

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“ANÁLISIS DE LA PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL BOSCOsa EN EL DISTRITO DE NAMBALLE, PROVINCIA DE SAN IGNACIO MEDIANTE EL USO DEL ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA (NDVI)”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Ambiental

**Autora:**

Winy Karyna Huaman Alcantara

**Asesor:**

Mg. Julián Ricardo Díaz Ruiz

Cajamarca - Perú

2021



## DEDICATORIA

A mi padre:

Nunca dejaste de confiar en mí, ni por un segundo.

Todos mis logros son tus logros, gracias por todas tus enseñanzas y todo tu amor.

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme guiado en este gran camino de la vida.

A mi padre por ser el pilar de todo lo que soy.

A Joe por su amor, confianza y apoyo incondicional en todo lo que me propongo.

Y por último quiero agradecer a mi asesor Mg. Julián Ricardo Díaz Ruiz por compartirme sus conocimientos y experiencias las cuales me ayudaron durante todo el desarrollo de mi tesis.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
Realidad problemática.....	10
<i>Cobertura de la tierra.....</i>	<i>19</i>
<i>Sistemas de Información Geográfica.....</i>	<i>21</i>
<i>Teledetección .....</i>	<i>21</i>
<i>Satélites LANDSAT .....</i>	<i>22</i>
<i>LANDSAT 8.....</i>	<i>23</i>
<i>NDVI.....</i>	<i>25</i>
<b>Formulación del problema.....</b>	<b>26</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>27</b>
<b>Hipótesis .....</b>	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGIA .....</b>	<b>29</b>
<b>Tipo de investigación.....</b>	<b>29</b>
<b>Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....</b>	<b>30</b>
<b>Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....</b>	<b>31</b>
<i>Técnicas de recolección de datos .....</i>	<i>31</i>
<i>Instrumentos de recolección de datos .....</i>	<i>31</i>
<i>Fase inicial de gabinete .....</i>	<i>34</i>
Descripción del área de estudio .....	44
Localización .....	44
Ubicación y extensión .....	45
Descripción de los factores abióticos .....	45

<i>Clima</i>	45
<i>Temperatura</i> .....	46
<i>Hidrografía</i> .....	46
<i>Relieve</i>	47
<i>Aspecto económico</i> .....	47
<i>Agricultura</i> .....	47
<i>Apicultura</i> .....	48
<i>Forestal</i>	48
<i>Cobertura vegetal y uso actual de la tierra</i> .....	49
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....	<b>51</b>
<i>Índices de vegetación</i> .....	51
<i>Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) 2015</i> .....	51
<i>Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) 2018</i> .....	53
<i>Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) 2021</i> .....	55
<i>Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) de los 3 años estudiados</i> .....	57
<i>Causas de la pérdida de cobertura vegetal</i> .....	60
<i>Causas directas</i> .....	60
<i>Causas Subyacentes</i> .....	67
<i>Cambios de cobertura vegetal</i> .....	69
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....	<b>71</b>
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>71</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>75</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>76</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>82</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Características de las bandas Landsat 8.....	24
<b>Tabla 2.</b> Guía de investigación científica de la facultad de ingeniería (2018). .....	32
<b>Tabla 3</b> Características de las imágenes satelitales descargadas del programa Landviewer. .....	35
<b>Tabla 4</b> Coordenadas del distrito de Namballe provincia de San Ignacio.....	45
<b>Tabla 5.</b> Temperatura promedio anual, según departamento,2014-2018(grados centígrados) .....	46
<b>Tabla 6</b> Uso actual de la tierra del distrito de Namballe provincia de San Ignacio.....	49
<b>Tabla 7</b> Áreas según el NDVI del distrito de Namballe de la imagen satelital del año 2015. .....	52
<b>Tabla 8</b> Áreas según el NDVI del distrito de Namballe de la imagen satelital del año 2018 .....	54
<b>Tabla 9</b> Áreas según el NDVI del distrito de Namballe de la imagen satelital del año 2021. .....	56
<b>Tabla 10</b> Áreas comparadas según el NDVI del distrito de Namballe de la imagen satelital de los años 2015-2018-2021.....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Flujograma del proceso .....	33
<i>Figura 2.</i> Captura de la imagen satelital del distrito de Namballe con la descarga del programa Landviewer año 2015.....	35
<i>Figura 3.</i> Captura de la imagen satelital del distrito de Namballe con la descarga del programa Landviewer año 2018.....	36
<i>Figura 4.</i> Captura de la imagen satelital del distrito de Namballe con la descarga del programa Landviewer año 2021.....	36
<i>Figura 5.</i> Recorte de imagen satelital en el programa ArcGIS. ....	37
<i>Figura 6.</i> Imagen satelital aplicando el NDVI En el programa ArcGIS.....	38
<i>Figura 7.</i> Imagen satelital con el archivo ráster proyectado en el programa ArcGIS.....	39
<i>Figura 8.</i> Imagen satelital con el formato ráster clasificado por cobertura en el programa ArcGIS. ....	40
<i>Figura 9.</i> Imagen satelital con el archivo ráster filtrado en el programa ArcGIS. ....	41
<i>Figura 10.</i> Imagen satelital con el archivo convertido en vector en el programa ArcGIS. ....	42
<i>Figura 11.</i> Imagen satelital con la generación de polígonos en el programa ArcGIS. ....	43
<i>Figura 12.</i> Mapa de ubicación del distrito de Namballe provincia de San Ignacio .....	44
<i>Figura 13.</i> Mapa de la Cobertura vegetal y uso actual de la tierra del distrito Namballe del año 2017.....	49
<i>Figura 14.</i> Mapa del (NDVI)de la imagen satelital del año 2015.....	51
<i>Figura 15.</i> Valores del (NDVI)de la imagen satelital del año 2015.....	52
<i>Figura 16.</i> Áreas según el NDVI del distrito de Namballe de la imagen satelital del año 2018.....	53
<i>Figura 17</i> Valores del (NDVI)de la imagen satelital del año 2018.....	54
<i>Figura 18</i> Áreas según el NDVI del distrito de Namballe de la imagen satelital del año 2021 .....	55
<i>Figura 19.</i> Valores del (NDVI)de la imagen satelital del año 2021.....	56

Figura 20. Comparación de NDVI de los diferentes años estudiados. ....	58
Figura 21 Valores de NDVI de los diferentes años estudiados .....	59
Figura 22 Captura de la imagen satelital tomada por el satélite landsat 8, descargada por el programa Landviewer.....	61
Figura 23 Captura de la imagen satelital tomada por el satélite landsat 8, descargada por el programa Landviewer.....	62
Figura 24.Captura de la imagen satelital tomada por el satélite landsat 8, descargada por el programa Landviewer.....	64
Figura 25. Captura de imagen satelital del distrito de Namballe provincia de San Ignacio con presencia de incendios en el año 2018 verificado por visor de incendios. ....	65
Figura 26Mapa de incendios detectados en la provincia de San Ignacio en el año 2018 por el programa ArcGIS. ....	66
Figura 27Imagen satelital con avance de infraestructura en el distrito de Namballe provincia de San Ignacio en el año 2018. ....	69

## RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de caracterizar la pérdida de cobertura vegetal entre los años 2015-2021 en el distrito de Namballe, provincia de San Ignacio considerando al año 2018 para su respectivo análisis, para ello se emplearon imágenes satelitales tomados por el satélite Landsat 8 que se procesaron mediante la técnica de clasificación no supervisada con el software ArcGIS. logrando así clasificar 4 categorías aplicando el NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) las cuales fueron: denso(valor mayor a 0.3), semi denso(0.2 a 0.3), ralo(0.1 a 0.2), cobertura mínima(0 a 0.1) y cuerpos no vegetales, también se logró estimar que el nivel de pérdida de cobertura vegetal boscosa (cobertura densa) en el lapso de los 7 años fue del 30%, además de un aumento considerable en la cobertura semidensa con un 6 % y del 14% en la cobertura denominado ralo. Por otro lado, los cuerpos no vegetales siguen representando el 0% del total, pero con un incremento mínimo por ha en los 7 años.

**Palabras clave:** Teledetección, NDVI, cobertura boscosa. Imágenes satelitales.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### **Realidad problemática**

En la actualidad, a nivel global, el cambio en la cobertura vegetal es un severo efecto de las actividades antrópicas, asimismo ésta es una de las principales causas del incremento de las tasas de extinción de especies en las décadas recientes (Galeana et al., 2009). Es por ello el hombre con la necesidad de satisfacer sus necesidades ha ido emigrando a nuevas tierras haciendo uso de cobertura vegetal en actividades tales como: la agricultura, construcción, ganadería, entre otros comprometiendo su uso. En la provincia de San Ignacio se considera que existen alrededor de 325,000 Ha de superficie boscosa y cada año se pierden o se degradan sus bosques a pesar que geográficamente forma parte de una holocenosis conocido como “ceja de selva”. Esta zona que está ubicada entre los Andes y la Selva Baja es una zona montuosa y naturalmente boscosa, donde la norma hidrológica depende de la estadía de los bosques (MINAM, 2015). Además, los bosques naturales de neblina acogen una importante biodiversidad y un virtual económico valioso. Sin embargo, durante los últimos años, como producto de la tensión migratoria se ha generado un decrecimiento alarmante de la cobertura vegetal que hacen que solo queden relictos en las partes altas de las cuencas y subcuencas de la provincia<sup>1</sup>.

La región de Cajamarca sufrió una deforestación de 15 mil 177 hectáreas entre los años de 2001 al 2016, además de la pérdida de indistintas especies de flora y fauna, el decrecimiento del caudal de los ríos, variaciones en el clima, entre otros, siendo la provincia

de San Ignacio una de las más afectadas con un índice del 71% menor de deforestación (República, 2019).

Hace años atrás había una gran preocupación de poder conocer los cambios de cobertura vegetal boscosa y medir el nivel de su deforestación, es por ello que se ha reunido una serie de esfuerzos y se ha recurrido a distintas metodologías para contar con información confiable y oportuna sobre nuestro gran patrimonio forestal. En 1995 salió un nuevo Mapa Forestal del Perú elaborado por el Instituto Nacional de Recursos Naturales del Perú (INRENA), a partir de imágenes capturadas por los satélites LANDSAT 5. A partir de ese momento, las imágenes satelitales se convirtieron en piezas clave para conocer nuestros bosques (MINAM,2018,p.11).

Según (Llerena, 2010) los bosques de San Ignacio están bajo la influencia de una frontera internacional que hasta hace poco eran causa de tensiones extremas y que en gran medida continúan siendo una zona problemática por efecto de cultivos ilícitos y la crecientemente alta densidad poblacional de inmigrantes que insisten en trabajar la tierra de forma inadecuada. Aunque, quedaría alrededor de 60 % del área de la región cubierta por bosques. Por la explotación anárquica y selectiva a la que estuvieron expuestos su composición es actualmente bastante diferente a la original y sus valores económicos y ambientales están muy disminuidos ,es por ello que se realizó la presente investigación para analizar la pérdida de cobertura vegetal boscosa en el distrito de Namballe provincia de San Ignacio ,con la finalidad de que constantemente se sigan realizando investigaciones para que

haya información que logre identificar las causas de este gran problema que aqueja al distrito como a la provincia antes mencionada y con ello se busquen soluciones para contrarrestar los impactos.

(Mendoza et al,2017) en su tesis nominada “Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo en el distrito de Ichocán, provincia de San Marcos-Cajamarca, período 1989-2015”,logró analizar el cambio de cobertura y uso de suelo en un periodo de 26 años(1989-2015) gracias al uso de imágenes satelitales realizando clasificación supervisada logrando encontrar 7 de las 74 categorías propuestas para el país ,correspondientes a:tejido urbano continuo, pastos, áreas agrícolas heterogéneas, bosques plantados ,arbustal, vegetación arbustiva/herbácea y lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes.

Hernández y Hortúa (2015) ,en su tesis nominada “Análisis multitemporal de la transformación en la cobertura boscosa del parque nacional natural Tinigua y su área de influencia” analizo, el cambio en la cobertura boscosa en el sector donde se localiza el parque Nacional Natural Tinigua, por medio de imágenes satelitales Landsat, correspondientes a los años 1988, 2000 y 2015. La dinámica de estas zonas en los últimos años, tales como las actividades agropecuarias o la extracción maderera ilegal, entre otras, están originando cada año la pérdida de grandes superficies de bosques.

Condori (2018), empleó la metodología de teledetección espacial y Sistemas de Información Geográfica para generar los mapas de deforestación y posterior cuantificación de dicha información, que se realizó mediante el empleo de los programas ArcGIS y

ERDAS. El procesamiento digital de las imágenes se realizó para identificar zonas o áreas donde no existía, o era muy escasa la cubierta vegetal en los suelos para los años 1989, 2005 y 2014. Los resultados obtenidos fueron: una disminución progresiva de las áreas boscosas, siendo más severa en el periodo 1989-2005 en contraste al periodo 2005-2014.

Por otro lado Ortiz (2018), en su artículo “Análisis multitemporal de áreas boscosas naturales a partir de un NDVI, y la influencia de las actividades antrópicas en el área límite entre Colombia y Ecuador” muestra el uso de un índice de vegetación – NDVI, y la implementación de una clasificación supervisada para la separación de áreas boscosas naturales y áreas con coberturas antrópicas en área limítrofe entre Colombia y Ecuador, obteniendo que el 86.21% correspondía a áreas boscosas, mostrando una pérdida de 1028.8 ha de parte del bosque para el año 2017 con un incremento del 3.06% de la frontera agrícola.

En la Revista de Biodiversidad de la ciudad de México presentaron un artículo sobre: “Fragmentación progresiva y pérdida de hábitat de bosques naturales en uno de los hotspot mundiales de biodiversidad”, el objetivo principal fue evaluar a partir de imágenes Landsat el estado del paisaje y cambios espacio-temporales nativos de la cordillera entre los años 1986-2011, como resultado se pudo apreciar una pérdida de bosque nativo del 33% en 25 años, esto lo asocian directamente a la sustitución por plantaciones forestales ya que hay un profundo cambio en el paisaje y los bosques nativos, en el desarrollo del artículo se discute como estos patrones de cambio amenazan la especies endémicas con un alto riesgo para su extinción. (Otavo & Echeverría, 2017).

Por otro lado en Bogotá (Martinez & Ruiz, 2016) realizaron una tesis titulada: “Análisis de la pérdida en la cobertura vegetal a partir de un estudio multitemporal entre los años 2007-2013 en el Parque Nacional Natural Alto Fragua Indi Wasi”, para obtener la especialización en Gerencia de Recursos Naturales, la investigación tuvo como objetivo determinar las áreas que tuvieron cambios significativos en la cobertura vegetal con la metodología de Gentry (1982) ,para esto se representó todo en mapas temáticos para así facilitar la incorporación de otros resultados, como el señor Ríos (2016) que se presentó un artículo en Argentina denominado: “Estimación de la pérdida de superficie de bosques nativos y tasa de deforestación en la cuenca del Arroyo Estacas”, los objetivos de la investigación consistieron en evaluar los cambios que se dan en la superficie de los bosques nativos y cuantificar el nivel de deforestación en un periodo de 20 años, además de caracterizar los bosques nativos en función de su estado, tipo y grado de alteración, para la evaluación se utilizó imágenes satelitales Landsat en dos decenios :1991-2001 y 2001-2011 como resultados se obtuvieron que en el primer periodo la cuenca experimento una disminución de 9,734 ha de bosques nativos en total (19,3%)y esto fue asociado al avance de la frontera agrícola. La pérdida de masas boscosas se produjo a una tasa anual media de - 1,07% (540 ha año). Los bosques estables fueron los más frecuentes con un (59%) respecto a los sucesionales y renovales, destacándose los de tipo bajo abierto, con *Prosopis affinis* y *Prosopis nigra* como especies arbóreas dominantes. El 41% de los bosques muestreados presentó severos grados de arbustización. Cabe resaltar que el autor nos menciona que resulta de mucha importancia disponer de datos fehacientes sobre la deforestación en

distintas regiones del país para así poder contar con información para el ordenamiento territorial de los bosques nativos remanentes, contribuyendo a la planificación de su uso sostenible. En por ello que se considera apropiado establecer a la cuenca como unidad de manejo en planes de ordenamiento territorial.

En la ciudad de Pucallpa, se desarrolló la tesis: “Análisis de la variación multitemporal de la cobertura vegetal entre los años 2010-2018 en la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú”, para optar el título profesional en Ingeniería Ambiental. El propósito fue analizar la variación multitemporal de la cobertura vegetal entre los años 2010 al 2018, divididos en dos periodos del año 2010 al 2013 y del año 2015 al 2018 utilizando el procesamiento de imágenes satelitales con la metodología de CORINE Land Cover adaptada al Perú por el Ministerio del Ambiente. Como resultados que pudo determinar 8 coberturas: áreas urbanizadas, red vial, palma aceitera, pastos, bosques, tierras desnudas, área quemada y superficie de agua. En el análisis se obtuvo los datos más representativos de la pérdida de cobertura boscosa, obteniendo para el año 2010 un área de 59,826 ha, para luego en el año 2018 disminuir su volumen a 19,993 ha, con una pérdida de 38,833 ha; siendo el caso contrario el de la palma aceitera de 31,032 ha en el año 2010, pasó a tener un desarrollo de 47,399 ha, obteniendo un área de 78,431 ha en el año 2018. Estos datos fueron aprobados por el coeficiente de Kappa de 1.000 y una exactitud general de 100% y la toma de muestra de 75 puntos aleatorios en campo con

ayuda de equipo RPAS-Drone, para así lograr la más fina precisión de las coberturas en la cuenca.(Pérez y Pérez, 2018).

