



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Variación de la cobertura vegetal por factores hidrometeorológicos  
(Precipitación) en el Bosque de Pómac, mediante imágenes satelitales.

**TESIS PARA OBTENER TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniera Ambiental

**AUTORAS:**

Llanos Sanchez Luz Mery ([orcid.org/0000-0002-8971-8371](https://orcid.org/0000-0002-8971-8371))

Vasquez Villanueva Sheyla Diana ([orcid.org/0000-0002-8968-2786](https://orcid.org/0000-0002-8968-2786))

**ASESOR:**

Dr. Ponce Ayala, José Elías ([orcid.org/0000-0002-0190-3143](https://orcid.org/0000-0002-0190-3143))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistema de Gestión Ambiental

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**CHICLAYO - PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

La presente investigación va dedicada en primer lugar a Dios, y a todas aquellas personas que nos han apoyado con el desarrollo de tesis.

De una manera muy especial a nuestros padres que siempre nos apoyaron y nos dijeron que estudiáramos para lograr nuestras metas y convertirnos en unas buenas profesionales de éxito.

***Luz Mery      y      Sheyla Diana***

## **Agradecimiento**

A Dios por darnos salud, por guiarnos y concedernos cumplir nuestras metas, a la Universidad César Vallejo por permitirnos ser parte de esta gran familia estudiantil y convertirnos en unas buenas profesionales, a nuestro asesor por su orientación y aportes durante el desarrollo de tesis, a nuestros familiares por todo el amor, comprensión en cada uno de nuestros logros.

***Luz Mery      y      Sheyla Diana***

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización .....	11
3.3. Población, muestra y muestreo .....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	12
3.5. Procedimientos.....	13
3.6. Métodos de análisis de datos .....	21
3.7. Aspectos éticos .....	22
IV. RESULTADOS .....	23
V. DISCUSIÓN.....	57
VI. CONCLUSIONES.....	63
VII. RECOMENDACIONES .....	65
REFERENCIAS.....	66
ANEXOS .....	70

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Metadatos de las imágenes satelitales.</i> .....	15
<b>Tabla 2.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2017 y la dimensión del tipo de cobertura “Sin Cobertura”.</i> .....	31
<b>Tabla 3.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2017 y la dimensión del tipo de cobertura “Cobertura Mínima”.</i> .....	32
<b>Tabla 4.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2017 y la dimensión del tipo de cobertura “Ralo”.</i> .....	33
<b>Tabla 5.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2017 y la dimensión del tipo de cobertura “Semi Denso”.</i> .....	34
<b>Tabla 6.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2017 y la dimensión del tipo de cobertura “Denso”.</i> .....	35
<b>Tabla 7.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2018 y la dimensión del tipo de cobertura “Sin Cobertura”.</i> .....	36
<b>Tabla 8.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2018 y la dimensión del tipo de cobertura “Cobertura Mínima”.</i> .....	37
<b>Tabla 9.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2018 y la dimensión del tipo de cobertura “Ralo”.</i> .....	38
<b>Tabla 10.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2018 y la dimensión del tipo de cobertura “Semi Denso”.</i> .....	39
<b>Tabla 11.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2018 y la dimensión del tipo de cobertura “Denso”.</i> .....	40
<b>Tabla 12.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2019 y la dimensión del tipo de cobertura “Sin Cobertura”.</i> .....	41
<b>Tabla 13:</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2019 y la dimensión del tipo de cobertura “Cobertura Mínima”.</i> .....	42

<b>Tabla 14.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2019 y la dimensión del tipo de cobertura “Ralo”</i> .....	43
<b>Tabla 15.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2019 y la dimensión del tipo de cobertura “Semi Denso”</i> .....	44
<b>Tabla 16.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2019 y la dimensión del tipo de cobertura “Denso”</i> .....	45
<b>Tabla 17.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2020 y la dimensión “Sin Cobertura”</i> .....	46
<b>Tabla 18.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2020 y la dimensión del tipo de cobertura “Cobertura Mínima”</i> . ....	47
<b>Tabla 19.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2020 y la dimensión del tipo de cobertura “Ralo”</i> .....	48
<b>Tabla 20.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2020 y la dimensión del tipo de cobertura “Semi Denso”</i> .....	49
<b>Tabla 21.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2020 y la dimensión del tipo de cobertura “Denso”</i> .....	50
<b>Tabla 22.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2021 y la dimensión “Sin Cobertura”</i> .....	51
<b>Tabla 23.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2021 y la dimensión del tipo de cobertura “Cobertura Mínima”</i> . ....	52
<b>Tabla 24.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2021 y la dimensión del tipo de cobertura “Ralo”</i> .....	53
<b>Tabla 25.</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2021 y la dimensión del tipo de cobertura “Semi Denso”</i> .....	54
<b>Tabla 26:</b> <i>Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2021 y la dimensión del tipo de cobertura “Denso”</i> .....	55

## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Mapa de Ubicación del Santuario Histórico Bosque de Pómac .....	14
<i>Figura 2.</i> Modelo para cortar y obtener el NDVI para el año 2016 con imagen Sentinel 2A.....	18
<i>Figura 3.</i> Modelo para recortar y obtener el NDVI para el año 2021 con imagen Sentinel 2A.....	18
<i>Figura 4.</i> Modelo para conversión de ráster a polígono .....	19
<i>Figura 5.</i> NDVI correspondiente al año 2017. ....	20
<i>Figura 6.</i> Comparación de imágenes Sentinel 2A procesadas.....	21
<i>Figura 7.</i> Variación y tendencia de la cobertura vegetal del tipo "Sin Cobertura" evaluado entre los años 2017 al 2021.....	23
<i>Figura 8.</i> Variación y tendencia de la cobertura vegetal del tipo "Cobertura Mínima" evaluado entre los años 2017 al 2021.....	24
<i>Figura 9.</i> Variación y tendencia de la cobertura vegetal del tipo "Ralo" evaluado entre los años 2017 al 2021. ....	25
<i>Figura 10.</i> Variación de tendencia de la cobertura vegetal tipo "Semi Denso" entre los años 2017 al 2021.....	26
<i>Figura 11.</i> Variación y tendencia de la cobertura vegetal del tipo "Ralo" evaluado entre los años 2017 al 2021. ....	27
<i>Figura 12.</i> Variación porcentual anual del tipo de cobertura "Sin Cobertura" entre los años 2017 al 2021.....	28
<i>Figura 13.</i> Variación porcentual anual del tipo de cobertura "Cobertura Mínima" entre los años 2017 al 2021. ....	28
<i>Figura 14.</i> Variación porcentual anual del tipo de cobertura "Ralo" entre los años 2017 al 2021. ....	29
<i>Figura 15.</i> Variación porcentual anual del tipo de cobertura "Semi Denso" entre los años 2017 al 2021.....	30
<i>Figura 16.</i> Variación porcentual anual del tipo de cobertura "Denso" entre los años 2017 al 2021.....	30
<i>Figura 17.</i> Variación porcentual promedio de los tipos de cobertura del SHBP .....	56

## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo general estimar la variación de cobertura vegetal por factores hidrometeorológicos (precipitación). El tipo de investigación fue básica, diseño no experimental, transversal descriptivo, correlacional, la población y muestra estuvo conformado por la reserva natural SHBP, para el análisis se descargó las imágenes del programa COPENICUS, específicamente de la constelación de los satélites sentinel-2 (2A – 2B) del año 2017 al año 2021. Luego se procedió a calcular el NDVI  $(\text{NIR}-\text{RED}) / (\text{NIR}+\text{RED})$  con una resolución espacial de 10 metros. Se consideró 5 tipos de cobertura vegetal: Sin cobertura, cobertura mínima, ralo, semi denso, denso. El resultado general, consiste en estimar la variación de la cobertura vegetal por (precipitación) mediante imágenes satelitales, utilizando herramientas de geoprocésamiento dentro del entorno de ArcMap, SPSS STATISTICS 21.0 y Microsoft office Excel, se logró estimar que los tipos de cobertura vegetal existentes en el SHBP, ha tenido una variación del 14% en el tiempo que abarco el estudio. Por ello se concluye, que la variación de la cobertura vegetal por factores hidrometeorológicos (precipitación), en el área natural que comprende el estudio, ha variado en 14% a lo largo de los 5 años que engloba el estudio, representando un total de 824.32 ha.

Palabras clave: cobertura vegetal, NDVI, imágenes satelitales, bosque.

## **Abstract**

The general objective of this research is to estimate the variation of vegetation cover due to hydrometeorological factors (precipitation). The type of research was basic, non-experimental design, cross-sectional descriptive, correlational, the population and sample was conformed by the natural reserve SHBP, for the analysis the images were downloaded from the COPERNICUS program, specifically from the constellation of sentinel-2 satellites (2A - 2B) from the year 2017 to the year 2021. Then we proceeded to calculate the NDVI  $(\text{NIR-RED}) / (\text{NIR+RED})$  with a spatial resolution of 10 meters. Five types of vegetation cover were considered: no cover, minimum cover, sparse, semi dense, dense. The general result consists of estimating the variation of vegetation cover by (precipitation) through satellite images, using geoprocessing tools within the ArcMap environment, SPSS STATISTICS 21.0 and Microsoft office Excel, it was possible to estimate that the types of vegetation cover existing in the SHBP, has had a variation of 14% in the time covered by the study. Therefore, it is concluded that the variation of vegetation cover due to hydrometeorological factors (precipitation) in the natural area included in the study has varied by 14% over the 5 years covered by the study, representing a total of 824.32 ha.

Keywords: vegetation cover, NDVI, satellite images, forest.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se ha evidenciado una alta variación de la cobertura vegetal esto debido a muchos factores como la expansión de la frontera agrícola, la minería a gran escala, la tala de bosques y además factores como la precipitación que es de particular interés en los bosques secos o estacionalmente secos que predominan en la costa norte de nuestro país.

Ministerio del Ambiente (2019). Menciona que los bosques están desapareciendo, este daño consiste en pérdidas naturales y provocadas por el hombre, que se denominan "deforestación". Hoy en día, la pérdida de bosques debe considerarse un tema muy importante que deben resolver nuestras autoridades municipales y regionales.

Sernanp (2019). En nuestro país, estamos utilizando activamente ATD Alerta Temprana de Deforestación, que sirve para identificar la pérdida de bosques en tiempo real. Desde julio 2016, MINAM ha elevado elocuentemente y ha adoptado la protección vegetal nacional, para frenar, a través de la implementación y lanzamiento de su plataforma digital Geo bosques, para brindar esta información a la ciudadanía.

Servicios de Comunicación Intercultural (2018). La pérdida del Santuario Histórico Bosque de Pómac es inconmensurable, pues el incendio en el bosque quemó más de 100 ha, la cual afectó plantas y animales de la zona, las mismas que sufrieron daños que nunca se repararon. A pesar los esfuerzos de la brigada que fueron parte de la táctica de prevención de incendios boscosos en la zona norte de Lambayeque, muchos de los animales no lograron ser salvados. Bomberos, guardabosques y miembros de la comunidad hicieron todo lo posible para salvar a cientos de especies en la reserva, estos ejemplares presentaban variada flora y fauna, y también fueron clasificados como reserva natural.

Esta problemática antes mencionada detalla la realidad que viene ocurriendo el Bosque de Pómac, donde se evidencia la variación de la cobertura vegetal esto relacionado con factores hidrometeorológicos como la precipitación, frente a lo descrito anteriormente formulamos el siguiente problema ¿Cómo, mediante el uso de imágenes satelitales podemos determinar la variación de cobertura vegetal en el Bosque de

Pómac, la cual nos permitirá conocer si la variación tiende a tener una distribución normal?

El Bosque de Pómac es una Reserva Natural – ANP, ubicada a 32 km de Chiclayo; y resguarda la capa más grande y espesa de algarrobos de la tierra. Sus 5.800 ha. Constituyen una zona hermosa donde se fusiona la biodiversidad cultural del Perú, brindando a los turistas una inolvidable mixtura del hábitat y tradición. El Bosque de Pómac protege variedades oriundas de bosques secos y 36 monumentos de la cultura Sicán.

El Santuario Histórico Bosque de Pómac fue catalogado como reserva histórica en junio de 2001. Es rico en biodiversidad, especialmente en aves, el cual lo convierte en un atractivo turístico para los espectadores de aves y turistas en general. El bosque es porción de la ruta turística del noreste y un atractivo de visita obligada, su visita está garantizada para observar el típico ecosistema de bosque seco de especies animales y vegetales. Contiguo con el Santuario de Laquipampa situado en la cima del Valle de La Leche.

La vegetación que existe en el Bosque de Pómac necesita medidas de protección toda vez que para muchas especies se convierte en su hábitat. También ayuda a paliar el cambio climático y la contaminación. Sin embargo, los beneficios que se obtienen son más; los productos que brindan los bosques, incluyendo el análisis del clima y protección de las tierras, también los cambios del agua, viento y temperatura, así como el sostenimiento de la humedad y la contribución del ciclo climático.

La presente investigación tiene como objetivo general: Estimar la variación de cobertura vegetal por factores hidrometeorológicos (precipitación) mediante imágenes satelitales, y el primer objetivo específico; cuantificar la variación de los tipos de cobertura vegetal en hectáreas entre los años 2017 y 2021 mediante el uso de las imágenes satelitales, segundo objetivo; determinar la variación porcentual anual de los tipos de cobertura vegetal en el Bosque de Pómac entre los años 2017 y 2021, tercero; determinar la correlación entre los tipos de cobertura vegetal y factores

hidrometeorológicos (precipitación) en el bosque de Pómac entre los años 2017 y 2021.

En la presente investigación tenemos como hipótesis: El análisis realizado a través de imágenes satelitales, permitió estimar que hay alta variación de la cobertura vegetal en el Santuario Histórico Bosque de Pómac.

## II. MARCO TEÓRICO

Torres (2019). En su investigación tuvo como propósito comprobar el principal momento para analizar los efectos cambiantes a través de un estudio de la cobertura vegetal en el Valle del Río Pichis. Realizaron un estudio de dinámica en corto plazo de 1 - 10 años de 2010 -2010, aplicando técnicas de interpretación visual de imágenes satelitales y operaciones de álgebra en mapas para determinar cambios de la cobertura vegetal; esto ayudó a obtener información que con llevo a normalizar el ciclo de análisis de deforestación y proporciona su monitoreo. También pudieron determinar que el óptimo período para observar cambios en la cobertura vegetal en la microcuenca del río Pichis es de 10 años, este período indica que el tipo de cambio no ha variado significativamente de 1 - 9 años.

FLORES (2017). En su estudio tuvo como objetivo el de predecir la aparición de bofedales en la reserva de producción de fauna de Chimborazo mediante el tratamiento de imágenes tomados por satélites, se utilizó el software Random Forest. Concluyeron en lo siguiente: durante el análisis multitemporal de los recientes 20 años señala que la extensión de este ecosistema decreció 16,480 hectáreas de la extensión total de la RPFCH en 1991, a 6,456 hectáreas en el 2016, existe una reducción del 19% observando el uso inadecuado del ecosistema y por medio de la herramienta UICN se asignó al bofedal en condición de peligro crítico por cual su extensión de cobertura en el año 2032 sería de 0.46 kilómetro cuadrados, entonces el ecosistema llegaría a su colapso si mantiene el ritmo.

OBLITAS (2017). En su investigación se utilizaron imágenes satelitales para calcular los cambios de cobertura vegetal a través del análisis a largo plazo de bosques tropicales de 2001 - 2013, mediante la aplicación de imágenes satelitales, calcularon la cuenca del Amojú con un total de área real de 42,733 hectáreas, donde se determinó 3 clases de cobertura vegetal y uso de tierra como BTES, según el método CLC; 4,561 hectáreas (11%), arbustos 325 hectáreas (1%) y vegetación arbustiva - herbácea 11,679 hectáreas (27%) de bosques abiertos.

