

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**TESIS**

**ANÁLISIS DE LA DEFORESTACIÓN DE LOS BOSQUES EN LOS DISTRITOS  
DE SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO, SAN JUAN DEL ORO Y YANAHUAYA  
DE LA PROVINCIA SANDIA REGIÓN PUNO, UTILIZANDO IMÁGENES  
SATELITALES DEL 2011 AL 2021.**

**PRESENTADA POR:**

**SABINO MIRANDA QUISPE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](https://www.upsc.edu.pe/) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



12.47%

SIMILARITY OVERALL

0%

POTENTIALLY AI

SCANNED ON: 28 NOV 2023, 10:04 AM

### Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL  
3.91%

● CHANGED TEXT  
8.56%

### Most likely AI

Highlighted sentences with the lowest perplexity, most likely generated by AI.

● LIKELY AI  
0%

● HIGHLY LIKELY AI  
0%

## Report #18912183

SABINOMIRANDA QUISPE ANÁLISIS DE LA DEFORESTACIÓN DE LOS BOSQUES EN LOS DISTRITOS DE SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO, SAN JUAN DEL ORO Y YANAHUAYA DE LA PROVINCIA SANDIA REGIÓN PUNO, UTILIZANDO IMÁGENES SATELITALES DEL 2011 AL 2021. RESUMEN El presente estudio tuvo como propósito determinar la deforestación de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021. El diseño del estudio fue no experimental de tipo descriptivo, la población estuvo conformada por la superficie de los distritos San Pedro de Putina Punco con una superficie total de 5361.88 km<sup>2</sup>, San Juan del Oro con una superficie total de 197.14 km<sup>2</sup> y Yanahuaya con una superficie total de 671 km<sup>2</sup>. La muestra fue de tipo censal, es decir, es igual a la población. Los instrumentos utilizados fueron: Software Octave para medir el nivel de deforestación, las Imágenes satelitales de los servidores de datos de almacenamiento del LandSat 8, 5 y 7, base de datos, estadísticos descriptivos y la evaluación de la tendencia de los datos respectivamente. Los resultados evidencian mediante el análisis de imágenes satelitales que la deforestación tuvo un aumento significativo en los bosques de los distritos de San Juan del Oro, San Pedro de Putina Punco y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, durante el período de 2011 a 2021, respaldado estadísticamente donde el valor p asociado al modelo de

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS**

**ANÁLISIS DE LA DEFORESTACIÓN DE LOS BOSQUES EN LOS DISTRITOS  
DE SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO, SAN JUAN DEL ORO Y YANAHUAYA  
DE LA PROVINCIA SANDIA REGIÓN PUNO, UTILIZANDO IMÁGENES  
SATELITALES DEL 2011 AL 2021**

**PRESENTADA POR:**

**SABINO MIRANDA QUISPE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:

Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA



PRIMER MIEMBRO

:

Dr. ANGEL AMADOR MELENDEZ HUISA



SEGUNDO MIEMBRO

:

Dra. MILDER ZANABRIA ORTEGA



ASESOR DE TESIS

:

M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA



Área. Ingeniería Tecnológica.

Sub Área: Ingeniería Ambiental.

Línea de Investigación: Ciencias Ambientales.

Puno, 14 de diciembre del 2023.

## DEDICATORIA

A Dios, por su infinita bondad y por bendecir cada uno de mis pasos en este viaje llamado vida. Agradezco por las fuerzas que me otorga cada día, las cuales me impulsan a seguir adelante y superar desafíos.

A mis queridos padres, mi madre doña **Sabina Gavina Quispe Calisaya y Don Blas Miranda**, quienes me enseñan y dejan la invaluable herencia de la educación como herramienta poderosa para seguir escalando en mi vida.

A mis queridos hijos **Betsabe Denisse Miranda, Casshumy Paola Miranda, Cesar Gabriel Miranda y Thiago Adriano Miranda** y a mi ser querido René Quispe Mamani por su constante muestra de amor, y apoyo a lo largo de mi vida.

A mis abuelos Don **Gerardo Quispe Apaza y Doña Edilfonsa Calizaya Zapata** y mi querida tía, **Matilde Quispe Calizaya y Maria Virginia Quispe Calizaya** que en paz descanse, por su gran deseo que me dejo y apoyo incondicional durante los años de mis estudios universitarios.

**SABINO MIRANDA QUISPE**

## AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Privada San Carlos por ofrecerme la oportunidad de obtener una formación profesional de calidad que no sólo ha enriquecido mi vida académica, sino que también ha contribuido al desarrollo de mi región. Esta institución ha sido un faro de conocimiento y crecimiento para mí, estoy profundamente agradecido por ello.
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por brindarme una educación especializada en un campo tan importante como la ingeniería ambiental. Los conocimientos adquiridos en esta escuela han sido invaluable para mi crecimiento personal y profesional.
- A los miembros del jurado calificador por dedicar su tiempo y experiencia en la revisión y evaluación de mi investigación. Su valiosa retroalimentación y orientación me han ayudado a mejorar y perfeccionar mi trabajo, y su compromiso con la excelencia académica es admirable.
- A mi asesor M.Sc. Fredy Aparicio Castillo Suaquita a quien le debo un profundo agradecimiento por su inquebrantable apoyo y guía a lo largo de todo el proceso de investigación. Su experiencia y sabiduría fueron la brújula que me condujo hacia la culminación exitosa de esta investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
INDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.2. ANTECEDENTES	16
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	20

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	21
2.1.1. Bases teóricas	21
2.2. MARCO CONCEPTUAL	27
2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	28

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO	30
----------------------	----

3.1.1. Ubicación de los Distritos:	30
<b>3.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	<b>33</b>
<b>3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS</b>	<b>33</b>
<b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>35</b>
<b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>35</b>
<b>3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.</b>	<b>37</b>

#### **CAPÍTULO IV**

##### **EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

<b>4.1. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS POR OBJETIVOS</b>	<b>39</b>
4.1.1. Según el objetivo específico 01	39
4.1.2. Según el objetivo específico 02	55
4.1.3. Según el objetivo general	64
<b>4.2. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS</b>	<b>66</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>71</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>72</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 01:</b> Área de deforestación del distrito de San Pedro de Putina Punco año 2011 - 2021.	55
<b>Tabla 02:</b> Área de deforestación del distrito de San Juan del Oro año 2011 - 2021.	58
<b>Tabla 03:</b> Área de deforestación del distrito de Yanahuaya año 2011 - 2021.	61
<b>Tabla 04:</b> Área de deforestación en los distritos San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya.	64
<b>Tabla 05:</b> Análisis de varianza.	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 01:</b> Ubicación de los distritos de: San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya.	30
<b>Figura 02:</b> Fotografía satelital del distrito de Putina Punco, donde puede apreciar la superficie boscosa.	31
<b>Figura 03:</b> Fotografía satelital del distrito de San Juan del Oro.	32
<b>Figura 04:</b> Fotografía satelital del distrito de Yanahuaya.	33
<b>Figura 05:</b> Diagrama del método de investigación.	36
<b>Figura 06:</b> Metodología del procesamiento de datos.	38
<b>Figura 07:</b> Imágen de satélite Landsat año 2011 del distrito de San Pedro de Putina Punco.	40
<b>Figura 08:</b> Imágen de satélite Landsat año 2021 del distrito de San Pedro de Putina Punco.	42
<b>Figura 09:</b> Clasificación del bosque año 2011, distrito de San Pedro de Putina Punco.	44
<b>Figura 10:</b> Clasificación del bosque año 2021, distrito de San Pedro de Putina Punco.	46
<b>Figura 11:</b> Imagen de satélite Landsat año 2011 del distrito de San Juan del Oro.	47
<b>Figura 12:</b> Imagen de satélite Landsat año 2021 distrito de San Juan del Oro.	48
<b>Figura 13:</b> Clasificación del bosque año 2011, distrito de San Juan del Oro.	49
<b>Figura 14:</b> Clasificación del bosque año 2021, distrito de San Juan del Oro.	50
<b>Figura 15:</b> Imagen de satélite Landsat año 2011, distrito de Yanahuaya.	51
<b>Figura 16:</b> Imagen de satélite Landsat año 2021 distrito de Yanahuaya.	52
<b>Figura 17:</b> Clasificación del bosque año 2011, distrito de Yanahuaya.	53
<b>Figura 18:</b> Clasificación del bosque año 2021 distrito de Yanahuaya.	54
<b>Figura 19:</b> Mapa de deforestación 2011 - 2021 distrito de San Pedro de Putina Punco.	56
<b>Figura 20:</b> Mapa de deforestación 2011 - 2021 distrito de San Juan del Oro.	59

- Figura 21:** Mapa de deforestación 2011 - 2021 distrito de Yanahuaya. 62
- Figura 22:** Evolución de la deforestación 2011 - 2021 en los distritos San Pedro de Putina  
Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya. 65
- Figura 23:** Gráfica de línea ajustada de la deforestación. 68

## INDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Matriz de consistencia	80

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como propósito determinar la deforestación de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021. El diseño del estudio fue no experimental de tipo descriptivo, la población estuvo conformada por la superficie de los distritos San Pedro de Putina Punco con una superficie total de 5361.88 km<sup>2</sup>, San Juan del Oro con una superficie total de 197.14 km<sup>2</sup> y Yanahuaya con una superficie total de 671 km<sup>2</sup>. La muestra fue de tipo censal, es decir, es igual a la población. Los instrumentos utilizados fueron: Software Octave para medir el nivel de deforestación, las Imágenes satelitales de los servidores de datos de almacenamiento del LandSat 8, 5 y 7, base de datos, estadísticos descriptivos y la evaluación de la tendencia de los datos respectivamente. Los resultados evidencian mediante el análisis de imágenes satelitales que la deforestación tuvo un aumento significativo en los bosques de los distritos de San Juan del Oro, San Pedro de Putina Punco y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, durante el período de 2011 a 2021, respaldado estadísticamente donde el valor p asociado al modelo de regresión es igual a 0.002, que es menor al nivel de significancia utilizado de 0.05, lo que quiere decir que es significativo. En conclusión, la deforestación en los distritos de San Juan del Oro, San Pedro de Putina Punco y Yanahuaya en la provincia de Sandia, Puno, durante el período de 2011 a 2021, revelan una tendencia preocupante de pérdida de cobertura forestal.

**Palabras clave:** bosque, deforestación, imagen satelital, teledetección.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the deforestation of forests in the districts of San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro and Yanahuaya of the Province of Sandia - Puno, using satellite images from 2011 to 2021. The design of the study was not descriptive experimental, the population was made up of the surface of the districts San Pedro de Putina Punco with a total area of 5361.88 km<sup>2</sup>, San Juan del Oro with a total area of 197.14 km<sup>2</sup> and Yanahuaya with a total area of 671 km<sup>2</sup>. The sample was census type, that is, it is equal to the population. The instruments used were: Octave software to measure the level of deforestation, satellite images from the LandSat 8, 5 and 7 storage data servers, database, descriptive statistics and evaluation of the data trend respectively. The results show through the analysis of satellite images that deforestation had a significant increase in the forests of the districts of San Juan del Oro, San Pedro de Putina Punco and Yanahuaya of the Province of Sandia - Puno, during the period from 2011 to 2021. . . , statistically supported where the p value associated with the regression model is equal to 0.002, which is less than the significance level used of 0.05, which means that it is significant. In conclusion, deforestation in the districts of San Juan del Oro, San Pedro de Putina Punco and Yanahuaya in the province of Sandia, Puno, during the period from 2011 to 2021, reveals a worrying trend of loss of forest cover.

**Keywords:** Forest, deforestation, satellite image, remote sensing.

## INTRODUCCIÓN

La deforestación es un fenómeno global de gran preocupación debido a sus impactos negativos en el medio ambiente, la biodiversidad y el cambio climático. En el contexto de los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya, ubicados en la Provincia de Sandía, en el departamento de Puno, la deforestación de los bosques se ha convertido en una problemática crítica en las últimas décadas. Este estudio muestra la evolución de la deforestación en estos distritos durante el período comprendido entre 2011 y 2022, empleando imágenes satelitales como una herramienta fundamental para el monitoreo y la evaluación de los cambios en la cobertura forestal.

La región de Puno en Perú alberga una rica diversidad de ecosistemas forestales, que desempeñan un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad, la regulación del ciclo hidrológico y la captura de carbono. Sin embargo, los bosques de los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya han estado bajo amenaza debido a actividades como la tala ilegal, la expansión agrícola no sostenible y la minería ilegal. Estos factores han contribuido significativamente a la pérdida de cobertura forestal y a la fragmentación de los ecosistemas naturales.

El objetivo principal de este estudio es determinar la deforestación en los distritos mencionados utilizando imágenes satelitales de los años 2011 a 2022. Específicamente, se busca: clasificar la cobertura de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandía - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021. Calcular el área de la deforestación de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandía - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021.

La deforestación es uno de los problemas prioritarios por resolver y las causas son diversas y obedecen a complejos factores socioeconómicos, políticos, geográficos y ambientales, dentro de los principales motores de deforestación identificados son las

plantaciones ilícitas, las cuales están siendo evaluadas como agentes dinamizadores que provocan la disminución de la cobertura de los bosques, debido al impacto directo que provoca el cambio de las plantaciones de bosques por sembríos de hoja de coca las cuales terminan siendo ilícitas.

El incremento de la deforestación, la pérdida de hectáreas de bosque, así como la tendencia de aumento en los cultivos de coca, obliga a tomar medidas que contribuyan eficientemente a mitigar la deforestación, de manera que se logre la protección de los ecosistemas terrestres, la gestión sostenible de los bosques y la reducción de la pérdida de diversidad biológica, este propósito debe estar enmarcado en los objetivos de Desarrollo Sostenible.