Por otro lado, en Lima se elaboró la tesis denominada: “Análisis multitemporal de la deforestación y pérdida de cobertura boscosa en la provincia del Manu 2000-2016”, para obtener el título de Ingeniero geógrafo, en el cual se desarrolló mediante el uso del software ENVI para el procesamiento de imágenes satelitales Landsat lo que permitió estimar y analizar la frecuencia de la deforestación entre el periodo 2000-2016. Como resultados se obtuvo que el nivel de deforestación para el año 2000 fue de 0.80 % relacionándolo directamente a factores antrópicos como minería y tala indiscriminada, para el año 2008 se obtuvo un nivel de deforestación del 1.11% y lo que se puede observar fue una pérdida de cobertura boscosa muy acelerada, y por último para el año 2016 se obtuvo un nivel de deforestación del 1.98% asociándolo directamente a la frontera agrícola y factores antrópicos, el autor para crear alguna alternativa de solución para la acelerada deforestación incluyó una propuesta de manejo ambiental sobre restauración ecológica de ecosistemas en zonas de amortiguamiento y reservas nacionales y llegó a la conclusión que estas técnicas de procesamiento son muy efectivos para la recolección, procesamiento y despliegue de información de carácter ambiental, y específicamente para el monitoreo y restauración de los recursos naturales a través del tiempo (Gonzales, 2018,p.45).

En la ciudad de Leymebamba se realizó la investigación: “Análisis multitemporal de la deforestación usando la clasificación basada en objetos” con el objetivo de determinar los cambios en la cobertura de bosques a causa de la deforestación entre los años 1987-2016, ya

que el sitio ha sido altamente alterado por la práctica de la agricultura migratoria. Para esto se utilizaron cuatro imágenes Landsat TM-OLI, de los años 1989, 1998, 2007 y 2016. La obtención de cobertura y usos del suelo se realizó mediante la clasificación basada en objetos, de la cual se obtuvieron cinco representaciones de cobertura. Como resultados se obtuvieron que en la validación temática se obtuvo una precisión global de 85,2 % y un índice de kappa de 0,763, que indica una considerable precisión en la clasificación. Se encontró una alta deforestación en la temporada 1989-1998, con una tasa de 262,7 ha/año. Finalmente, para las temporadas 1998-2007 y 2007-2016, las tasas de deforestación descendieron a 34,8 ha/año y 58,2 ha/año, respectivamente.(Mendoza & Barboza , 2017).

En la región de Cajamarca, para obtener el título profesional en Ingeniería Agrónoma, se realizó la tesis “Cambios de cobertura y uso del suelo con imágenes satelitales del distrito de San Silvestre de Cochán 2001-2018”, en el presente trabajo se ha realizado con la finalidad de analizar el cambio de cobertura vegetal y uso de suelo mediante la metodología Corine Land Cover (base de datos sobre la cobertura y uso del suelo) en un nivel II y III, desarrollado por el Ministerio del Ambiente (2013),obteniendo como resultados identificar 6 categorías: Tejido Urbano Continuo (Tu), Cultivos transitorios (Ct), Pastos (Pa), Plantación forestal (Pf), Herbazal (He) y Arbustos (Ar),para ello de generaron mapas de cambio, no cambio y de cambios de cobertura. Para los 2 años, las áreas de las categorías de cobertura aumentaron en: tejido urbano continuo 5,32 ha, cultivos transitorios 311,92 ha, pastos 308,35 ha, Bosques plantados 673,30 ha y herbazal 225,98 ha. Por otro lado, disminuyó 1 categoría de: Arbusto 1524 ha, Estos cambios se atribuyen a actividades

antrópicas (agricultura, ganadería, deforestación); ocasionando reducción en la vegetación natural que protege el suelo.(Prieto, 2014), también para obtener el título profesional en Ingeniería forestal, se realizó la tesis “Análisis de la pérdida de cobertura boscosa y cambios de uso del suelo mediante el análisis de imágenes satelitales periodo 2000 al 2018 en el distrito de Chadín, Chota”, con el objetivo de determinar el cambio de uso del suelo y la pérdida de cobertura boscosa en un periodo de 18 años. Como resultados se obtuvo que en los mapas se registraron los cambios que experimentaron las 6 coberturas identificadas, de manera general todas las categorías presentaron cambios en aumento o disminución de su cobertura, siendo los más destacados los pastos con un incremento de 470,94 ha y suelos desnudos que se redujeron en 348,51 ha para el 2018. Además, se obtuvo una pérdida de cobertura boscosa para todo el período evaluado de 323,53 ha, siendo la tasa promedio anual de deforestación para el periodo evaluado de 17,97 ha año. Así mismo se obtuvieron las transiciones o cambio de uso de suelo ocurrido en el período evaluado, identificándose 14 tipos de transiciones más significativas.(Requelme, 2019,p.25).

Por otro lado, se sustentó la tesis: “Análisis de cambios de cobertura y uso de la tierra con imágenes satelitales del distrito de los baños del inca periodo 1990-2018”, para obtener el título profesional de ingeniero agrónomo, con el objeto principal de analizar y cuantificar los cambios de cobertura y usos del suelo en un periodo de 28 años (1990-2018) utilizando imágenes LANDSAT. Los resultados de fueron que según su clasificación se encontró 12 categorías de nivel III: Tejido urbano continuo (Tu), Tejido urbano discontinuo (Tud), Áreas de extracción de minería e hidrocarburos (EM), Pastos (Pa), Mosaico de pastos y cultivos

(Mpc), Plantación forestal (Pf)”, Herbazal (He)”, Arbustal / área intervenida (Aai), Afloramientos rocosos(Ar), Tierras desnudas (Td), Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (Ll) y Cuerpos de agua artificiales (Caa).Estos cambios fueron determinados por las actividades antrópicas, que son las principales y responsables del cambio.(Poma, 2018,p.35)

Por todo lo expuesto y con la finalidad de presentar información más detallada del distrito de Namballe provincia de San Ignacio se realizó la presente investigación con el objeto de mostrar la cantidad de cobertura vegetal boscosa que se ha perdido entre los años 2015-2021. Asimismo, caracterizar de manera remota la vegetación en el distrito para que así este estudio contribuya con información para futuras investigaciones que se realicen de manera práctica para que contribuyan al ordenamiento territorial, así como para el mejoramiento de políticas, y estrategias de conservación de recursos forestales de la provincia.

## **BASES TEÓRICAS**

### ***Cobertura de la tierra***

Es la cobertura biofísica que se observa en la superficie de la tierra, y esta debe usarse estrictamente para describir la vegetación y las obras humanas; Por lo tanto, las áreas en las que la superficie es roca desnuda o suelo se denominan simplemente tierra y no como cobertura terrestre, en el caso de la superficie del agua es cuestionable si realmente es una cobertura.(Boñón, 2014.p.6).

### ***Cobertura vegetal***

El uso de cobertura vegetal permite al agricultor proteger el suelo: además de obtener un aporte de nutrientes al mismo. En cultivos anuales, la tierra trata de mantener cubiertos durante todo el año por cultivos (comerciales o sembrados con el propósito de que mantengan la tierra cubierta), los restos de la cosecha del año anterior también se esparcen (CLIMAGRI, 2014, pág. 15)

Según (MINAGRI, 2014) La cobertura vegetal puede ser esencialmente representada por la cobertura vegetal de las plantas durante su período vegetativo o por sus restos de cosecha. La cobertura del suelo con plantas en crecimiento varía de especies a especies, dependiendo de sus características fenológicas y vegetativas (ciclo, hábito de crecimiento, altura, velocidad de cobertura del suelo, etapa de crecimiento) y las prácticas de cultivo necesarias para su cultivo (densidad, fertilización, riego, etc.). Sin embargo, los cultivos en crecimiento no reducen la erosión tan eficientemente como sus residuos de cultivos, debido al contacto directo que tienen con la superficie del suelo; a su vez, es la forma más eficiente, sencilla y económica de controlar la erosión.

### ***Uso del suelo***

A lo largo del territorio nacional se distribuye una gran diversidad de comunidades vegetales naturales como los bosques, selvas, matorrales y pastizales, junto con amplios terrenos dedicados a actividades agrícolas, ganaderas, acuícolas y zonas urbanas. A las

diferentes formas en que se emplea un terreno y su cubierta vegetal se les conoce como “uso del suelo”. En los lugares donde no ha habido modificación o ésta ha sido ligera, el suelo sigue cubierto por la vegetación natural y se le considera como primaria; en contraste, si ha ocurrido alguna perturbación considerable y se ha removido parcial o totalmente la cubierta vegetal primaria, la vegetación que se recupera en esos sitios se conoce como secundaria y puede ser estructural y funcionalmente muy diferente a la original. El caso extremo de transformación es cuando se elimina por completo la cubierta vegetal para dedicar el terreno a actividades agrícolas, pecuarias o zonas urbanas; éstas se conocen como coberturas antrópicas. (Bazán,2015,p.47).

### ***Sistemas de Información Geográfica***

Según Sitjar (2010) nos dice que un SIG son análisis de datos y esto incluye desde simples consultas hasta complejos modelos generando resultados como mapas, gráficos entre otros(pp.7-8).

### ***Teledetección***

La Teledetección dispone de una serie de ventajas indiscutibles en comparación con otros sistemas convencionales de observación de la Tierra como la fotografía aérea o la observación directa, a través de trabajos de campo. Entre las principales ventajas, se resaltan las siguientes:

- visión global,
- observación de información en regiones no visibles del espectro,

- observación a distintas escalas,
- frecuencia y
- homogeneidad en la adquisición.

Gracias a estas aptitudes, la Teledetección espacial se convierte en una herramienta de información espacial de gran interés para la producción y actualización cartográfica, como fuente de entrada en Sistemas de Información Geográfica de carácter multipropósito, para los estudios ambientales y para las Ciencias de la Tierra, en general.(Fernández et al,p.8.).

### ***Satélites LANDSAT***

Según *García (2014)* Se considera el más fructífero ya que ha estado proporcionando datos multiespectrales de alta resolución a una amplia gama de usuarios durante más de 25 años, que es el registro más largo de datos de superficie terrestre registrado en todo el mundo y repetidos desde que se obtuvo el espacio

Las imágenes Landsat se distinguen por la variedad de bandas que las componen. Estas imágenes se dividen en 2 tipos: Landsat 7(sensor ETM) y Landsat 5 (sensor TM); ambos tienen 7 bandas multiespectrales desde el visible al infrarrojo medio, con una resolución de 30 metros, en la mayoría de ellas. La diferencia entre, sin embargo, es que Landsat 7 tiene una banda pancromática de 15 metros y en el caso de la banda térmica la resolución se incrementa de 120 a 60 metros. Cada escena cubre 180 \* 175 km<sup>2</sup>.Las principales áreas de aplicación de estas imágenes son la identificación y clasificación de

coberturas diferentes de la superficie terrestre, determinación de la humedad del suelo, clasificación de la vegetación, mapas hidrotermales y estudios multitemporales. El material de archivo existe desde 1982 (Mendoza, 1999,p.85).

### ***LANDSAT 8***

(USGS, s.f.) Nos dice que el Landsat 8 orbita la Tierra en una órbita casi polar sincrónica con el Sol a una altitud de 705 km (438 millas), inclinada a 98,2 grados, y completa una órbita cada 99 minutos. El satélite tiene un ciclo repetitivo de 16 días con un tiempo de cruce ecuatorial de 10:00 a.m. / 15 minutos.

Landsat 8 registra alrededor de 740 escenas por día en el sistema de ruta / hilera del Sistema de Referencia Mundial 2 (WRS2), con una superposición de bordes (o superposición lateral) del 7 por ciento en el ecuador hasta un máximo de aproximadamente el 85 por ciento en latitudes extremas. El tamaño de una escena Landsat-8 es de 185 km x 180 km (114mi x 112 mi).

Los productos de datos creados a partir de escenas Landsat 8 OLI / TIRS se pueden descargar desde EarthExplorer, GloVis y LandLook Viewer.

**Tabla 1**

*Características de las bandas Landsat 8.*

<b>Banda</b>	<b>Rango Espectral (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Resolución (metros)</b>
Band 1 - Aerosol Costero	0.43-0.45	30
Band 2 – Azul	0.45-0.51	30
Band 3 – Verde	0.53-0.59	30
Band 4 – Rojo	0.64-0.67	30
Band 5 - Infrarrojo Cercano (NIR)	0.85-0.88	30
Band 6 - SWIR 1	1.57-1.65	30
Band 7 - SWIR 2	2.11-2.29	30
Band 8 – Pancromático	0.50-0.68	15
Band 9 – Cirrus	1.36-1.38	30
Band 10 - Infrarrojo Térmico (TIRS) 1	10.6-11.19	100
Band 11 - Infrarrojo Térmico (TIRS) 2	11.50-12.51	100

**Nota:** La presenta tabla nos muestra las distintas características de las bandas del satélite Landsat 8, el gráfico es presentado por (Jimenez, 2014).

## ***NDVI***

El NDVI es un índice que se utiliza para estimar la cantidad, calidad y evolución de la vegetación a partir de medir (mediante sensores remotos generalmente instalados en una plataforma espacial) la intensidad de radiación de determinadas bandas del espectro electromagnético que componen la vegetación que emite o refleja. (Geoinnova, s.f.).

Índice generado por los valores de las bandas situadas en el rango espectral de rojo (0,6 0,7  $\mu\text{m}$ ) e infrarrojo cercano (0,7 1,3  $\mu\text{m}$ ). Los valores altos del índice corresponden a áreas con vegetación vigorosa debido a su alta reflectividad en el infrarrojo cercano y su baja reflectividad en rojo visible. Los valores negativos se asocian con coberturas como el agua, las nubes y la nieve porque tienen una mayor reflectancia en el visible que en el infrarrojo. Los valores cercanos a 0 (cero) pueden corresponder a terrenos desnudos y áreas rocosas, ya que estas cubiertas tienen reflectancias similares en las regiones del rojo visible y del infrarrojo cercano.(Edrosa, 2011,p.26).

### **Formulación del problema**

¿Cuál es la pérdida de cobertura vegetal en el distrito de Namballe provincia de San Ignacio mediante el uso del Índice de Diferencia Normalizada (NDVI)?

### ***Problemas específicos***

Clasificar los tipos de cobertura mediante el uso de (NDVI) Índice Normalizado de Vegetación en el distrito de Namballe provincia de San Ignacio.

La deforestación es la causa principal de la pérdida de cobertura vegetal boscosa en el distrito de Namballe provincia de San Ignacio mediante el uso del Índice de Diferencia Normalizada (NDVI).

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

Caracterizar la cobertura vegetal boscosa en el distrito de Namballe provincia de San Ignacio mediante el uso del Índice de Diferencia Normalizada (NDVI).

### ***Objetivos específicos***

Estimar la pérdida de cobertura vegetal en el distrito de Namballe provincia de San Ignacio mediante el uso del Índice de Diferencia Normalizada (NDVI).

Analizar las posibles causas de la pérdida de cobertura vegetal boscosa en el distrito de Namballe provincia de San Ignacio mediante el uso del Índice de Diferencia Normalizada (NDVI).

## Hipótesis

### *Hipótesis general*

Existe pérdida de cobertura vegetal boscosa en el distrito de Namballe provincia de San Ignacio entre los años 2015-2021.

## CAPÍTULO II. METODOLOGIA

### Tipo de investigación

La presente investigación es de diseño no experimental ya que según (Escamilla,2009,p.2.) se realiza sin manipular variables y se basa principalmente en la observación de cambios a través de periodos de tiempo, además porque se basó en los fenómenos y acontecimientos tal y como se dieron en su contexto natural para luego proceder a su análisis respectivo (Structures,2017,p.1).

De tipo descriptivo-analítico, ya que da a conocer la pérdida de cobertura vegetal gracias a la interpretación de imágenes satelitales Landsat, describiendo las posibles causas del mismo en un periodo de tiempo 2015-2021.

El método de investigación utilizado, es el método analítico sintético ya que permite estudiar el comportamiento de cada parte. La síntesis es la operación inversa, que establece mentalmente la unión o combinación de las partes previamente analizadas y posibilita descubrir relaciones y características generales entre los elementos de la realidad.(Rodríguez & Pérez, 2017).

Además, es un estudio longitudinal retrospectivo ya que la investigación se enfocó en observar los cambios producidos en el tiempo en una misma muestra. (Bono, 2008).

## **Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)**

### ***Población***

Para la presente investigación se tomó como población al área de superficie del distrito de Namballe provincia de San Ignacio.

### ***Muestra***

La muestra fue toda la cobertura vegetal del distrito de Namballe en la cual se crearon parcelas automáticamente para generar los polígonos.

### ***Materiales cartográficos***

- ❖ Carta Nacional del Perú
- ❖ Imágenes satelitales Landsat 8 (2015-2018-2021)
- ❖ Base de datos del MINAM

### ***Equipos***

- ❖ Laptop. Procesador Intel Core i3-2328M (2.2 GHz)

### ***Software***

- ❖ Software ArcGIS 10.5
- ❖ Lanviewer
- ❖ NDVI

### ***Métodos***

La investigación es analítica-descriptiva pues se evaluará las causas de la pérdida de cobertura vegetal usando imágenes satelitales de los años 2015-2018-2021.

El método que se utilizara en esta investigación es el método deductivo, ya que se pasa de una cognición general a otro de menor nivel de generalidad. Consiste en deducir soluciones o características precisas a partir de generalizaciones, principios, leyes o definiciones universales. Se trata de encontrar principios desconocidos, a partir de los conocidos o descubrir consecuencias desconocidas, de principios conocidos. (Rodríguez & Pérez, 2017,p.10).

## **Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

### ***Técnicas de recolección de datos***

La técnica utilizada para esta investigación es el análisis documental, ya que se recopiló información del procesamiento de imágenes satelitales con el uso de NDVI para poder llegar a una conclusión con la ayuda de datos ya presentados anteriormente del ZEE 2017.

### ***Instrumentos de recolección de datos***

El instrumento utilizado para la recolección de datos fue una ficha de datos la cual sirvió para organizar la información recopilada tanto del ZEE como la que se obtuvo en el procesamiento de imágenes satelitales.

### *Análisis de datos*

La técnica que se utilizó fue la estadística ya que se procesó la información obtenida en el NDVI para luego aplicarla estadísticamente.