ROJAS (2019). En su investigación donde utilizó la teledetección como el software de ArcGIS, para identificar los elementos que causan la deforestación como resultado determinaron la pérdida de 919 km<sup>2</sup> de cobertura vegetal entre los años de 1987 a 2016. Durante los primeros 13 años se detectó una pérdida del 9 % de la superficie forestal, con una tasa al año de deforestación de -1 %. Del 2001 al 2016 (segundo período) la pérdida se acrecentó al 22 %, y presentó la tasa más elevada de deforestación (- 2 %). Las pérdidas fueron ocasionadas por la acción antropogénica como actividades ganaderas y agrícolas, cuyo límite incrementó en un 70% y un 94% en los periodos 1 y 2.

SALDAÑA (2019). En su investigación tuvo como objetivo el analizar que efectos sufren la cubierta boscosa y el uso de la tierra de Chancay durante los años 2001 al 2018, como resultado en el período de 17 años hubo una alteración de 2,470 hectáreas, representando el 35% del área general, donde tenemos a la categoría hierbas de 220 hectáreas a 699 hectáreas, aumentando 479 hectáreas, esta clase ha tenido un desarrollo enorme, involucrando la pérdida de otras áreas, como la categoría cultivos transitorios de 1,917 hectáreas a 1,105 hectáreas, perdiendo 811 hectáreas

GONZALES (2018), En su estudio cuyo objetivo es determinar la extensión de la deforestación y la pérdida de superficie forestal, así como calcular el escenario de referencia de la superficie forestal, para determinar la frecuencia de cambios en la cobertura vegetal para los años respectivos, como resultado encontraron que tenemos alrededor de 230.79 km<sup>2</sup> para el año 2000, lo que aumenta a 317.6 km<sup>2</sup> en 2008 y por lo tanto ha acelerado la deforestación de 570.57 km<sup>2</sup> en 2016 representa una diferencia para nosotros desde el año 2000, se despejó un total de 339,78 km<sup>2</sup>. La subida del costo del mineral oro y la reconstrucción de la vía interoceánica son los principales factores de deforestación.

MAMANI (2017). En su estudio cuyo objetivo fue valorar los efectos de la utilización de tierra y la alteración de cobertura vegetal con los estudios multitemporal en el tiempo de 29 años el cual se dividió en 4 etapas, como resultado se obtuvo una tasa de deforestación de 111 ha/año en el tiempo primero que alcanza desde el año 1986

hasta 1992, simbolizando la más dominante, que se relaciona con el incremento del factor antropogénico entre ellos la ganadera, áreas de pastoreo y aumento del tejido urbano.

LOAYZA (2020). En su estudio cuyo neutro residió en valorar y escudriñar los efectos de gualdrapa forestal en la Estación Biológica - Villa Carmen, circunscripción de Cusco, como resultado determinaron 5 clases de bosques, como el de azotea suscripción con talego 587 hectáreas (16%), frondosidad de azotea arrastradera con talego 1,318 hectáreas (37%), frondosidad de desnivel basimontano 704 hectáreas (20 %), pacal 897 hectáreas (25 %), empleo de no frondosidad amazónico.

CRUZ (2019). En su investigación de escalafón de la harapo forestal y explicación multitemporal de la deforestación en la provincia sud yungas cuyo equitativo es llevar a cabo la ficha de la quebranto de harapo forestal mediante el explicación multitemporal en los periodos de plazo comprendidos entre los primaveras 2000-2010-2018, como resultado determinaron que el lado de bufé es más o menos de 858,984.7 ha, de los cuales en el año 2000 los municipios de La Asunta y Palos Blancos presentan una envoltura de harapo forestal deforestada de 47.6% y 48.6 % respectivamente.

QUISPE (2019). En su sondeo de altibajo de andrajo planta en el valle del río pantufla llave, Juli, cuyo frío es ahondar la multitemporalidad del andrajo planta en el valle Zapatilla a cortar del año colchoneta 1987 al 2015, ahondar la multitemporalidad del andrajo rocoso en el valle Zapatilla a cortar del año colchoneta 1987 al 2015. Los parámetros meteorológicos (temperatura, volatilización rapidez, humedad relativa, y apresuramiento del vendaval), se concluyó la temperatura average de tiempo 1 a tiempo 4 incrementó de 0.80 °C; volatilización de ese mismo tiempo aumentó de 0.30 mm/añual average; en altibajo la rapidez de tiempo 1 a tiempo 4 se observó un retirado de -55.50 mm/ average añual; parámetro humedad relativa se encontró más o menos de 62.4 % y el apresuramiento del vendaval ha incrementado 0.20 m/seg.

MENDIZA (2017). En el estudio, obtuvo como resultado han ratificado saber las siguientes coberturas existentes durante la fase presentada: prados, agricultura,

bosques forestales, flora y cuerpo de agua. Identificando que los conjuntos de cambios son causados por actividades antrópicas, como la ampliación de pastos y la merma de las coberturas de arbustal y flora arbustiva – herbácea.

REQUELME (2018). En su indagación de interpretación del declive de gualdrapa forestal y vicisitud de uso del adoquinado, mediante la interpretación de imágenes tomados satelitalmente, división 2000 al 2018, cuyo indeterminado fue estimar la vicisitud de uso del adoquinado y el declive de gualdrapa boscosa división durante 18 años como resultado en los planos se inspeccionaron los importantes cambios que notaron las 06 cubiertas reconocidas, de modo allegado todas las clases mostraron permutaciones en ampliación o estrechamiento de su gualdrapa, siendo los más importantes pastos, que aumentó en 471 hectáreas y superficies sin cobertura que disminuyo en 349 hectáreas para el 2018.

RIVAS (2019). En su investigación tuvo como objetivo la determinación, identificación y cálculo de la pérdida de cobertura vegetal. El resultado que arrojó el estudio mediante el uso adecuado de la teledetección en Satipo, que la pérdida de cobertura vegetal se observó que tuvo una variación en el tiempo del 2015 al 2017 donde se verifica la rebaja de 13% en 6% de la cobertura vegetal, y esto es a consecuencia del incremento de la agricultura también se considera la pérdida de cobertura vegetal por factores naturales el cual ocupa el 10% de toda el área del distrito.

Gamarra (2017). Realizó un estudio con el objetivo de planificar la gestión informada, mediante los conocimientos logrados sobre el área y el uso del suelo, dicho estudio se realiza con el objetivo de recopilar datos el área y el uso del suelo, utilizando imágenes satelitales, con la esencia de establecer, ponderar y concebir, el área y el uso del suelo que se da en el lugar del estudio. Para poder clasificar las imágenes recopiladas de utilizo el software ENVI aplicando CORINE Land Cover. Como conclusión de los resultados se determinó la clasificación adecuada y observada utilizando el algoritmo especial de Random Forest siendo una alternativa de aplicación eficiente en diferentes zonas del país.

Asimismo, Burga, M. (2016). Realizó su investigación donde el objetivo fue medir las áreas deforestadas durante el periodo de 4 años en la selva peruana. Este estudio se realizó con el objetivo de conseguir las imágenes satelitales mediante el incremento de los bosques deforestados y su pérdida de su cobertura forestal. También determinar el porcentaje (%) de pérdida de cobertura vegetal por los diferentes factores antropogénicos. En este estudio se manejó imágenes de alta resolución a nivel satelital y usando la aplicación landsat5TM.

MARTINEZ (2016). Esta investigación tiene como finalidad determinar las áreas con cambios reveladores en la cubierta vegetal (2007 - 2013) a través del estudio multitemporales ejecutados en el parque nacional natural alto fragua Indi Wasi con la sistemática Gentry (1982), simbolizados en mapas temáticos y acumulados en una base de datos geográfico, haciendo más fácil la afiliación de nuevas consecuencias y admitiendo la ejecución de análisis espaciales multivariados

HINOSTROZA (2021). Tiene por objetivo examinar el grado de desintegración del paisaje, mediante el uso de instrumentales de teledetección y SIG en el distrito de Huaricolca – Junin. Se manejaron sucesos del programa Landsat 7 - 8 de los años 2009 – 2014 - 2019; y para el proceso y correcciones de las imágenes satelitales se utilizó el software QGIS. Se concluyó el lugar presenta un paisaje fragmentado (44,33 %), siendo las importantes causas de descomposición del aumento del límite agrícola, ganadería, quemas de pastos, aumento de suelos descubiertos, apertura de trochas y mineral artesanal.

JARA (2015). Señaló que tuvo como objetivos ejecutar un estudio probado y seguro de los primordiales problemas en medio ambiente que producen la deforestación de los bosques en Ecuador, es establecer la eficacia las leyes ambientales vigentes de la normativa ambiental del Ecuador y de las establecimientos representantes de la protección de los bosques, propagar la jerarquía y su provecho dentro del consorcio ecuatoriano del beneficio racional y conservar los bosques, al hablar de esta investigación es para establecer las nociones de la leyes dentro del régimen ambiental actual, porque carecen de efectividad en el amparo de los recursos forestales, las

sanciones asignadas hacia los hechos que lesionan claramente a los bosques nacionales son impropios en respecto al perjuicio ocasionado.

BASTIDAS (2020). Esta investigación tuvo como objetivo analizar la diferenciación en la cobertura de los bosques a través de un estudio multitemporal y su efecto en los caudales grandes para la cuenca del Río Guaguí, según con la permuta de coberturas entre los años 2000 y 2002 – 2010 y 2012 derivados del SIA de Colombia, es posible identificar que, para la cuenca del Río Guaguí se presenta una baja en las plazas de bosque espeso cerca del 50 %, mientras que los bosques divididos con pastos aumentaron marcadamente de un 1.5% a un 23.4%.

DAVILA (2018). La presente tesis fue realizada en base a la investigación que se obtuvo del trabajo primariamente avanzado por los guardaparques y expertos del Parque Nacional del Manu, y el valor en los vacíos de información acerca de la deforestación en el Parque Nacional del Manu, En oposición, se ha desarrollado la cifra de programas de pruntitudes en el puesto de Qurqurpampa. Las diligencias que más sucesos tienen son tala y agropecuaria. Las otras diligencias antropogénicas tienen muy poco suceso como para tener una huella característico en la conservación del Parque Nacional del Manu.

PÉREZ (2021). El presente trabajo estima la deforestación en el Bosque de Pómac y su franja de amortiguamiento con modelos estocásticos y teledetección, La influencia al año 2019 nos expuso una realidad diferente a la presente, en la que se perdió un 33.7% del total de bosques y áreas naturales con que se refería en el año 2001, comparándola con la recuperación actual. La proyección para el 2037 se presenta escasamente una mínima disminución de bosque y áreas Naturales, caso contrario resulta para la Zona de Amortiguamiento del Bosque de Pómac.

Asimismo, señala nuestra Constitución Política del Perú de 1993.

Artículo 68. Conservación de la diversidad biológica y áreas naturales protegidas.

El estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y áreas naturales protegidas.

Por la cual señalamos que el Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y las áreas naturales protegidas. Tal obligación implica que los actos que puedan representar un nivel de riesgo para las áreas naturales protegidas, requieran para efectos de su aprobación conjunta de los distintos organismos estatales que tienen por función la conservación y protección de dichas áreas, de modo tal que, mediante labores preventivas, dicho riesgo quede reducido al mínimo.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de la investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación: Básica**

Según Esteban (2018) se comprenden en la investigación básica los siguientes estudios: exploratoria, descriptiva, explicativa y predictiva, investigación que tiene sus orígenes junto al nacimiento de la filosofía, la naturaleza y el hombre. Son las que orientan a un conjunto de objeciones probables, direccionadas a manifestar aquellos grandes enigmas, las que forman parte del conocimiento universal.

##### **3.1.2. Diseño de investigación: (Cuasi experimental correlacional)**

El actual estudio de investigación es cuasi experimental correlacional, el cual radica en la colección de datos existentes que nos ayudan a visualizar la pérdida de la cobertura vegetal que se representan o se observan en los cambios a través del tiempo.

Ochoa y Miranda (2014), mencionan que en un trabajo de investigación cuasi experimental o casi experimental no se manipulan las dos variables, esto ocurre cuando el indagador no puede cubrir los requerimientos de un experimento real, dado que no puede dar de forma relativa los participantes las condiciones en rigor experimentales.

#### **3.2. Variables y operacionalización**

Se enuncian las variables estudiadas, las cuales son factores hidrometeorológicos (Precipitación) y variación de cobertura vegetal.

Variable Independiente. Factores hidrometeorológicos (Precipitación).

Variable dependiente. Variación de cobertura vegetal.

La tabla de operacionalización se encuentra en anexos.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### **Población:**

Condori (2018), realiza el planteamiento de población, al conjunto de individuos que tienen en común varias propiedades y parámetros y los cuales es de interés investigar. De esta manera la población encierra los elementos en su mayoría de los que se debemos obtener información, siempre y cuando que todos ellos se puedan analizar e identificar.

En la presente investigación, la población está constituida por la totalidad de hectáreas que componen en Santuario Histórico Bosque de Pómac,

**Muestra:** Para la presente investigación, la ubicación y selección de los puntos de muestreo se obtuvo a partir de los siguientes criterios, primero que reproduzcan su tipo de cobertura y que sean accesibles. Para dar cumplimiento al primer criterio.

**Muestreo:** Se realizará utilizando la distribución multinomial. Según Congalton, 1988; sugiere se recolecte un mínimo de 50 muestras para cada clase de mapas, que cuenten con una extensión menor de 400, 000 hectáreas y menos de 12 clases de cobertura; además para cumplir con el segundo criterio, se realizó un Buffer de 200 metros (al lado izquierdo y derecho) sobre las vías de acceso, que es donde se tomarán las muestras (Puntos de Control).

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Establecida la muestra, se utilizarán distintas técnicas e instrumentos que nos permitirán recoger los datos adecuados con fin de buscar el logro de los objetivos del proyecto:

Las técnicas son:

- a) La observación, Es definida como aquella técnica con la cual se pueden recolectar datos, los cuales permiten sistematizar el estudio propuesto sobre un hecho o fenómeno social que guarda relación con la problemática de la

investigación. Cuando se desarrolla esta técnica se tiene que registrar lo observado, pero no interrogar a los individuos que guardan relación con el hecho de estudio; es decir, no se hace preguntas, ni orales ni escritas.

**b)** Análisis documental, en este trabajo de investigación se ha utilizado como instrumentos cuadros, guía de observación de campo en los cuales se cuantifica los datos concernientes a:

- La determinación del área deforestada por extensión de infraestructuras y por expansión agrícola.
- La determinación del área deforestada de cada tipo de bosque.
- La determinación del área deforestada según la cobertura estructural del territorio.

**c)** Muestreo aleatorio simple. Según (López, 2010), este tipo de muestreo consiste en la elección de la muestra en una única etapa, teniendo una característica peculiar donde cada muestra tiene las mismas probabilidades de ser elegida.

### **3.5. Procedimientos**

#### **3.5.1. Ubicación del área de estudio**

El SHBP, es un área natural protegida ubicada a 31 kilómetros de Chiclayo en Pítipo, Ferreñafe, y protege la mayor y más espesa formación de algarrobos del mundo. Sus 5.887 ha acceden a un lugar fascinador donde la variedad biológica y cultural del Perú se fusionan para ofrecerle al turista una mixtura de naturaleza y tradición. En el Bosque de Pómac se guardan géneros típicos del bosque seco y 36 monumentos de la Cultura Sicán. El Bosque de Pómac tomó la categoría de SH en junio del 2001; antes se consideraba como la categoría de Zona Reservada de Batán Grande.

