en pastizales altoandinos basado en NDVI-MODIS validado por espectrometría in situ. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(3).
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International journal of morphology*, 35(1), 227-232.
- Pérez, C. A., & Mosquera, G. Q. (2020). Análisis de la distribución espacial de la correlación entre el NDVI y las precipitaciones en zonas altoandinas del sur del Perú, en el periodo 2000-2020.
- Pérez, C., & Muñoz, Á. (2006). Teledetección: Nociones y aplicaciones. Universidad de Salamanca. <https://mundocartogeo.files.wordpress.com/2015/03/teledeteccion-nocionesaplicaciones-2006publico.pdf>
- Rodríguez, J. L. L., Rodríguez, M. L., Quispe, A. C., Tarmeño, E. I. C., Tovar, F. D. U., Soto, H. L. H., ... & Gutiérrez, M. M. C. (2021). Uso del suelo según índice de vegetación diferenciada normalizada, mediante imágenes satelitales, tambillo-Ayacucho, 2000-2014, Perú: Land use according to normalized differentiated vegetation index, using satellite images, tambillo-Ayacucho, 2000-2014, Peru. *South Florida Journal of Development*, 2(3), 4912-4928.
- Rouse, J., Haas, R., Deering, D., Schell, J., & Harlan, J. (1974). Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. NASA. <https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=19740022555>
- Singh, V. (1989). *Hydrologic Systems: Watershed Modeling: Vol. II*. Prentice Hall College Div.
- Sobrino, J. (2000). Teledetección (78-81). Servicio de publicaciones Universidad de Valencia.
- Sobrino, J., Jiménez, J., & Paolini, L. (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of Environment*, 90(4), 434-440. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2004.02.003>
- Soca, R. (2015). Identificación de tierras degradadas por salinidad del suelo en los cultivos de caña de azúcar en Pomalca usando imágenes de satélite [Tesis de Grado, Univerisdad Nacional Mayor de San Marcos]. cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/5968/1/Soca_fr.pdf

- Tucker, C. J. (1980). Remote sensing of leaf water content in the near infrared. *Remote Sensing of Environment*, 10(1), 23-32. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(80\)90096-6](https://doi.org/10.1016/0034-4257(80)90096-6)
- Vermote, E., Tanre, D., L. Deuze, J., Herman, M., & Morcrette, J. J. (2006). Second simulation of a satellite signal in the solar spectrum-vector (6SV). 6S User Guide Version 3. http://6s.ltdri.org/files/tutorial/6S_Manual_Part_1.pdf
- Zhu, X., Xiao, G., Zhang, D., & Guo, L. (2021). Mapping abandoned farmland in China using time series MODIS NDVI. *Science of The Total Environment*, 755, 142651.

Anexo

Anexo 1

Matriz de consistencia

TITULO: Evaluación de la fenología de la vegetación según el índice de vegetación de diferencia normalizada mediante imágenes satelitales en el distrito de Socos – Ayacucho, 2017 Y 2021