Los resultados de análisis buscan entender la dinámica de la deforestación y el impacto que causan los cultivos de coca sobre los ecosistemas boscosos, la finalidad es orientar los procesos de desarrollo alternativo con enfoque ambiental a partir de recomendaciones que guíen la planificación política y territorial y que permitan promover la productividad, competitividad y sostenibilidad de las regiones.

Confío en que el presente análisis responda a la necesidad de información y contribuya desde el desarrollo alternativo con propuestas de acciones concretas dirigidas a promover un entorno en armonía con los bosques bajo la cultura de la legalidad. Esta información será de mucha importancia para la toma de decisiones políticas de las entidades competentes, quienes velan los recursos naturales, Dirección Regional Agraria (DRA-PUNO), SERFOR, Municipalidades Distritales, entre otros, que aborden medidas de acción que orienten a la reducción de pérdida de bosques, así mismo será una fuente de información para las futuras investigaciones.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

##### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial los problemas ambientales generalmente son una consecuencia derivada de las acciones y actividades del hombre, dentro de estas se tiene la deforestación, una de las transformaciones de la tierra más evidentes en los últimos años, esta situación debido a que los bosques tropicales determinan en el clima local y posiblemente a nivel mundial, regulan la variedad diurna de temperaturas sobre todo de aire y contribuyen en los niveles de humedad atmosférica, absorben el carbono de la atmósfera y reponen el oxígeno en el aire que respiramos.

La deforestación es uno de los problemas ambientales más serios de los últimos tiempos, pues el tema se convirtió en interés mundial, pues la importancia que tienen los bosques y selvas debido a los servicios ambientales que nos pueden proporcionar. En líneas generales, los problemas que enfrenta el recurso forestal en nuestro país es el de estar sufriendo permanentemente a constante presión y depredación, debido a la mala forma en la que se realiza los procesos agropecuarios y de la venta ilegal de madera, siendo los responsables los campesinos quienes presionados por necesidades económicas atentan en contra de bosques para lograr nuevas zonas de cultivo, así como comerciantes que no obedecen normas que prohíben el comercio de madera, provocando de esta manera la

disminución de la cobertura de vegetales conocida como biomasa de toda la región de Puno.

San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya, distritos de la Provincia de Sandia Región Puno, están en la cuenca alta del río Tambopata donde los bosques han sido conquistados por quechuas y aimaras de la región puno, donde se desarrollaban actividades de producción de café, maíz amarillo, cacao, arroz, productos de pan llevar, cítricos y otros frutales, a esto también se sumó el aprovechamiento de tala de árboles maderables de forma ilegal perdida de hábitat de millones de especies, los impactos negativos se vienen dando de forma progresiva. En el año 2011 el café de estas tierras se impuso ante 139 muestras de café de 25 países y ganó el título de mejor café especial del mundo, cuyo certificación entregada por la Asociación Americana de Café Especial, por las características y propiedades que contiene el producto, no pasan muchos años la naturaleza ha sido adversa para los productores cafetaleros llegó la plaga llamada la roya amarilla por los constantes cambios climáticos entre otros factores del medio ambiente, arrasando cruelmente desde el año 2013, no solo en la selva de la región puno, sino de todo el país, ha sido un año difícil de recuperar la economía de los productores. Para reactivar la economía se optó por plantar cultivos con mayor solvencia económica, las inmensas chacras cafetaleros son remplazados por cultivos de hojas de coca, paralelo a ello se formaron nuevos sectores, comunidades, organizaciones, traficantes de terrenos apropiándose de los bosques naturales, ahuyentando a miles y diversas especies de fauna silvestre, con finalidad de venta de terrenos, cultivos ilegales y actividades ilícitas, siendo así la problemática del impacto negativo de los cultivos de la coca en las cuencas de valle Tambopata, se aborda de manera ambivalente, por un lado, se reconoce su rentabilidad y la seguridad del mercado, que al tener varias cosechas al año asegura dinero fresco; pero por otro, aparte del daño ecológico, se pierden las costumbres

ancestrales del coqueo y se incide en el aumento de delincuencia, terrorismo, alcoholismo, narcotráfico y prostitución en las cuencas cocaleras.

En la actualidad se estimulan sinérgicamente nuevos espacios deforestados para cultivos de hoja de coca y esto ha motivado el desplazamiento migratorio de poblaciones campesinas de otras regiones del país y nacionalidades extranjeras atraídas por incentivas expectativas económicas de profunda complejidad en los bosques del Valle Tambopata de San Pedro de Putina Punco y San Juan del Oro y un gran reto para estado peruano en plantear las soluciones desde una perspectiva integral y sostenible. Hoy catalogado Valle Tambopata entre el mejor café del mundo y la droga.

La forma de hacerle seguimiento a los mencionados cambios es, pues, aprovechando la forma en que la tecnología viene avanzando con el desarrollo de herramientas a nivel de software, los cuales están orientados al análisis de los recursos naturales. Sin embargo, no se cuenta con estadísticas aproximadas de esta problemática, por lo que haciendo uso del avance tecnológico a partir de imágenes provenientes de sensores a bordo de plataformas satelitales, se realizó el estudio multitemporal de la deforestación.

En la actualidad el seguimiento realizado a la deforestación no es suficiente para poder realizar proyecciones y estimaciones, pues al no contar con dicha información se tiene un desconocimiento de la masa en crecimiento, así es difícil abordar los temas de proyecciones de comportamiento y de preparación de eventualidades futuras.

Por lo cual se plantean las siguientes interrogantes que expresan el problema de investigación:

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **Problema General**

¿Cómo es la deforestación de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021?

### **Problemas específicos**

- ¿Será factible clasificar la cobertura de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021?
- ¿Será posible calcular el área de deforestación de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021?

### **1.2. ANTECEDENTES**

#### **ANTECEDENTES INTERNACIONALES.**

Achicanoy et al. (2018) en su investigación denominada “Análisis y proyección de las coberturas vegetales mediante el uso de sensores remotos y Sistemas de Información Geográfica en la localidad de Suba, Bogotá-Colombia”, reportó que el movimiento urbano utilizando métricas como la del paisaje e índice de entropía de Shannon. Asimismo, los hallazgos encontrados fueron que las zonas urbanas se incrementó en un 432% y la zona de árboles y arbustos decreció en un 56% desde los años de 1985 hasta 2015. El cálculo de la entropía resultó igual a 0.92 para 2015, mostrando así una inclinación a la expansión urbana agresiva. También emplearon el modelo de las cadenas de Markov para determinar el cambio de cobertura de terrenos, proyectando así hacia el año 2020, modelo que ha sido validado exitosamente utilizando variaciones de Kappa. Concluyeron que se ha constatado que las tendencias presentan una evidente proyección a la disminución de las coberturas vegetales.

López (2020) en su estudio denominado “El hacha decimonónica: El avance silencioso de la deforestación en Costa Rica entre 1821-1900”, sobre la problemática de la deforestación en Costa Rica. Reportó que a pesar de que este tema carece de fuentes y los procedimientos para medir, se busca demostrar cómo la deforestación tiene repercusiones en los bosques, específicamente en las maderas de alta calidad, que se

consideró como base para la industria maderera del siglo XX. Además, demostró que existen repercusiones de la explotación forestal impulsada por las personas y en algunos casos por el Estado, sin embargo, no se toma en cuenta cuando la extracción de la riqueza forestal actualmente es muy avanzada, adicionado a eso el interés económico.

Hurtado & Lizarazo (2022) en su estudio titulado “Nuevo índice espectro-temporal para la detección de pérdida forestal en áreas de bosque tropical. Caso de estudio Amazonia colombiana”, reportó que en algunas zonas de la Amazonia colombiana en las cuales existen datos de deforestación oficiales para el periodo 2000 a 2017. Sus resultados fueron que las pruebas muestran que el índice propuesto permite obtener una exactitud temática superior al 80%. El índice espectral no sólo identifica la pérdida de bosque sino su posible regeneración, lo que permitiría obtener las cifras de diversos cambios en el bosque. Finalmente, el índice logra identificar las zonas de perturbación en el bosque con buenos resultados en su exactitud temática.

#### **ANTECEDENTES NACIONALES.**

Ramírez (2018) en su investigación denominada “Impacto causado por la deforestación del ecosistema bosque a consecuencia de la siembra de cacao (*theobroma cacao* L.), en la provincia de Padre Abad—Región Ucayali”, reportó que los agricultores han sembrado un promedio de 14,000 has de cacao, para ello han deforestado la misma cantidad de has. de bosque, causando gran impacto negativo al medio ambiente; la pérdida de la biodiversidad, la ausencia de especies de animales, y el incremento de la temperatura local, son algunas de las consecuencias que está dejando esta actividad de la deforestación de los bosques, para ser reemplazados por otros cultivos agroindustriales como el cacao, palma aceitera, etc.

Suarez (2018) en su estudio denominado “Evaluación de la deforestación utilizando imágenes de satélite Landsat en las comunidades nativas de Pitocuna y Huantashiri – Satipo” reportó que a un nivel semi detallado a escala 1:40 000 para la comunidad nativa

de Pitocuna al 2012 la mayor tasa de deforestación 1,37% y pérdida de bosque 40,85 ha/año en relación con la comunidad nativa Huantashiri escala 1:35 000 que tuvo una tasa de deforestación de un 0,77% con pérdida de bosque de 18,74 ha/año. Concluyó, que hubo mayor pérdida de bosque natural al 2012 en la comunidad nativa Huantashiri, quedando 31,88% equivalente a 771,55 ha de bosques naturales, y en la comunidad nativa de Pitocuna la pérdida de bosque fue menor, quedando un 37,49% de bosques que representa 1121,38 ha.

Zamora (2020) en su estudio denominado “Evaluación del nivel de deforestación en la concesión para conservación de Bosques de Angaiza y sector oeste de la ZoCRE Juninguillo Yanayacu, San Martín, Perú”, reportó que la concesión para conservación Bosques de Angaiza en el periodo 2014 al 2017 registró 43,45 ha de superficie deforestada con una tasa de deforestación de 0,18 % equivalente a 14,48 ha/año. La pérdida del bosque se generó principalmente por invasión de tierras y expansión de cultivos agrícolas para la siembra de café, plátano y yuca. El sector oeste de la zona de conservación y recuperación de ecosistemas Juninguillo-Yanayacu, en el periodo 2014 al 2017, presentó una deforestación de 109,58 ha, con una tasa de deforestación de 0,40 % equivalente a 36,53 ha/año. La pérdida de sus bosques fue originada por actividades antrópicas como la crianza de ganado, tráfico e invasión de tierras y la agricultura para siembra de café, plátano, yuca y maíz.

Cierto et al. (2021) en su investigación denominado “Simulación geoespacial y temporal de la deforestación en el distrito de Nueva Requena, Ucayali”, reportó que para el periodo 2005 al 2020 se deforestaron 35,112,24 ha con una tasa de deforestación de un 3,08 %/año. Asimismo que la tasa de deforestación más alta entre el 2005 y 2020 fue durante el periodo 2013-2020 con un 2.63 %/año, debido a que en ese periodo se incrementó la actividad agrícola, durante el periodo 2005-2013 fue menor con una tasa de un 0,84 %/año.

Santamaria (2021) en su investigación titulada “La deforestación y su incidencia en la pérdida de biodiversidad en el bosque de Neblina Carpish – Huánuco 2019”. La población estudiada consistió en los 50 habitantes del bosque, y se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia debido al reducido número de habitantes. El enfoque de la investigación fue cuantitativo, recolectando datos de la totalidad de la muestra para luego tabular y representar la información a través de gráficos. Con un nivel de investigación explicativo, se analizó la relación de causa y efecto entre la deforestación y la pérdida de biodiversidad en Carpish durante 2019, reportó que mediante la aplicación de la prueba estadística de chi-cuadrado, con un nivel de significancia menor a 0.05, la deforestación incidió en la pérdida de biodiversidad en el bosque húmedo, resaltando la quema forestal, la implementación de cultivos agrícolas.

#### **ANTECEDENTES LOCALES**

Santos (2022) en su investigación titulada “Eficiencia de conservación de las categorías territoriales de la región Puno mediante el análisis de inhibición de deforestación entre los periodos 2001-2020”, reportó que la región Puno presenta 3 C siendo el 1) el área natural protegida ANP, (parque nacional Bahuaja-Sonene y reserva nacional del Lago Titicaca); 2) el área de conservación regional ACR, (Reserva Paisajística Cerro Khapia) y 3) las Áreas de conservación Privada ACP, (Taypipiña y Checca), identificando que la región Puno entre el 2001 al 2020, perdió 39,543.38 Ha de bosque, (3,348.20 Ha en la CT-ANP, y 36,195.18 Ha fuera de la CT-ANP), con una tendencia de pérdida de bosque de un 11.16% en la CT, producto de los drivers minería aurífera ilegal y cultivo ilegal de coca, evidenciando que la fracción deforestada en la CT, fue inferior con respecto a la deforestación afuera de la CT siendo 10.78 veces mayor.

Loza & Taype (2021) en su investigación denominada “Análisis multitemporal de asociaciones vegetales y cambios de uso del suelo en una localidad altoandina, Puno-Perú”, reportaron el tipo de vegetación según la especie predominante en la

cobertura; estas áreas, conjuntamente con las formas de uso de suelo frecuentes, y cuantifican mediante el análisis supervisado de imágenes Landsat con una resolución espectral de 30 m, obtenidas en los meses de marzo y abril de los años 2000, 2005, 2010 y 2016. Además, identificaron seis tipos de asociaciones vegetales naturales cuyas áreas disminuyeron 2000 ha, de las 12 500 iniciales en 16 años (16,27 %); al año 2000 la asociación *Muhlenbergetum fastigiatae* tuvo la mayor cobertura (43,96 %), pero en 2016 predominó *Calamagrostio Vicunaro - Festucetum Dolichophyllae* (47,31%). Al final, concluyen que las áreas de cultivo se incrementaron de 5133 ha (27 %) a 7115 ha (37 %) de la superficie del distrito; además, los suelos degradados se extendieron de 35 a 120 ha, áreas de poca vegetación de 17 a 30 ha y una reducción de los humedales de 179 a 29,7 ha. Mientras que la cobertura de zona urbana aumentó en un 40,7 % anual.