**Tabla 2.**

*Guía de investigación científica de la facultad de ingeniería (2018).*

<b>objetivos específico</b>	<b>Indicador</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Estimar la pérdida de cobertura vegetal boscosa en el distrito de Namballe provincia de San Ignacio mediante el uso del Índice de Diferencia Normalizada (NDVI).	Pérdida de cobertura vegetal.	Uso del NDVI.	Mapas temáticos.
Analizar las posibles causas de la pérdida de cobertura vegetal boscosa en el distrito de Namballe provincia de San Ignacio mediante el uso del Índice de Diferencia Normalizada (NDVI).	Imágenes satelitales.	Uso del NDVI.	Mapas temáticos.

### Procedimiento

Para poder haber realizado la clasificación y generación de mapas temáticos se realizó teniendo en cuenta el siguiente proceso que tiene en cuenta 2 etapas que se encuentra descrito a continuación.

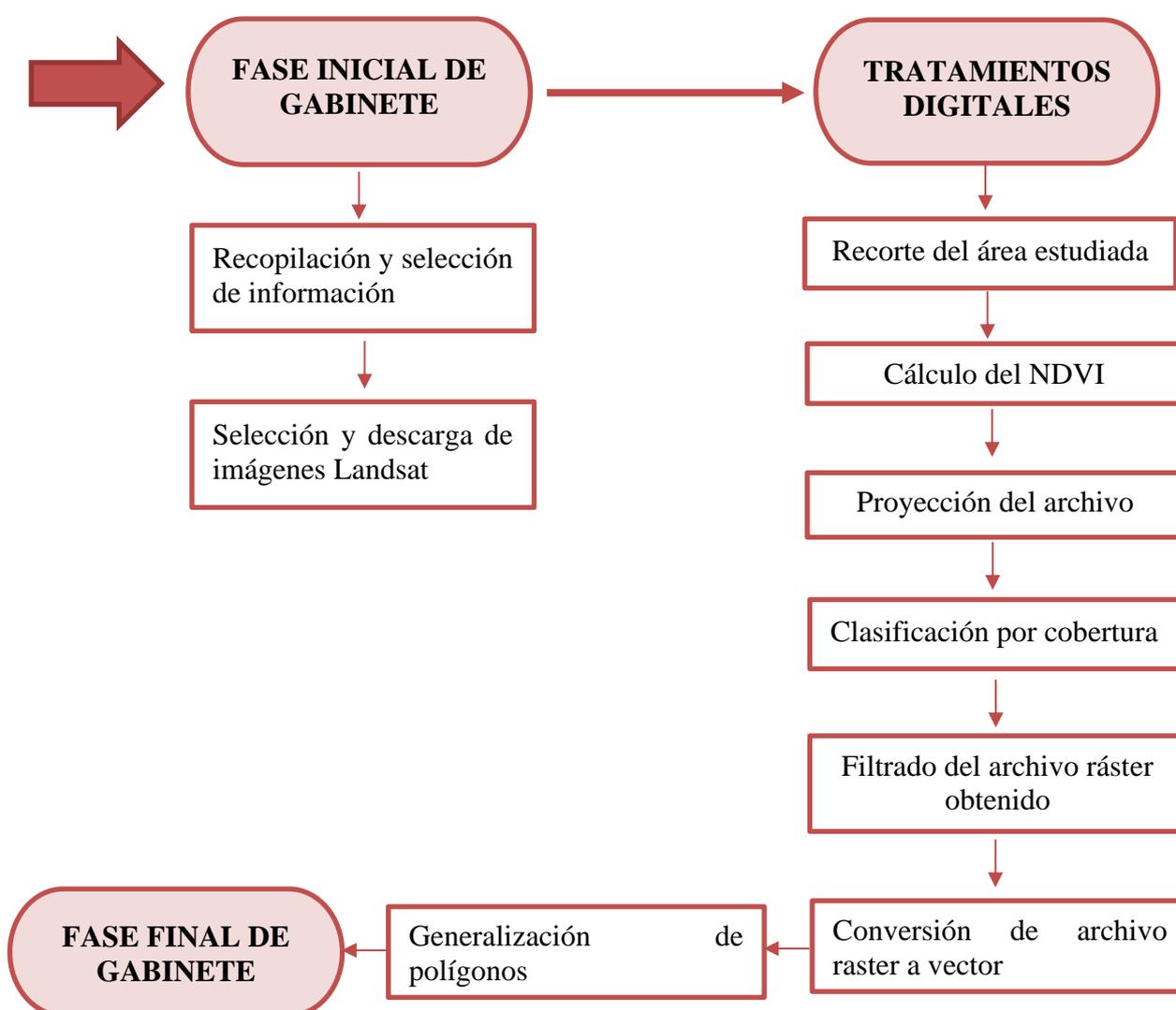


Figura 1. Flujograma del proceso  
Elaboración propia

### *Fase inicial de gabinete*

**Recopilación y selección de información.** Se recopiló información cartográfica, como el mapa base de cobertura para el año 2017 desarrollada por la Zonificación Ecológica Económica (ZEE)Cajamarca, mapa de uso actual del suelo del distrito de Namballe provincia de San Ignacio, el modelo de elevación digital (DEM), shapefiles de la zona (límite distrital, vías, ríos, centros poblados, etc.), obtenida de la página oficial del Ministerio del Ambiente (MINAM).

**Selección y descarga de imágenes Landsat.** Para la selección y descarga de las imágenes Landsat se realizó una gran búsqueda entre distintos programas de descargas de imágenes satelitales entre Earth Explorer, Remote Pixel, Landloadkviewer, Plataforma Copernicus y Landviewer escogiendo a este último como el adecuado para el desarrollo de la investigación ya que tiene un rápido acceso de descarga y la composición de bandas directo en el mismo programa.

Cabe resaltar que las imágenes descargadas son todas del satélite Landsat 8 y sus especificaciones se detallan en el cuadro presentado a continuación.

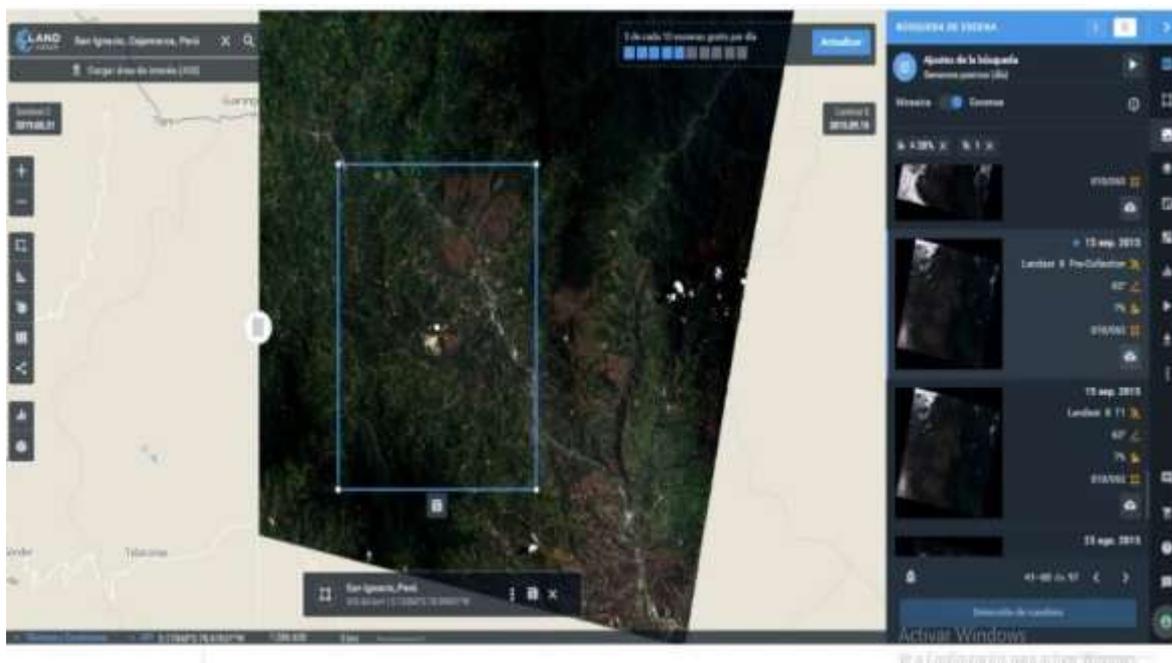
**Tabla 3**

*Características de las imágenes satelitales descargadas del programa Landviewer.*

IMAGEN	FECHA	ESPECIFICACIONES
LC80_10063_2015258L	15/09/2015	T1-63°-7%-010/063
L1TP_010063_20180907	15/09/2018	T1-61°-11%-010/063
L1TP_010063_20210526	26/05/2021	T1-53°-26%-010/063

**Nota:** Nos muestra los datos de las imágenes satelitales descargadas desde la fecha hasta las especificaciones que nos presenta la imagen descargada como la nubosidad que presenta y su temperatura.

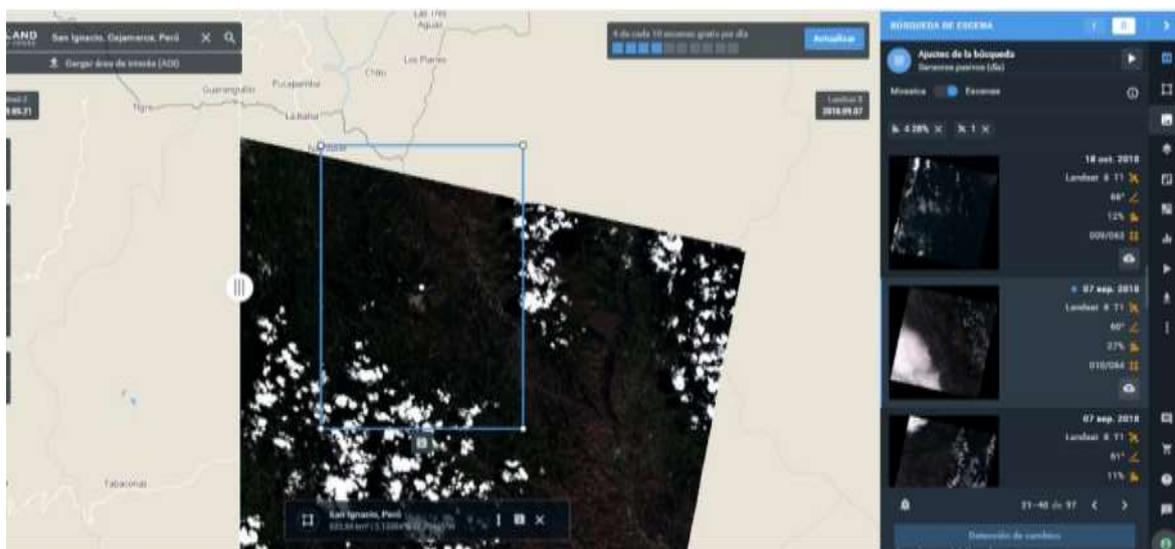
*Figura 2.* Captura de la imagen satelital del distrito de Namballe con la descarga del programa Landviewer año 2015.



**Nota:** Se aprecia la descarga de la imagen satelital del año 2015 mediante el programa Landviewer con link de descarga: <https://eos.com/landviewer/?lat=-5.13385&lng=-78.84353>.

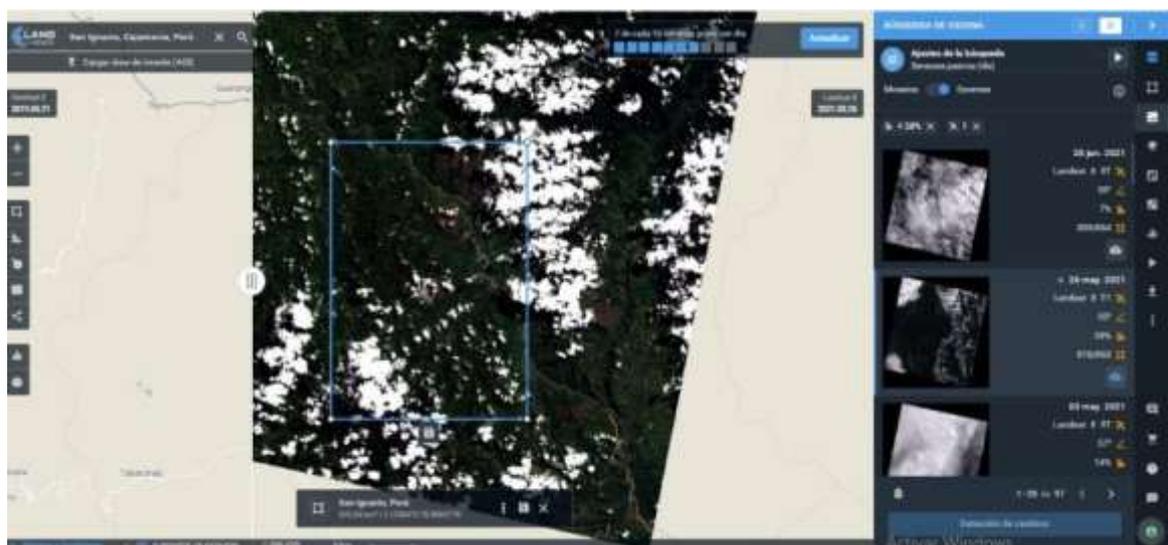
“Análisis de la pérdida de cobertura vegetal boscosa en el distrito de Namballe, provincia de San Ignacio mediante el uso del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)”

Figura 3. Captura de la imagen satelital del distrito de Namballe con la descarga del programa Landviewer año 2018.



**Nota:** Se aprecia la descarga de la imagen satelital del año 2018 mediante el programa Landviewer con link de descarga: <https://eos.com/landviewer/?lat=-5.13385&lng=-78.84353>.

Figura 4. Captura de la imagen satelital del distrito de Namballe con la descarga del programa Landviewer año 2021.



**Nota:** Se aprecia la descarga de la imagen satelital del año 2021 mediante el programa Landviewer con link de descarga: <https://eos.com/landviewer/?lat=-5.13385&lng=-78.84353>.

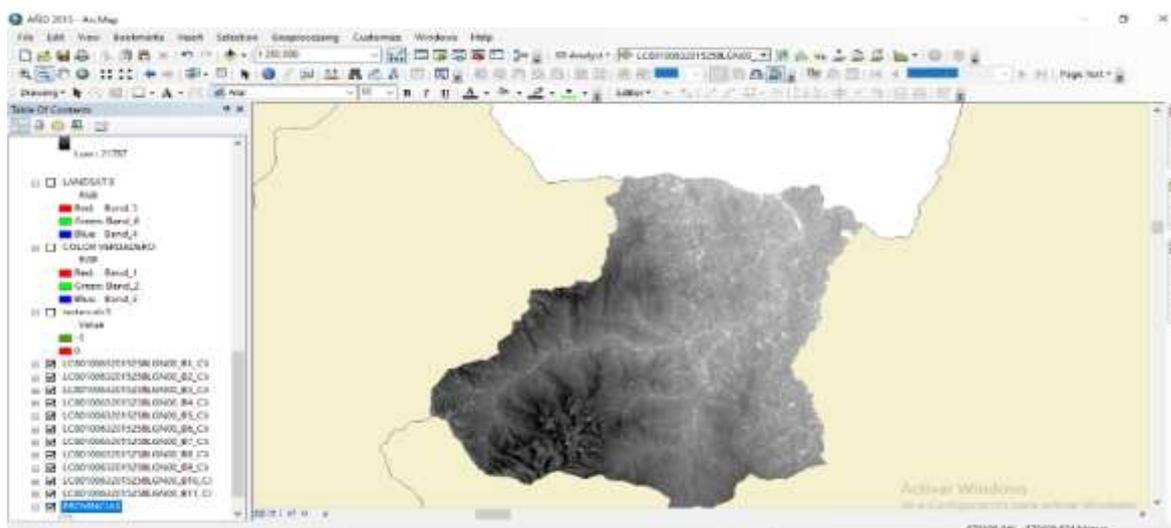
## Tratamientos digitales y clasificación por coberturas de las imágenes obtenidas.

**Recorte del área estudiada.** “El tratamiento Digital de imágenes es una parte fundamental de teledetección, cuyo desarrollo ha impulsado las aplicaciones de los datos digitales procedentes de sensores”(Villar, 1989,p.4).

Para recortar el área de interés existen diversos pasos, para este caso se utilizó el recorte de un formato tipo raster de la zona estudiada ya que las imágenes satelitales constan de una gran extensión y para ello se procede a realizar el recorte para hacer los tratamientos digitales.

En esta ocasión se recortó el distrito de Namballe de la provincia de Cajamarca departamento de Cajamarca de todas las bandas de las imágenes satelitales para luego ser procesadas.

Figura 5. Recorte de imagen satelital en el programa ArcGIS.



**Nota:** La imagen nos presenta el recorte de la imagen satelital del área estudiada que es el distrito de Namballe en el programa ArcGIS 10.5.

**Cálculo del índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI).** Una vez

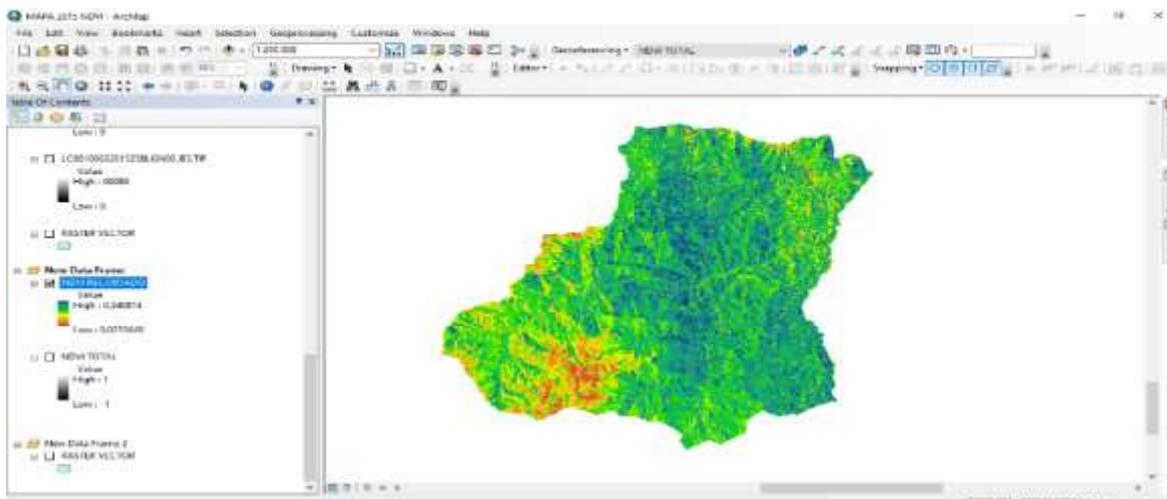
recortada el área de interés se procede hacer el cálculo NDVI ya que es una combinación de valores de reflectancia y se considera un buen método para estimar la biomasa además de realizar el monitoreo de vegetación con gran precisión (Rueda Calier et al., 2015,p.15).Para ello utilizamos el algoritmo algebraico  $NDVI =$

$\frac{(NIR-VIS)}{(NIR+VIS)}$  ,en este caso solo se empleó imágenes satelitales del LANDSAT 8 de los

años 2015-2018-2021 es por ello que se aplicó el algoritmo  $\frac{B5-B4}{B5+B4}$  .