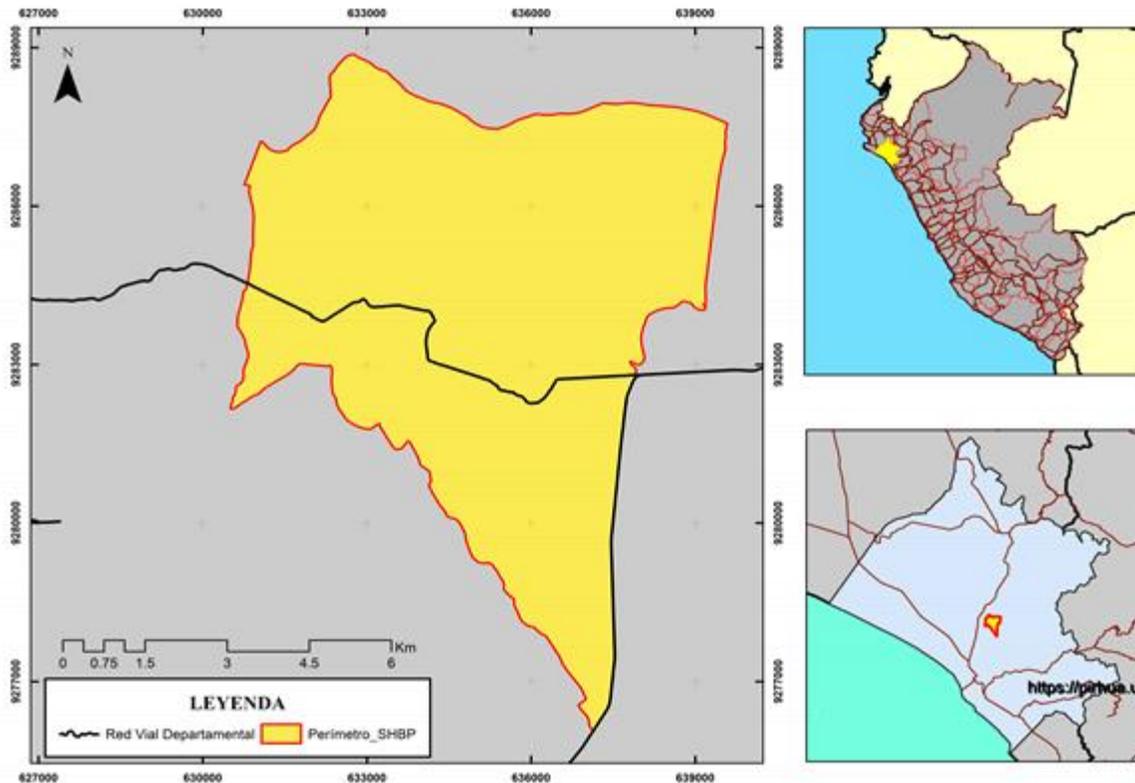


Figura 1. Mapa de Ubicación del Santuario Histórico Bosque de Pómac

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.2. Descarga de Imágenes satelitales

El proceso de descarga de las imágenes satelitales el cual se realizó a través de la página <https://earthexplorer.usgs.gov/>, es el punto de partida para el procesamiento del lugar escogido como área de interés. En este caso el área de interés es el distrito de Pítipo, provincia de Ferreñafe. Pero antes de ello se tiene que respetar algunos requisitos, los cuales deben mantener las imágenes seleccionadas, ello con el propósito de llevar a efecto los objetivos planteados en la presente investigación.

Tabla 1. Metadatos de las imágenes satelitales.

Atributos	Sentinel 2016	Sentinel 2017	Sentinel 2018	Sentinel 2019	Sentinel 2020	Sentinel 2021	
URL Producto	S2A_MSIL1C_20160810T153622_N0204_R068_T17MPN_160810T153622.SAFE	S2B_MSIL1C_20171019T153609_0205_R068_T17MPN_20171019T153652.SEGURO	S2A_MSIL1C_20180820T153621_0206_R068_T17MPN_20180820T153621.SAFE	S2A_MSIL1C_20190825T153621_208_R068_T17MPN_20190825T202424.SEGURO	S2B_MSIL1C_20200824T191521_2009_R068_T17MPN_20200824T191521.SEGURO	S2A_MSIL1C_20210824T153621_2021_N0301_R068_T17MPN_20210824T205555.SEGURO	
Nivel de procesamiento	Nivel-1C	Nivel-1C	Nivel-1C	Nivel-1C	Nivel-1C	Nivel-1C	
Tipo de Producto	S2MSI1C	S2MSI1C	S2MSI1C	S2MSI1C	S2MSI1C	S2MSI1C	
Tiempo generacional	2016-08-10T15:36:22.000000Z	2017-10-19T15:36:52.000000Z	2018-08-20T21:07:38.000000Z	2019-08-25T20:24:24.000000Z	2020-08-24T19:15:21.000000Z	2021-08-24T20:55:51.000000Z	
Nombre de la nave espacial	Centinela-2A	Centinela-2B	Centinela-2A	Centinela-2A	Centinela-2B	Centinela-2A	
Tipo	INS-NOBS	INS-NOBS	INS-NOBS	INS-NOBS	INS-NOBS	INS-NOBS	
Detección de inicio	2016-08-10T15:36:22.026Z	2017-10-19T15:36:09.027Z	2018-08-20T15:36:21.024Z	2019-08-25T15:36:21.024Z	2020-08-24T15:36:19.024Z	2021-08-24T15:36:21.024Z	
Numero de orbita de detección	68	68	68	68	68	68	
Dirección de la órbita de detección	DESCENDENTE	DESCENDENTE	DESCENDENTE	DESCENDENTE	DESCENDENTE	DESCENDENTE	
Huella global	(-7.3241318007873 - 79.866444092594 - 7.31819015166377 - 79.8928142905276 - 7.31569517613296 - 79.9042926646587 - 7.31531288314398 - 79.9042076628306 - 7.31529934858562 - 79.9042699530268 - 7.31497628661949 - 79.9041973998651 - 7.31454103055611 - 79.9062016632889 - 7.31393416474482 - 79.9060674753958 - 7.27311505131422 - 80.094114329893 - 6.33171220322556 - 80.0958834146559 - 6.32903571060743 -	6.331712203225566 -	- 6.3317122032255 - 6.331712203225566 - 80.09589 - 6.32903571060743 - 79.103424 - 321740856621244 - 79.09952 - 7.324841280203485 - 44 - 79.09952 - 80.094025 -	- 6.3317122032255 - 6.331712203225566 - 80.09589 - 6.32903571060743 - 79.103424 - 7.32174085662124 - 44 - 79.09952 - 7.32484128020348 - 5 - 80.094025 -	- 6.331712203225566 - 80.09589 - 6.32903571060743 - 79.103424 - 6.32903571060743 - 7.32174085662124 - 79.103424 - 7.32484128020348 - 5 - 80.094025 -	- 6.331712203225566 - 80.09589 - 6.32903571060743 - 7.32174085662124 - 79.103424 - 6.331712203225566 - 80.09589 - 6.32903571060743 - 7.32174085662124 - 79.103424 - 6.331712203225566 - 80.09589 - 6.32903571060743 - 7.32174085662124 - 79.103424 - 6.331712203225566 - 80.09589 - 6.32903571060743 -	- 6.331712203225566 - 80.09589 - 6.32903571060743 - 7.32174085662124 - 79.103424 - 6.331712203225566 - 80.09589 - 6.32903571060743 - 7.32174085662124 - 79.103424 - 6.331712203225566 - 80.09589 - 6.32903571060743 -

	79.1034361350442 -	5.33171220968025.5	7.3248412802034 85 -	6.33171220968025 .5	79.09952 - 7.324841280 203485 -	
			80.094025 - 6.3317122096802 5.5		80.094025 - 6.3317122096 8025.5	
Sistema de referencia de coordenadas	EPSG	EPSG	EPSG	EPSG	EPSG	EPSG
Formato - corrección	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Aprobado
General -calidad	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Aprobado
Calidad - Geométrica	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Aprobado
Calidad - Radiométrica	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Aprobado
Sensor -Calidad	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Aprobado

Fuente: Elaboración propia.

### **3.5.3. Georreferenciación de imágenes satelitales**

Las imágenes una vez descargadas y realizando la combinación de bandas adecuadas se ven a color, pero aún falta darles la ubicación exacta con la cual se observan en la realidad. Para ello se utilizó el programa ArcGIS, y los archivos Shapefile del MINAM, obtenidos de la página del Sernanp <https://geo.sernanp.gob.pe/visorsernanp/> relacionados con los ríos y rutas correspondientes al Bosque de Pómac. A su vez se cambió la combinación de las bandas; en Landsat 7 las bandas de 3-2-1 y en Landsat 8 las bandas 5-4-3 a una combinación más parecido a como se ven los elementos en la naturaleza o color verdadero; es decir, a la combinación de bandas: 5-4-3. Se colocaron los shapefiles correspondientes a los ríos y rutas; y luego con la herramienta “georeferencing”, y “add control points”, se comienza a picar cada punto de la imagen para que se junten lo más cercanamente posible a cómo se han dispuesto los shapefiles. De esta manera, las imágenes terminan georreferenciadas de acuerdo a cómo se ven en la realidad.

### **3.5.4. Corte del área de interés**

Una vez obtenidas y procesadas las imágenes satelitales, se procedió a realizar el corte respectivo al área de interés, utilizando la herramienta clip dentro del entorno de ArcMap, es decir del Bosque de Pómac. Para ello en primer lugar se extrajo el Shapefile del Bosque de Pómac del geovisor del Sernanp.

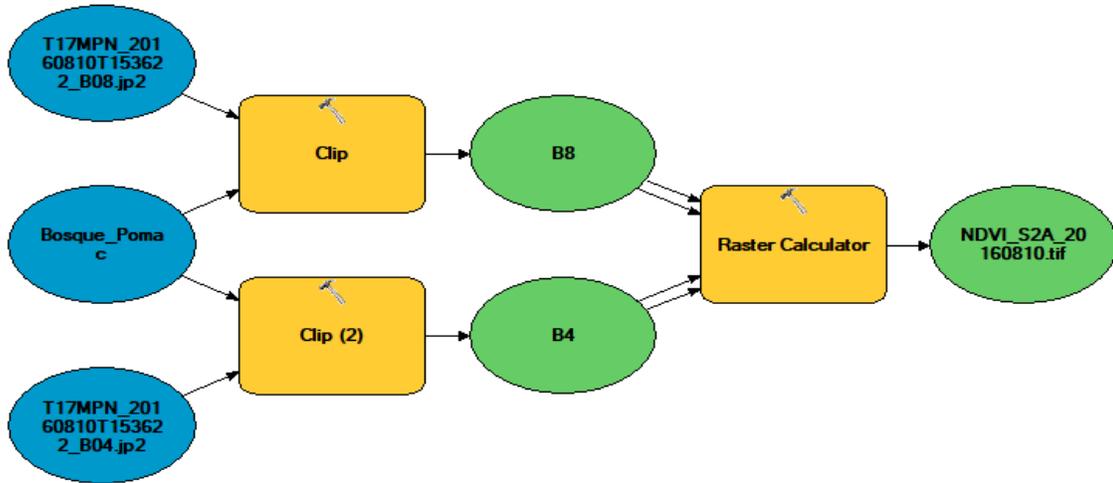


Figura 2. Modelo para cortar y obtener el NDVI para el año 2016 con imagen Sentinel 2A

Fuente: Elaboración propia.

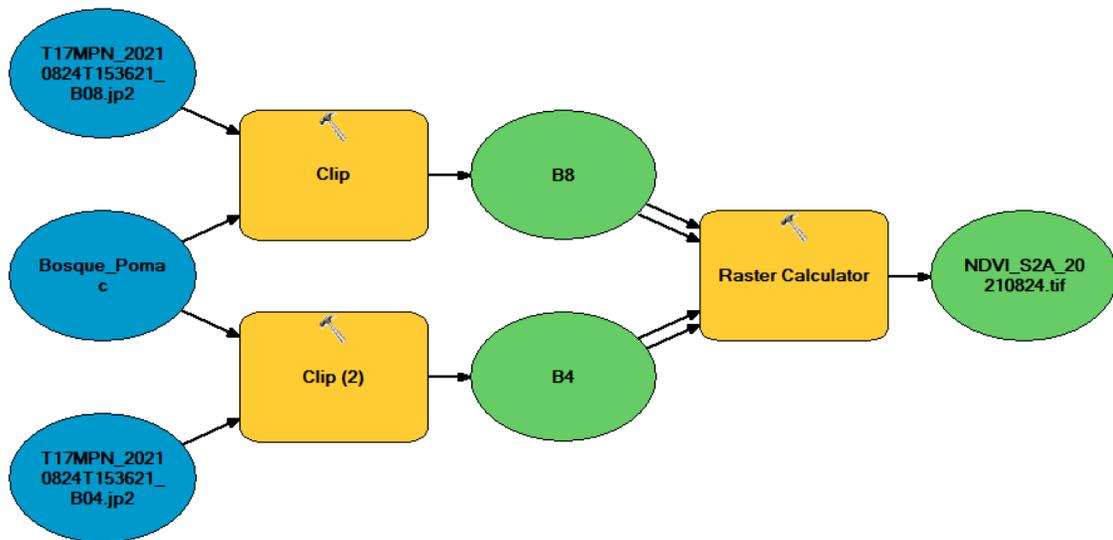


Figura 3. Modelo para recortar y obtener el NDVI para el año 2021 con imagen Sentinel 2A

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.5. Transformación de ráster a Shapefile

Con el propósito de cuantificar las diferentes mediciones se tuvo que convertir la imagen ráster con clasificación supervisada, a Shapefile; para ello se usó la

herramienta Raster to Polygon. A esta ventana se llega siguiendo la siguiente ruta: ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon. Luego se creó un campo con el nombre área ha, lo que nos permitió calcular el área, para establecer las unidades de cuantificación.

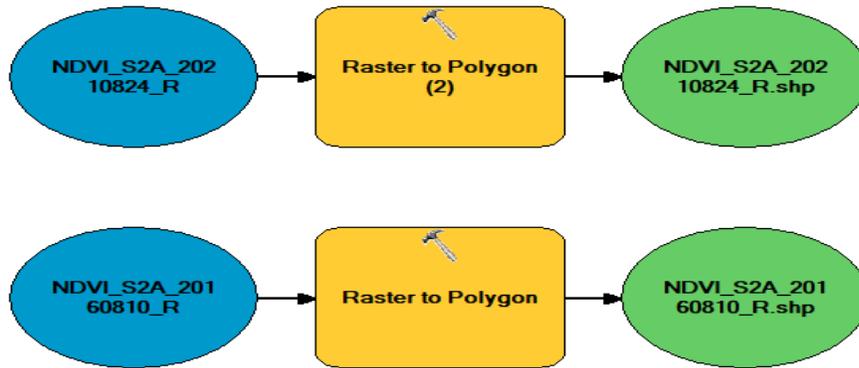


Figura 4. Modelo para conversión de ráster a polígono

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.6. Comparación de imágenes procesadas

Se compararán las imágenes procesadas teniendo en cuenta la imagen patrón, la cual es la primera en orden cronológico. Y luego se rellenan los cuadros de recojo de datos. Después, se crearon diagramas de tendencia en Excel.