### **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la deforestación de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Clasificar la cobertura de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021.
- Calcular el área de la deforestación de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. Bases teóricas

###### 2.1.1.1. La deforestación

La deforestación se refiere a la pérdida del manto forestal y el cambio de los bosques con el fin de dar otros usos a estos espacios, por ejemplo la agricultura. El mencionado hecho generalmente se da por la intervención humana y en algunas veces por causas naturales. El término también es aplicado a las zonas de bosque que son destinados como pastizal, urbanizaciones y embalses. Sin embargo, no es aplicable a aquellos espacios en los que se extrae los árboles en actividades como la explotación (FAO, 2001).

Por su parte, Müller et al. (2014) afirman que es la degradación o pérdida permanente de la biomasa de los bosques con consecuencias en la flora y fauna existentes y que actualmente existen dificultades para medir con exactitud la deforestación de los bosques.

García (2016) considera que en la actualidad la deforestación se ubica entre los diez problemas ambientales en el planeta en concordancia con la IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), asimismo las personas no somos ajenos a ello, mediante la tala se los hacemos que desaparezca la capa vegetal que aporta mucho por ejemplo la captura del CO<sub>2</sub>.

No se debe confundir la intervención y deforestación del bosque, pues, para el primer caso consiste en degradar la estructura del bosque con efectos negativos en la biodiversidad, agua y suelo, pero sin alterar el bosque, para el segundo caso consiste en el cambio permanente por el uso de la tierra y como consecuencia la pérdida del bosque (Condoy & Silva, 2006).

La deforestación se da en países emergentes, donde sus habitantes por el nivel de bienestar es difícil determinar el tamaño de las áreas deforestadas. Factores como la deuda externa, la sobrepoblación y la pobreza influyen en la deforestación de estos países tropicales. Por el tema del crecimiento económico, como resultado se incrementa la demanda de los productos forestales y agrícolas (Angelsen & Kaimowitz, 2001).

En el Perú, generalmente en la Amazonia, la deforestación está asociada al tema del desarrollo que recurre a actividades del aprovechamiento de los recursos naturales. Dentro de ellos podemos considerar el desarrollo de grandes proyectos de carreteras sin dejar de lado los ejes comerciales y de las poblaciones. De las estadísticas, las diferencias de la deforestación por años entre los periodos 2009-2010 y 2010 y 2011 en las regiones como Ucayali, Huánuco, Pasco y San Martín tuvieron menor deforestación (Ministerio del Ambiente, 2014).

La deforestación es una actividad en mayor grado que una de sus consecuencias es el efecto invernadero que pone en peligro la pérdida de la biodiversidad, no solo los árboles, sino también los animales y todo ser vivo o planta que se encuentre en el bosque (Ministerio del Ambiente, 2009).

Sin embargo, la deforestación no solo está relacionada con el tema de los árboles o animales, sino al bienestar de la sociedad, pues, afecta al agua, energía, alimento, salud, clima y los demás medios, por lo que los efectos de la deforestación están dirigidos prácticamente a los objetivos de desarrollo sostenible (Rautner et al., 2013).

Para comprender sobre la deforestación se debe conocer los elementos y causas que provocan la pérdida del bosque. Entre ellos podemos mencionar los actores económicos, personas, empresas, comunidades cuyas actividades no se realizan de manera sostenible, los cuales generan alteraciones en el suelo, la pérdida total o parcial del bosque. Las causas son un conjunto de acciones, factores en la deforestación del bosque (Ministerio del Ambiente, 2016).

Entre los datos estadísticos, el 90% que ha originado la deforestación de los bosques se da como consecuencia de la habilitación de áreas urbanas, asimismo por la agricultura y la ganadería. En la región de Madre de Dios otra causa directa es la minería ilegal y los cultivos clandestinos de la hoja de coca adicionada a eso, los proyectos como las hidroeléctricas, los hidrocarburos, tala y extracción ilegal de madera (Global Green Institute y die., 2015).

A las causas indirectas también se les denomina implícito, tal como señalan Rautner et al. (2013) los cuales se ven influenciadas por la pobreza, el crecimiento de la población, el cambio climático y otros.

### **EL MANEJO DE IMÁGENES SATELITALES.**

Las imágenes satelitales, como evidencia fotográfica en un inicio y posteriormente como registro de eventos que nos permitían observar de manera más precisa: objetos, superficies del planeta, capas de la atmósfera a mucha distancia, han ido evolucionando junto con la tecnología que lo hacía posible.

Recientemente, las capacidades de los equipos de cómputo y máquinas de tratamiento digital han crecido bastante, pues muy pocas áreas de la ciencia están preparadas para este cambio (Torres, 2016).

La utilización de diferentes tipos de programas se restringe a solamente algunas áreas dedicadas a la investigación que se limitaba a utilizar software, el cual necesitaba bastante presupuesto. En la actualidad existen diferentes servicios de satélites que ponen

a disposición imágenes de gran calidad y de diferentes características a los cuales se les puede dar diferentes tipos de aplicaciones, también podemos ver en el medio diferentes aplicaciones de software de propósito específico para atender las diversas necesidades de los especialistas (Axess Networks, 2022).

Hoy en día es de uso masivo y común la utilización de procesamiento de imágenes a través de software como ArcGis o NVID, y con ellas se puede obtener conclusiones que nos permitan el análisis y la toma de decisiones.

### **NOCIONES BÁSICAS SOBRE IMÁGENES**

La creciente utilización de las computadoras y los software especializados, el uso masivo de internet nos permiten compartir información no solo de archivos de gran tamaño, sino en los formatos más variados, por ende el procesamiento de imágenes digitales debe ser diferenciado del tratamiento de otro tipo de información digital. Una imagen geoméricamente es una función bidimensional expresada en el plano  $I(x, y)$ , donde  $(x, y)$  son coordenadas que representan un espacio físico. El tamaño de  $I$  denominado amplitud o intensidad o nivel de gris. En un formato de archivo los valores de  $(x, y)$  pueden tomar valores muy grandes, por ende estos deben pasar por un proceso de discretización, es decir deben ser expresados en otra escala, el resultado de todo esto es una imagen digital. Cada punto  $(x, y)$  recibe el nombre de píxel y es la unidad básica de cada imagen. Cada píxel está asociado a un valor que significa el brillo, así un valor bajo da una luminosidad baja, en cambio, un valor alto, una luminosidad alta (Gonzales & Woods, 2002).

### **TELEDETECCIÓN**

La teledetección es la captación de información a gran o pequeña escala de un objeto que se desea observar, ya sea utilizado en técnicas de grabación o instrumentos que puedan escanear. En forma práctica, la teledetección significa reunir información mediante diferentes instrumentos de un punto específico. Ejemplo de ello es la

observación de la tierra o los satélites meteorológicos, etc. (Instituto Geográfico Nacional, s. f.).

En la actualidad, su principal fuente de donde se extraen datos son las medidas e imágenes recuperadas con el apoyo de plataformas espaciales y aéreas. “Hay dos clases de teledetección principalmente:

- Teledetectores pasivos: Localiza radiación natural reflejada o emitida por el área o que es observada, algunas formas de radiación que son medidos por esta forma de teledetección simplemente es luz del sol reflejada. Como ejemplo podemos mencionar los sensores del tipo CCD (charge-coupled devices) los cuales son dispositivos de carga eléctrica interconectados; también las clásicas fotos, radiómetros, y la escala de onda del infrarrojo.

- Teledetectores activos: Irradian energía para lograr escanear puntos específicos y de la cual se determina midiendo la radiación que refleja el objetivo. Ejemplo de ello es un radar teledetector activo, donde se mide el tiempo de emisión que tarda de ida y vuelta desde un punto de referencia, fijando así su localización, velocidad, altura y dirección de un punto determinado.

El proceso de teledetección nos da la oportunidad de recibir datos de zonas no accesibles e inclusive peligrosas. La forma de utilizar esta herramienta suelen ser monitorizar un desastre, un evento de devastación forestal e inclusive cambios del clima, etc. todo lo anterior mencionado se realiza sin intervenir en el área de trabajo, lo cual garantiza que el proceso no intervenga el área de estudio” (Marquez & Rojas, 2017).

### **PROCESADO DE INFORMACIÓN DE SATÉLITE.**

El principal objetivo de la teledetección es observar objetos que sean de interés utilizando una computadora, la cual interpreta información recogida de imágenes que se realizaron a distancia, las cuales tienen una calidad denominada resolución espectral, radiométrico y de tiempo.

a) Resolución Espectral: Se denomina así al rango de la frecuencia de longitud de onda, la cual es almacenada en imágenes, así es el número y ancho de banda el cual es detectado por un sensor, de tal forma que mientras más angostas sea la banda, más alta será su resolución en su espectro.

b) Resolución Espacial: Al igual que una televisión, mientras más calidad tiene la imagen, podemos decir que la resolución espacial será mayor, así los detalles de la zona que se haya fotografiado aumentan en detalles y lo que se pueda captar será también de más calidad.

c) Resolución Radiométrica: Es la cantidad de niveles de orden digital los cuales se necesitan para representar la información las cuales son recopiladas por un sensor. Es decir, si se incrementa la cantidad de niveles, se incrementa las especificaciones de los datos.

d) Resolución Temporal: Es la escala en la que se interpreta la frecuencia, proviene del satélite el cual adquiere imágenes de un sector determinado, también lo podemos denominar intervalo de revisita. Para ejemplo: la alta resolución temporal significa que se realizaron las imágenes en periodos más cortos, así el incendio en un bosque, una inundación, el efecto de supervisar el agua que está contaminando, y otros más.

e) Corrección Radiométrica: Son los valores que se les asigna a un grado por unidad de píxel, el cual se ha alterado por el efecto del movimiento de la atmósfera, de tal manera que su interpretación tendrá una variación de la información recibida directamente del sensor que observa un sector ubicado en la superficie.

f) Corrección Atmosférica: En la atmósfera existe el aerosol o la nubosidad, el cual altera los resultados de las imágenes obtenidas por los satélites, así el cambiar valores de imágenes conforme a un nivel de gris para que sean más significativos es útil para poder conseguir el valor verdadero del sector que se ha digitalizado. (Marquez & Rojas, 2017).

#### **ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA (NDVI).**

Una forma sencilla de entender el significado del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, cuyo acrónimo es NDVI, es decir que dimensiona el verdor (color verde) y la densidad que se capta de la vegetación captada de una imagen proveniente de satélite (EOS DATA, 2021).

Además de la información anterior que se puede recuperar, el verde vegetal sano manifiesta una curva de reflectancia de tipo espectral, el cual es de un tipo característico, del cual se puede extraer información para calcular la diferencia entre dos bandas: la banda del tipo rojo visible y la banda cercana del infrarrojo. Como podrá entenderse, NDVI es la resta que se expresa matemáticamente entre los valores numéricos -1 y 1.

Para el cálculo del NDVI, se utiliza las imágenes satelitales conforme a la fórmula siguiente:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

$$NIR + RED$$

donde:

NIR – luz reflejada en el espectro del infrarrojo cercano

RED – luz reflejada en el rango rojo del espectro

De acuerdo con la fórmula del NDVI, el cálculo de densidad de vegetación, en un área específica de la imagen, resulta de la resta de la intensidad de la luz que se refleja en el rango rojo hacia el infrarrojo, todo ello entre la suma de las intensidades del numerador.

## 2.2. MARCO CONCEPTUAL

**Bosque.** Es un conjunto o agrupación natural de árboles que se encuentra en cualquier etapa del ciclo de vida, la cual en sus alrededores puede presentar arbustos y en algunos casos no que cubre un área de una hectárea mínima del cual se puede producir madera y otros productos similares, además de los bienes y servicios ecosistémicos con el fin de beneficiar a las personas y con influencia en el agua, clima, suelo para proveer hábitat para la vida de los animales silvestres (CIGMOF, 2016).

**Deforestación.** Es un proceso mediante el cual se convierte un bosque en otro tipo de uso que generalmente es provocado por la acción humana, reduciendo significativamente el manto forestal con otros fines como la agricultura, pastizales, reservas de agua, como urbanizar determinadas áreas (Smith & Schwartz, 2015).

**Imagen satelital.** Se considera al resultado obtenido mediante un procedimiento que consiste en la captura de la radiación que emite o refleja la superficie terrestre a través de un sensor que va colocado en el interior de un satélite artificial (Ramos, 2011).

**Resolución.** La resolución se denota a la calidad y nitidez de una imagen basada en la medición de la densidad de los píxeles. Se puede decir que mientras sea mayor la resolución de la imagen mayor será la calidad y nitidez. Para que una imagen tenga la calidad y nitidez adecuadas es necesario la resolución mínima de 300 ppp (Ancín, 2019).

**Teledetección.** Es la ciencia y la tecnología por medio de la cual las características de los objetos de interés pueden ser identificados, medidos o se pueden analizar sus características sin contacto directo (JARS, 1993).

**Tecnología.** Es el conjunto de fases organizativas, científicas, comerciales y financieras, incluye las inversiones en conocimientos nuevos, los cuales van dirigidos a la implementación de productos con procesos nuevos o mejorados (Arnold, 2008).

## 2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

### HIPÓTESIS GENERAL

La deforestación ha experimentado un aumento significativo de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021.

### HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Es factible clasificar la cobertura de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021.

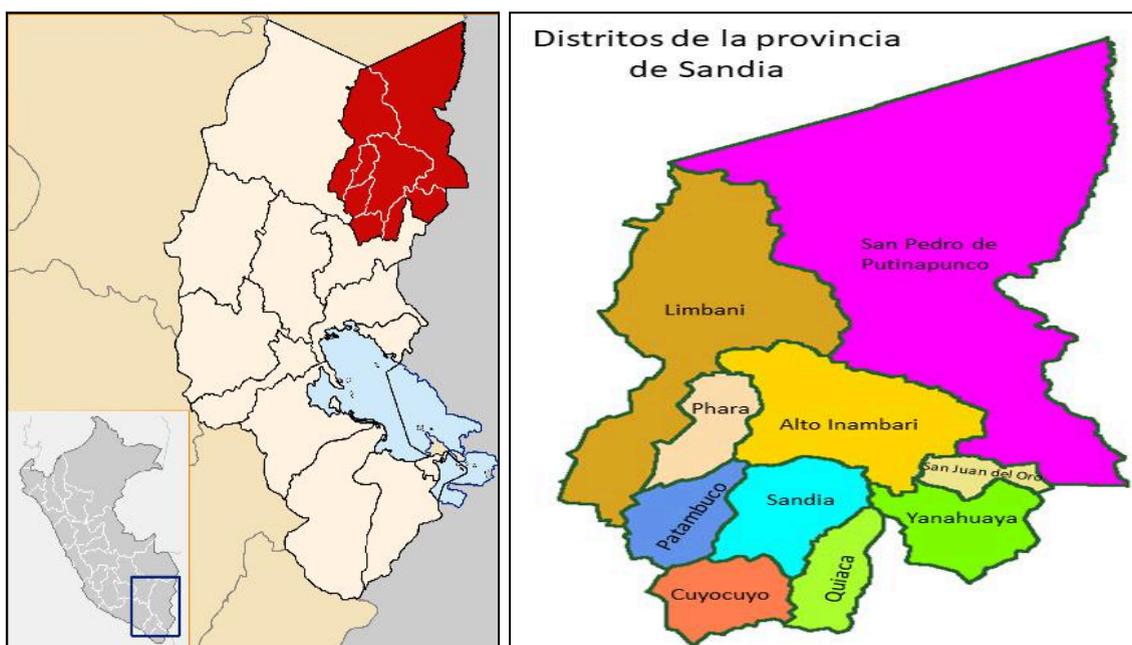
- Es posible calcular el área de la deforestación de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

El ámbito de estudio estará conformado por los distritos de: San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya; distritos donde se ha producido la deforestación de sus bosques, como puede observarse en la imagen inferior, los distritos son colindantes.



**Figura 01:** Ubicación de los distritos de: San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya.

#### 3.1.1. Ubicación de los Distritos:

**Distrito de Putina Punco:**

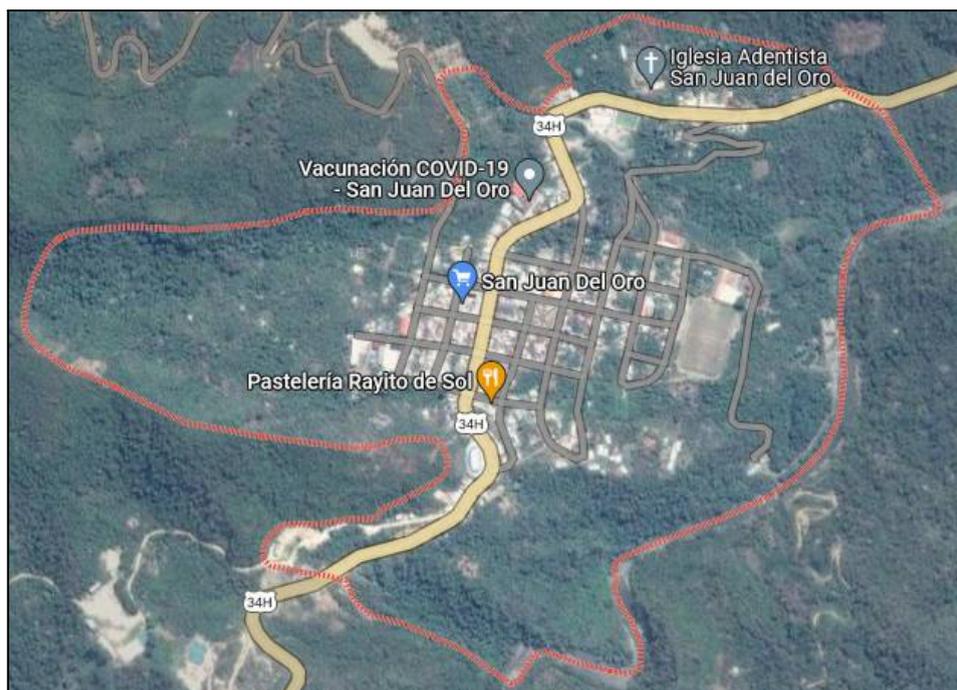
Es conocida como la Capital Cafetalera del Sur Peruano y el Corazón de los Valles del Tambopata e Inambari, sus coordenadas de ubicación son: 14°06'47"S 69°02'45"O, tiene una superficie total de 5361.88 km<sup>2</sup>, ubicado a una altitud de 950 m.s.n.m.



**Figura 02:** Fotografía satelital del distrito de Putina Punco, donde puede apreciar la superficie boscosa.

#### **Distrito de San Juan del Oro.**

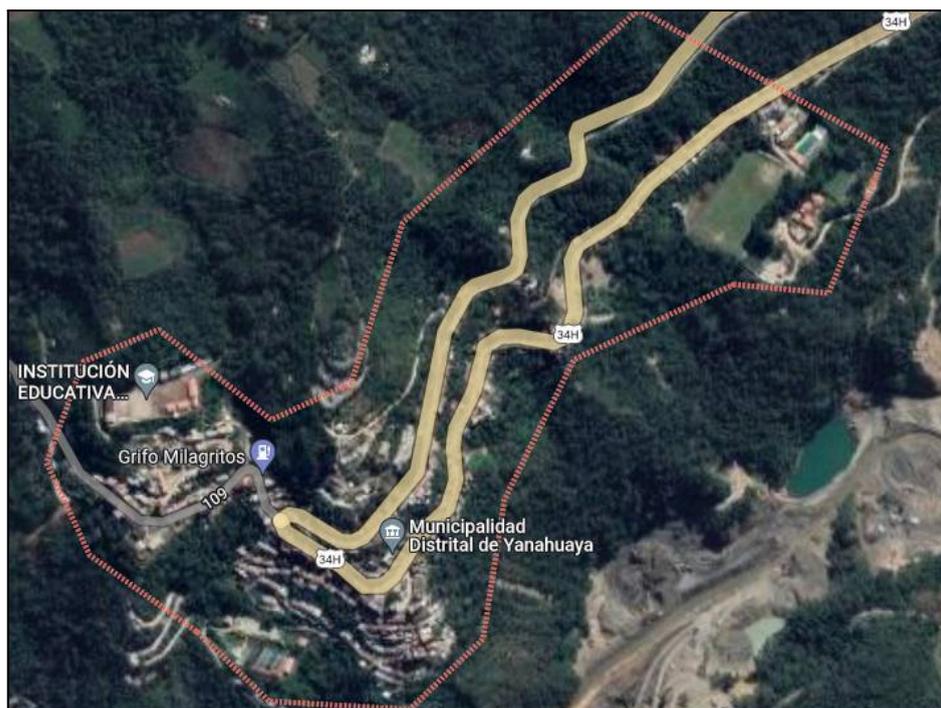
Ubicado en las coordenadas 14°17'13"S 69°13'00"O, tiene una superficie total de 197.14 km<sup>2</sup>, en una altitud de 1320 m.s.n.m.



**Figura 03:** Fotografía satelital del distrito de San Juan del Oro.

Distrito de Yanahuaya.

Ubicado en las coordenadas  $14^{\circ}15'24''S$   $69^{\circ}10'23''O$ , tiene una superficie total de  $671 \text{ km}^2$ , en una altitud de  $1550 \text{ m.s.n.m.}$



**Figura 04:** Fotografía satelital del distrito de Yanahuaya.

#### POBLACIÓN.

La población del estudio estuvo conformado por la superficie de los tres distritos: distrito de San Pedro de Putina Punco superficie, 5361.88 km<sup>2</sup>, distrito de San Juan del Oro superficie 197.14 km<sup>2</sup>, y el distrito de Yanahuaya superficie 671 km<sup>2</sup>.

### 3.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA

#### MUESTRA.

La muestra es de tipo censal, es decir, es igual a la población que comprende la superficie de los tres distritos mencionados anteriormente.

#### UNIDAD DE ANÁLISIS.

La unidad de análisis que se aplicará es la imagen satelital, los cuales tienen formato digital denominado tiff.

### 3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

**TIPO DE INVESTIGACIÓN:** Descriptivo.

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:** No experimental.

## **MATERIALES.**

Materiales y equipos de gabinete

- 01 Laptop Core i7
- 01 impresora a color
- Papel Bond A4 (80 gramos)
- Software Vectorial Arcgis 10.2
- Software GNU Octave, versión 5.2.0 Copyright © 2020 John W. Eaton.
- Libreta de campo
- Fichas para toma de datos
- Otros.

Materiales cartográficos

- Cartas nacionales del instituto geográfico (I.G.N.) a escala 1:100,000
- Mapa del Perú por el I.G.N.
- Mapa físico político del departamento de Puno por el I.G.N., etc.

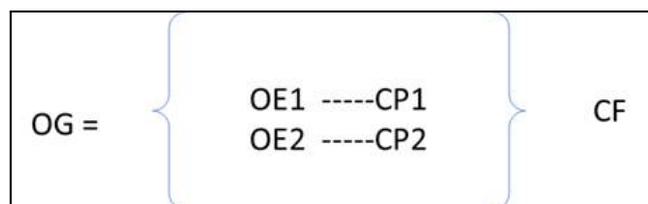
### 3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Variables	Definición	Indicador o definición Operativa	Escala de Medición	Categoría y valores
Bosques	Es un conjunto o agrupación natural de árboles que se encuentra en cualquier etapa del ciclo de vida. (CIGMOF, 2016)	Distritos: San Juan del Oro, San Pedro de Putina Punco y Yanahuaya.	De razón.	Km <sup>2</sup> .
Deforestación	Es un proceso de la conversión de bosques a otro tipo de uso que generalmente es provocada por la acción humana reduciendo significativamente el manto forestal. (Smith & Schwartz, 2015)	Deforestación años 2011 al 2021.	De razón.	Km <sup>2</sup> .

### 3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

#### MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.

La metodología de desarrollo del presente fue por objetivo específico conforme al siguiente esquema:



**Figura 05:** Diagrama del método de investigación.

Dónde:OG: Objetivo General

OE: Objetivo Específico

CP: Conclusión Parcial

CF: Conclusión Final

La presente investigación para lograr los objetivos se plantea el siguiente desarrollo por fases.

#### **OBJETIVO ESPECÍFICO 1:**

**FASE 1:** Clasificar la cobertura de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021.

Esta fase tiene como objetivo seleccionar las imágenes satelitales de los servidores de datos de almacenamiento del LandSat 8, 5 y 7 las imágenes por año son entre 4 y 5 imágenes, esto debido a que se necesita imágenes que permitan visualizar nítidamente la superficie terrestre (sin nubes) por períodos. Posteriormente, se procede a calcular el **NDVI** mediante algoritmos propios de **SAGA GIS** que el software *QGIS* de la versión 13.0 nos permite utilizar su herramienta “*Caja de herramientas de Procesos*”, específicamente mediante la opción **SAGA/Image Analysis**, concluyendo al final con una clasificación que permite determinar si es bosque o no lo es.

#### **OBJETIVO ESPECÍFICO 2:**

**FASE 2:** Especificar el área de la deforestación por periodos en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021.

Esta fase tiene como objetivo calcular áreas de bosque por periodos y tendencias para luego validar mediante la estadística basándose en las muestras de validación, calculando error de omisión y error de comisión en porcentajes.

Esta cuantificación será almacenada y dará origen a una estructura de datos de la siguiente forma:

ID	FECHA	ÁREA

### 3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

**Técnicas:** Elaboración de fichas de datos, ver el cuadro N.º 01.

**Instrumentos:** Imágenes satelitales de los servidores de datos de almacenamiento del LandSat 8, 5 y 7.

**Recopilación de Datos:**

- **Transposición de la imagen:** Se procede a segmentar las imágenes (archivos de imágenes en formato tiff) en matrices computacionales de tamaño  $n \times m$ .
- **Generación de Patrones:** Con las matrices de cada una de las imágenes se procede a elegir un punto el cual sea igual a una imagen de masa de lentejas de lago, este punto de la matriz será nuestro patrón.