Problema Principal	Objetivo Principal	Hipótesis Principal	Métodos	Técnicas e Instrumentos
¿En qué medida la fenología de la vegetación según el índice de vegetación de diferencia normalizada mediante imágenes satelitales presenta un decaimiento en la dinámica de la vegetación en el distrito de Socos - Ayacucho, 2017 y 2021?	Evaluar en qué medida la fenología de la vegetación según el índice de vegetación de diferencia normalizada mediante imágenes satelitales presenta un decaimiento de la dinámica de la vegetación en el distrito de Socos - Ayacucho, 2017 y 2021.	La fenología de la vegetación según el índice de vegetación de diferencia normalizada, mediante imágenes satelitales presenta un decaimiento en la dinámica de la vegetación en el distrito de Socos - Ayacucho, 2017 y 2021.	<p>Tipo de Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Descriptivo correlacional <p>Diseño de Investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuantitativo ▪ No experimental <p>Población: Es todo el área geográfica del Distrito de Socos, que es de 81.75 Km2.</p> <p>Muestra: La muestra está constituida por 115 imágenes satelitales de ciertos sectores territoriales del distrito de Socos, tomados por elección aleatoria.</p>	<p>Técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No probabilístico con el tipo de selección intencional. ▪ Instrumentos: ▪ Guía de observación <p>Fuentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Libros y textos especializados ▪ Revistas científicas ▪ Catálogos virtuales ▪ Muestra seleccionada ▪ Páginas web. ▪ Programa de procesamiento de datos con el Software ENVI ▪ Procesamiento de imágenes con el Software ArcGis, QGIS.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ¿Cuál fue la variabilidad temporal del índice de vegetación de diferencia normalizada en el comportamiento fenológico de la vegetación en el distrito de Socos en el periodo 2017 y 2021? ▪ ¿Cuáles fueron los cambios notables del uso de suelo según el índice de vegetación de diferencia normalizada en el distrito de Socos en el periodo 2017 y 2021? 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinar la variabilidad temporal del índice de vegetación de diferencia normalizada en el comportamiento fenológico de la vegetación en el distrito de Socos en el periodo 2017 y 2021. ▪ Cuantificar los cambios notables de uso de suelo según el índice de vegetación de diferencia normalizada en el distrito de Socos en el periodo 2017 y 2021. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existe variabilidad temporal del índice de vegetación de diferencia normalizada en el comportamiento fenológico de la vegetación en el distrito de Socos en el periodo 2017 y 2021. ▪ Existen cambios notables en el uso de suelo según el índice de vegetación de diferencia normalizada en el distrito de socos en el periodo 2017 y 2021. 		

UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

- PAÍS : PERÚ
- REGIÓN : AYACUCHO
- PROVINCIA : HUAMANGA
- DISTRITO : SOCOS

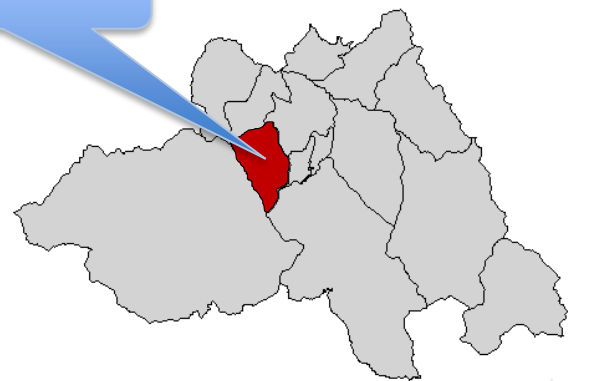


PERÚ



REGIÓN AYACUCHO

DISTRITO DE SOCOS



PROVINCIA HUAMANGA

**UNSCH**ESCUELA DE
POSGRADO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD 125-2023-UNSCH-EPG/EGAP

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajo de tesis de Posgrado en segunda instancia para la **Escuela de Posgrado - UNSCH**; en cumplimiento a la Resolución Directoral N° 198-2021-UNSCH-EPG/D, Reglamento de Originalidad de trabajos de Investigación de la UNSCH, otorga lo siguiente:

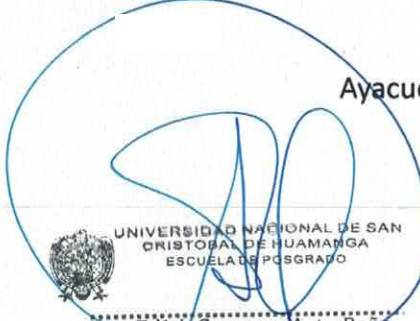
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

AUTOR:	Bach. LEONIDAS VALERIO CONTRERAS QUISPE
DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS:	MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
GRADO ACADÉMICO QUE OTORGA:	MAESTRO
DENOMINACIÓN DEL GRADO ACADÉMICO:	MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA, MENCIÓN GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE
TÍTULO DE TESIS:	EVALUACIÓN DE LA FENOLOGÍA DE LA VEGETACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES EN EL DISTRITO DE SOCOS – AYACUCHO, 2017 Y 2021
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD:	18% de similitud
N° DE TRABAJO:	2147630632
FECHA:	18-ago.-2023

Por tanto, según los artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es procedente otorgar la constancia de originalidad con depósito.

Se expide la presente constancia, a solicitud del interesado para los fines que crea conveniente.