De todo este proceso se obtiene un archivo con formato raster que presenta las coberturas del suelo con una clasificación particular que el mismo software obtiene.

**Figura 6.** Imagen satelital aplicando el NDVI En el programa ArcGIS.

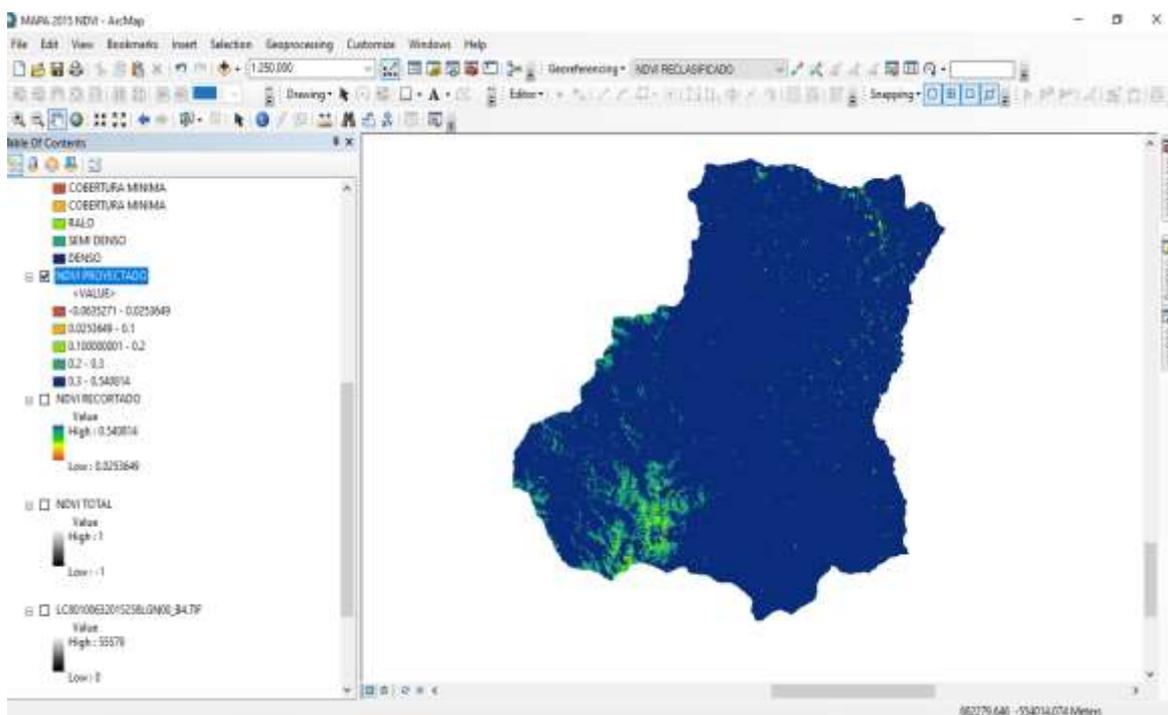


**Nota:** La imagen nos presenta la imagen satelital del área estudiada que es el distrito de Namballe con la aplicación del NDVI en las bandas 4 y 5 en el programa ArcGIS 10.5.

**Proyección del archivo raster.** Cuando ingresamos las imágenes obtenidas están presentan un sistema de proyección distinto al que se está trabajando en el programa, es por ello que es necesario crear un nuevo archivo raster que este proyectado con WGS 1984 UTM Zona 17S.

Con la obtención de este nuevo archivo raster se logra obtener la ubicación verdadera del área estudiada.

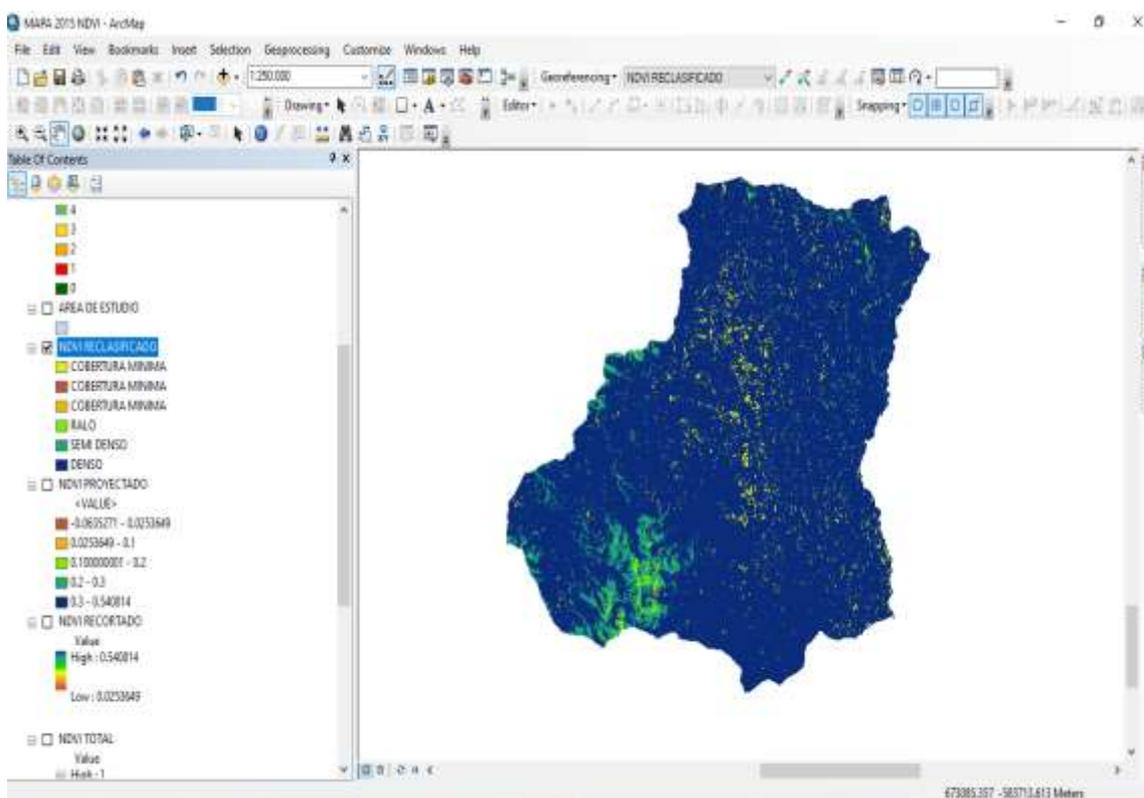
Figura 7. Imagen satelital con el archivo ráster proyectado en el programa ArcGIS.



**Nota:** Se presenta la imagen satelital con el archivo raster proyectado en el programa de ArcGIS.

**Clasificación por cobertura.** Después de que se obtuvo el archivo en formato raster proyectado con las coordenadas exactas se procede a realizar una clasificación no supervisada para este caso, ya que esta se vale de una base de probabilidades verificando los valores de reflectancia ajustándolos de ser necesarios.

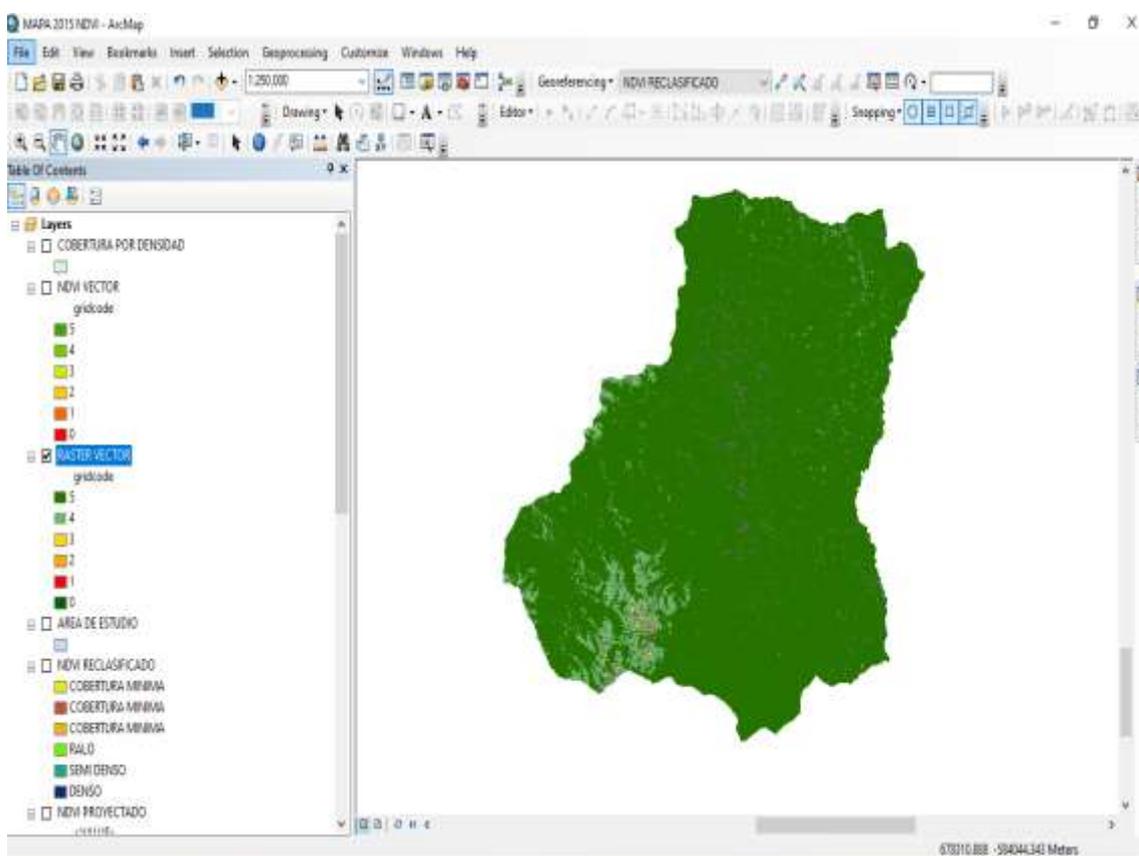
**Figura 8.** Imagen satelital con el formato ráster clasificado por cobertura en el programa ArcGIS.



**Nota:** Se presenta la imagen satelital con el formato ráster clasificado en: (Cobertura mínima, ralo, censo, semi denso) en el programa de ArcGIS.

*Filtrado del archivo ráster obtenido.* Una vez que se obtuvo el archivo ráster con las coberturas en concreto se tiene que hacer un filtrado para poder suprimir algunas frecuencias sujetas a ruido.

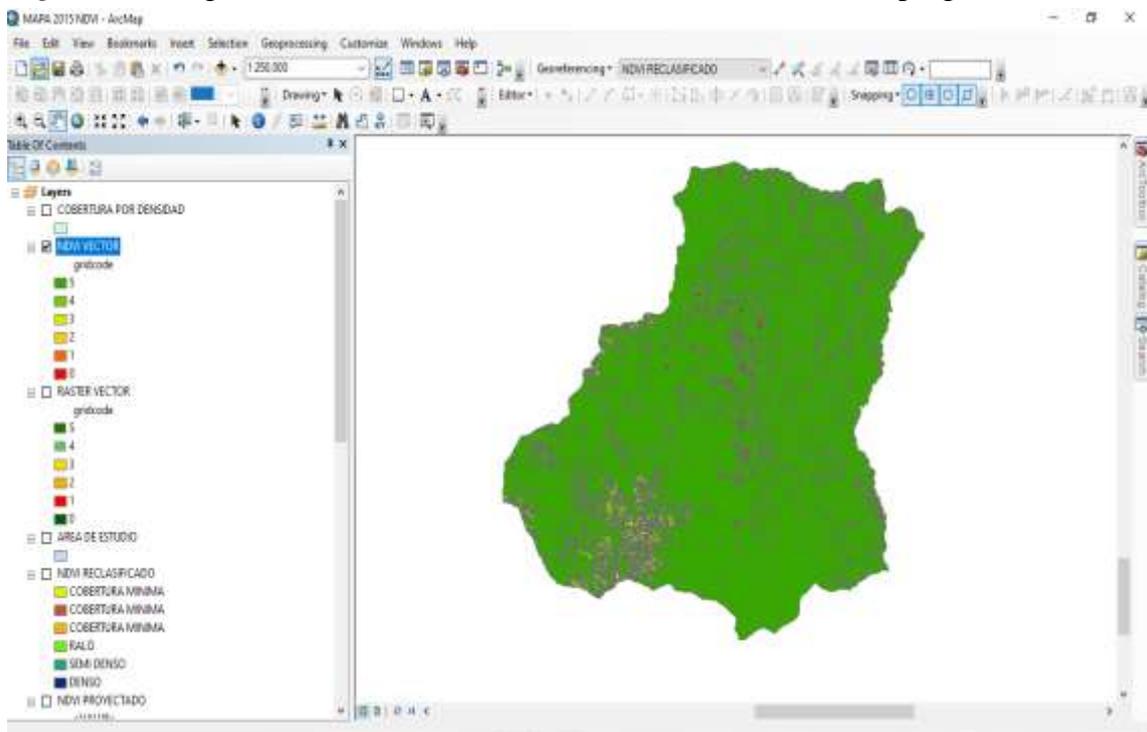
Figura 9. Imagen satelital con el archivo ráster filtrado en el programa ArcGIS.



**Nota:** Se presenta la imagen satelital filtrando el archivo ráster en el programa ArcGIS.

*Conversión del archivo ráster a vector.* Luego de haber filtrado el archivo en formato raster se procede a convertirlo en vector para poder realizar los cálculos estadísticos, matemáticos, entre otros.

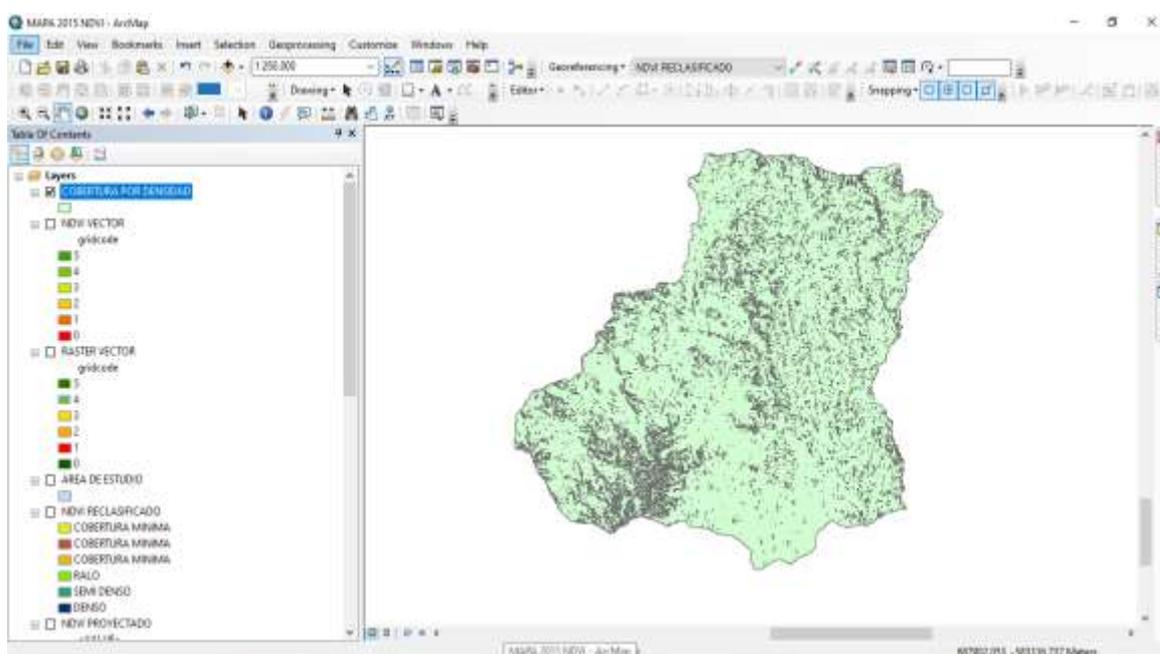
Figura 10. Imagen satelital con el archivo convertido en vector en el programa ArcGIS.



**Nota:** Se presenta la imagen satelital con el formato ráster convertido en vectores en el programa ArcGIS.

*Generalización de polígonos con áreas muy pequeñas.* Por último, generamos polígonos con la finalidad de suprimir datos erróneos o innecesarios, para la identificación de las áreas a intervenir, para así poder obtener información más general y precisa para su respectivo análisis.

Figura 11. Imagen satelital con la generación de polígonos en el programa ArcGIS.



**Nota:** Se presenta la imagen satelital con la generación de polígonos en el programa ArcGIS.

*Fase final de gabinete.* En esta última fase se recopiló todos los datos obtenidos de las imágenes satelitales en el programa ArcGIS y NDVI y se pasaron a un archivo en Excel para su respectivo análisis.