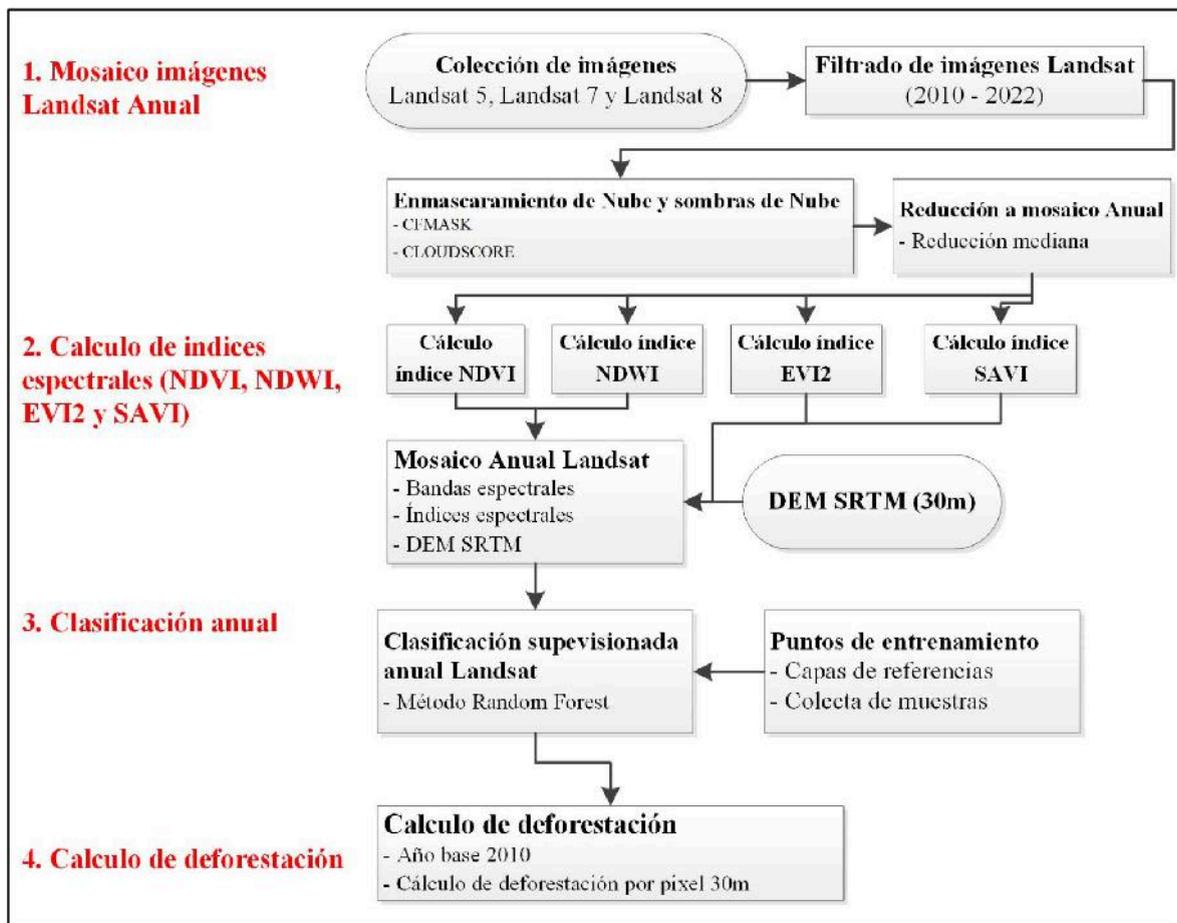
**Codificación de la Información.**

Se procede al conteo de píxeles que sean iguales al pixel patrón por imagen procesada, a éste conteo se le denomina Área de Crecimiento.

**Procesamiento de los datos.**

Con la información codificada se procede a establecer las tendencias mediante análisis de regresión matemática y estableciendo relación alguna entre los datos procesados.

**Metodología del Procesamiento de los datos.**



**Figura 06:** Metodología del procesamiento de datos.

**Fuente:** Elaboración propia basada en Mapbiomas Perú, 2023.

## **CAPÍTULO IV**

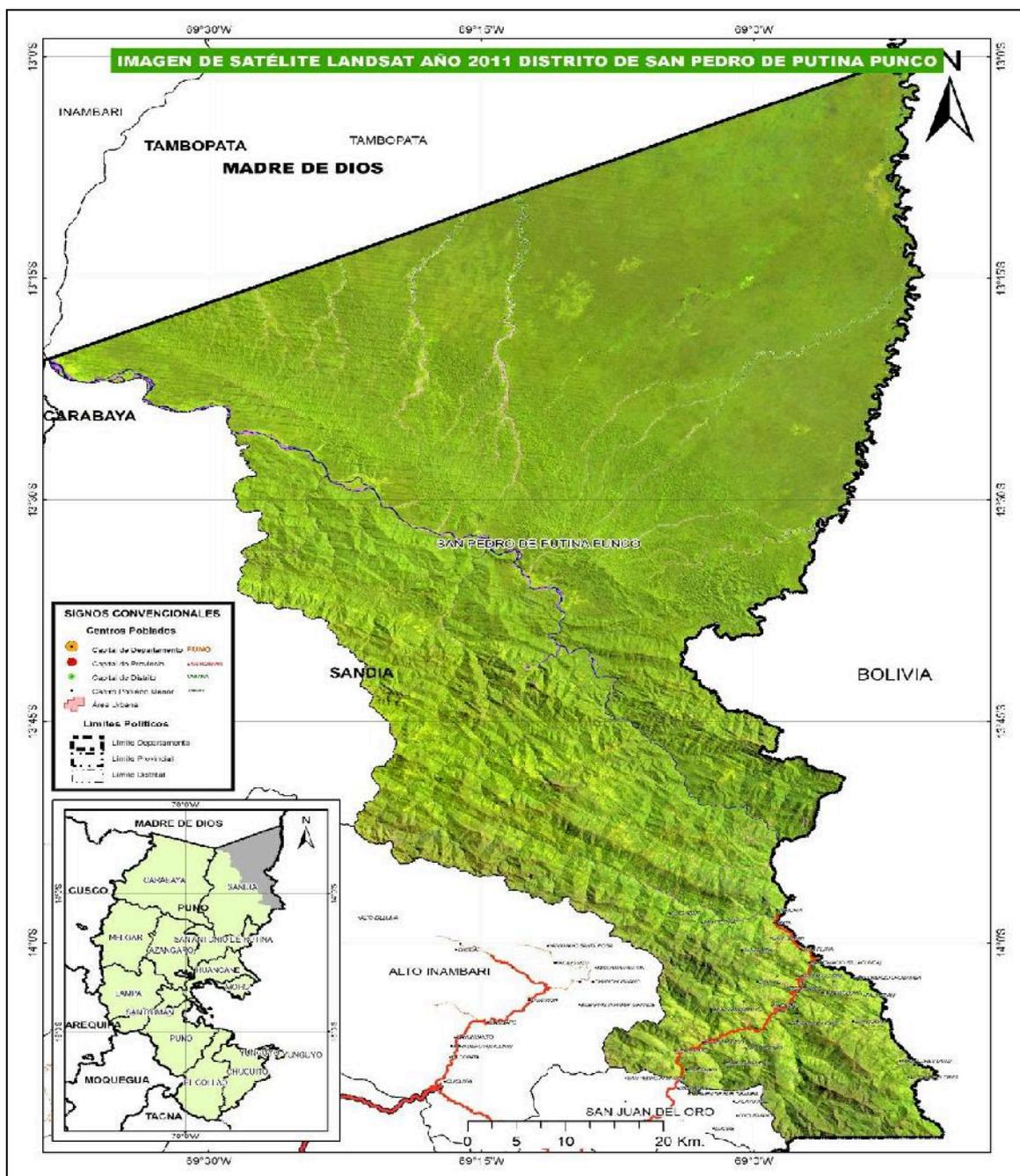
### **EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

#### **4.1. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS POR OBJETIVOS**

##### **4.1.1. Según el objetivo específico 01**

“Clasificar la cobertura de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021”.

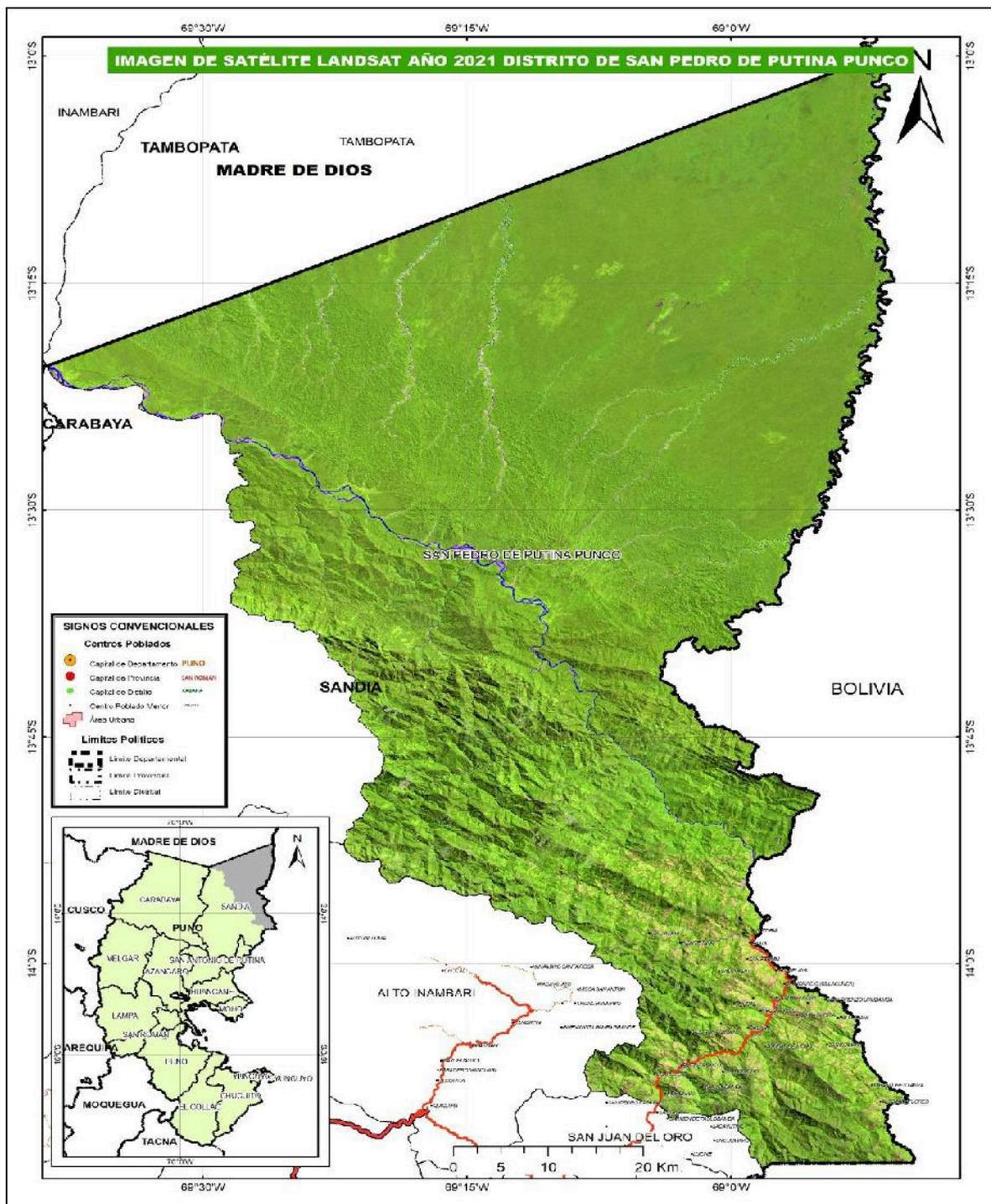
#### 4.1.1.1. Distrito de San Pedro de Putina Punco



**Figura 07:** Imágen de satélite Landsat año 2011 del distrito de San Pedro de Putina Punco.

Fuente: Imágenes satelitales de los servidores de datos de almacenamiento del LandSat 8, 5 y 7.

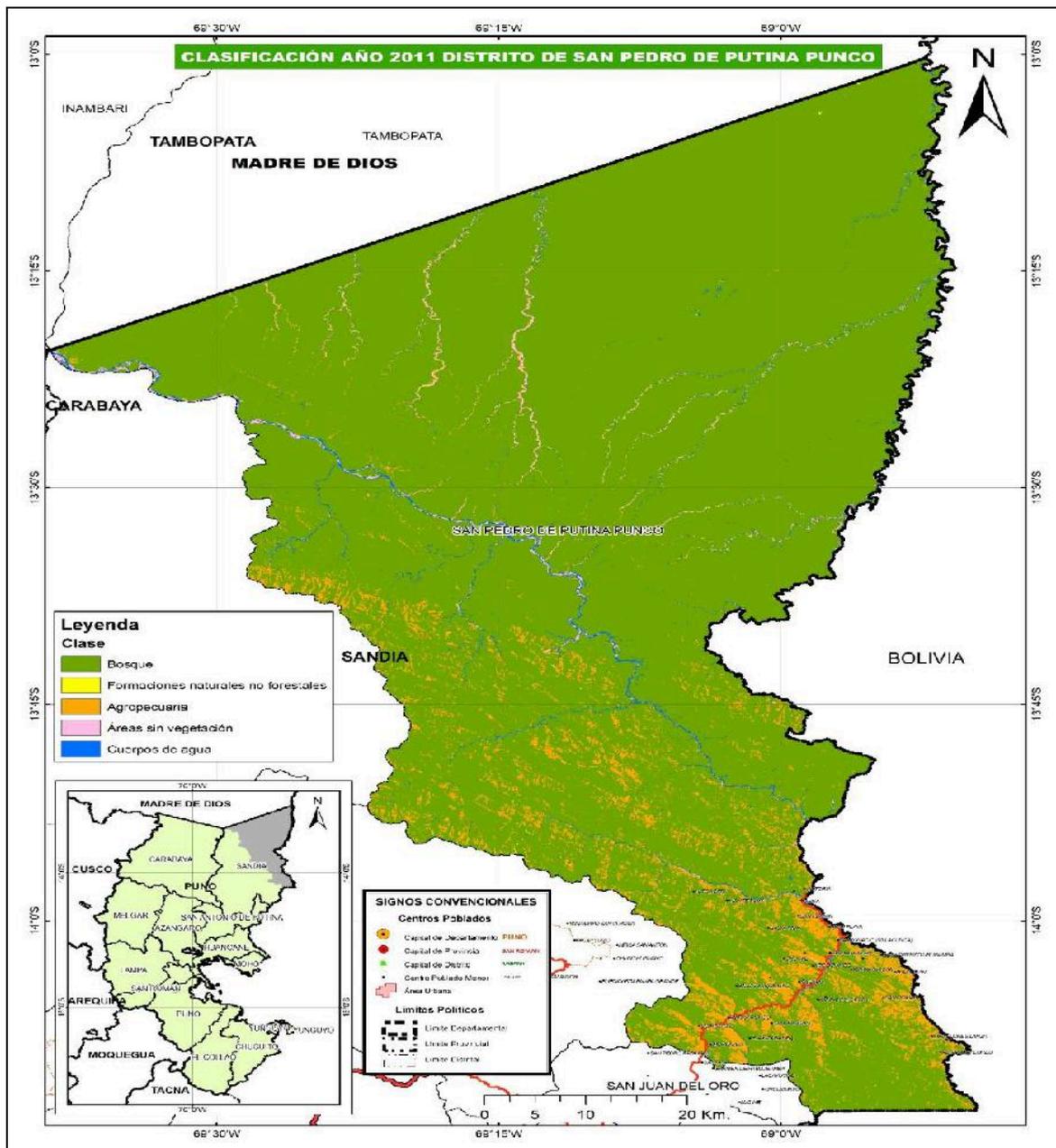
En la Figura 07 se puede ver la imagen de satélite Landsat año 2011 del distrito de San Pedro de Putina Punco. El mapa muestra áreas deforestadas (en verde) y no deforestadas (en blanco). El mapa tiene una escala de 1:250,000 y muestra carreteras, ríos y ciudades. Asimismo hay un pequeño mapa en la esquina inferior izquierda que muestra la ubicación del distrito dentro del departamento de Puno.