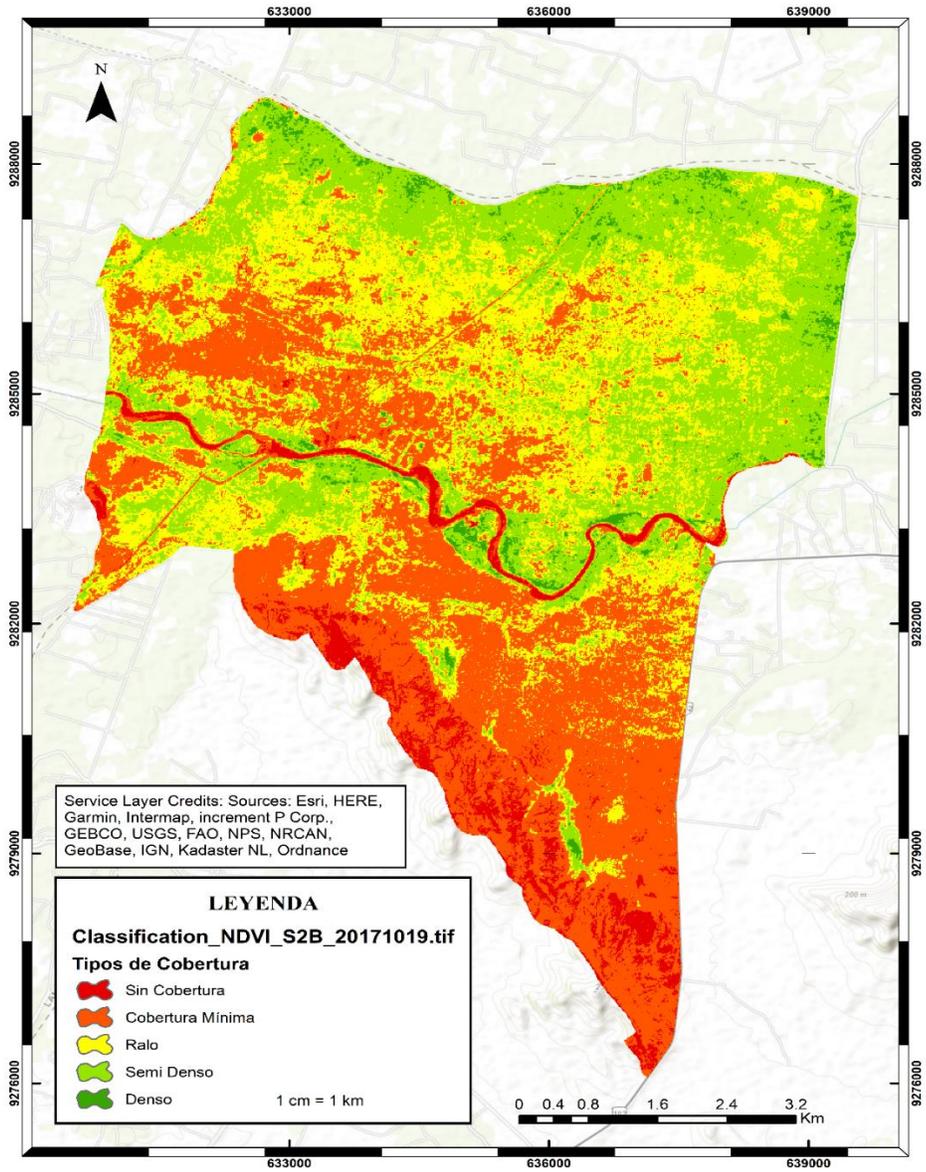


Figura 5. NDVI correspondiente al año 2017.

Fuente: Elaboración propia.

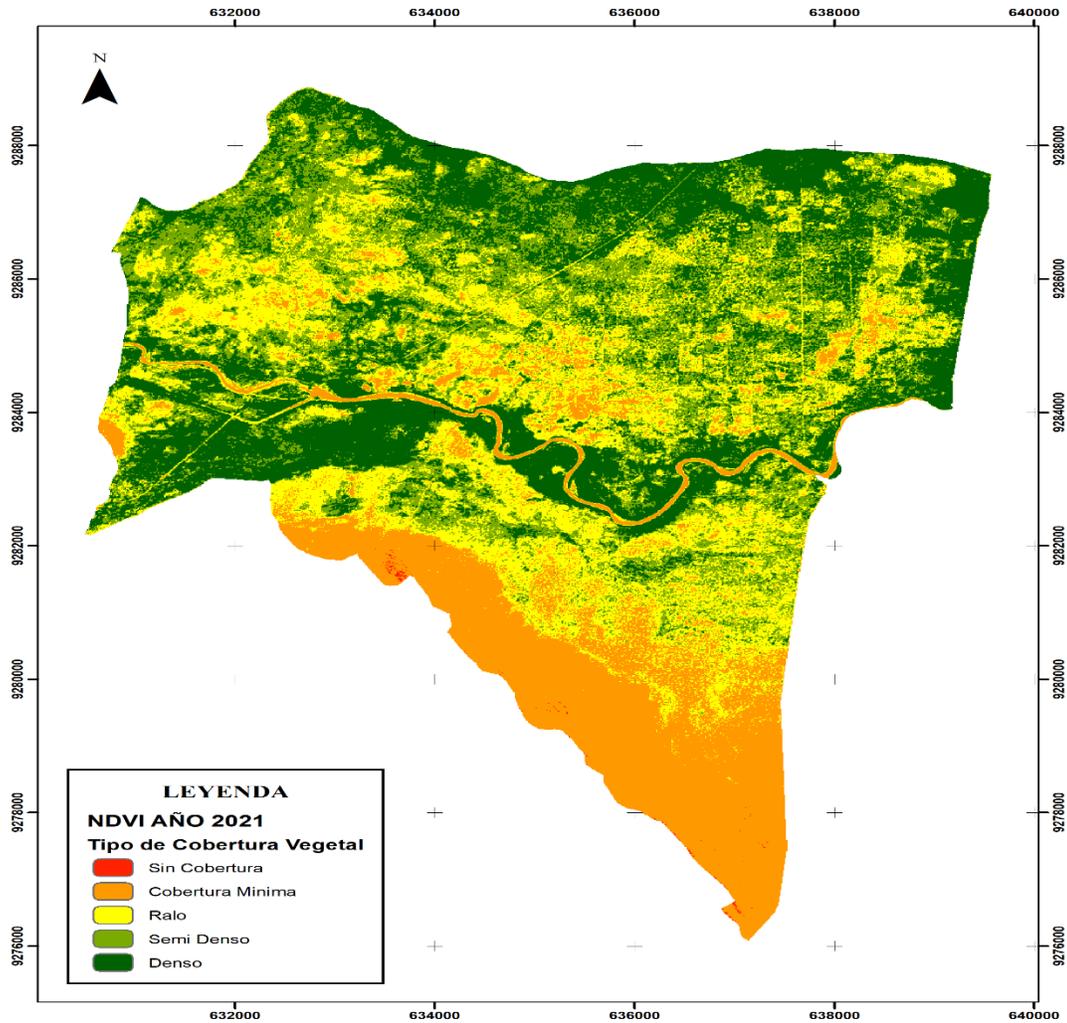


Figura 6. Comparación de imágenes Sentinel 2A procesadas

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6. Métodos de análisis de datos

Se utilizaron tablas y gráficos que fueron procesados por hojas de cálculo Excel, ArcMap para el análisis y georreferenciación de la zona donde se desarrollará el proyecto.

Los programas que se utilizaron para el procesamiento de datos, son esencialmente tres:

- **Arcmap ArcMap:** es el programa más conocido de ArcGIS. Este programa permite visualizar, editar, crear y analizar datos geoespaciales. Con el ArcMap al usuario puede analizar los datos dentro de un conjunto de datos, recrear sus características y por lo tanto crear mapas. Esto se desarrolla mediante 2 aplicativos del programa: la tabla de contenido y el marco de datos. Con este programa se pudo georreferenciar las imágenes satelitales.

- **Excel:** Es un programa de informática, el cual es distribuido por la empresa Microsoft Corp. Este software permite desarrollar diversas operaciones contables, merced a sus diversas funciones, para lo cual utiliza hojas de cálculo con lo cual se obtienen resultados de lo propuesto de manera casi instantánea.

Con este programa se pudo realizar los Figuras de tendencia que describieron de forma dinámica los cambios en cuanto a coberturas en el Bosque de Pómac

- **Google Earth:** Es un programa con el cual se puede visualizar la superficie terrestre de diferentes ángulos y distancias, además de diferentes tiempos de recogida de imágenes, tomando como base la fotografía satelital. Este programa sirvió como apoyo visual para corroborar las características del territorio.

### 3.7. Aspectos éticos

Todo lo expuesto en este proyecto de investigación respeta los derechos de autor haciendo uso de citas textuales, se recabará información de distintos autores para decidir a qué contexto se asemeja más nuestra realidad.

Los resultados de esta investigación serán verídicos, asimismo se realizará un muestreo con autenticidad siguiendo el protocolo indicado por la guía, buscando en todo momento que la información sea fidedigna.

#### IV. RESULTADOS

Cuantificar la variación de los tipos de cobertura vegetal en hectáreas entre los años 2017 y 2021 mediante el uso de las imágenes satelitales. Según los resultados obtenidos mediante el análisis de las imágenes satelitales sentinel 2A y 2B, en relación con el tipo de cobertura “Sin Cobertura” para el año 2017 se calculó un total de 277.8 hectáreas, representando el 4,51%, para el año 2018 se calculó un total de 366,1 hectáreas, representando un 7,07%, para el año 2019 se calculó un total de 470,3 hectáreas que representa un 7,4%, para el año 2020 se calculó un total de 1205.7 hectáreas que representa un 17% y finalmente para el año 2021 se calculó un total de 885.8 hectáreas que viene a representar un 13,62% del total de área que comprende el Santuario Histórico Bosque de Pómac; además, como podemos observar en la Figura 9, la tendencia de este tipo de cobertura fue en aumento desde el año 2017 al 2020, donde decreció notablemente.

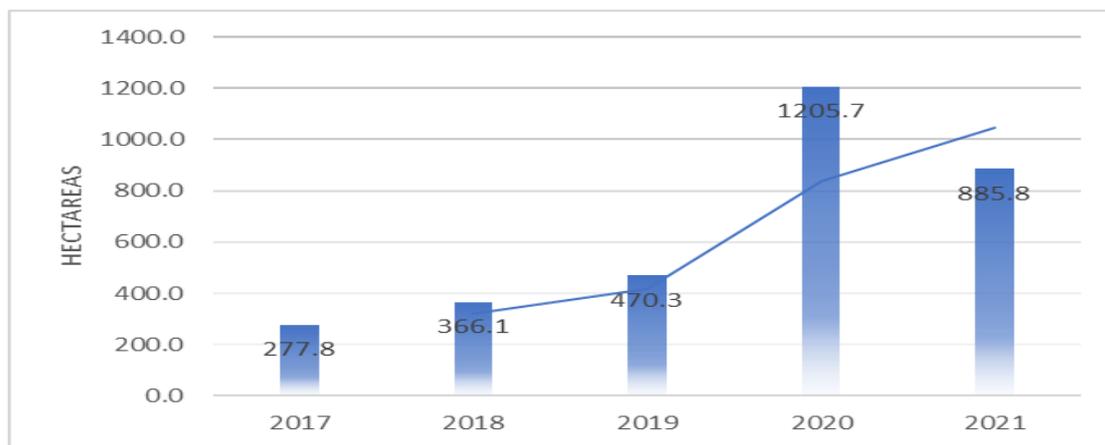


Figura 7. Variación y tendencia de la cobertura vegetal del tipo "Sin Cobertura" evaluado entre los años 2017 al 2021.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos a través del análisis de las imágenes satelitales (Sentinel 2A y 2B) correspondiente al tipo de cobertura “Cobertura Mínima”, se logró calcular 2090.8 hectáreas que representan un 35,52% al año 2017, para el año 2018 se logró calcular un total de 1,317.9 hectáreas que representan un 22,39%, para el año 2019 se calculó un total de 1,825.1 hectáreas que representan un 31%, para el

año 2020 se logró calcular un total de 869.2 hectáreas que representa un 14,76% y para el año 2021 se obtuvo un total de 889.8 hectáreas, llegando esto a representar un 15,11% del área que comprende el Santuario Histórico Bosque de Pómac; además, como se puede observar en la figura 10, este tipo de cobertura vegetal presenta una tendencia decreciente pasando de contar con 2,090.8 hectáreas en el año 2017 a contar con 889.8 hectáreas para el año 2021.

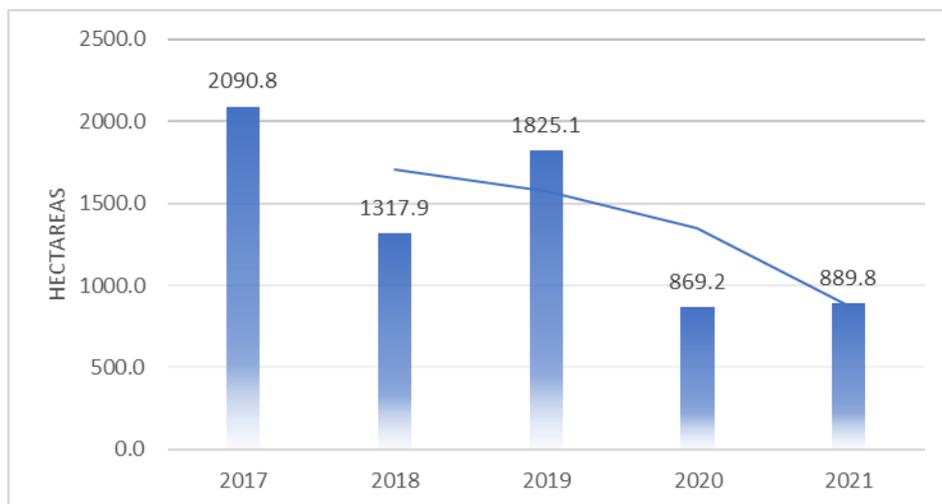


Figura 8. Variación y tendencia de la cobertura vegetal del tipo "Cobertura Mínima" evaluado entre los años 2017 al 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Según los análisis realizados a las imágenes satelitales para el tipo de cobertura "Ralo" se obtuvo para el año 2017 un total de 1,779.7 hectáreas que representan un 30,23%, para el año 2018 se calculó un total de 3,323.8 hectáreas que representan un 56,46%, para el año 2019 se calculó un total de 2,550.7 hectáreas que representan un 43,33%, para el año 2020 se calculó un total de 2802 hectáreas que representan un 47,6% y finalmente para el año 2021 se obtuvo un total de 2,580.1 hectáreas que representa un 43,82% del total del área que comprende el Santuario Histórico Bosque de Pómac; además, como se puede apreciar en la figura 11, este tipo de cobertura vegetal pasó de tener 1,779.7 hectáreas en el año 2017 para aumentar drásticamente su área en 1,544.1 hectáreas para el año 2018, posteriormente se redujo a 2,550.7 en el año 2019

y se ha mantenido relativamente constante hasta el 2021 con una variación promedio de 236,6 hectáreas.