## Descripción del área de estudio

### Localización

El distrito de Namballe se encuentra ubicado en la provincia de San Ignacio que pertenece al departamento de Cajamarca

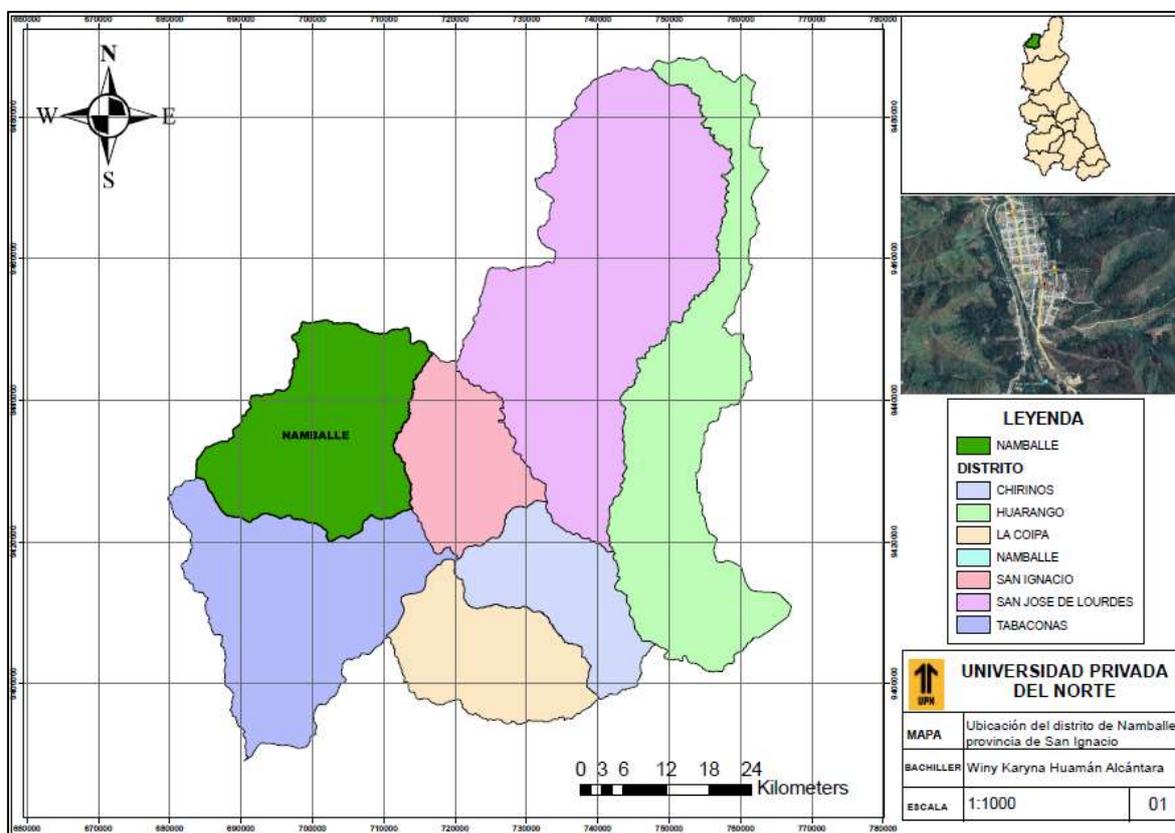


Figura 12. Mapa de ubicación del distrito de Namballe provincia de San Ignacio

### *Ubicación y extensión*

El distrito de Namballe se encuentra a 690 m de altitud y presenta una superficie de 693,00 km<sup>2</sup> con las siguientes coordenadas geográficas:

**Tabla 4.**

*Coordenadas del distrito de Namballe provincia de San Ignacio.*

LATITUD	LONGITUD	LATITUD	LONGITUD
-5.00417	-79.0878	5°0'15" Sur	79°5'16" Oeste

**Nota:** Coordenadas del distrito de Namballe

### **Descripción de los factores abióticos**

#### *Clima*

En Namballe, los veranos son largos, caliente y nublados y los inviernos son cortos, cómodos, secos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 18 °C a 29 °C y rara vez baja a menos de 16 °C o sube a más de 31 °C.

En base a la puntuación de turismo, la mejor época del año para visitar Namballe para actividades de tiempo caluroso es desde finales de Mayo hasta mediados de Setiembre (SENAMHI 2019).

### *Temperatura*

El distrito de Namballe presenta dos temporadas una es la fresca que va desde el 26 de mayo al 23 de julio y su temperatura varía entre 15°C a 24°C y la templada que va desde del 30 de agosto al 18 de febrero con una temperatura máxima promedio diario de 26°C.(SENAMHI 2020).

**Tabla 5.**

*Temperatura promedio anual, según departamento, 2014-2018 (grados centígrados)*

Departamento	2014	2015	2016	2017	2018
Cajamarca	15	15,4	15,6	15	14,9

**Nota:** (SENAMHI, 2018)

### *Hidrografía*

El río más importante de la provincia de San Ignacio es el Chinchipe, este nace en la cordillera de Sabanilla en la provincia de Zamora al sur del Ecuador y tiene una amplitud de 9 68,696 Km<sup>2</sup>, de los cuales, aproximadamente 3 14,826 Km<sup>2</sup> (32,5%) están del lado ecuatoriano y 6 53,870 Km<sup>2</sup> (67,5%) en el lado peruano. El caudal promedio anual que el río Chinchipe aporta al río Marañón es aproximadamente 204 m<sup>3</sup>/s, lo que simboliza más de 6,430 millones de metros cúbicos anuales.

La cuenca Chinchipe – Chamayal se encuentra ubicado en el Norte del País y pertenece a la vertiente del Atlántico, tiene un área de 13,630.9 Km<sup>2</sup> y abarca las provincias San Ignacio, Jaén y parte de Cutervo en el departamento de Cajamarca; una parte de las provincias Ayabaca y Huancabamba en el departamento Piura; parte de la provincia de Utcubamba en el departamento de Amazonas y parte de las provincias de Lambayeque y Ferreñafe en el departamento de Lambayeque.(ANA,2011,P.11).

### ***Relieve***

El distrito de Namballe presenta un relieve accidentado que está formado por las cordilleras occidental y oriental de los andes, además en los paisajes fisiográficos de esta categoría encontramos que este distrito se encuentra ocupando las colinas bajas y altas de manera concentrada además de laderas. (Boñon,2019,P.17)

### **Aspecto económico**

#### ***Agricultura***

El distrito de Namballe desde el punto de vista económico viene siendo utilizado para el cultivo de café y cacao y no solo nivel distrital sino en toda la provincia de San Ignacio y se les ha nombrado como tierras de uso agro industrial. Según el tipo de cobertura vegetal sus espacios corresponden a la categoría de Tierras con cultivos permanentes y bosques naturales; los cultivos permanentes corresponden al cultivo de café y cacao; mientras que los bosques naturales están establecidos por especies nativas

propios del lugar al que se suma algunos frutales como la guaba que son instalados con la finalidad de brindar mayor sombra al cultivo del café, por ser exigente en sombra para producir.(Germán & Alcántara Boñón, 2012, p. 38)

### *Apicultura*

La segunda actividad más destacada de la provincia de San Ignacio es la extracción de miel de abeja ya que existen muchos productores dedicados a vender miel de abeja pura, gracias a la Asociación de Productores Apícolas de los Bosques de San Ignacio (ASPABONSI) se viene haciendo un trabajo que permite la preparación e implementación de un laboratorio para el procesamiento de miel de abeja y sus derivados (Chacón, 2021).

### *Forestal*

En San Ignacio se considera que existían aproximadamente 325 mil hectáreas de superficie boscosa dentro de ellos el Santuario Nacional Tabaconas Namballe (SNTN), zonas de amortiguamiento, bosques de comunidades nativas, entre otros (Plan de gestión Forestal al 2017) así mismo, según estimaciones realizadas hubo alrededor de 95 mil hectáreas de suelos deteriorados por prácticas de roza y quema. (Municipalidad Provincial de San Ignacio, 2002,P.2).

### Cobertura vegetal y uso actual de la tierra

Su finalidad es dar a conocer los diferentes tipos de uso en una época específica y la forma en la que se va desarrollando en el transcurso del tiempo (Figura 2) (tabla 4).

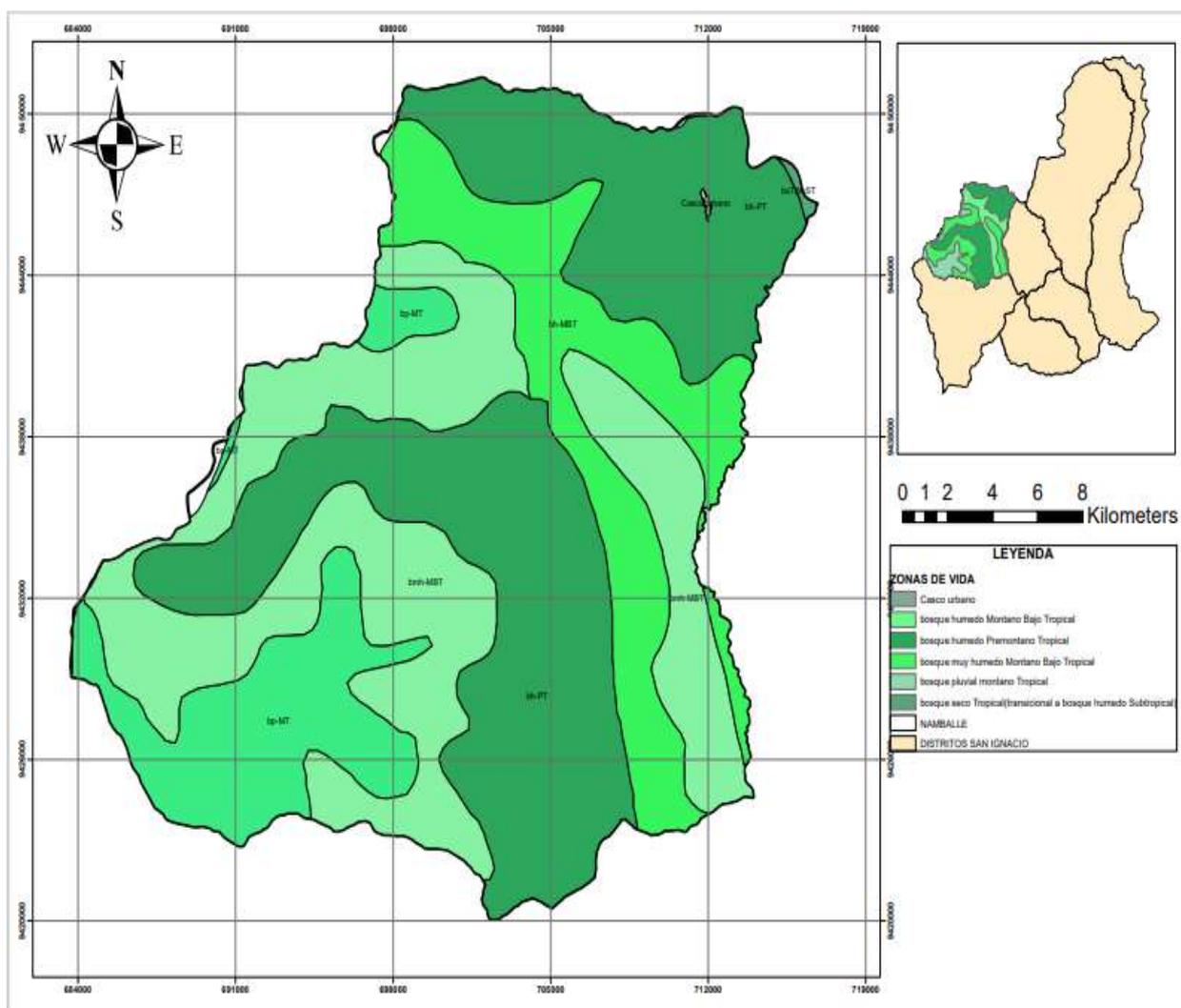


Figura 13. Mapa de la Cobertura vegetal y uso actual de la tierra del distrito Namballe del año 2017.

**Tabla 6**

*Uso actual de la tierra del distrito de Namballe provincia de San Ignacio.*

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Área(ha)</b>
<b>Cobertura</b>		
<b>bh-PT</b>	Bosque húmedo premontano tropical	198404.0805
<b>bsT/bhST</b>	Bosque seco tropical (transicional a bosque húmedo subtropical)	70948.01795
<b>bmh-MBT</b>	Bosque muy húmedo montano bajo tropical	144982.5174
<b>bp-MT</b>	Bosque pluvial montano tropical	12445.76623
<b>bmh-MBT</b>	Bosque húmedo montano bajo tropical	34591.03066
<b>Casco urbano</b>	Casco urbano	20,844,688
<b>Ou</b>	Uso agro industrial	122386.2409

**Nota.** La tabla nos muestra el número de hectáreas según uso total del distrito de Namballe.

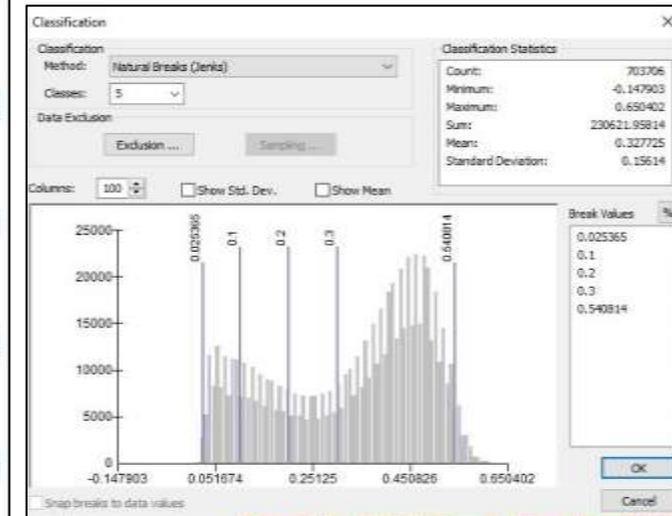
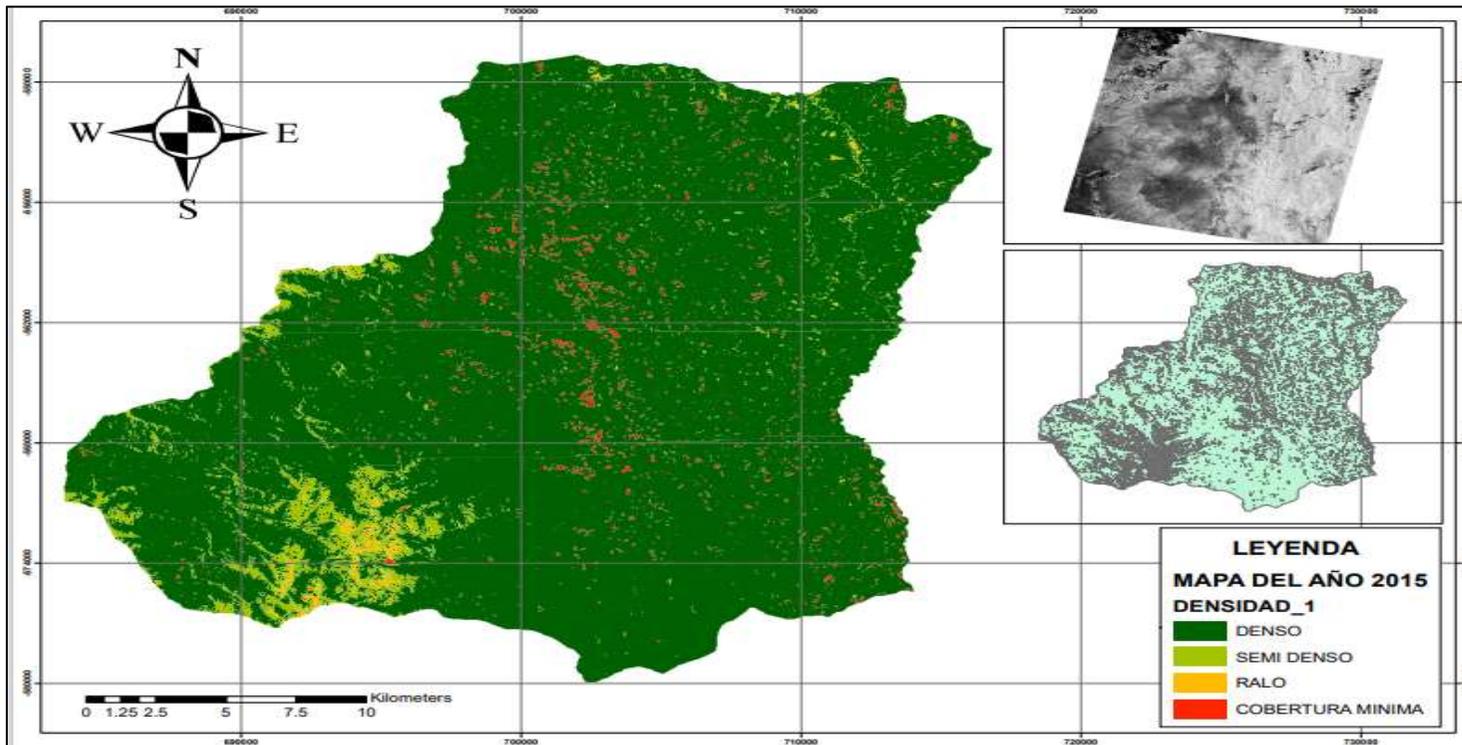
## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### Índices de vegetación

#### *Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) 2015*

Según los datos del NDVI (Índice de Diferencia Normalizada) obtenidos en el procesamiento de la imagen satelital del año 2015 se obtuvo que solo el 91% del total del distrito de Namballe presenta cobertura densa, el 5% es semi denso, ralo con un 1 %, cobertura mínima con un 3% y cuerpos no vegetales con 22.86 ha que representan un 0% del total.