**Figura 08:** Imágen de satélite Landsat año 2021 del distrito de San Pedro de Putina Punco.

Fuente: Imágenes satelitales de los servidores de datos de almacenamiento del LandSat 8, 5 y 7.

En la Figura 08 se puede ver la imagen de satélite Landsat año 2021 del distrito de San Pedro de Putina Punco. El mapa muestra áreas deforestadas (en verde) y no deforestadas (en blanco). El mapa tiene una escala de 1:250,000 y muestra carreteras, ríos y ciudades. Asimismo hay un pequeño mapa en la esquina inferior izquierda que muestra la ubicación del distrito dentro del departamento de Puno.

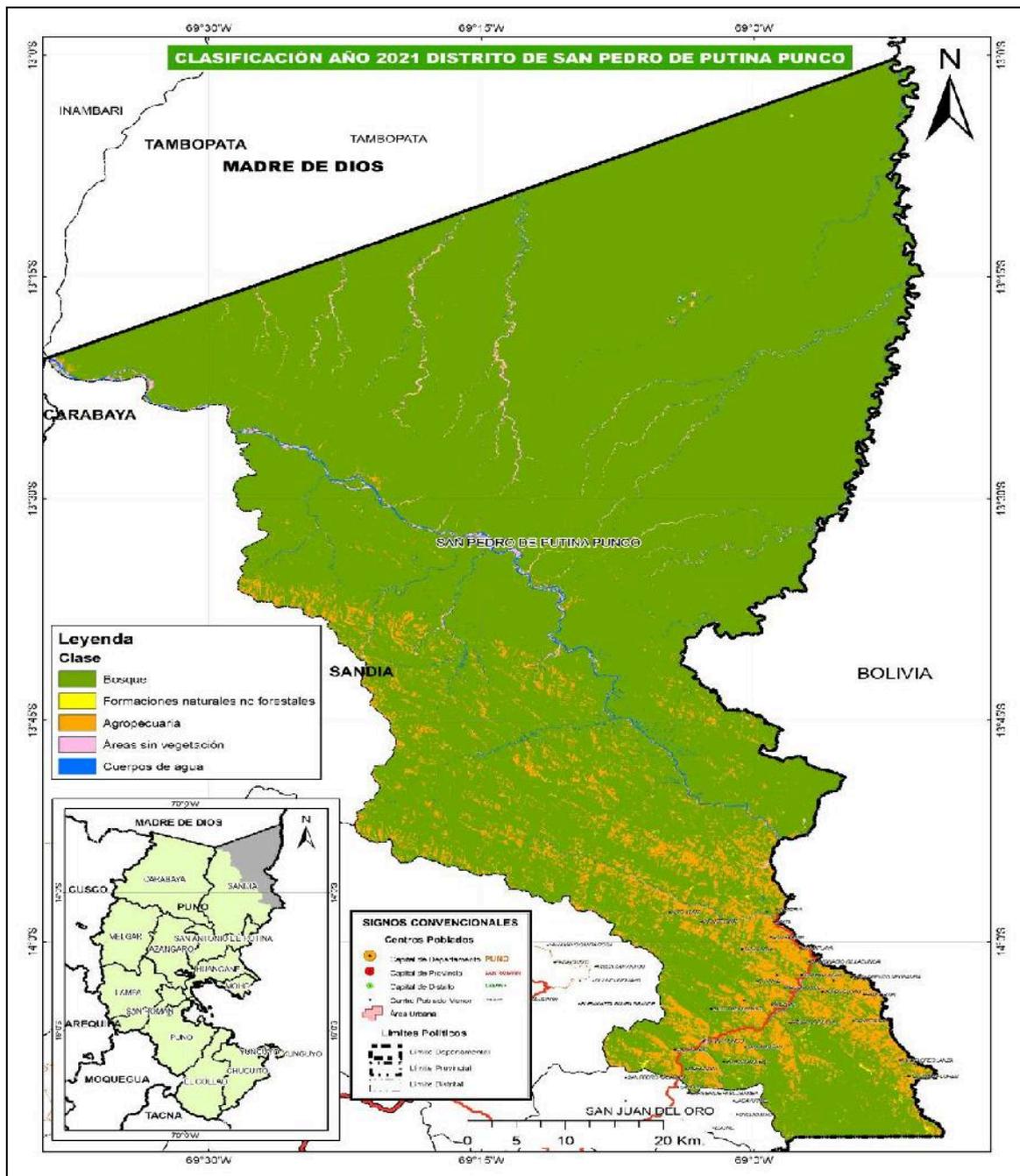


**Figura 09:** Clasificación del bosque año 2011, distrito de San Pedro de Putina Punco.

Fuente: Imágenes satelitales de los servidores de datos de almacenamiento del LandSat 8, 5 y 7.

Según Figura 09 muestra la clasificación del bosque en el año 2011 del distrito de San Pedro de Putina Punco, con diferentes tipos de uso de la tierra representados en colores. Verde para bosques, amarillo para formaciones naturales no forestales, naranja para áreas agrícolas, rosado para áreas sin vegetación y azul para cuerpos de agua. Las

áreas naturales, las áreas agrícolas y las áreas urbanas se distinguen claramente. Las fronteras de la región y las ubicaciones de las principales ciudades y pueblos también están marcadas. Un mapa más pequeño en la esquina inferior izquierda muestra la ubicación del distrito en el departamento de Puno. La orientación norte y una barra de escala proporcionan información adicional sobre la dirección y el tamaño relativo de la región.



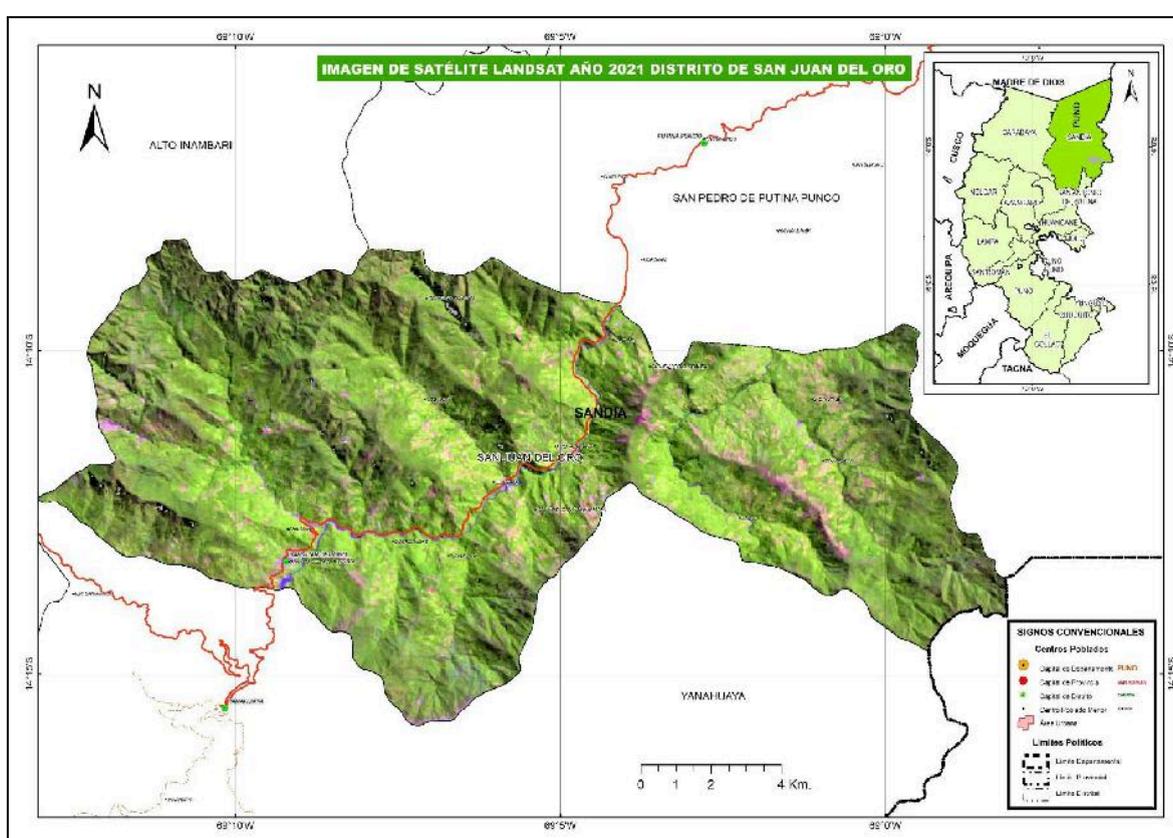
**Figura 10:** Clasificación del bosque año 2021, distrito de San Pedro de Putina Punco.

Fuente: Imágenes satelitales de los servidores de datos de almacenamiento del LandSat 8, 5 y 7.

Según Figura 10 muestra la clasificación del bosque en el año 2021 del distrito de San Pedro de Putina Punco, con diferentes tipos de uso de la tierra representados en colores. Verde para bosques, amarillo para formaciones naturales no forestales, naranja para

áreas agrícolas, rosado para áreas sin vegetación y azul para cuerpos de agua. Las áreas naturales, las áreas agrícolas y las áreas urbanas se distinguen claramente. Las fronteras de la región y las ubicaciones de las principales ciudades y pueblos también están marcadas. Un mapa más pequeño en la esquina inferior izquierda muestra la ubicación del distrito dentro del contexto más amplio del departamento de Puno. La orientación norte y una barra de escala proporcionan información adicional sobre la dirección y el tamaño relativo de la región.

#### 4.1.1.2. Distrito de San Juan del Oro

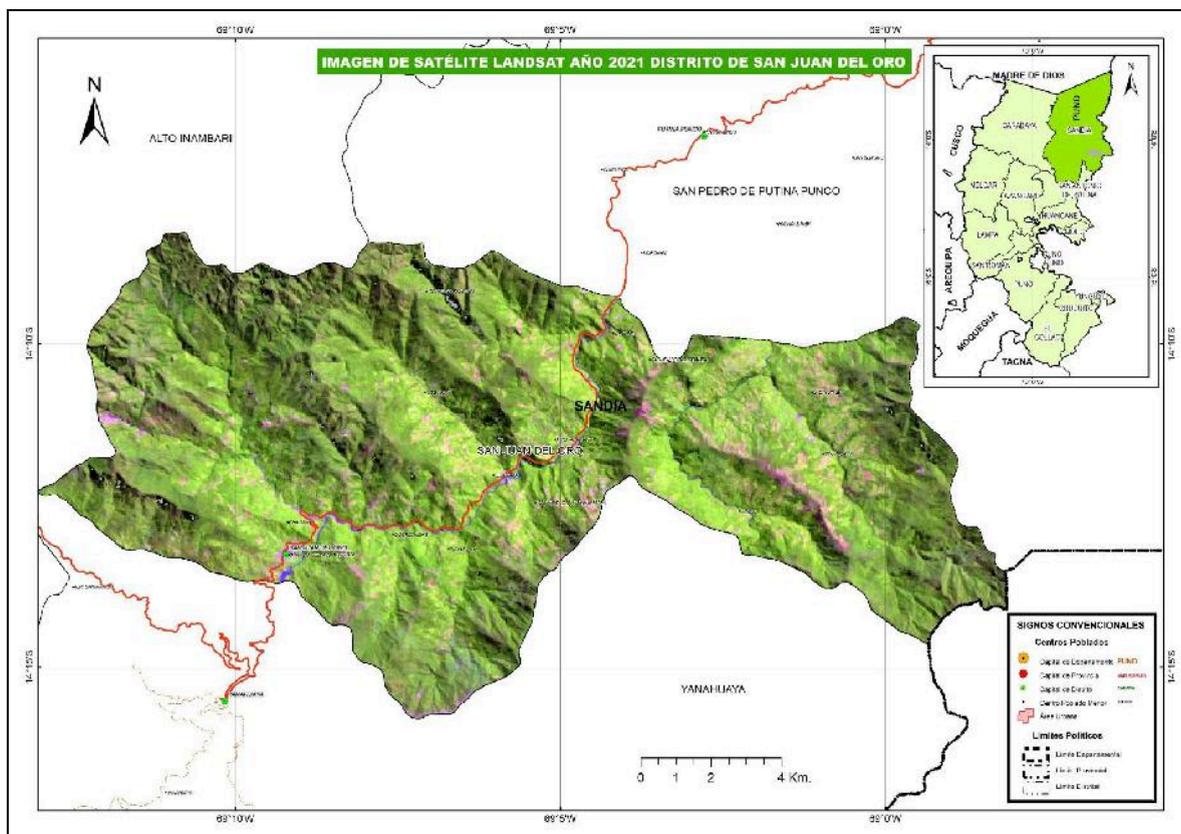


**Figura 11:** Imagen de satélite Landsat año 2011 del distrito de San Juan del Oro.

Fuente: Imágenes satelitales de los servidores de datos de almacenamiento del LandSat 8, 5 y 7.