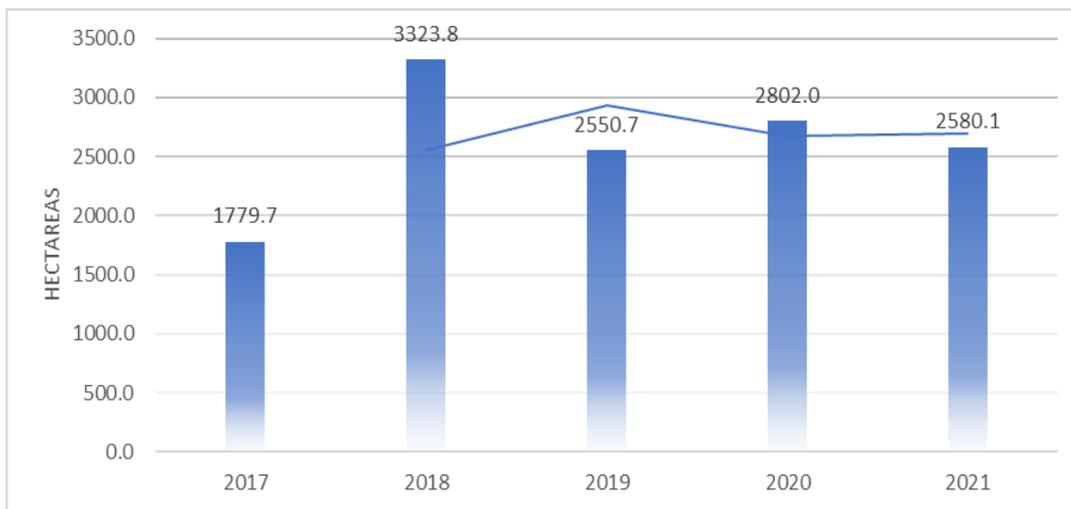
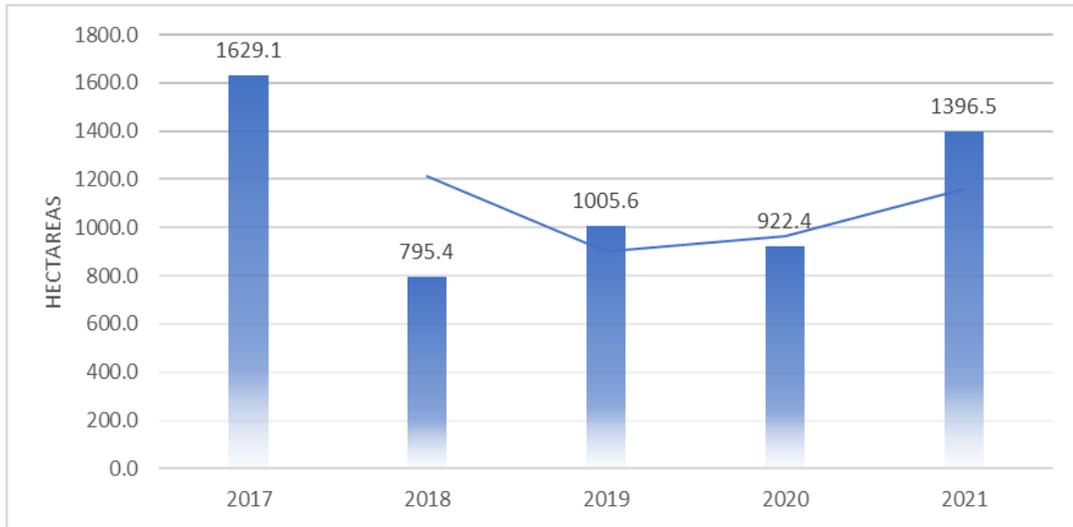


Figura 9. Variación y tendencia de la cobertura vegetal del tipo "Ralo" evaluado entre los años 2017 al 2021.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el análisis de las imágenes sentinel, se obtuvo los siguientes resultados, respecto del tipo de cobertura "Semi Denso", se calculó un total de 1,629.1 hectáreas y representa un 27,67% para el año 2017, para el año 2018 se calculó un total de 795.4 hectáreas, que representa un 13,41%, para el año 2019 se obtuvo un total de 1,005.6 hectáreas que representa un 17,08%, para el año 2020 se obtuvo un total de 922.4 hectáreas que representan un 15,67% y finalmente para el año 2021 se obtuvo un total de 1,396.5 hectáreas y representan un 23,72% del total del área que comprende el Santuario Histórico Bosque de Pómac.



*Figura 10. Variación de tendencia de la cobertura vegetal tipo "Semi Denso" entre los años 2017 al 2021.*

Fuente: Elaboración propia.

Mediante el análisis de imágenes satelitales sentinel se obtuvo los siguientes resultados para la cobertura vegetal de tipo "Denso", para el año 2017 se obtuvo 109.2 hectáreas y representa un 1,86%, para el año 2018 un total 83.5 hectáreas el cual representa un 1,42%, para el año 2019 se obtuvo un total 35,2 hectáreas el cual representa un 0.60%, para el año 2020 se obtuvo un total 87,5 hectáreas el cual representa un 1,49%, por último para el año 2021 se obtuvo un total de 135,3 hectáreas representando un total de 2.30% del área total que comprende el Santuario Histórico Bosque de Pómac; además como se puede apreciar en la figura 13 este tipo de cobertura vegetal abarcaba 109.2 hectáreas para el año 2017, evidenciándose que decreció hasta el 2019 donde abarco 35.2 hectáreas, posteriormente la tendencia es creciente llegando a abarcar 135.3 hectáreas en el año 2021.

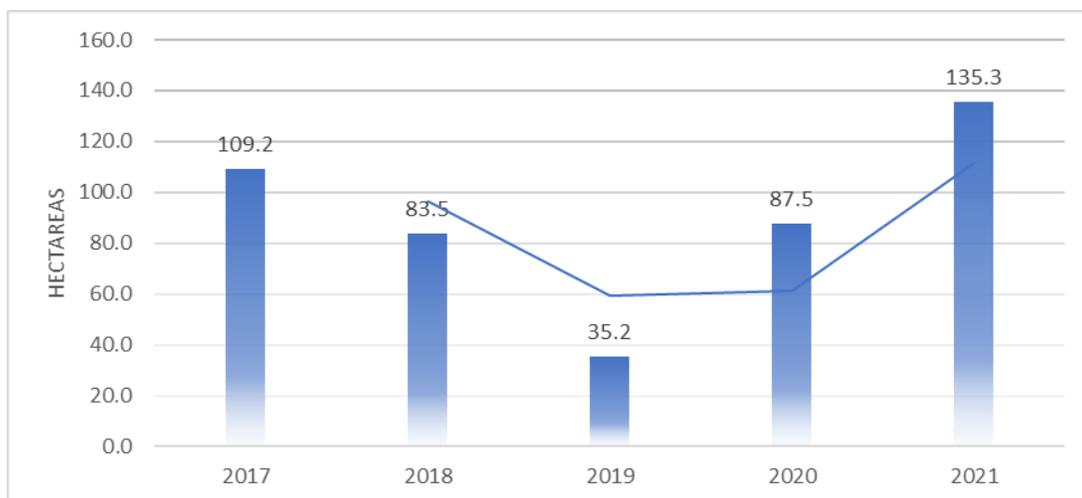


Figura 11. Variación y tendencia de la cobertura vegetal del tipo "Ralo" evaluado entre los años 2017 al 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Determinar la variación porcentual anual de los tipos de cobertura vegetal en el Santuario Histórico Bosque de Pómac entre los años 2017 y 2021. De acuerdo con el análisis de las imágenes satelitales, utilizando ArcGIS y Excel; como se puede ver en la Figura 14, se logró determinar una variación de 32% entre los años 2017 al 2018, mostrando luego una variación decreciente para el año 2019 donde se determinó un 28%, luego para el año 2020 se muestra una variación bastante elevada, llegando a 156%, seguidamente se pudo determinar que la variación decreció hasta un 27% para el año 2021; por lo tanto se determinó la variación promedio entre los años 2017 al 2021, siendo esta de 38%.

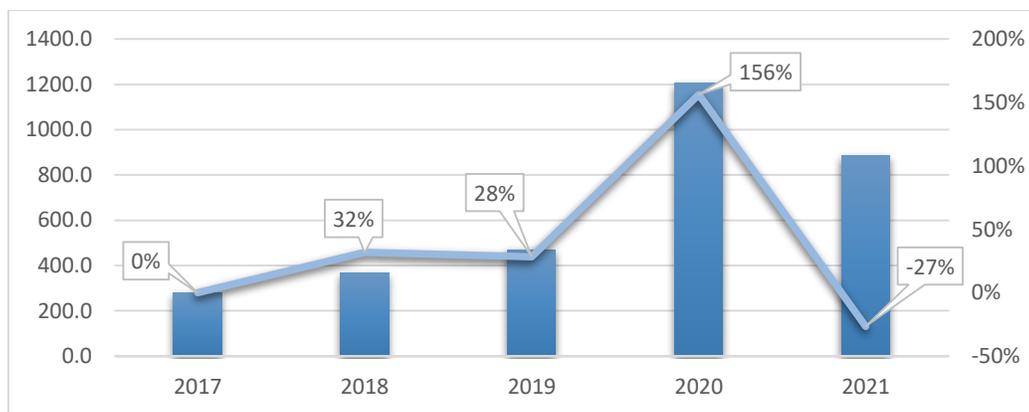


Figura 12. Variación porcentual anual del tipo de cobertura “Sin Cobertura” entre los años 2017 al 2021.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el análisis realizado se obtuvo la variación porcentual anual y total el tipo de cobertura “Cobertura Mínima” respecto de los 5 años que enmarca el estudio y se determinó una variación decreciente entre el año 2017 al 2018 de un 37%, posteriormente se apreció un incremento del 38% para el año 2019, y se aprecia un cambio brusco con la reducción del 52% para el año 2020, finalmente la variación presenta un crecimiento del 2% para el año 2021; representando en total, una variación decreciente del 10% entre los años del 2017 al 2021.

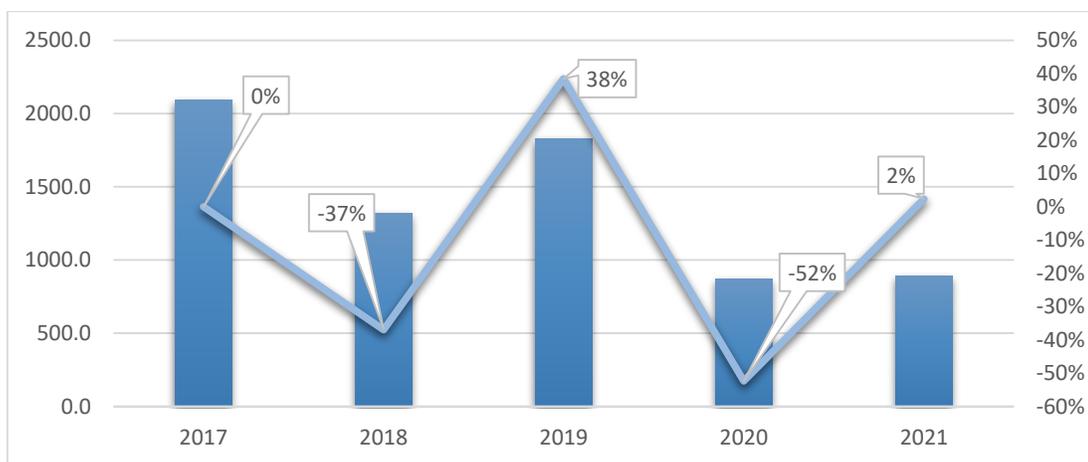


Figura 13. Variación porcentual anual del tipo de cobertura “Cobertura Mínima” entre los años 2017 al 2021.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al análisis realizado se obtuvo la variación porcentual anual y total respecto al tipo de cobertura “Ralo” de los 5 años que enmarca el estudio y se determinó una variación creciente entre el año 2017 al 2018 de un 87%, para el año 2019 se aprecia un cambio de reducción del 23%, asimismo se aprecia un crecimiento 10% para el año 2020, finalmente la variación presenta una reducción del 8% para el año 2021; representando un total, de variación creciente del 13% entre los años del 2017 al 2021.

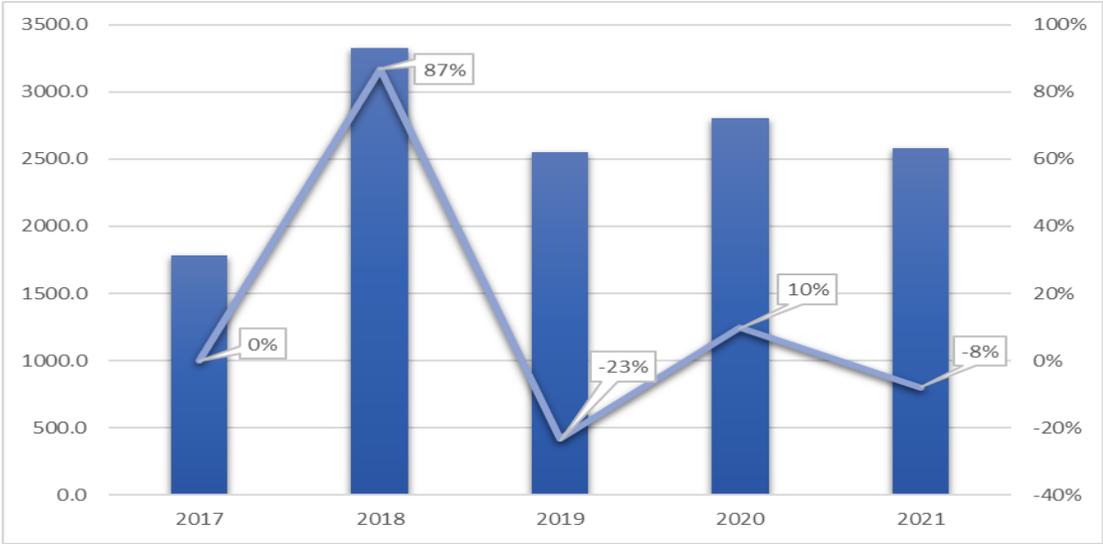


Figura 14. Variación porcentual anual del tipo de cobertura “Ralo” entre los años 2017 al 2021.

Fuente: Elaboración propia.

De conformidad con el análisis realizado se obtuvo la variación porcentual anual y total respecto al tipo de cobertura “Semi Denso” de los 5 años que abarca el estudio y se determinó una variación decreciente entre el año 2017 al 2018 de un 51%, para el año 2019 se aprecia un cambio de aumento del 26%, asimismo se aprecia un decreciente del 8% para el año 2020, finalmente la variación presenta un aumento del 51% para el año 2021; representando un total, de variación creciente del 4% entre los años del 2017 al 2021.

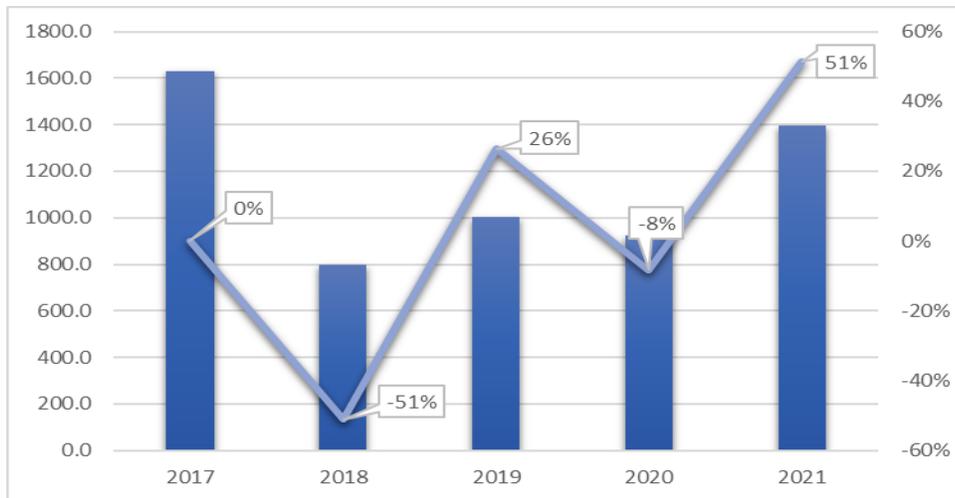


Figura 15. Variación porcentual anual del tipo de cobertura “Semi Denso” entre los años 2017 al 2021.

Fuente: Elaboración propia.

De conformidad con el análisis realizado se obtuvo la variación porcentual anual y total respecto al tipo de cobertura “Denso” de los 5 años que abarca el estudio y se determinó una variación decreciente entre el año 2017 al 2018 de un 24%, se aprecia un cambio de disminución del 58% para el año 2019 asimismo se aprecia un aumento de 149% para el año 2020, finalmente la variación presenta un aumento del 55% para el año 2021; representando un total, de variación creciente del 24% entre los años del 2017 al 2021.