Figura 14. Mapa del (NDVI) de la imagen satelital del año 2015



**Tabla 7**

*Áreas según el NDVI del distrito de Namballe de la imagen satelital del año 2015.*

CÓDIGO	DENSIDAD	ÁREA	PORCENTAJE
1	COBERTURA MINIMA	1748.52	3%
2	CUERPOS NO VEGETALES	22.86	0%
3	RALO	417.06	1%
4	SEMI DENSO	3397.23	5%
5	DENSO	57747.87	91%
<b>TOTAL</b>		<b>63333.54</b>	<b>100%</b>

**Nota:** La tabla nos muestra los resultados obtenidos de los tipos de cobertura clasificados con el NDVI con su área respectiva para el año 2015.

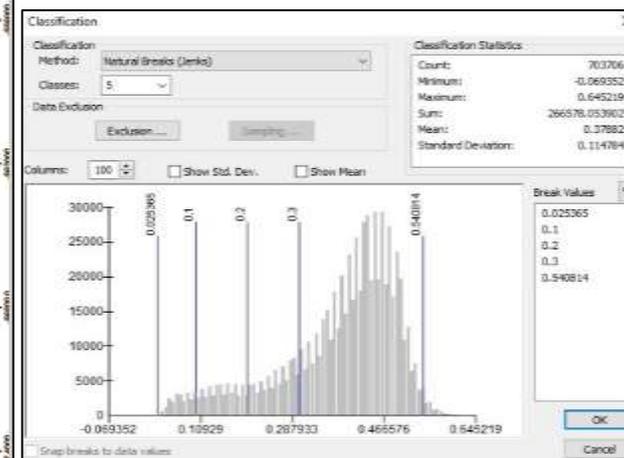
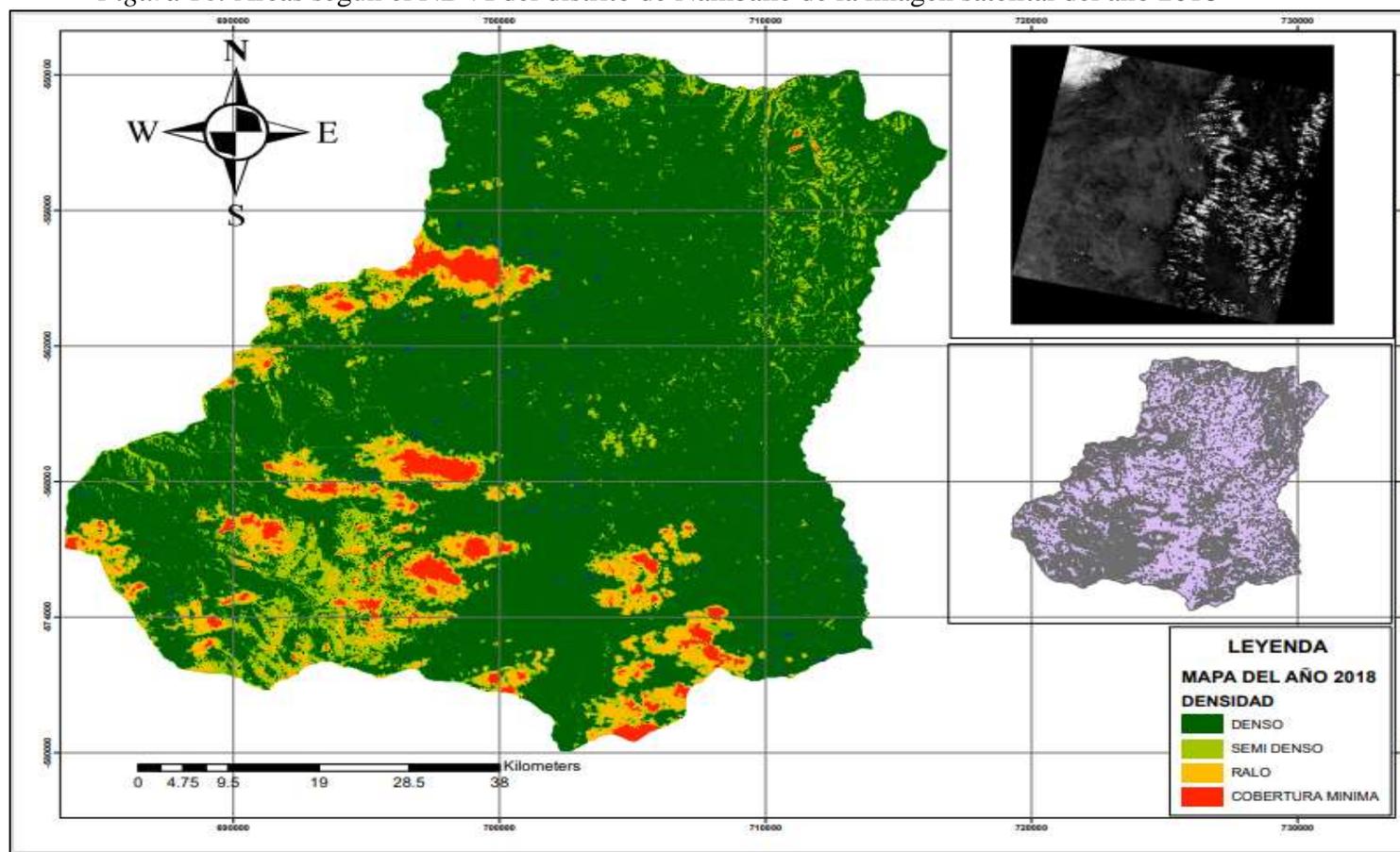


*Figura 15. Valores del (NDVI)de la imagen satelital del año 2015*

## Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) 2018

Según los datos del NDVI (Índice de Diferencia Normalizada) obtenidos en el procesamiento de la imagen satelital del año 2018 se obtuvo que el 79 % del total del distrito de Namballe presenta cobertura densa, el 11% es semi denso, ralo con un 7 %, cobertura mínima con un 3% y cuerpos no vegetales con 22.41 ha que representan un 0% del total.

Figura 16. Áreas según el NDVI del distrito de Namballe de la imagen satelital del año 2018



**Tabla 8**

Áreas según el NDVI del distrito de Namballe de la imagen satelital del año 2018

CODIGO	DENSIDAD	AREA (Ha)	PORCENTAJE
1	CUERPOS NO VEGETALES	22.41	0%
2	COBERTURA MINIMA	1954.08	3%
3	RALO	4604.49	7%
4	SEMI DENSO	6650.28	11%
5	DENSO	49365.36	79%
<b>TOTAL</b>		62596.62	100%

**Nota:** La tabla nos muestra los resultados obtenidos de los tipos de cobertura clasificados con el NDVI con su área respectiva para el año 2018.

Elaboración propia

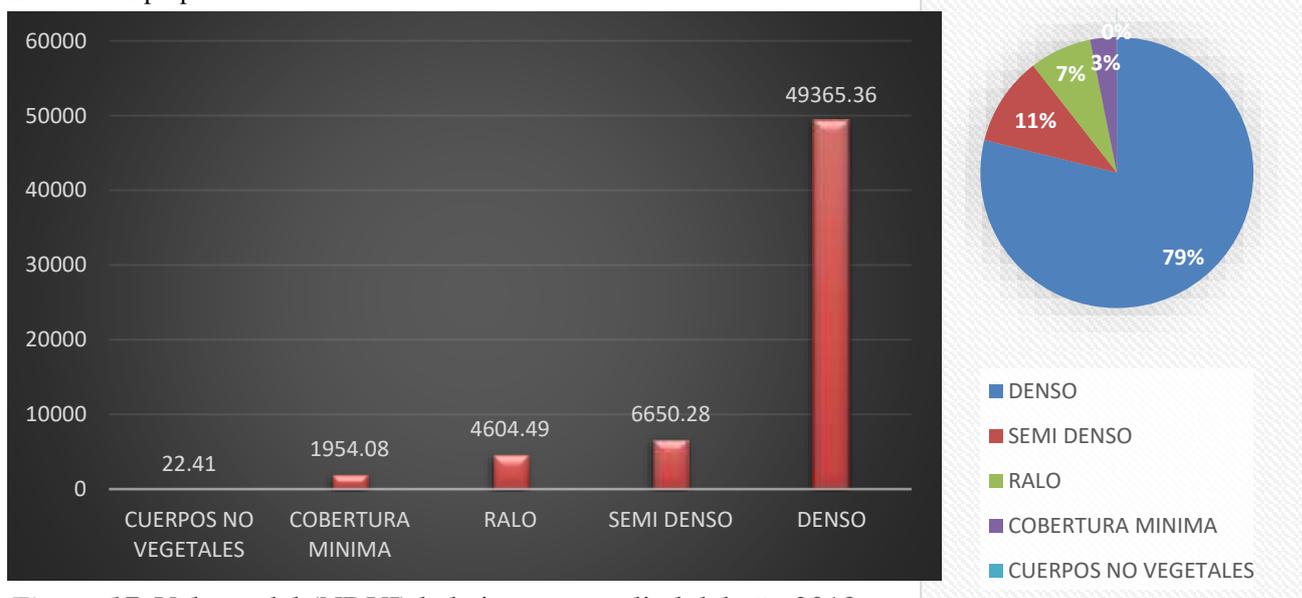
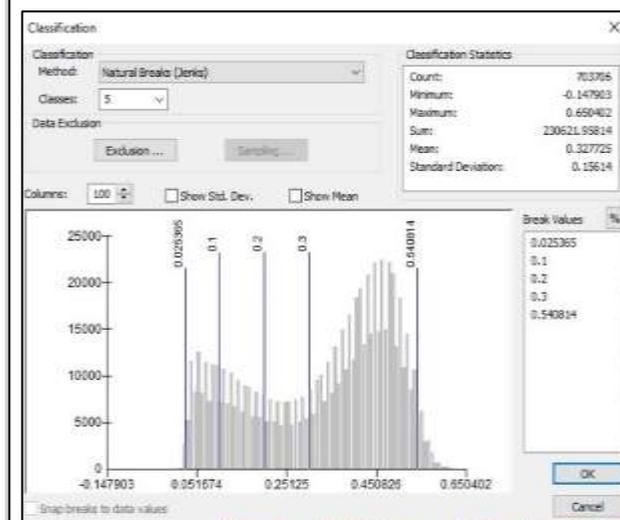
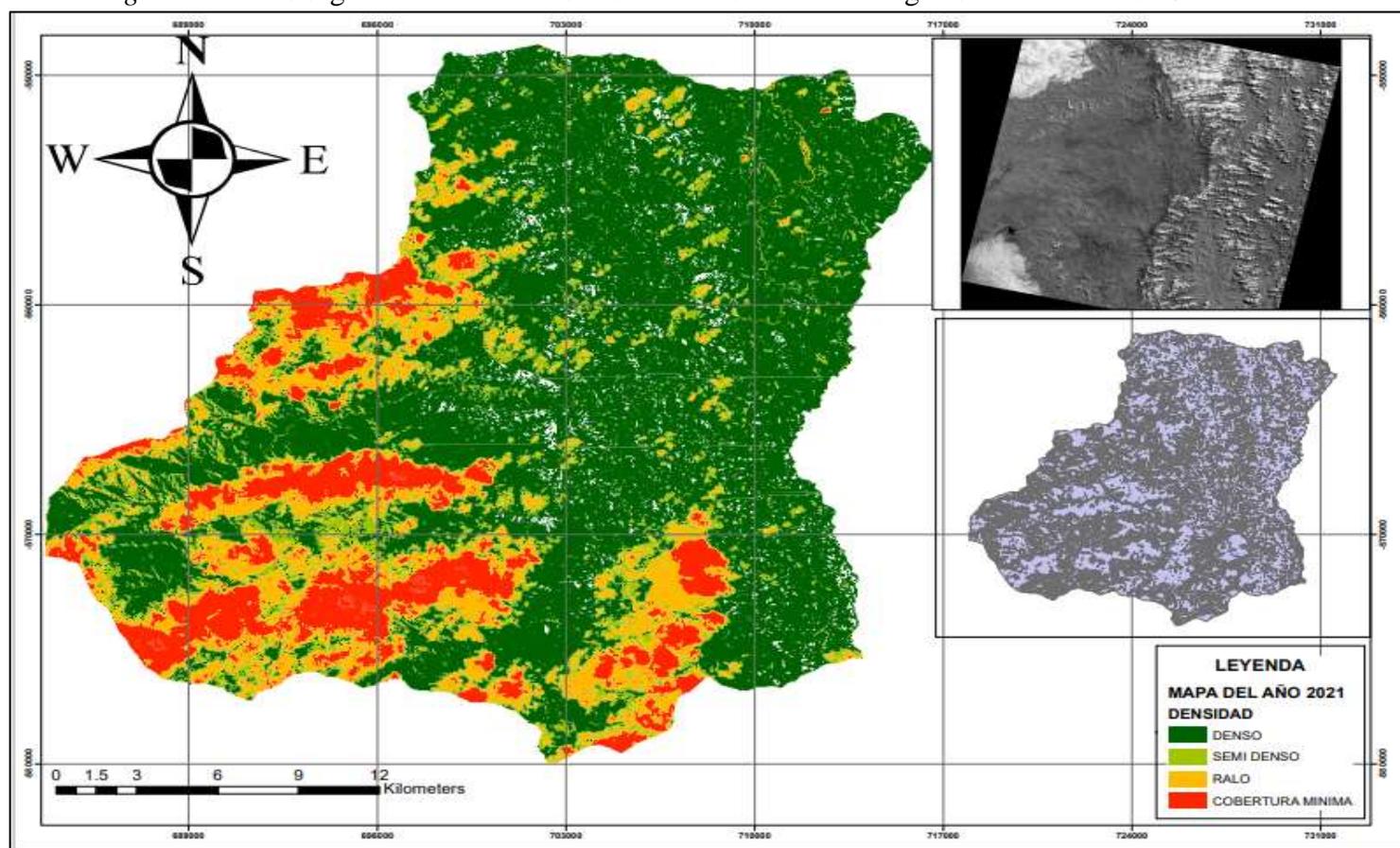


Figura 17 Valores del (NDVI)de la imagen satelital del año 2018.

## Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) 2021

Según los datos del NDVI (Índice de Diferencia Normalizada) obtenidos en el procesamiento de la imagen satelital del año 2021 se obtuvo que solo el 61% del total del distrito de Namballe presenta cobertura densa, el 11% es semi denso, ralo con un 15 %, cobertura mínima con un 13% y cuerpos no vegetales con 80.64 ha que representan un 0% del total.

Figura 18 Áreas según el NDVI del distrito de Namballe de la imagen satelital del año 2021



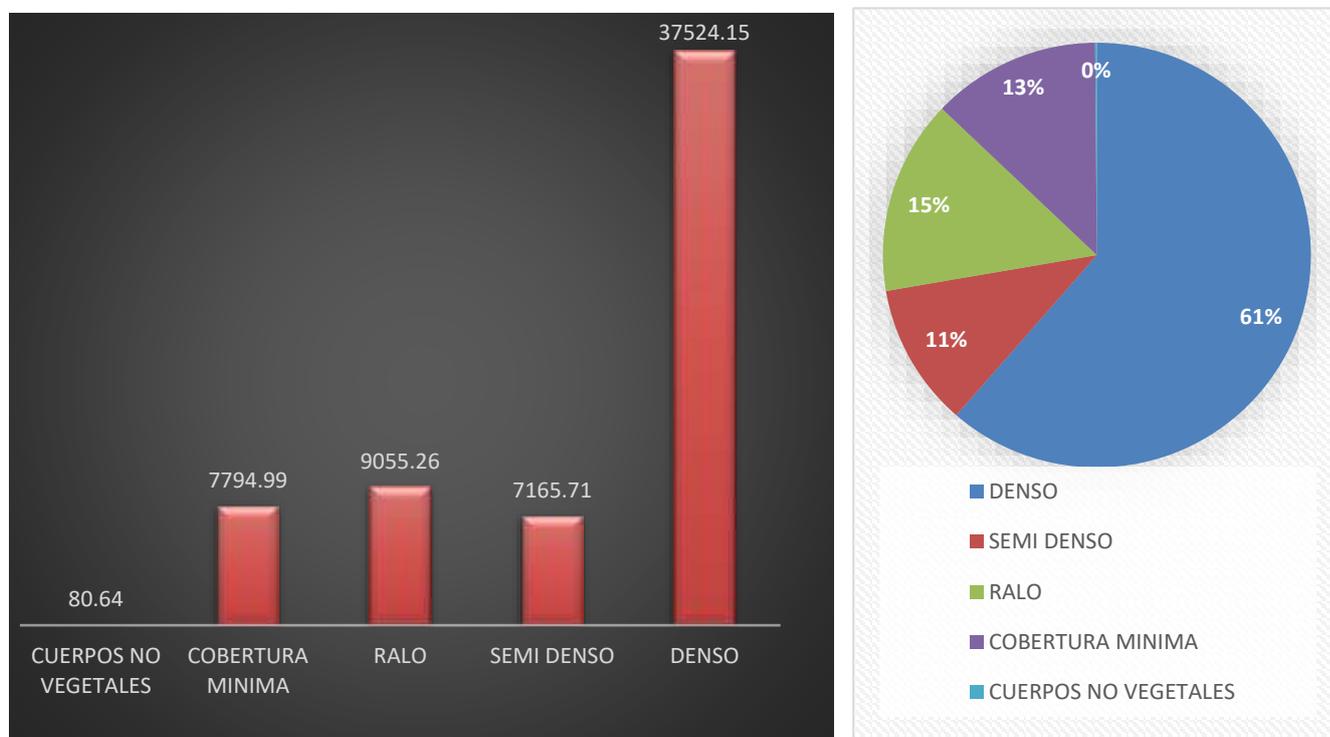
**Tabla 9**

*Áreas según el NDVI del distrito de Namballe de la imagen satelital del año 2021.*

<b>CODIGO</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>AREA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>1</b>	CUERPOS NO VEGETALES	80.64	0%
<b>2</b>	COBERTURA MINIMA	7794.99	13%
<b>3</b>	RALO	9055.26	15%
<b>4</b>	SEMI DENSO	7165.71	11%
<b>5</b>	DENSO	37524.15	61%
<b>TOTAL</b>		<b>61620.75</b>	<b>100%</b>