Ayacucho, 18 de agosto del 2023.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA
ESCUELA DE POSGRADO

Ing. Edith Geovana Asto Peña
Responsable Área Académica

EVALUACIÓN DE LA FENOLOGÍA DE LA VEGETACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES EN EL DISTRITO DE SOCOS – AYACUCHO, 2017 Y 2021

Fecha de entrega: 18-ago-2023 11:05a.m. (UTC-0500)
por Leonidas Valerio Contreras Quispe

Identificador de la entrega: 2147630632

Nombre del archivo: TESIS_CONTRERAS_QUISPE_LEONIDAS.docx (44.47M)

Total de palabras: 13555

Total de caracteres: 74400

EVALUACIÓN DE LA FENOLOGÍA DE LA VEGETACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES EN EL DISTRITO DE SOCOS – AYACUCHO, 2017 Y 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

ÍNDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

5%

2

cybertesis.unmsm.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

www.grafiati.com

Fuente de Internet

2%

4

Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

1%

5

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

6

docplayer.net

Fuente de Internet

1%

7

www.une.edu.py

Fuente de Internet

1%

ojs.upv.es

8	Fuente de Internet	1 %
9	core.ac.uk Fuente de Internet	1 %
10	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1 %
11	www.yumpu.com Fuente de Internet	1 %
12	repositorio.unan.edu.ni Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	southfloridapublishing.com Fuente de Internet	<1 %
15	rdu.unc.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
16	lup.lub.lu.se Fuente de Internet	<1 %
17	Centro de Estudios Ambientales de la Universidad de Lima. "EIA Planta Beneficio de Aves F&R Negociaciones-IGA0013724", R.G. N° 159-06-INRENA-OGATEIRN, 2021 Publicación	<1 %
18	issuu.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía Activo

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR
AL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO (A) EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA, MENCION GERENCIA DE
PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE
RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0478-2023-UNSCHEPG/D

Siendo las 4:00 p.m. del 20 de Julio de 2023 se reunieron auditorium de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, el Jurado Examinador y Calificador de tesis, presidido por el **Dr. Emilio Germán RAMÍREZ ROCA** director (e) de la Escuela de Posgrado, **Dr. Andrés PORTUGAL PAZ** director (e) de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil, e integrado por los siguientes miembros: **Dr. Ing. Indalecio QUISPE RODRÍGUEZ** y el **Mtro. Jaime Leandro BENDEZU PRADO**; para la sustentación oral y pública de la tesis titulada: **EVALUACIÓN DE LA FENOLOGÍA DE LA VEGETACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA MEDIANTE IMÁGENES SATELITALES EN EL DISTRITO DE SOCOS - AYACUCHO, 2017 Y 2021**. En la Ciudad de Ayacucho del 2023 presentado por el **Bach. Leonidas Valerio CONTRERAS QUISPE**. Teniendo como asesor al **Dr. Jaime Alberto HUAMÁN MONTES**. Acto seguido se procedió a la exposición de la tesis, con el fin de optar al Grado Académico de **MAESTRO (A) en CIENCIAS DE LA INGENIERIA, MENCION GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE**. Formuladas las preguntas, éstas fueron absueltas por el graduando.

A continuación el Jurado Examinador y Calificador de tesis procedió a la votación, la que dio resultado el siguiente calificativo: 14 (DIECISIETE)

CALIFICACION (*)

Aprobado por unanimidad	✓
Aprobado por Mayoría	—
Desaprobada por Unanimidad	—
Desaprobada por mayoría	—

(*) Marcar con aspa

Luego, el presidente del Jurado recomienda que la que la Escuela de Posgrado proponga que se le otorgue al **Bach. Leonidas Valerio CONTRERAS QUISPE**, el Grado Académico de **MAESTRO (A) en CIENCIAS DE LA INGENIERIA, MENCION GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE** Siendo las 6:00 p.m. hrs. Se levanta la sesión.


Se extiende el acta en la ciudad de Ayacucho, a las 6:00 p.m. hrs. Del 20 de julio 2023.



Dr. Emilio Germán RAMÍREZ ROCA
 Director (e) de la Escuela de Posgrado




Dr. Andrés PORTUGAL PAZ
 Director (e) de la Unidad de Posgrado – FIMGC



Dr. Ing. Indalecio QUISPE RODRÍGUEZ
 Miembro



Mtro. Jaime Leandro BENDEZU PRADO
 Miembro



Dr. Marco Rolando ARONES JARA
 Secretario Docente

Observaciones:

.....

.....