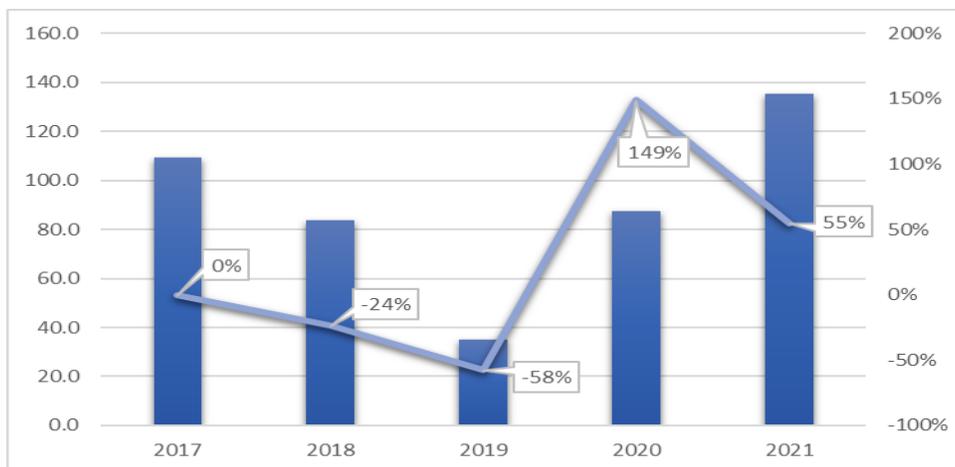


Figura 16. Variación porcentual anual del tipo de cobertura “Denso” entre los años 2017 al 2021.

Fuente: Elaboración Propia.

**Determinar la correlación entre factores hidrometeorológicos (precipitación media anual) y los tipos de cobertura vegetal en el Santuario Histórico Bosque de Pómac entre los años 2017 al 2021.**

De acuerdo con el análisis realizado mediante el software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó que existe correlación positiva débil entre la precipitación media anual del año 2017 y el tipo de cobertura “Sin Cobertura” del año 2017, lo cual significa que a medida que aumenta la precipitación, este tipo de cobertura tiende a aumentar de manera débil.

**Tabla 2.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2017 y la dimensión del tipo de cobertura “Sin Cobertura”.*

			Sin Cobertura	Precipitación – 2017
Rho de Spearman	Sin Cobertura	Coefficiente de correlación	1,000	,300
		Sig. (bilateral)		,624
		N		5
	Precipitación – 2017	Coefficiente de correlación	,300	1,000
		Sig. (bilateral)	,624	
		N		

Fuente: Elaboración propia.

A la luz de los resultados obtenidos mediante el software SPSS STATISTICS 21.0, se logró determinar que no existe correlación entre la variable precipitación media anual del año 2017 y el tipo de cobertura “Cobertura Mínima” correspondiente al 2017, lo cual quiere decir que no existe relación lineal entre las variables.

**Tabla 3.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2017 y la dimensión del tipo de cobertura “Cobertura Mínima”.*

			Cobertura Mínima	Precipitación – 2017
Rho de Spearman	Cobertura Mínima	Coefficiente de correlación	1,000	,000
		Sig. (bilateral)	.	1,000
		N	5	5
	Precipitación - 2017	Coefficiente de correlación	,000	1,000
		Sig. (bilateral)	1,000	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Mediante el uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación negativa débil entre las variables precipitación media anual 2017 y el tipo de cobertura “Ralo”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a disminuir, pero de manera débil o poco confiable.

**Tabla 4.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2017 y la dimensión del tipo de cobertura “Ralo”.*

			Ralo	Precipitación – 2017
Rho de Spearman	Ralo	Coeficiente de correlación	1,000	-,300
		Sig. (bilateral)	.	,624
		N	5	5
	Precipitación – 2017	Coeficiente de correlación	-,300	1,000
		Sig. (bilateral)	,624	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

A través del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación positiva débil entre las variables precipitación media anual 2017 y el tipo de cobertura “Semi Denso”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a aumentar, pero de manera débil o poco confiable.

**Tabla 5.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2017 y la dimensión del tipo de cobertura “Semi Denso”.*

			Semi Denso	Precipitación – 2017
Rho de Spearman	Semi Denso	Coeficiente de correlación	1,000	,300
		Sig. (bilateral)	.	,624
		N	5	5
	Precipitación – 2017	Coeficiente de correlación	,300	1,000
		Sig. (bilateral)	,624	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

A través del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación positiva débil entre las variables precipitación media anual 2017 y el tipo de cobertura “Denso”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a aumentar, pero de manera débil o poco confiable.

**Tabla 6.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2017 y la dimensión del tipo de cobertura “Denso”.*

			Denso	Precipitación – 2017
Rho de Spearman	Denso	Coeficiente de correlación	1,000	,300
		Sig. (bilateral)	.	,624
		N	5	5
	Precipitación – 2017	Coeficiente de correlación	,300	1,000
		Sig. (bilateral)	,624	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación positiva débil entre las variables precipitación media anual 2018 y el tipo de cobertura “Sin Cobertura”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a aumentar, pero de manera débil o poco confiable.

**Tabla 7.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2018 y la dimensión del tipo de cobertura “Sin Cobertura”.*

			Sin Cobertura	Precipitación – 2018
Rho de Spearman	Sin Cobertura	Coefficiente de correlación	1,000	,154
		Sig. (bilateral)	.	,805
		N	5	5
	Precipitación - 2018	Coefficiente de correlación	,154	1,000
		Sig. (bilateral)	,805	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación positiva fuerte entre las variables precipitación media anual 2018 y el tipo de cobertura “Cobertura Mínima”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a aumentar, de manera fuerte y lineal en relación con las precipitaciones.

**Tabla 8.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2018 y la dimensión del tipo de cobertura “Cobertura Mínima”.*

			Sin Cobertura	Precipitación – 2018
Rho de Spearman	Sin Cobertura	Coefficiente de correlación	1,000	,154
		Sig. (bilateral)	.	,805
		N	5	5
	Precipitación - 2018	Coefficiente de correlación	,154	1,000
		Sig. (bilateral)	,805	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación positiva débil entre las variables precipitación media anual 2018 y el tipo de cobertura “Ralo”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a aumentar, de manera débil y poco confiable.

**Tabla 9.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2018 y la dimensión del tipo de cobertura “Ralo”.*

			Ralo	Precipitación – 2018
Rho de Spearman	Ralo	Coeficiente de correlación	1,000	,462
		Sig. (bilateral)	.	,434
		N	5	5
	Precipitación - 2018	Coeficiente de correlación	,462	1,000
		Sig. (bilateral)	,434	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación negativa débil entre las variables precipitación media anual 2018 y el tipo de cobertura “Semi Denso”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, el tipo de cobertura tiende a aumentar, de manera débil y poco confiable.

**Tabla 10.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2018 y la dimensión del tipo de cobertura “Semi Denso”.*

			Semi Denso	Precipitación – 2018
Rho de Spearman	Semi Denso	Coefficiente de correlación	1,000	-,359
		Sig. (bilateral)	.	,553
		N	5	5
	Precipitación - 2018	Coefficiente de correlación	-,359	1,000
		Sig. (bilateral)	,553	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación negativa débil entre las variables precipitación media anual 2018 y el tipo de cobertura “Denso”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, el tipo de cobertura tiende a disminuir, de manera débil y poco confiable.

**Tabla 11.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2018 y la dimensión del tipo de cobertura “Denso”.*

			Precipitación –	
			Denso	2018
Rho de Spearman	Denso	Coeficiente de correlación	1,000	-,462
		Sig. (bilateral)	.	,434
		N	5	5
	Precipitación – 2018	Coeficiente de correlación	-,462	1,000
		Sig. (bilateral)	,434	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación positiva fuerte entre las variables precipitación media anual 2019 y el tipo de cobertura “Sin Cobertura”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, el tipo de cobertura tiende a aumentar, de manera proporcional a las precipitaciones.

**Tabla 12.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2019 y la dimensión del tipo de cobertura “Sin Cobertura”.*

			Sin Cobertura	Precipitación – 2019
Rho de Spearman	Sin Cobertura	Coefficiente de correlación	1,000	,700
		Sig. (bilateral)	.	,188
		N	5	5
	Precipitación – 2019	Coefficiente de correlación	,700	1,000
		Sig. (bilateral)	,188	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación positiva débil entre las variables precipitación media anual 2019 y el tipo de cobertura “Cobertura Minina”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, el tipo de cobertura tiende a disminuir de manera débil o poco confiable.

**Tabla 13:** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2019 y la dimensión del tipo de cobertura “Cobertura Mínima”.*

			Sin Cobertura	Precipitación – 2019
Rho de Spearman	Sin Cobertura	Coefficiente de correlación	1,000	,700
		Sig. (bilateral)	.	,188
		N	5	5
	Precipitación - 2019	Coefficiente de correlación	,700	1,000
		Sig. (bilateral)	,188	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación positiva débil entre las variables precipitación media anual 2019 y el tipo de cobertura “Ralo”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, el tipo de cobertura tiende a disminuir de manera débil o poco confiable.

**Tabla 14.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2019 y la dimensión del tipo de cobertura “Ralo”.*

			Ralo	Precipitación – 2019
Rho de Spearman	Ralo	Coeficiente de correlación	1,000	,300
		Sig. (bilateral)	.	,624
		N	5	5
	Precipitación - 2019	Coeficiente de correlación	,300	1,000
		Sig. (bilateral)	,624	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación positiva fuerte entre las variables precipitación media anual 2019 y el tipo de cobertura “Semi Denso”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, el tipo de cobertura tiende a aumentar de manera proporcional o lineal respecto a la precipitación media anual.

**Tabla 15.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2019 y la dimensión del tipo de cobertura “Semi Denso”.*

			Semi Denso	Precipitación – 2019
Rho de Spearman	<i>Semi Denso</i>	Coefficiente de correlación	1,000	,800
		Sig. (bilateral)	.	,104
		N	5	5
	<i>Precipitación - 2019</i>	Coefficiente de correlación	,800	1,000
		Sig. (bilateral)	,104	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación negativa débil entre las variables precipitación media anual 2019 y el tipo de cobertura “Denso”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, el tipo de cobertura tiende a disminuir de manera débil o poco confiable.

**Tabla 16.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2019 y la dimensión del tipo de cobertura “Denso”.*

			Precipitación –	
			Denso	2019
Rho de Spearman	Denso	Coeficiente de correlación	1,000	-,300
		Sig. (bilateral)	.	,624
		N	5	5
	Precipitación – 2019	Coeficiente de correlación	-,300	1,000
		Sig. (bilateral)	,624	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación positiva débil entre las variables precipitación media anual 2020 y el tipo de cobertura “Sin Cobertura”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, el tipo de cobertura tiende a aumentar de manera débil o poco confiable.

**Tabla 17.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2020 y la dimensión “Sin Cobertura”.*

			Sin Cobertura	Precipitación – 2020
Rho de Spearman	Sin Cobertura	Coefficiente de correlación	1,000	,300
		Sig. (bilateral)	.	,624
		N	5	5
	Precipitación - 2020	Coefficiente de correlación	,300	1,000
		Sig. (bilateral)	,624	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación positiva fuerte entre las variables precipitación media anual 2020 y el tipo de cobertura “Cobertura Mínima”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a aumentar de manera proporcional o lineal a la variable precipitación.

**Tabla 18.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2020 y la dimensión del tipo de cobertura “Cobertura Mínima”.*

			Cobertura Mínima	Precipitación – 2020
Rho de Spearman	Cobertura Mínima	Coefficiente de correlación	1,000	,600
		Sig. (bilateral)	.	,285
		N	5	5
	Precipitación - 2020	Coefficiente de correlación	,600	1,000
		Sig. (bilateral)	,285	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación positiva débil entre las variables precipitación media anual 2020 y el tipo de cobertura “Ralo”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a aumentar de manera débil o poco confiable.

**Tabla 19.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2020 y la dimensión del tipo de cobertura “Ralo”.*

			Ralo	Precipitación – 2020
Rho de Spearman	Ralo	Coeficiente de correlación	1,000	,300
		Sig. (bilateral)	.	,624
		N	5	5
	Precipitación - 2020	Coeficiente de correlación	,300	1,000
		Sig. (bilateral)	,624	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación positiva débil entre las variables precipitación media anual 2020 y el tipo de cobertura “Semi Denso”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a aumentar de manera débil o poco confiable.

**Tabla 20.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2020 y la dimensión del tipo de cobertura “Semi Denso”.*

			Semi Denso	Precipitación – 2020
Rho de Spearman	Semi Denso	Coefficiente de correlación	1,000	,300
		Sig. (bilateral)	.	,624
		N	5	5
	Precipitación - 2020	Coefficiente de correlación	,300	1,000
		Sig. (bilateral)	,624	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación negativa débil entre las variables precipitación media anual 2020 y el tipo de cobertura “Denso”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a disminuir de manera débil y poco confiable.

**Tabla 21.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2020 y la dimensión del tipo de cobertura “Denso”.*

			Precipitación –	
			Denso	2020
Rho de Spearman	Denso	Coefficiente de correlación	1,000	-,300
		Sig. (bilateral)	.	,624
		N	5	5
	Precipitación – 2020	Coefficiente de correlación	-,300	1,000
		Sig. (bilateral)	,624	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación positiva débil entre las variables precipitación media anual 2021 y el tipo de cobertura “Sin Cobertura”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a aumentar de manera débil y poco confiable.

**Tabla 22.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2021 y la dimensión “Sin Cobertura”.*

			Sin Cobertura	Precipitación - 2021
Rho de Spearman	Sin Cobertura	Coeficiente de correlación	1,000	,100
		Sig. (bilateral)	.	,873
		N	5	5
	Precipitación – 2021	Coeficiente de correlación	,100	1,000
		Sig. (bilateral)	,873	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación negativa fuerte entre las variables precipitación media anual 2021 y el tipo de cobertura “Cobertura Minina”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a disminuir de manera proporcional o lineal a la variable precipitación.

**Tabla 23.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2021 y la dimensión del tipo de cobertura “Cobertura Mínima”.*

			Cobertura Mínima	Precipitación - 2021
Rho de Spearman	Cobertura Mínima	Coefficiente de correlación	1,000	-,800
		Sig. (bilateral)	.	,104
		N	5	5
	Precipitación – 2021	Coefficiente de correlación	-,800	1,000
		Sig. (bilateral)	,104	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación negativa fuerte entre las variables precipitación media anual 2021 y el tipo de cobertura “Ralo”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a disminuir de manera proporcional o lineal a la variable precipitación.

**Tabla 24.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2021 y la dimensión del tipo de cobertura “Ralo”.*

			Ralo	Precipitación - 2021
Rho de Spearman	Ralo	Coeficiente de correlación	1,000	-,900 <sup>*</sup>
		Sig. (bilateral)	.	,037
		N	5	5
	Precipitación – 2021	Coeficiente de correlación	-,900 <sup>*</sup>	1,000
		Sig. (bilateral)	,037	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación positiva débil, entre las variables precipitación media anual 2021 y el tipo de cobertura “Semi Denso”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a aumenta de manera débil o poco confiable.

**Tabla 25.** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2021 y la dimensión del tipo de cobertura “Semi Denso”.*

			Semi Denso	Precipitación - 2021
Rho de Spearman	Semi Denso	Coefficiente de correlación	1,000	,100
		Sig. (bilateral)	.	,873
		N	5	5
	Precipitación – 2021	Coefficiente de correlación	,100	1,000
		Sig. (bilateral)	,873	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo uso del software SPSS STATISTICS 21.0, se determinó una correlación positiva fuerte entre las variables precipitación media anual 2021 y el tipo de cobertura “Denso”; lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a aumentar de manera proporcional o lineal.

**Tabla 26:** *Correlación entre la variable precipitación media anual del año 2021 y la dimensión del tipo de cobertura “Denso”.*

			Denso	Precipitación - 2021
Rho de Spearman	Denso	Coeficiente de correlación	1,000	,900*
		Sig. (bilateral)	.	,037
		N	5	5
		Precipitación – 2021		
		Coeficiente de correlación	,900*	1,000
		Sig. (bilateral)	,037	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia.