**Nota:** La tabla nos muestra los resultados obtenidos de los tipos de cobertura clasificados con el NDVI con su área respectiva para el año 2021.  
Elaboración propia

*Figura 19. Valores del (NDVI)de la imagen satelital del año 2021.*



**Nota:** Resultado en porcentajes según en NDVI aplicado a la imagen satelital del año 2021.  
Elaboración propia

### *Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) de los 3 años estudiados*

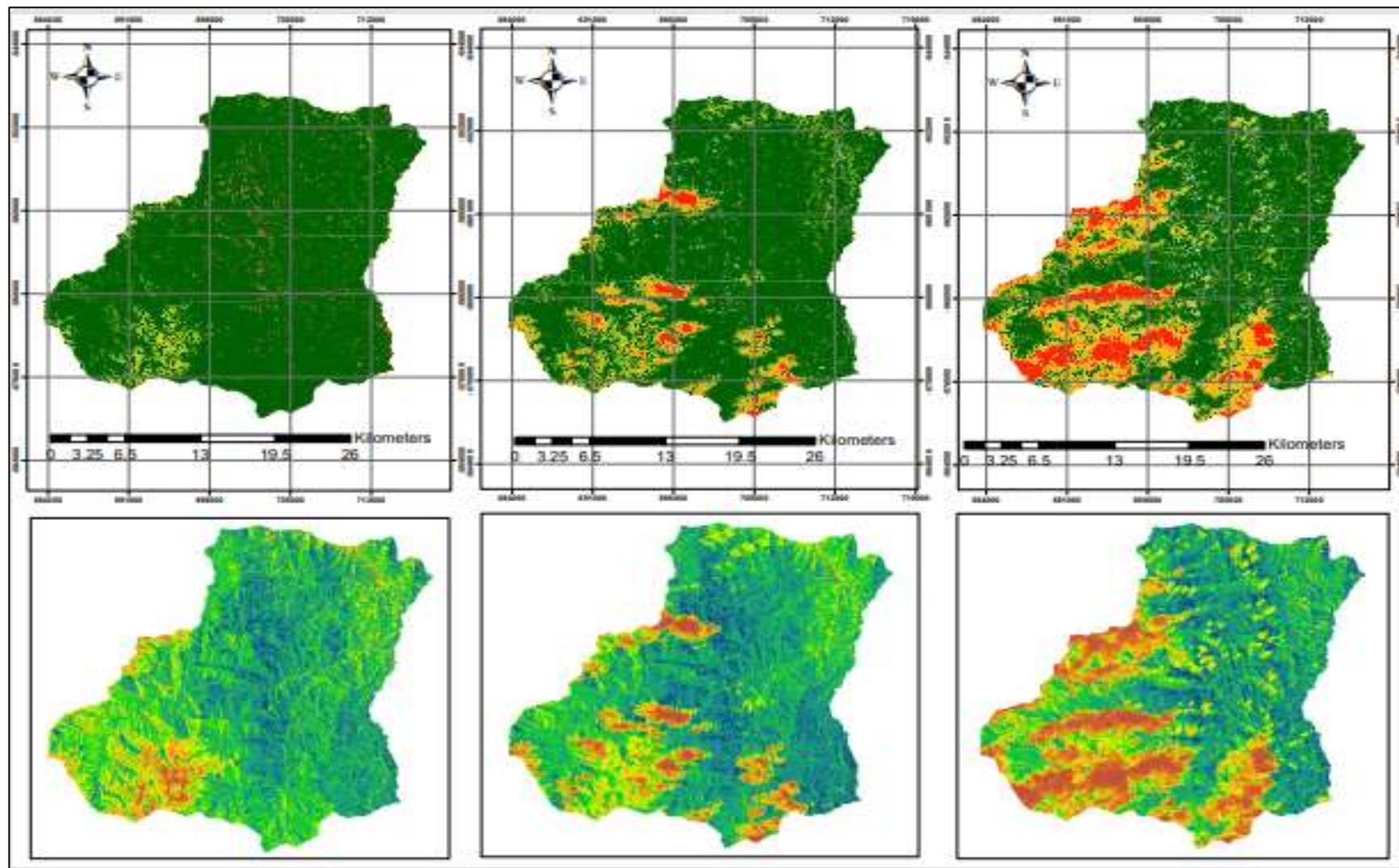
Procesadas todas las imágenes satelitales podemos ver distintos tipos de cambios:

La cobertura densa disminuyó considerablemente entre los años 2015, 2018 y 2021 con un porcentaje del 12% para los años 2015 y 2018 y del 18% entre el 2018 y 2021 con un total del 30% para los 7 años en los que se tomó en cuenta la investigación.

La cobertura semi densa aumentó considerablemente entre los años 2015 y 2018 ya que para el año 2021 continuó con el mismo porcentaje obtenido hasta el año 2015. Al igual que el valor bajo ya que tiene un aumento del 6% entre el 2015 y 2018 y del 8% para el año 2021.

La cobertura mínima no tiene aumento entre los años 2015 y 2018 ya que se mantiene con un porcentaje del 3% a diferencia para el año 2021 que aumentó de manera paulatina a un porcentaje del 10%. Por último, los cuerpos no vegetales siguen representando el 0% del total del área estudiada, pero si se puede ver un incremento mínimo entre los 7 años que se tomaron como sujeto de estudio.

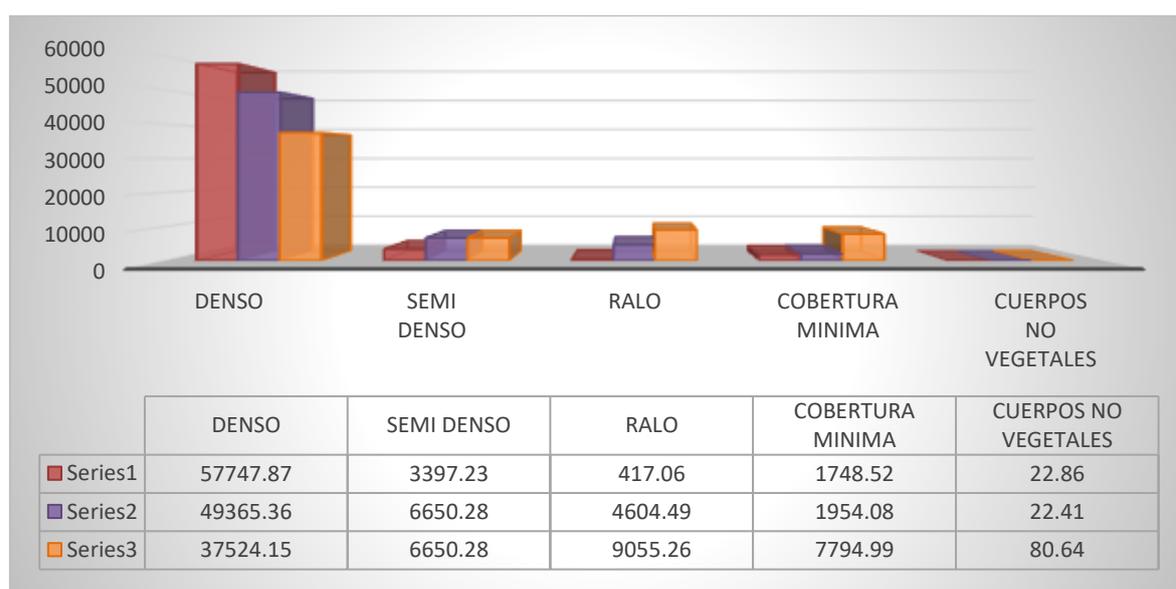
Figura 20. Comparación de NDVI de los diferentes años estudiados.



**Tabla 10** Áreas comparadas según el NDVI del distrito de Namballe de la imagen satelital de los años 2015-2018-2021

VALORES	AÑOS		
	2015	2018	2021
<b>DENSO</b>	57747.87	49365.36	37524.15
<b>SEMI DENSO</b>	3397.23	6650.28	6650.28
<b>RALO</b>	417.06	4604.49	9055.26
<b>COBERTURA MINIMA</b>	1748.52	1954.08	7794.99
<b>CUERPOS NO VEGETALES</b>	22.86	22.41	80.64
<b>TOTAL</b>	63333.54	62596.62	61105.32

**Nota:** La tabla nos muestra los resultados obtenidos de los tipos de cobertura clasificados con el NDVI con su área respectiva para los años 2015,2018 y 2021.



**Figura 21** Valores de NDVI de los diferentes años estudiados  
Elaboración propia

## **Causas de la pérdida de cobertura vegetal**

Cabe resaltar que para realizar el siguiente análisis se basó en lo encontrado por los distintos autores que mencionamos en el trabajo de investigación y lo poco que se puede evidenciar en las imágenes satelitales y se pudo obtener con su procesamiento ya que por la coyuntura actual no se puede realizar un trabajo con evidencias presenciales es por ello que para analizar las causas de la pérdida de cobertura vegetal en el distrito de Namballe provincia de San Ignacio se utilizó como base el ZEE del año 2017 y se pudo determinar que:

Como causas principales de la pérdida de la cobertura vegetal tenemos:

### ***Causas directas***

Son las actividades humanas que llegan a afectar directamente a la cobertura de los bosques naturales entre estas causas tenemos:

### Expansión de la frontera agrícola



*Figura 22* Captura de la imagen satelital tomada por el satélite landsat 8, descargada por el programa Landviewer.

En la figura 20 presentamos una imagen satelital que fue tomada el 23 de noviembre del año 2018 por el satélite Landsat, se puede apreciar como la frontera agrícola no ha sido involucrada dentro del área de cobertura densa ya que se puede observar una gran densidad de bosques que hace de estos un bioma muy importante para el distrito de Namballe.

Cabe resaltar que una de las causas principales de la actualidad de la pérdida de los bosques es el avance de la frontera agrícola ya que el principal problema de la degradación del suelo es la forma en que se utiliza al cultivo como monocultivo sin respetar al suelo por su aptitud agrícola.

La frontera agrícola es la división entre las tierras ocupadas con cultivos o ganado y las tierras con bosques nativos o plantados. Es la división entre la zona afectada antrópicamente y la zona sin intervención humana, donde solo crece vegetación natural (Naturaleza y buen vivir, 2013)

### **Extracción de madera**



*Figura 23* Captura de la imagen satelital tomada por el satélite landsat 8, descargada por el programa Landviewer.

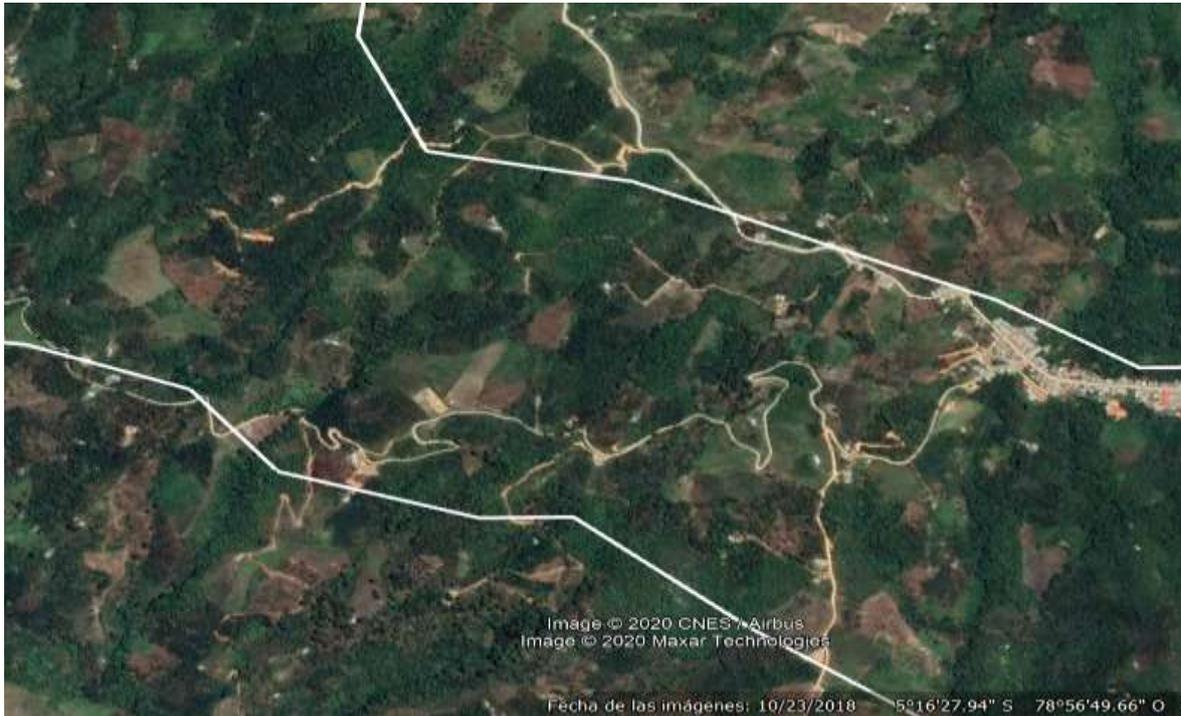
En la figura 22 se puede apreciar en la captura de la imagen satelital perdida de bosques por la extracción de madera cabe precisar que la provincia de San Ignacio según el Servicio Nacional Forestal de Fauna Silvestre (SERFOR, 2018) es una de las

Provincias con mayor índice de deforestación, principalmente causado por la tala indiscriminada que se realiza en sus bosques.

Según Montenegro (1969) los bosques de Podocarpus ubicados en suelos de producción forestal en la provincia de San Ignacio reportan volumen promedio de 71 m<sup>3</sup>/ha. correspondiendo a 28 árboles/ha. cond.a.p. mínimo de 40 cm. y altura mínima de 5.0 m. Este apreciable volumen lo expone a la tala selectiva e ilegal, llevándolo a ritmos de deforestación alarmantes (4000 ha/año), (Zevallos,1988).

Es por ello que se han ido implementando proyectos para eliminar la tala indiscriminada en estos lugares, para así poder preservar los bosques naturales, evitando que la velocidad de deforestación avance drásticamente afectando la diversidad faunística.

## Infraestructura



*Figura 24.* Captura de la imagen satelital tomada por el satélite landsat 8, descargada por el programa Landviewer.

En la figura 23 en la captura de la imagen satelital se puede apreciar los caminos y carreteras construidos a través de las áreas donde fueron bosques naturales dan acceso a otros usuarios de la tierra y así van en aumento arrasando con parte de cobertura de bosques y cobertura vegetal.

### Fenómenos naturales o condiciones físicas

*Figura 25.* Captura de imagen satelital del distrito de Namballe provincia de San Ignacio con presencia de incendios en el año 2018 verificado por visor de incendios.



**Nota:** La imagen presenta con el visor de los últimos incendios detectados en el mundo.  
<https://www.geamap.com/es/incendios#zoom=12&lat=5.052&lon=78.9936&layer=2&overlays=TTF>  
FFFF.

En la figura 24 se puede apreciar como en la imagen satelital los incendios forestales arrasan con la cobertura de bosques naturales. Los incendios forestales se extienden sin control afectando a gran parte de flora y fauna, el gran problema de estos son que su velocidad con la que se extienden es muy amplia y son difícil de controlar.

Las causas de estos incendios son diversas, tenemos: los incendios intencionados como la eliminación de rastrojos o matorrales o para la generación de pasto para ganado, otros pueden ser a causa del vandalismo o también para ahuyentar animales. Si hablamos de negligencia tenemos las quemas agrícolas, líneas eléctricas, trabajos forestales entre otros. Y por último tenemos también los incendios que pueden ocasionar los rayos o reproducción de incendios que ya se han dado anteriormente.(CENEPRED,2021,P.25).

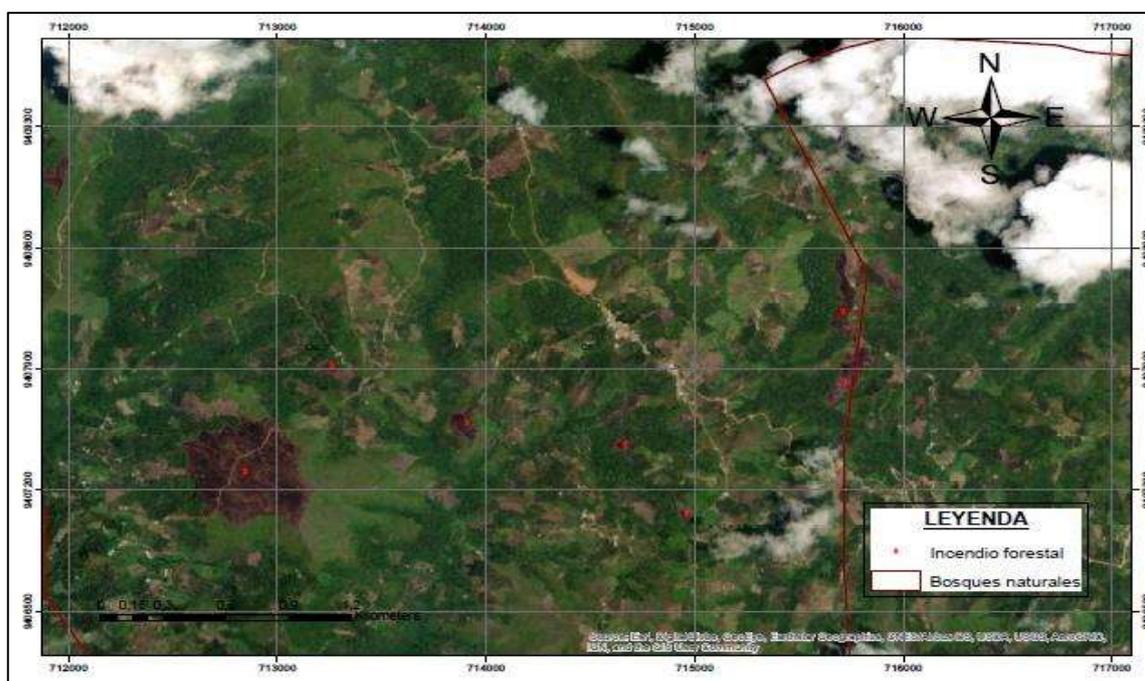


Figura 26 Mapa de incendios detectados en la provincia de San Ignacio en el año 2018 por el programa ArcGIS.