En la Figura 11 se puede ver la imagen de satélite Landsat año 2011 del distrito de San Juan del Oro. El mapa muestra áreas deforestadas (en verde) y no deforestadas (en blanco). El mapa tiene una escala de 1:250,000 y muestra carreteras, ríos y ciudades.

Asimismo hay un pequeño mapa en la esquina inferior izquierda que muestra la ubicación del distrito dentro del departamento de Puno.

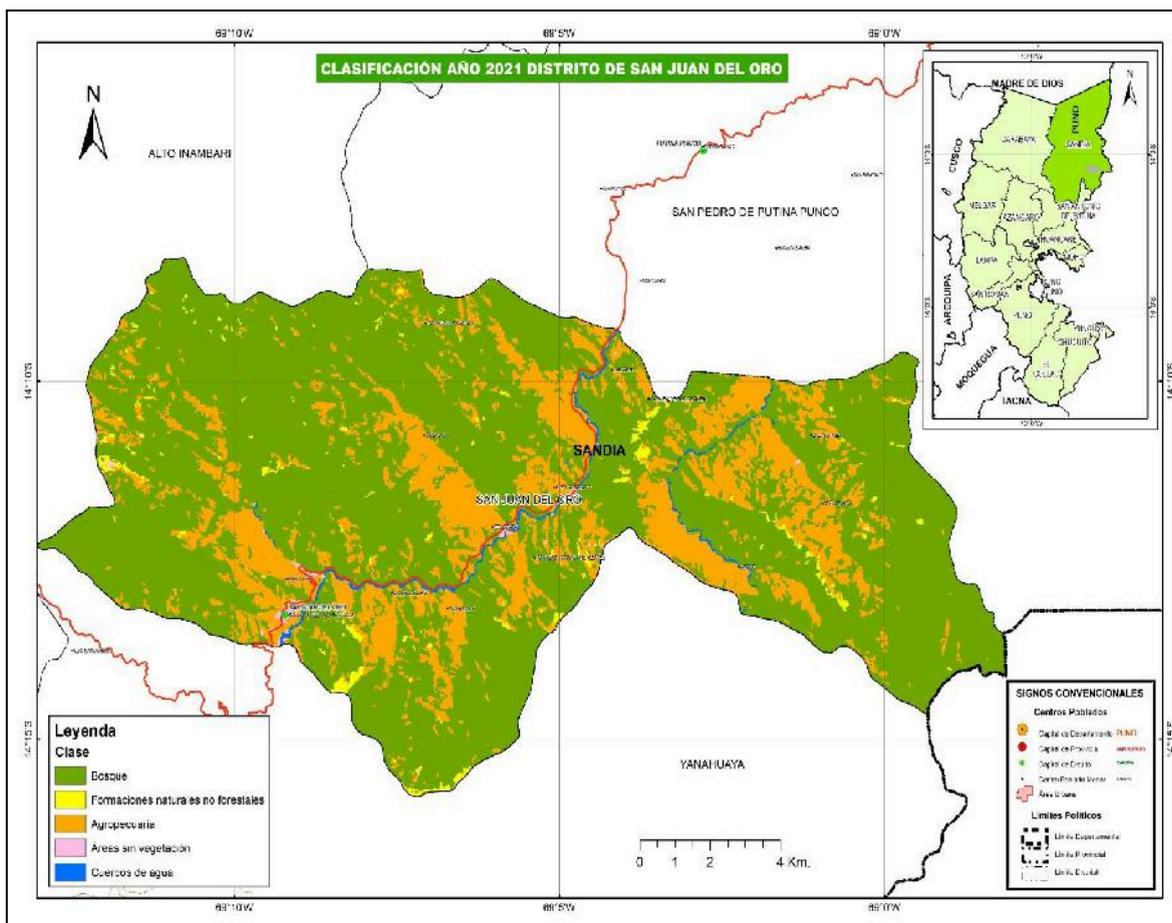


**Figura 12:** Imagen de satélite Landsat año 2021 distrito de San Juan del Oro.

Fuente: Imágenes satelitales de los servidores de datos de almacenamiento del LandSat 8, 5 y 7.

En la Figura 12 se puede ver la imagen de satélite Landsat año 2021 del distrito de San Juan del Oro. El mapa muestra áreas forestadas (en verde) y no forestadas (en blanco). El mapa tiene una escala de 1:250,000 y muestra carreteras, ríos y ciudades. Asimismo hay un pequeño mapa en la esquina inferior izquierda que muestra la ubicación del distrito dentro del departamento de Puno.





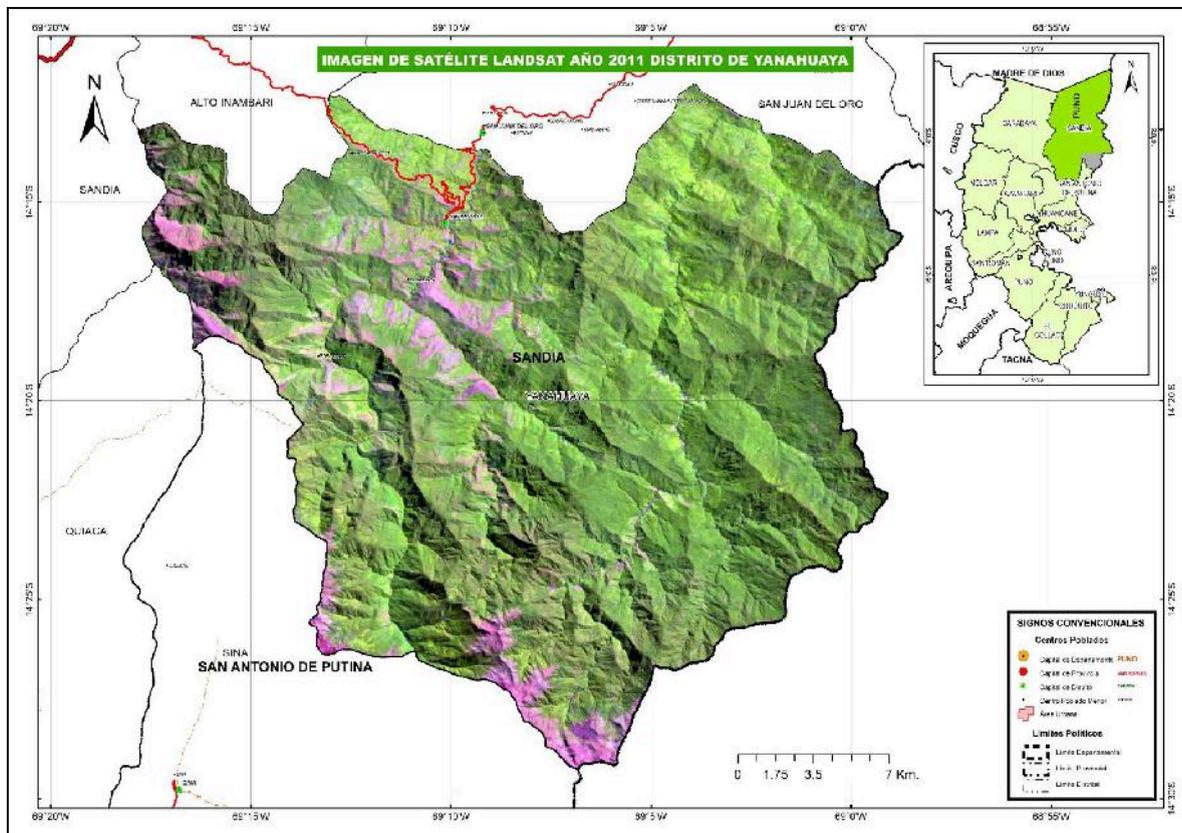
**Figura 14:** Clasificación del bosque año 2021, distrito de San Juan del Oro.

Fuente: Imágenes satelitales de los servidores de datos de almacenamiento del LandSat 8, 5 y 7.

Según Figura 14 muestra la clasificación del bosque en el año 2021 del distrito de San Juan del Oro, con diferentes tipos de uso de la tierra representados en colores. Verde para bosques, amarillo para formaciones naturales no forestales, naranja para áreas agrícolas, rosado para áreas sin vegetación y azul para cuerpos de agua. Las áreas naturales, las áreas agrícolas y las áreas urbanas se distinguen claramente. Las fronteras de la región y las ubicaciones de las principales ciudades y pueblos también están marcadas. Un mapa más pequeño en la esquina inferior izquierda muestra la ubicación de Madre de Dios dentro del contexto del departamento de Puno. La orientación norte y

una barra de escala proporcionan información adicional sobre la dirección y el tamaño relativo de la región.

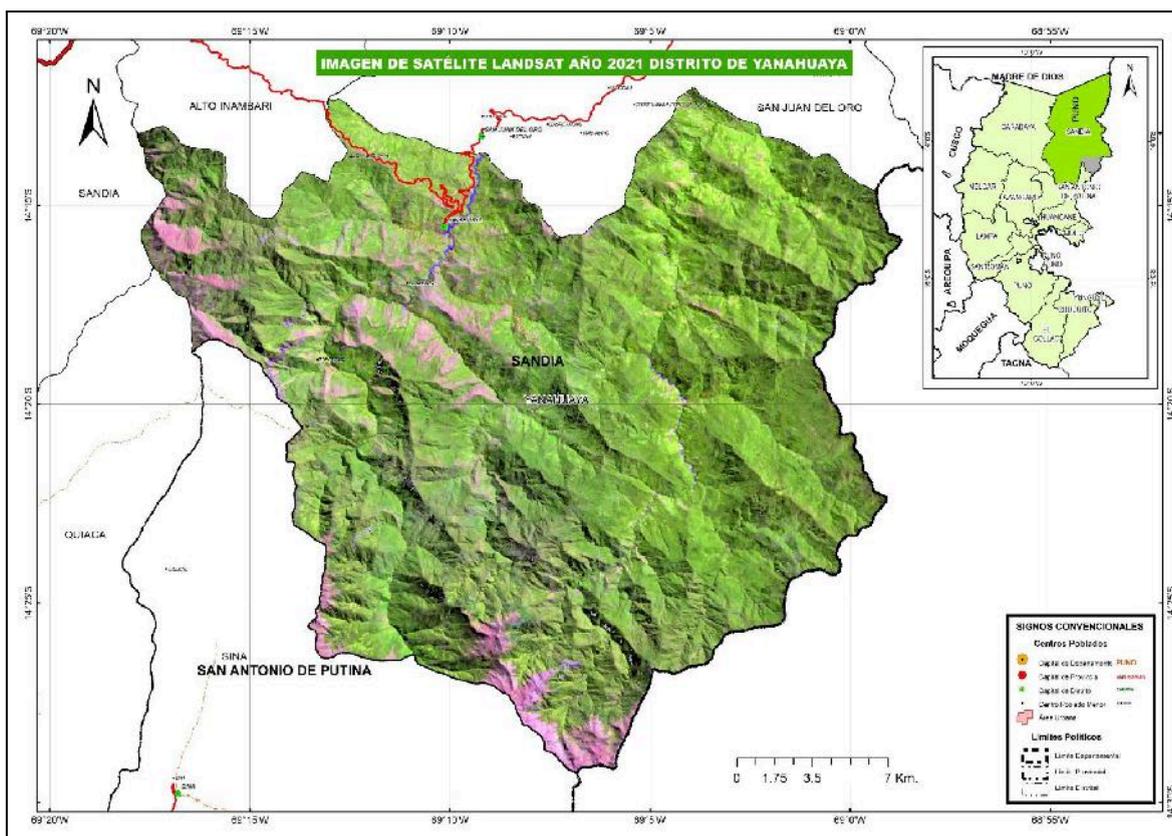
#### 4.1.1.3. Distrito de Yanahuaya



**Figura 15:** Imagen de satélite Landsat año 2011, distrito de Yanahuaya.

Fuente: Imágenes satelitales de los servidores de datos de almacenamiento del LandSat 8, 5 y 7.