En relación con el objetivo general, que consiste en estimar la variación de la cobertura vegetal por factores hidrometeorológicos (precipitación) mediante imágenes satelitales, utilizando herramientas de geoprocésamiento dentro del entorno de ArcMap, SPSS STATISTICS 21.0 y Microsoft office Excel, se logró estimar que los tipos de cobertura vegetal existentes en el Santuario Histórico Bosque de Pómac, ha variado en 14% a lo largo de los 5 años que engloba el estudio, representando un total de 824.32 ha.

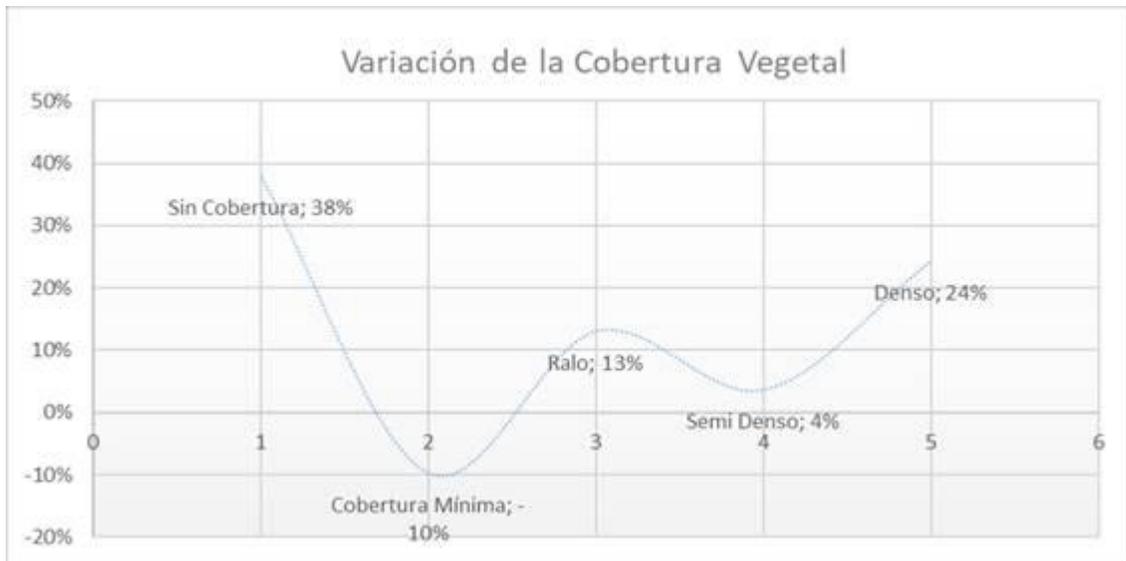


Figura 17. Variación porcentual promedio de los tipos de cobertura del SHBP

Fuente: Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN

Después de haber obtenido los resultados de la actual investigación respecto a los objetivos planteados y los factores que se emplearon, el presente capítulo abarca la discusión de los hallazgos.

Partiendo de los resultados alcanzados de la presente investigación, de acuerdo con lo que busca investigar el objetivo general: Estimar la variación de cobertura vegetal por factores hidrometeorológicos (precipitación) mediante imágenes satelitales. Al analizar el índice de NDVI y clasificación supervisada de las imágenes satelitales, mediante el software ArcGIS 10.8, y su posterior análisis de varianza porcentual, se logró estimar que la cobertura vegetal del Santuario Histórico Bosque de Pómac ha tenido una variación del 14% a lo largo de los 5 años estudiados, con una marcada influencia de las precipitaciones registradas en las estaciones Lambayeque, Jayanca, Monsefú, Sipán y Cayalti, mismas que han sido descargadas del portal oficial de datos del SENAMHI, posteriormente se le realizó análisis en el software Excel.

De acuerdo con los resultados obtenidos con otra investigación de OBLITAS (2017). En su investigación se utilizaron imágenes satelitales para calcular los cambios de cobertura vegetal a través del análisis a largo plazo de bosques tropicales de 2001 - 2013, mediante la aplicación de imágenes satelitales, calcularon la cuenca del Amojú con un total de área real de 42733 hectáreas, donde se determinó 3 clases de cobertura vegetal y uso de tierra como BTES, según el método CLC; 4561 hectáreas (11%), arbustos 325 hectáreas (1%) y vegetación arbustiva - herbácea 11 679 hectáreas (27%) de bosques abiertos.

Asimismo, el objetivo específico 1 tiene como finalidad cuantificar la variación de la cobertura vegetal en hectáreas entre los años 2016 y 2021 mediante el uso de las imágenes satelitales, se observa que el tipo de cobertura "Sin Cobertura" contaba en el año 2017 con 277.8 ha, en el año 2018 contaba con 366.1 ha, para el año 2019 aumentó a 470.3 ha para el año 2020 se incrementó considerablemente hasta llegar a las 1205.7 ha y para 2021 disminuyó a 885.8 ha. Demostrando de esta manera la influencia el fenómeno del niño del 2017; el tipo de cobertura "Cobertura Mínima"

contaba con 2,090.8 ha para el año 2017, para el año 2018 decreció hasta 1,317.9 ha, para el año 2019 alcanzó las 1825.1 ha, para el año 2020 descendió a 869.2 ha, finalmente para el 2021 contaba con 8,889.8 ha, demostrando que las precipitaciones influyeron para que en el año 2017 se contara con mayor número de hectáreas y posteriormente se muestre una curva descendente. Para el tipo de cobertura “Ralo” en el año 2017 contaba con 1779.7 ha, para el año 2018 aumento a 3,323.8 ha, para posteriormente y mantenerse relativamente estable en el año 2019 tenía 2,550.7 ha, para el año 2020 contaba con 2802 ha y finalmente en el año 2021 tenía 2,580.1 ha; Para el tipo de cobertura “Semi Denso” para el año 2017 se contaba con 1629.1 ha, para el año 2018 se tenía 795.4 h, para el año 2019 existía 1,005.6 ha, para el año 2020 tenía 922.4 ha y finalmente se nota una expansión para el año 2021, llegando a contar 1396.5 ha. Finalmente, para el tipo de cobertura “Denso” en el año 2017 se tenía 109.2 ha, en el año 2018 se tenía 83.5 ha, para llegar a su punto más bajo en el 2019 donde contaba con 35.2 ha, posteriormente en el año 2020 aumento 87.5 ha, además esta tendencia continua para el año 2021 llegando a contar con 135.3 ha. Demostrando de esta manera, tanto las precipitaciones como el aislamiento social obligatorio decretado mediante decreto supremo N° 008-2020-SA, influyo en la recuperación de los tipos de cobertura “Semi Denso” y “Denso” a partir de los años 2020 y 2021.

Según el segundo objetivo específico, es determinar la variación porcentual anual de los tipos de cobertura vegetal en el Bosque de Pómac entre los años 2017 y 2021, haciendo uso de las imágenes satelitales se determinó la variación porcentual anual para el tipo de cobertura “Sin Cobertura” entre los años 2017 al 2018 hubo una variación de 32%, entre el año 2018 al 2019 se obtuvo una variación de 28%, entre el año 2019 al 2020 hubo una variación de 156%, entre el año 2020 al 2021 una variación decreciente de 27%, asimismo se obtuvo una variación total de 38%; para el tipo de cobertura “Cobertura Mínima” se obtuvo entre los años 2017 al 2018 una variación decreciente de 37%, para el año 2018 al 2019 contaba con una variación de 38%, para los años 2019 al 2020 hubo una variación decreciente del 52%, entre los años 2020 al 2021 hubo una variación del 2%, siendo un variación total decreciente de 10%;

para el tipo de cobertura "Ralo" se obtuvo entre los años 2017 al 2018 una variación del 87%, entre los años 2018 al 2019 hubo una variación decreciente del 23%, entre los años 2019 al 2020 una variación del 10%, para los años del 2020 al 2021 se obtuvo una variación de decreciente del 8%, siendo una variación total de 13%; para el tipo de cobertura "Semi Denso" se obtuvo entre los años 2017 al 2018 una variación decreciente de 51%, para el año 2018 al 2019 hubo una variación del 26%, para los años 2019 al 2020 hubo una variación decreciente del 8%, entre los años 2020 al 2021 contaba con una variación del 51%, siendo una variación total del 4%; para el tipo de cobertura "Denso" se obtuvo entre los años 2017 al 2018 una variación decreciente del 24%, para el año 2018 al 2019 se obtuvo una variación decreciente 58%, para los años 2019 al 2020 hubo una variación 149%, entre los años 2020 al 2021 contaba con una variación del 55%, obteniendo una variación total de 24%.

Según el tercer objetivo es determinar la correlación entre los tipos de cobertura vegetal y factores hidrometeorológicos (precipitación) en el bosque de Pómac entre los años 2017 y 2021, para el tipo de cobertura "Sin Cobertura", la correlación con la precipitación media anual 2017, se determinó que existe correlativa positiva débil lo cual quiere decir que a medida que aumenta la precipitación también lo hace aunque de manera débil, para el tipo de cobertura "Cobertura Mínima" en correlación de la precipitación anual del año 2017 se determinó que no existe correlación entre las variables, para el tipo de cobertura "Ralo" en correlación con la precipitación media anual del año 2017 se determinó que existe una correlación negativa débil, lo cual quiere decir a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a disminuir de manera débil, para el tipo de cobertura "Semi Denso" en correlación con la precipitación media anual del 2017, se determinó que existe correlación positiva débil, lo cual quiere decir que mientras aumenta las precipitaciones también lo hace este tipo de cobertura, aunque de manera débil, para el tipo de cobertura "Denso" en correlación con la precipitación media anual del año 2017, se determinó que existe correlación positiva débil, lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, también lo hace este tipo de cobertura débil. Para la dimensión "Sin Cobertura" en correlación con la precipitación media anual del año 2018, se determinó

que existe correlación débil, lo cual quiere decir que a medida que aumente las precipitaciones también lo hace este tipo de cobertura, aunque de manera débil. Para la dimensión “Cobertura Minina” en correlación con la variable presentación media anual del año 2018, se determinó una correlación positiva fuerte lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones este tipo de cobertura tiende a aumentar de manera lineal o proporcional, para la dimensión “Ralo” en correlación con la precipitación media anual del año 2018, se determinó que existen correlación de positiva débil, lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones también lo hace este tipo de cobertura aunque de manera débil; para la dimensión “Semi Denso” en correlación con la precipitación media anual del año 2018, se determinó que existe una correlación negativa débil, lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a disminuir de manera débil, para la dimensión “Denso” en correlación con la precipitación media anual del año 2018, se determinó que existe una correlación negativa débil, lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a disminuir de manera débil. para la dimensión “Sin Cobertura” en correlación con la precipitación media anual del año 2019, se determinó que existe una correlación positiva fuerte, lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones este tipo de cobertura aumento de manera lineal o proporcional, para la dimensión “Cobertura Mínima” en correlación con la precipitación media anual del año 2019, se determinó que existe una correlación positiva débil, lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a aumentar de manera débil, para la dimensión “Ralo” en correlación con la precipitación media anual del año 2019, se determina que existe una correlación positiva débil, lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a aumentar de manera débil, para la dimensión “Semi Denso” en correlación con la precipitación media anual del año 2019, se determinó que existe una correlación positiva fuerte, lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones también lo hace este tipo de cobertura de manera lineal o proporcional; para la dimensión “Denso” en correlación con la precipitación media anual del año 2019, se determinó que existe una correlación negativa débil, lo cual quiere decir que a medida que aumentan las

precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a disminuir de manera débil, para la dimensión “Sin Cobertura” en correlación con la precipitación media anual del año 2020, se determinó que existe correlación positiva débil, lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a aumentar de manera débil; para la dimensión “Cobertura Mínima” en correlación con la precipitación media anual del año 2020, se determinó que existe una correlación positiva fuerte, lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones también lo hace este tipo de cobertura de manera lineal o proporcional; para la dimensión “Ralo” en correlación con la precipitación media anual del año 2020, se determinó que existe una correlación positiva débil, lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a aumentar de manera débil; para la dimensión “Semi Denso” en correlación con la precipitación media anual del año 2020, se determinó que existe una correlación positiva débil, lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a aumentar de manera débil; para la dimensión “Denso” en correlación con la precipitación media anual del año 2020, se determinó que existe una correlación negativa débil, lo cual quiere decir que a medida que aumentan las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a disminuir de manera débil; para esta dimensión “sin cobertura” en correlación con la precipitación media anual del año 2021, se determinó que existe correlación positiva débil, lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a aumentar de manera débil; para esta dimensión “Cobertura Mínima” en correlación con la precipitación media anual del año 2021, se determinó que existe correlación negativa fuerte, lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a disminuir de manera proporcional o lineal; para esta dimensión “Ralo” en correlación con la precipitación media anual del año 2021, se determinó que existe correlación negativa fuerte, lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a disminuir de manera proporcional o lineal; para esta dimensión “Semi Denso” en correlación con la precipitación media anual del año 2021, se determinó que existe correlación positiva débil, lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a aumenta de manera débil; para esta dimensión “Denso” en

correlación con la precipitación media anual del año 2021, se determinó que existe correlación positiva fuerte, lo cual quiere decir que a medida que aumenta las precipitaciones, este tipo de cobertura tiende a aumentar de manera proporcional o lineal.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que la variación de la cobertura vegetal por factores hidrometeorológicos (precipitación), a través de las herramientas de geo procesamiento de ARCMAP, SPSS STATISTICS 21.0 y la hoja de cálculo Excel, se logró estimar que los tipos de cobertura vegetal existentes en el Santuario Histórico Bosque de Pómac, ha variado en 14% a lo largo de los 5 años que engloba el estudio, representando un total de 824.32 ha.
2. Se concluye que, los tipos de cobertura que más han variado a lo largo de los 5 años que abarca el estudio, el tipo “ralo” vario en promedio 2607.3 ha, representando el 44.29%, seguido del tipo “cobertura mínima”, con una variación promedio de 1398.6 ha, representando un 23.76%, seguido del tipo “semi denso” con una variación promedio de 1149.8 ha, que representa un 19.53%, seguido del tipo “sin cobertura” con una variación promedio 641.2 ha, representando un total de 10.89%, y finalmente el tipo de cobertura que menos ha variado es el tipo “Denso”, con una variación promedio de 90.2 ha, representando un total de 1.53%.
3. Se concluye que, mediante el uso del software suit microsoff Excel, se determinó que el tipo de cobertura “sin cobertura”, se obtuvo una variación porcentual total el 38%, seguido del tipo de cobertura “denso”, tuvo una variación porcentual total de 24%, seguido del tipo de cobertura “ralo” tuvo una variación porcentual total del 13%, seguido del tipo de cobertura “semi denso”, que se obtuvo una variación porcentual total de 4%, finalmente el tipo de cobertura “cobertura mínima”, se obtuvo una variación porcentual total negativa del 10%.
4. Se concluye que, existe una correlación positiva débil entre la dimensión “Sin Cobertura” y la variable precipitación media, con un nivel de correlación (0.200) y en un nivel de significancia bilateral (0.747), utilizando el coeficiente de correlación Rhod de Spearmam, además existe correlación negativa fuerte entre la dimensión entre la Cobertura Mínima y la variable precipitación media,

con un nivel de correlación (-0.600) y un nivel de significancia bilateral (0.285), utilizando el coeficiente de correlación de Rhod de Spearmam; existe correlación positiva fuerte entre la dimensión Ralo y la variable precipitación media, con un nivel de correlación (0.900); un nivel de significancia bilateral (0.037), siendo esta significativa al nivel 0.05 (bilateral), utilizando el coeficiente de correlación Rhod de Spearmam; existe correlación negativa fuerte entre la dimensión Semi Denso y la variable precipitación media, con un nivel de correlación (-0.700) y un nivel de significancia bilateral (0.188), utilizando el coeficiente de correlación Rhod de Spearmam; finalmente se concluyó que existe correlación positiva débil entre la dimensión Denso y la variable precipitación media, con un nivel de correlación (0.100) y un nivel de significancia bilateral (0.873) utilizando el coeficiente de correlación Rhod de Spearmam.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a los investigadores realizar estudios transversales que abarquen mayor cantidad de años y con ello poder tener una mayor aproximación a la realidad en los datos obtenidos, como el número de hectáreas por cada tipo de cobertura que se ha establecido para el presente estudio.
2. Se recomienda, para futuros estudios, la consideración de otras variables y sus dimensiones, tales como factores meteorológicos, además de los agropecuarios (pastoreo en el bosque), lo cual permitirá conocer con más detalle los factores que influyen la variación de la cobertura vegetal en bosque.
3. Se recomienda, a los institutos de investigación, entidades del estado, institución de educación superior y otros, la realización de estudios sobre corredores ecológicos, conectividad de los corredores ecológicos y así poder conocer la dinámica de la cobertura vegetal en el Bosque de Pómac.
4. Se recomienda, a futuros investigadores tener en cuenta el impacto que ocasionó la pandemia de Covid – 19 en nuestro país, al decretarse el estado de emergencia y posterior toque de queda (aislamiento social obligatorio), ocasionó vacíos en la información recopilada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, para los meses de marzo a agosto y llegando hasta octubre en otras estaciones de la entidad, lo cual ha condicionado en cierta medida los resultados obtenidos en la presente investigación.
5. Se recomienda, al SERNANP e instituciones de educación superior, realizar estudios con imágenes satelitales para determinar el impacto que sostuvo el aislamiento social obligatorio en la cobertura del bosque, permitiendo conocer la variación de la cobertura vegetal antes, durante y después de este suceso.