<https://www.geomap.com/es/incendios#zoom=12&lat=5.052&lon=78.9936&layer=2&overlays=TTFFFFF>

En la figura 24 podemos apreciar en la imagen satelital que los puntos rojos indican un incendio a través del visor de incendios, que se ha dado en parte de las áreas de bosques naturales en el distrito de Namballe provincia de san Ignacio, y se determina que son bastantes para un área no tan grande y como bien se ve son áreas que han quedado sin recuperación, sus áreas siguen de un color oscuro sin indicios de alguna recuperación.

### ***Causas Subyacentes***

#### **Factores económicos:**

- Desarrollo económico de la provincia
- Mercados de productos agrícolas
- Aumento de la demanda de bienes y servicios (agricultura, madera, minería)
- Pobreza
- Crisis económica
- Incremento y disminución de los precios en el mercado

#### **Factores políticos e institucionales**

- Políticas formales y desarrollo agrario
- Fallas en la aplicación de políticas: corrupción, entre otros.
- Tenencia de la tierra
- Políticas forestales

#### **Factores tecnológicos**

- Cambios agrotecnológicos

**Factores culturales:**

- Educación, interés colectivo
- Creencias, valores
- Poca consciencia ambiental de patrones de consumismo

**Factores demográficos**

- Crecimiento poblacional
- Patrones de migración
- Distribución poblacional

## Cambios de cobertura vegetal



*Figura 27* Imagen satelital con avance de infraestructura en el distrito de Namballe provincia de San Ignacio en el año 2018.

En la figura 26 se puede ver claramente cómo ha ido cambiando la cobertura vegetal en siete años, éstos solían ser bosques naturales, ahora están conformado por carreteras y han dado lugar a un centro poblado, esto dio paso a la expansión de la frontera agrícola y disminución de cobertura vegetal en el distrito de Namballe provincia de San Ignacio.

Además, se puede observar claramente cómo ha ido cambiando la cobertura vegetal, ya que en donde predominan los bosques naturales se puede observar que para el año 2018 hay pastos naturales, tierras con cultivos por el crecimiento de población,

además se puede observar árboles frutales y como ha ido aumentando la deforestación en toda la provincia de San Ignacio

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### Discusión

Al realizar la caracterización de cobertura vegetal boscosa en el distrito de Namballe provincia de San Ignacio mediante el uso del Índice de Diferencia Normalizada (NDVI) se determinó 4 categorías las cuales fueron: denso(valor mayor a 0.3), semi denso(0.2 a 0.3), ralo(0.1 a 0.2), cobertura mínima(0 a 0.1) y cuerpos no vegetales y con ello se obtuvo que la pérdida de cobertura vegetal boscosa desde el año 2015 al año 2021 fue del 30 % en 7 años , Por lo que, se acepta la hipótesis planteada ya que se puede afirmar que si hubo una pérdida de cobertura vegetal boscosa ya que se ha ido incrementado drásticamente en el periodo 2015-2021. Esto mismo podemos apreciar en la investigaciones de (Otavo & Echeverría, 2017) ,que muestra una pérdida de bosque nativo del 33% en 25 años, (Ríos, 2016) en su estudio tiene una disminución de 9.734 ha de bosques nativos en total (19,3%), al igual que (Ríos & Pérez, 2018) que obtuvo una pérdida de cobertura boscosa para el año 2010 de 59,826 ha. (Gonzales Alarcón, 2018) el año 2008 obtuvo un nivel de deforestación del 1.11% con una pérdida de cobertura boscosa muy acelerada, por otro lado (Mendoza Chichipe, Salas López & Barboza Castillo, 2017) encontraron una alta deforestación en la temporada 1989-1998, con una tasa de 2,627 ha/año. Finalmente, para las temporadas 1998-2007 y 2007-2016, las tasas de deforestación descendieron

a 34,8 ha/año y 58,2 ha/año, respectivamente. Y finalmente (Requelme, 2019), obtuvo una pérdida de cobertura boscosa para todo el período evaluado de 323,53 ha, siendo la tasa promedio anual de deforestación para el periodo evaluado de 17,97 ha. Por todo lo expuesto se llega a la conclusión que la dimensión en la que avanza la deforestación es elevada y no solo en el distrito de Namballe provincia de San Ignacio sino también en otros lugares del mundo.

Al comparar las imágenes satelitales entre los años 2015 y 2021 del distrito de Namballe de la provincia de San Ignacio se puede apreciar considerables cambios por los sucesos que se han ido dando en el lapso de los cuatro años, como tenemos la expansión de la frontera agrícola, los incendios que se han ido incrementando ,los cambios de cobertura, la extensión de los árboles frutales, la pérdida de cobertura de bosques naturales que se han convertido en arbustos ,tierras de cultivo ,bosque plantados, la extensión de tierras y aparición de pueblos esto lo podemos apreciar en el estudio realizado por (Prieto, 2014) que pudo identificar 6 categorías: Tejido Urbano Continuo (Tu), Cultivos transitorios (Ct), Pastos (Pa), Plantación forestal (Pf), Herbazal (He) y Arbustos (Ar),para ello de generaron mapas de cambio, no cambio y de cambios de cobertura. Para los 2 años, las áreas de las categorías de cobertura aumentaron en: tejido urbano continuo 5,32 ha, cultivos transitorios 311,92 ha, pastos 308,35 ha, Bosques plantados 673,30 ha y herbazal 225,98 ha. Por otro lado, disminuyó 1 categoría de: Arbusto 1524 ha, Estos cambios lo atribuyo a

actividades antrópicas (agricultura, ganadería, deforestación); ocasionando reducción en la vegetación natural que protege el suelo. Por otro lado (Poma Rojas , 2018) encontró 12 categorías de nivel III: Tejido urbano continuo (Tu), Tejido urbano discontinuo (Tud), Áreas de extracción de minería e hidrocarburos (EM), Pastos (Pa), Mosaico de pastos y cultivos (Mpc), Plantación forestal (Pf)”, Herbazal (He)”, Arbustal / área intervenida (Aai), Afloramientos rocosos(Ar), Tierras desnudas (Td), Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (Ll) y Cuerpos de agua artificiales (Caa).Estos cambios fueron determinados por las actividades antrópicas, que son las principales y responsables del cambio. En conclusión, se puede afirmar que los cambios de cobertura son muy notorios a través de los años más aun cuando hay factores de riesgo como son los incendios que vemos con gran notoriedad en los mapas realizados. Es por ello que es necesario seguir una investigación continua con el procesamiento de imágenes satelitales ya que estas ayudan a identificar problemas con anticipación y lograr así tomar medidas anticipadas a un problema mayor como dice (Gonzales Alarcón, 2018) las técnicas de procesamiento son muy efectivos para la recolección, procesamiento y despliegue de información de carácter ambiental, y específicamente para el monitoreo y restauración de los recursos naturales a través del tiempo.

Se logró determinar qué la expansión de la frontera agrícola es uno de los factores principales que afectan la cobertura vegetal con un 30% de disminución entre los años 2015-2021. Es por ello que (Otavo & Echeverría, 2017) en su estudio

pudo llegar a la conclusión que la pérdida del 33% de bosque nativo en 25 años se asocia directamente a la sustitución por plantaciones forestales, ya que hay un profundo cambio en el paisaje y los bosques nativos, además discute como estos patrones de cambio amenazan las especies endémicas con un alto riesgo para su extinción. Por otro lado (Ríos, 2016,p.45)obtuvo en su estudio que en el primer periodo la cuenca estudiada experimento una disminución de 9.734 ha de bosques nativos en total (19,3%)y esto lo asocia al avance de la frontera agrícola, ya que en base a la literatura revisada para la elaboración del proyecto (Gonzales Alarcón, 2018) llegó a la conclusión que el nivel de deforestación estaba relacionado directamente a factores antrópicos como minería y tala indiscriminada al igual que (Prieto, 2014) ya que atribuye que los cambios de cobertura vegetal se dan a causa de actividades antrópicas (agricultura, ganadería, deforestación); ocasionando reducción en la vegetación natural que protege el suelo. Por consiguiente, se puede afirmar que la hipótesis propuesta es correcta y llegar a la conclusión que, si hubo una disminución de cobertura vegetal y uso de suelo ya que tienen un patrón similar en distintos lugares del Perú y fuera de éste, gracias a las distintas investigaciones que se vienen realizando con sustentos fidedignos a lo largo del tiempo.

## CONCLUSIONES

Se logró estimar que el nivel de pérdida de cobertura vegetal boscosa (cobertura densa) en el lapso de los 7 años fue del 30%, además de un aumento considerable en la cobertura semidensa con un 6 % y del 14% en la cobertura denominado ralo. Por otro lado, los cuerpos no vegetales siguen representando el 0% del total, pero con un incremento mínimo por ha en los 7 años.

Los tipos de cobertura considerados en el estudio de NDVI fueron: denso, semi denso, ralo, cobertura mínima y cuerpos no vegetales

La estimación de pérdida de cobertura vegetal boscosa fue de 29141.64 ha representado un 30% del total durante los 7 años considerados en el estudio.

Se elaboraron mapas temáticos con el uso del NDVI en el distrito de Namballe provincia de San Ignacio durante los años 2015-2018-2021.

## REFERENCIAS

- Acuña Ortiz, A. F., & Geomática, E. en. (2018). *Análisis multitemporal de áreas boscosas naturales a partir de un NDVI, y la influencia de las actividades antrópicas en el área límite entre Colombia y Ecuador*. Obtenido por <http://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/20741>.
- Autoridad Nacional del Agua. (2011). *Diagnóstico de Problemas y Conflictos en la Gestión de los Recursos Hídricos en la cuenca Chinchipe – Chamaya*. 317.
- Borja, N. (2014). *Análisis de los cambios de la cobertura y uso de la tierra*.
- Condori-Luna, I. J., Loza-Murguía, M. G., Mamani-Pati, F., & Solíz-Valdivia, H. (2018). *Análisis multitemporal de la cobertura boscosa empleando la metodología de teledetección espacial y SIG en la sub-cuenca del río Coroico - provincia Caranavi en los años 1989 - 2014*. Obtenido por <https://doi.org/10.36610/j.jsars.2018.090100025>.
- Edrosa, M. R. (2011). *Aplicación de teledetección para el monitoreo de eventos hídricos superficiales mediante imágenes Cosmo Sky Med*.
- Ruiz. (1999). *Imágenes satelitales*.
- Galeana, J. M., Corona, N., & Ordóñez, J. A. B. (2008). "Análisis Dimensional de la Cobertura Vegetal-Usos de Suelo en la Cuenca"  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/cfm/v34n105/v34n105a7.pdf>

Germán, I., & Alcántara Boñón, H. (2012). *cobertura vegetal y uso actual departamento de cajamarca*.

Gonzales Alarcon, G. (2018). *Análisis Multitemporal De La Deforestación Y Perdida De Cobertura Boscosa En La Provincia De Manu, 2000-2016*. 111.

Hernández, J. A., & Hortúa, P. L. D. La. (2015). *Análisis multitemporal de la transformación en la cobertura boscosa del parque nacional natural Tinigua y su área de influencia. Ingeniería Ambiental y Sanitaria*. Obtenido por [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/114](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/114)

Eduard Alcántara Boñón 2012. (2012). 1–30. *Análisis de la cobertura de bosques naturales*.

Martinez, L., & Ruiz, L. (2016). *Analisis De La Pérdida En La Cobertura Vegetal a Partir De Un Estudio Multitemporal 2007 - 2013*. *Revista Brasileira de Ergonomia*, 9(2), 88. <https://www.infodesign.org.br/infodesign/article/view/355%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/731%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/269%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/106>.

Mendoza Chichipe, M. E., Salas López, R., & Barboza Castillo, E. (2017). *Análisis multitemporal de la deforestación usando la clasificación basada en objetos, distrito de Leymebamba (Perú)*. *INDES Revista de Investigación Para El Desarrollo Sustentable*, 3(2), 67. <https://doi.org/10.25127/indes.201502.008>

Morphology, T. C. (n.d.). *Diseño no experimental*.

Municipalidad ecologica provincial de san ignacio cajamarca proyecto: “desarrollo rural

*agroecológico con pequeños productores de café-san ignacio-cajamarca” situación inicial. (2002).*

Nacional, P. (n.d.). *01 Apuntes del bosque.*

Nacional, R., Ambiental, D. T., Martínez, J., Martín, M. P., & Eds, I. (n.d.). *Teledetección y Medio Ambiente, Guía Didáctica de Teledetección y Medio Ambiente.*

Otavo, S., & Echeverría, C. (2017). *Fragmentación progresiva y pérdida de hábitat de bosques naturales en uno de los hotspot mundiales de biodiversidad. Revista Mexicana de Biodiversidad, 88(4), 924–935.*

<https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.041>

Pérez Rios, d. l., & Manturano pérez, r. d. (2018). *Análisis de la variación multitemporal de la cobertura vegetal entre los años 2010-2018, en la cuenca del río Neshuya, Ucayali, Perú.*

[http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/2305/000002149T.pdf?sequence=1&isAllowed=y.](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/2305/000002149T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Poma Rojas Jonhn. (2018). *"Análisis de la pérdida de cobertura boscosa y cambio de uso del suelo, mediante el análisis de imágenes satelitales, periodo 2000 al 2018; en el distrito de chadín, Chota".*

<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1009>

Prieto, A. (2014). *"Cambios de cobertura y uso del suelo con imágenes satelitales del distrito de San Silvestre De Cochán, periodo 2001-2018".*

Privada, U., Guillermo, A., & Ingeniería, F. D. E. (2017). *"Análisis de los cambios de cobertura y uso de suelo en el distrito de Ichocán, provincia de San Marcos-Cajamarca, periodo 1989-2015"*.

*Realizado por: García Varela, Alvaro. (n.d.).*

Requelme, J. C. (2019). *Análisis de la Pérdida de Cobertura Boscosa y Cambio de Uso del Suelo, Mediante el Análisis de Imágenes Satelitales, Período 2000 al 2018; en el Distrito de Chadín, Chota.*

[http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2987/Tesis\\_completa\\_Ronald\\_Romero.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2987/Tesis_completa_Ronald_Romero.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Riesgo, E. D. E., Incendios, P. O. R., La, F. D. E., & Cusco, R. (2021). *Escenario de riesgo por incendios forestales de la región cusco I. 1–49.*

Ríos, E. (2016). *Estimación de la pérdida de superficie de bosque nativos y Tasa De Deforestación En La Cuenca Del Arroyo Estacas. 20, 45–56.*

Rodríguez, J. A., & Pérez, J. A. O. (2017). *Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento.*

<https://www.redalyc.org/pdf/206/20652069006.pdf>

Rueda Calier, F., Peñaranda Mallungo, L. A., Velásquez Vargas, W. L., & Díaz Báez, S. A. (2015). *Aplicación de una metodología de análisis de datos obtenidos por percepción remota orientados a la estimación de la productividad de caña para panela al cuantificar el NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada).*

[https://doi.org/10.21930/rcta.vol16\\_num1\\_art:377](https://doi.org/10.21930/rcta.vol16_num1_art:377)

SENAMHI - Perú. (n.d.). Retrieved October 11, 2020, from

<https://www.senamhi.gob.pe/?p=prensa&n=195>

Sitjar. (2010). *Los Sistemas de Información Geográfica al servicio de la sociedad Josep Sitjar i Suñer*.

Structures, M. B. (n.d.). *Tipos de investigación*.

Vegetación, C. (n.d.). *Capítulo 2 . Vegetación y uso del suelo*.

Villar, a. a. (1989). *Teledetección y Sistemas de Tratamiento Digital de Imágenes*.

[http://ocw.upm.es/pluginfile.php/1068/mod\\_label/intro/microsoft-word-teledeteccion\\_y\\_sist\\_tratamiento\\_digital\\_imagenes.pdf](http://ocw.upm.es/pluginfile.php/1068/mod_label/intro/microsoft-word-teledeteccion_y_sist_tratamiento_digital_imagenes.pdf)

Bono, A. &. (2008). *Estudios longitudinales de medidas repetidas: Modelos de diseño y análisis*. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1989-38092008000300005](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1989-38092008000300005).

Chacón, L. (20 de Agosto de 2021). *Cajamarca: mujeres de San Ignacio destacan en la producción sostenible de miel de abeja*, págs. 3-8.

CLIMAGRI. (2014). Obtenido de Cobertura vegetal: <http://climagri.eu/index.php/es/cobertura-vegetal>

Geoinnova. (s.f.). *El NDVI o Índice de vegetación de diferencia normalizada*. Obtenido de <https://geoinnova.org/blog-territorio/ndvi-indice-vegetacion/>

Jimenez. (2014). *Hidraulica Facil*. Obtenido de <https://www.blogger.com/profile/17588654307645733248>

MINAGRI. (2014). *Mapa Nacion al de Cobertura Vegetal*. Ministerio del Ambiente. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.

*Naturaleza y buen vivir*. (2013).

SERFOR. (2018).

USGS. (s.f.). *Landsat Missions*. Obtenido de [https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-8?qt-science\\_support\\_page\\_related\\_con=0#qt-science\\_support\\_page\\_related\\_con](https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-8?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con)

Zeballos, J. (s.f.). *deforestacion en san ignacio*.

## ANEXOS

### Anexo 1: Valores de NDVI y cobertura vegetal

VALORES DE NDVI	DESCRIPCIÓN DE COBERTURAS VEGETALES
Menores de 0	Cuerpos No vegetales (Agua, minerales)
Entre 0 y 0.01	Áreas rocosas, arenosas con mínima cobertura vegetal.
Entre 0.1 a 0.2	Áreas pobres con arbustos o pasturas naturales.
Entre 0.2 a 0.3	Áreas con árboles y arbustos.
Mayores 0.3	Áreas donde la vegetación se encuentra en un estado de gran vigor y densidad.

Fuente: Armada ,2007.