## REFERENCIAS

ALEGRE K. Cambios en la cobertura vegetal del suelo de la provincia de Yauyos, durante el transcurso de los años 1997 al 2017 a partir del comportamiento del desarrollo vegetal. Tesis (Título de Ingeniería Ambiental). Lima, Perú: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2017. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10803>

ÁNGEL, L., 2017. Muestreo probabilístico y no probabilístico. Teoría. *gestiopolis* [en línea]. [Consulta: 25 mayo 2022]. Disponible en: [https://www.gestiopolis.com/muestreo-probabilistico-no-probabilistico-teoria/#:~:text=Seq%C3%BAn%20\(L%C3%B3pez%2C%202010\)%20Muestreo,etapa%2C%20directamente%20y%20sin%20reemplazamientos](https://www.gestiopolis.com/muestreo-probabilistico-no-probabilistico-teoria/#:~:text=Seq%C3%BAn%20(L%C3%B3pez%2C%202010)%20Muestreo,etapa%2C%20directamente%20y%20sin%20reemplazamientos)

AREVALO, D. y DUARTE, J. Análisis multitemporal de la cobertura vegetal y la degradación en la extensión de la cobertura de páramo – subcuena San José - páramo el rabanal. Tesis (Título de ingeniero civil). Tunja: Universidad Santo Tomas, 2021. Disponible en <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33722/2021duvanarevalojuanduarte.pdf>

BASTIDAS (2020). Análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal y su efecto en los caudales máximos para la cuenca del río Guaguí en el municipio de barbacoas, Nariño, [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, Programa de Especialización en Recursos Hídricos Bogotá D.C]

BASTIDAS (2020). Análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal y su efecto en los caudales máximos para la cuenca del río Guaguí en el municipio de barbacoas, Nariño, [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, Programa de Especialización en Recursos Hídricos Bogotá D.C] <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/25549/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20-%20BASTIDAS%20-%20NARANJO.pdf>

Camacho, M. [et al]. Cambios de la cobertura / uso del suelo en una porción de la Zona de Transmisión Mexicana de Montaña [en línea]. 2015, no.112. [fecha de consulta: 24 de Setiembre 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21n1/v21n1a8.pdf>

CUENTAS, María. Revalorizando el bosque seco de algarrobo: estudio y análisis de la biodiversidad, distribución y conservación de los bosques secos en Lambayeque. Tesis (licenciatura en Geografía y Medio Ambiente). Lima, Perú: Pontificia universidad católica del Perú, 2015. 185 p. [Fecha de consulta: 23 setiembre 2016]. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6313>

DAVILA (2018), Diagnóstico de la deforestación (2005-2010-2012) en el marco del sistema integrado de monitoreo del parque nacional del manu [Tesis de posgrado, Universidad Nacional De San Agustín de Arequipa, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Biología Ambiental] <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/33722>

FLÓREZ-YEPES, G.Y., RINCON-SANTAMARÍA, A., CARDONA, P.S. y ALZATE-ALVAREZ, A.M., 2017. Multitemporal analysis of the vegetation cover in the área of influence of the mines located in the high part of Maltería in Manizales, Colombia. Dyna, vol. 84, no. 201, pp. 95-101. ISSN 2346-2183. DOI 10.15446/dyna.v84n201.55759. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0012-73532017000200095&lng=es&nrm=is&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0012-73532017000200095&lng=es&nrm=is&tlng=en)

HINOSTROZA (2021). Análisis del grado de fragmentación del paisaje mediante herramientas de información geográfica y teledetección en el distrito de Huaricolca (Tarma - Junín) [Universidad Católica Sedes Sapientiae, Facultad de Ingeniería Agraria, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental]. Repositorio institucional Cybertesis UCSS. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v27n3/v27n3a8.pdf>

HUANG, L., ZHANG, P., HU, Y. y ZHAO, Y., 2015. Vegetation succession and soil infiltration characteristics under different aged refuse dumps at the Heidaigou opencast coal mine. Global Ecology and Conservation [en línea], vol. 4, pp. 255-263. ISSN

23519894. DOI 10.1016/j.gecco.2015.07.006. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gecco.2015.07.006>.

MARTINEZ (2016). Análisis de la pérdida en la cobertura vegetal a partir de un estudio multitemporal 2007 - 2013 parque nacional natural alto fragua indi wasi, [Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gerencia de Recursos Naturales, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Medio Ambiente Especialización en Gerencia de Recursos Naturales Bogotá D.C] <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/3275>

MINAM, 2014. Protocolo: Análisis de las dinámicas de cambio de cobertura de la tierra en la comunidad andina. Ministerio de Ambiente, pp. 72. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/07/Protocolo-Analisis-de-las-Dinamicas-de-los-Cambios-de-la-Tierra-CAN.pdf>

Miyasiro, M., y Ortiz, H. Estimación mediante la teledetección de la variación de la cobertura vegetal en las lomas del distrito de Villa María del Triunfo por la expansión urbana y minera (1986-2014). Tesis (Ingeniero Geógrafo). Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Facultad de Ingeniería Geológica, metalúrgica, minera y geográfica, 2016.172 p. [Fecha de consulta: 24 setiembre 2021. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/5281>

Morales J., [et al], Cambio de la Cobertura Vegetal en la Región de Bahía de Banderas, México [en línea]. 2016, no. 29. [fecha de consulta: 25 de Setiembre 2018]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cal/v38n1/v38n1a2.pdf>

OBENG, E.A., ODURO, K.A., OBIRI, B.D., ABUKARI, H., GUUROH, R.T., DJAGBLETEY, G.D., APPIAH-KORANG, J. y APPIAH, M., 2019. Impact of illegal mining activities on forest ecosystem services: local communities' attitudes and willingness to participate in restoration activities in Ghana. Heliyon [en línea], vol. 5, no. 10, pp. e02617. ISSN 24058440. DOI 10.1016/j.heliyon.2019.e02617. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02617>.

Pavón, F. Evaluación de los cambios en la cobertura vegetal en las comunidades del territorio Awá en el Ecuador a través de sensores remotos. Tesis (Ingeniero Geográfico). Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2011. 93 p. [Fecha de consulta: 25 octubre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7088>.

Pérez, N. (2021). Estimación de la deforestación en el Santuario Histórico Bosque de Pómac y su zona de amortiguamiento mediante modelos estocásticos y teledetección. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Escuela Profesional de Ingeniería Geográfica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/16655?show=full>

Rapi, R. La deforestación de los bosques un proceso indetenible. La Revista Agraria [en línea]. Noviembre 2013, no.157. [Fecha de consulta: 24 Setiembre 2021. Disponible en: <http://www.larevistaagraria.org/sites/default/files//revista/LRA157/LRA-157.pdf>

Sánchez, A. Análisis multitemporal de la cobertura de la tierra en la cuenca del valle de Jesús de Otoro entre los años 2000-2006 aplicando técnicas de la teledetección. Tesis (Master en Ordenamiento y Gestión del Territorio). Tegucigalpa M.D.C., Honduras: Universidad Nacional Autónoma de Honduras – Facultad de Ciencias Espaciales, 2009. 178p. [Fecha de consulta 25 de octubre 2021]. Disponible en: [http://faces.unah.edu.hn/mogt/images/stories/PDF/Tesis/02\\_Tesis\\_Alexis\\_Sanchez\\_2009.pdf](http://faces.unah.edu.hn/mogt/images/stories/PDF/Tesis/02_Tesis_Alexis_Sanchez_2009.pdf)

SALDAÑA (2019). “Análisis de la deforestación en la cuenca del río cumbaza mediante el uso de imágenes satelitales desde el año 2008 al 2017”, [Tesis para pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal, Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo, Escuela profesional de Ingeniería Ambiental] <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3564>

## ANEXOS

### Anexo 1. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>VARIABLE DEPENDIENTE VARIACIÓN DE COBERTURA VEGETAL</b>	Menciona que la cobertura vegetal puede ser definida como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomasas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. GEOINSTITUTOS (s. f)	Haciendo el uso del software (ArcGIS y Excel), se determinará o calcular la variación de la cobertura vegetal del bosque de Pómac.	Dimensión 1.  Tipo	Sin cobertura.  Cobertura Mínima  Ralo  Semi Denso  Denso	Razón
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE FACTORES HIDROMETEOROLOGICOS (PRECIPITACIÓN)</b>	La precipitación es un fenómeno natural que se produce cuando la gran cantidad de partículas de agua en estado sólido a líquidos caen desde la atmósfera a la superficie de la tierra, a estas partículas se llama hidrometeoros y según el estado de la materia en que esté, se clasifican como lluvia, granizo o nieve; como forma para comprender los fenómenos físicos que permiten la circulación del agua en el planeta, como la precipitación, además es importante conocer el ciclo hidrológico, dándose en primer lugar la evaporación, cuando la radiación solar aumenta, también lo hace la temperatura en la superficie.	Para calcular la magnitud de la variable independiente por factores hidrometeoro lógicos de la variación de cobertura vegetal en el Bosque de Pómac se tiene que cuantificar el área alterada por extensión	Dimensión 1.  Cantidad	Me día anual (mm)	Razón

## Anexo 2

**Matriz de confusión para la clasificación supervisada del NDVI para el año 2017.**

Tipo de Cobertura	Sin Cobertura	Cobertura Mínima	Ralo	Semi Denso	Denso	TOTAL	PRECISIÓN
Sin Cobertura	50	2	0	0	0	52	96.2
Cobertura Mínima	0	47	2	0	0	49	95.9
Ralo	0	1	46	3	0	50	92
Semi Denso	0	0	2	47	2	51	92.2
Denso	0	0	0	0	48	48	100
<b>TOTAL</b>	50	50	50	50	50	250	95.2

## Anexo 3.

**Matriz de confusión para la clasificación supervisada del NDVI para el año 2018.**

Tipos de Cobertura	Sin Cobertura	Cobertura Mínima	Ralo	Semi Denso	Denso	TOTAL	PRECISION
Sin Cobertura	41	0	0	0	0	41	100
Cobertura Mínima	9	47	0	0	0	56	83.9
Ralo	0	3	48	0	0	51	94.1
Semi Denso	0	0	2	50	6	58	86.2
Denso	0	0	0	0	44	44	100
<b>TOTAL</b>	50	50	50	50	50	250	92.0

#### Anexo 4.

Matriz de confusión para la clasificación supervisada del NDVI para el año 2019.

Tipos de Cobertura	Sin Cobertura	Cobertura Mínima	Ralo	Semi Denso	Denso	TOTAL	PRECISION
Sin Cobertura	43	2	0	0	0	45	95.6
Cobertura Mínima	7	48	0	0	0	55	87.3
Ralo	0	0	49	0	0	49	100
Semi Denso	0	0	1	50	2	53	94.3
Denso	0	0	0	0	48	48	100
<b>TOTAL</b>	50	50	50	50	50	250	95.2

#### Anexo 5.

Matriz de confusión para la clasificación supervisada del NDVI para el año 2020.

Tipos de Cobertura	Sin Cobertura	Cobertura Mínima	Ralo	Semi Denso	Denso	TOTAL	PRECISION
Sin Cobertura	48	2	0	0	0	50	96.0
Cobertura Mínima	2	48	0	0	0	50	96.0
Ralo	0	0	48	0	0	48	100
Semi Denso	0	0	2	48	1	51	94.1
Denso	0	0	0	2	49	51	96.1
<b>TOTAL</b>	50	50	50	50	50	250	96.4

## Anexo 6. Matriz de Consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Técnica e instrumentos
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cuánta variación existe cobertura vegetal en los 2017 al 2021?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>¿Cuál de los tipos de cobertura vegetal ha variado durante los 2017 al 2021?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Estimar la variación de cobertura vegetal por factores hidrometeorológicos (precipitación) mediante imágenes satelitales</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>Cuantificar la variación de los tipos de cobertura vegetal en hectáreas entre los años 2017 y 2021 mediante el uso de las imágenes satelitales.</p> <p>Determinar la variación porcentual anual de los tipos de cobertura vegetal en el Bosque de Pómac entre los años 2017 y 2021, tercero.</p> <p>Determinar la correlación entre los tipos de cobertura vegetal y factores hidrometeorológicos (precipitación) en el bosque de Pómac entre los años 2017 y 2021.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>El análisis realizado a través de imágenes satelitales, permitió estimar que hay alta variación de la cobertura vegetal en el Santuario Histórico Bosque de Pómac.</p> <p><b>Hipótesis Específicas:</b></p> <p><b>H1:</b> Existe una alta variación para los tipos de cobertura vegetal entre los 2017 al 2021.</p> <p><b>Ho:</b> No Existe una alta variación para los tipos de cobertura vegetal entre los 2017 al 2021.</p> <p><b>H1:</b> Existe una alta variación porcentual anual para los tipos de cobertura vegetal en el Santuario histórico Bosque de Pómac entre los 2017 al 2021.</p> <p><b>Ho:</b> No existe una alta variación porcentual anual para los tipos de cobertura vegetal en el Santuario histórico Bosque de Pómac entre los 2017 al 2021.</p> <p><b>H1:</b> Existe correlación positiva entre la cobertura vegetal y factores hidrometeorológicos en el bosque de Pómac entre los años 2017 al 2021.</p> <p><b>Ho:</b> No existe correlación positiva entre la cobertura vegetal y factores hidrometeorológicos en el bosque de Pómac entre los años 2017 al 2021</p>	<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Variación de cobertura vegetal.</p> <p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Factores hidrometeorológicos (precipitación)</p>	<p><b>Técnica:</b></p> <p>La observación</p> <p>Análisis documental.</p> <p>Muestreo aleatorio simple</p> <p><b>Instrumento:</b></p> <p>Ubicación del área de estudio</p> <p>Descarga de Imágenes satelitales Georreferenciación de imágenes satelitales Corte del área de interés, Transformación de ráster a Shapefile Comparación de imágenes procesadas</p>



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, PONCE AYALA JOSE ELIAS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Variación de la cobertura vegetal por factores hidrometeorológicos (Precitación) en el Bosque de Pómac, mediante imágenes satelitales.", cuyos autores son VASQUEZ VILLANUEVA SHEYLA DIANA, LLANOS SANCHEZ LUZ MERY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 07 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
PONCE AYALA JOSE ELIAS <b>DNI:</b> 16491942 <b>ORCID:</b> 0000-0002-0190-3143	Firmado electrónicamente por: PAYALAJE el 21-07- 2022 15:09:14

Código documento Trilce: TRI - 0325590