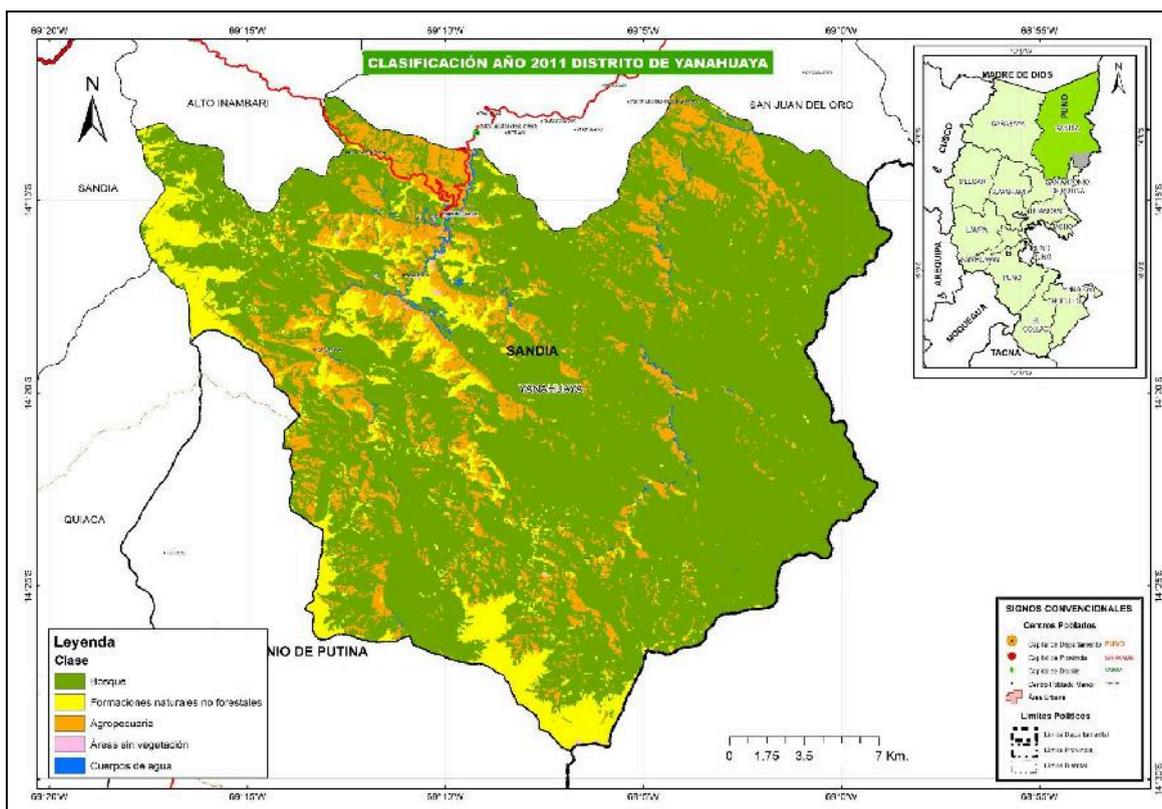
En la Figura 15 se puede ver la imagen de satélite Landsat año 2011 del distrito de San Juan del Oro. El mapa muestra áreas forestadas (en verde) y no forestadas (en blanco). El mapa tiene una escala de 1:250,000 y muestra carreteras, ríos y ciudades. Asimismo hay un pequeño mapa en la esquina inferior izquierda que muestra la ubicación del distrito dentro del departamento de Puno.



**Figura 16:** Imagen de satélite Landsat año 2021 distrito de Yanahuaya.

Fuente: Imágenes satelitales de los servidores de datos de almacenamiento del LandSat 8, 5 y 7.

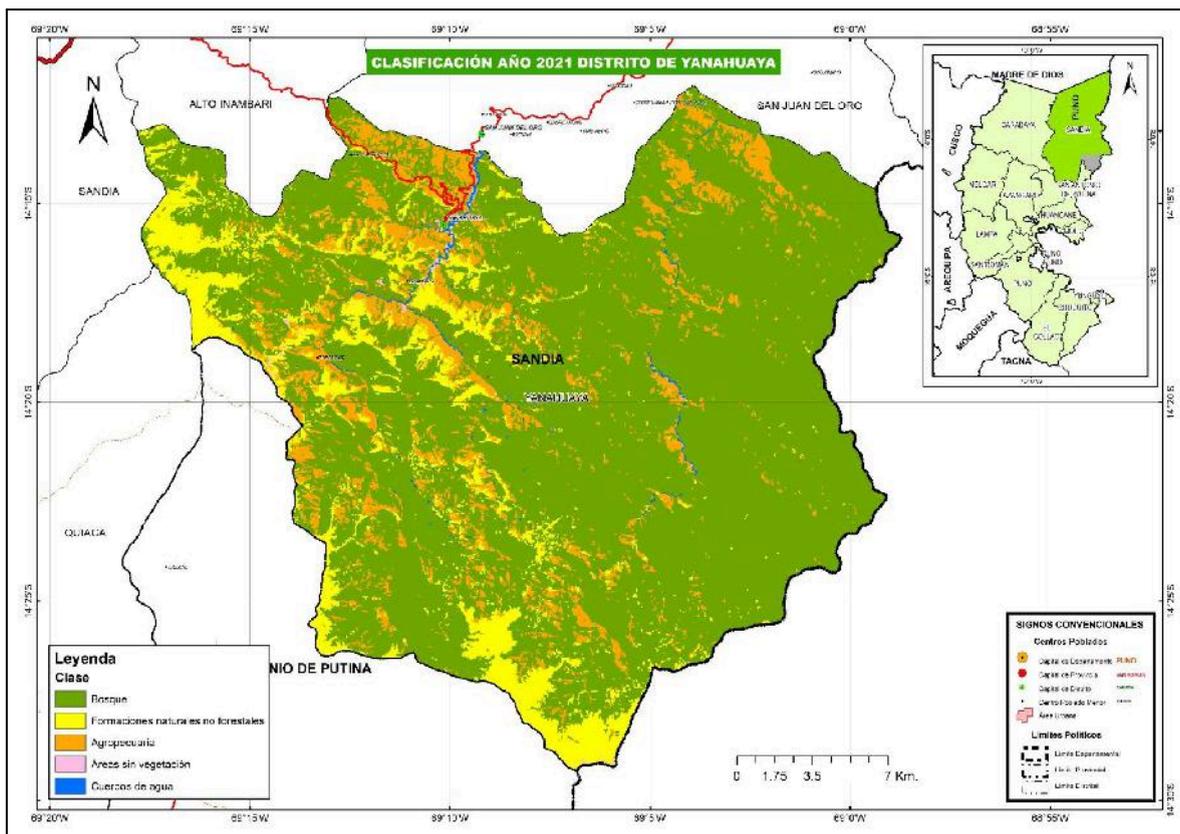
En la Figura 16 se puede ver la imagen de satélite Landsat año 2021 del distrito de Yanahuaya. El mapa muestra áreas forestadas (en verde) y no forestadas (en blanco). El mapa tiene una escala de 1:250,000 y muestra carreteras, ríos y ciudades. Asimismo hay un pequeño mapa en la esquina inferior izquierda que muestra la ubicación del distrito dentro del departamento de Puno.



**Figura 17:** Clasificación del bosque año 2011, distrito de Yanahuaya.

Fuente: Imágenes satelitales de los servidores de datos de almacenamiento del LandSat 8, 5 y 7.

Según Figura 17 muestra la clasificación del bosque en el año 2011 del distrito de Yanahuaya, con diferentes tipos de uso de la tierra representados en colores. Verde para bosques, amarillo para formaciones naturales no forestales, naranja para áreas agrícolas, rosado para áreas sin vegetación y azul para cuerpos de agua. Las áreas naturales, las áreas agrícolas y las áreas urbanas se distinguen claramente. Las fronteras de la región y las ubicaciones de las principales ciudades y pueblos también están marcadas. Un mapa más pequeño en la esquina inferior izquierda muestra la ubicación del distrito dentro del departamento de Puno. La orientación norte y una barra de escala proporcionan información adicional sobre la dirección y el tamaño relativo de la región.



**Figura 18:** Clasificación del bosque año 2021 distrito de Yanahuaya.

Fuente: Imágenes satelitales de los servidores de datos de almacenamiento del LandSat 8, 5 y 7.

Según Figura 18 muestra la clasificación del bosque en el año 2021 del distrito de Yanahuaya, con diferentes tipos de uso de la tierra representados en colores. Verde para bosques, amarillo para formaciones naturales no forestales, naranja para áreas agrícolas, rosado para áreas sin vegetación y azul para cuerpos de agua. Las áreas naturales, las áreas agrícolas y las áreas urbanas se distinguen claramente. Las fronteras de la región y las ubicaciones de las principales ciudades y pueblos también están marcadas. Un mapa más pequeño en la esquina inferior izquierda muestra la ubicación del Distrito dentro del departamento de Puno. La orientación norte y una barra de escala proporcionan información adicional sobre la dirección y el tamaño relativo de la región.

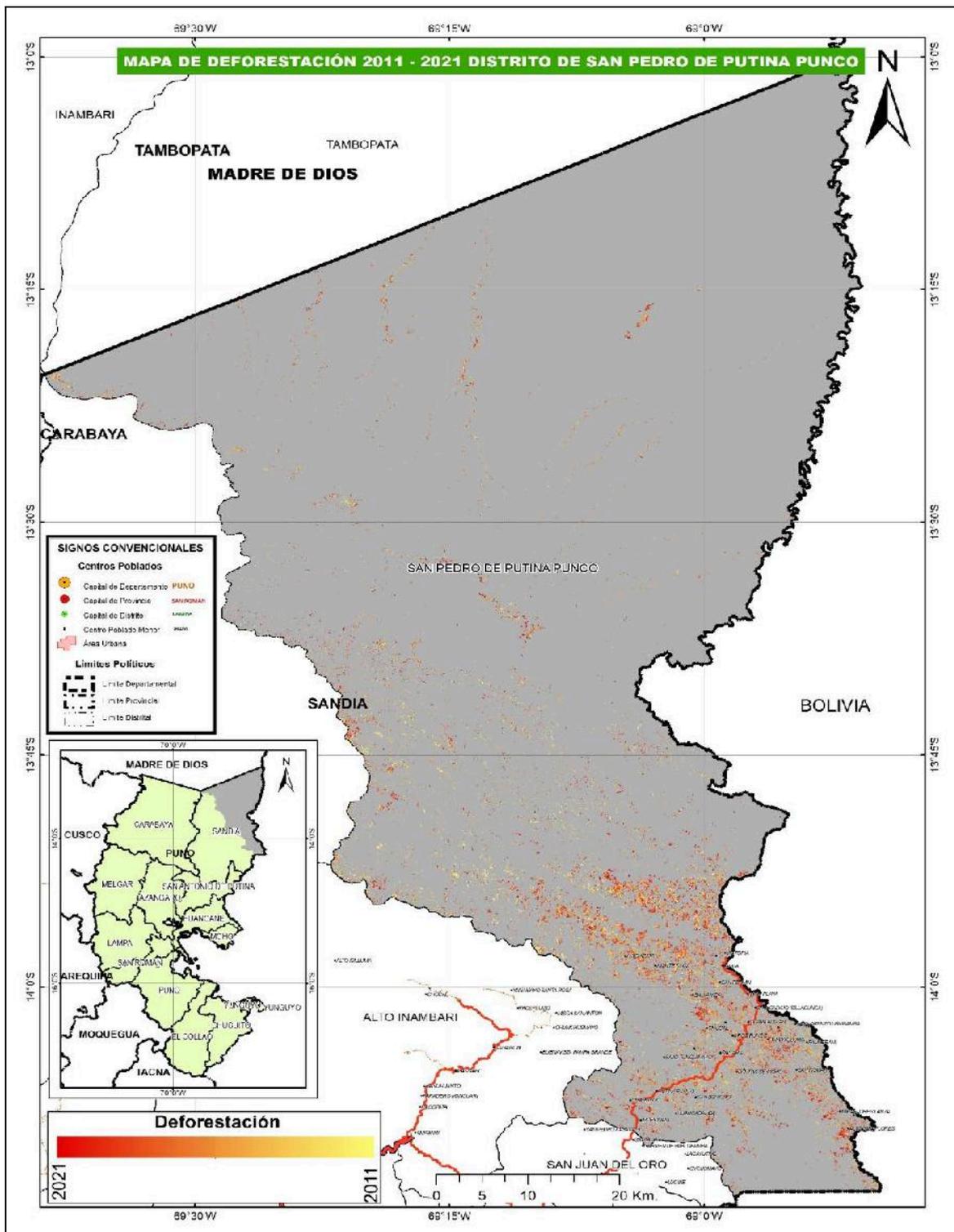
#### 4.1.2. Según el objetivo específico 02

“Cuantificar el área de la deforestación de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021”. Los resultados fueron los siguientes.

##### 4.1.2.1. Distrito de San Pedro de Putina Punco

**Tabla 01:** Área de deforestación del distrito de San Pedro de Putina Punco año 2011 - 2021.

AÑO	Área (Km <sup>2</sup> )
2011	16,3846293
2012	13,8672829
2013	9,58811047
2014	15,4057994
2015	10,7785849
2016	9,70271599
2017	14,1744393
2018	14,2694994
2019	17,1018802
2020	17,5991958
2021	17,3380082



**Figura 19:** Mapa de deforestación 2011 - 2021 distrito de San Pedro de Putina Punco.

Fuente: Imágenes satelitales de los servidores de datos de almacenamiento del LandSat 8, 5 y 7.

Según Tabla 01 y Figura 19 representan la cantidad de deforestación en kilómetros cuadrados ( $\text{km}^2$ ) en el distrito de San Pedro de Putina Punco para cada año desde 2011 hasta 2021. Estos números reflejan los cambios en la extensión de bosques en la región a lo largo de ese período de tiempo. Se observa una variabilidad en la cantidad de deforestación a lo largo de estos años, con fluctuaciones tanto en los valores más altos como en los más bajos. En particular, se destaca que los años 2019, 2020 y 2021 registraron niveles significativamente altos de deforestación, alcanzando aproximadamente  $17.10 \text{ km}^2$ ,  $17.60 \text{ km}^2$  y  $17.34 \text{ km}^2$ , respectivamente. Estos datos confirman un aumento reciente en la pérdida de cobertura forestal en el distrito de San Pedro de Putina Punco.

Guarda relación con los resultados de Achicanoy et al. (2018) quienes encontraron que las tendencias muestran una clara proyección que las coberturas vegetales disminuyen.

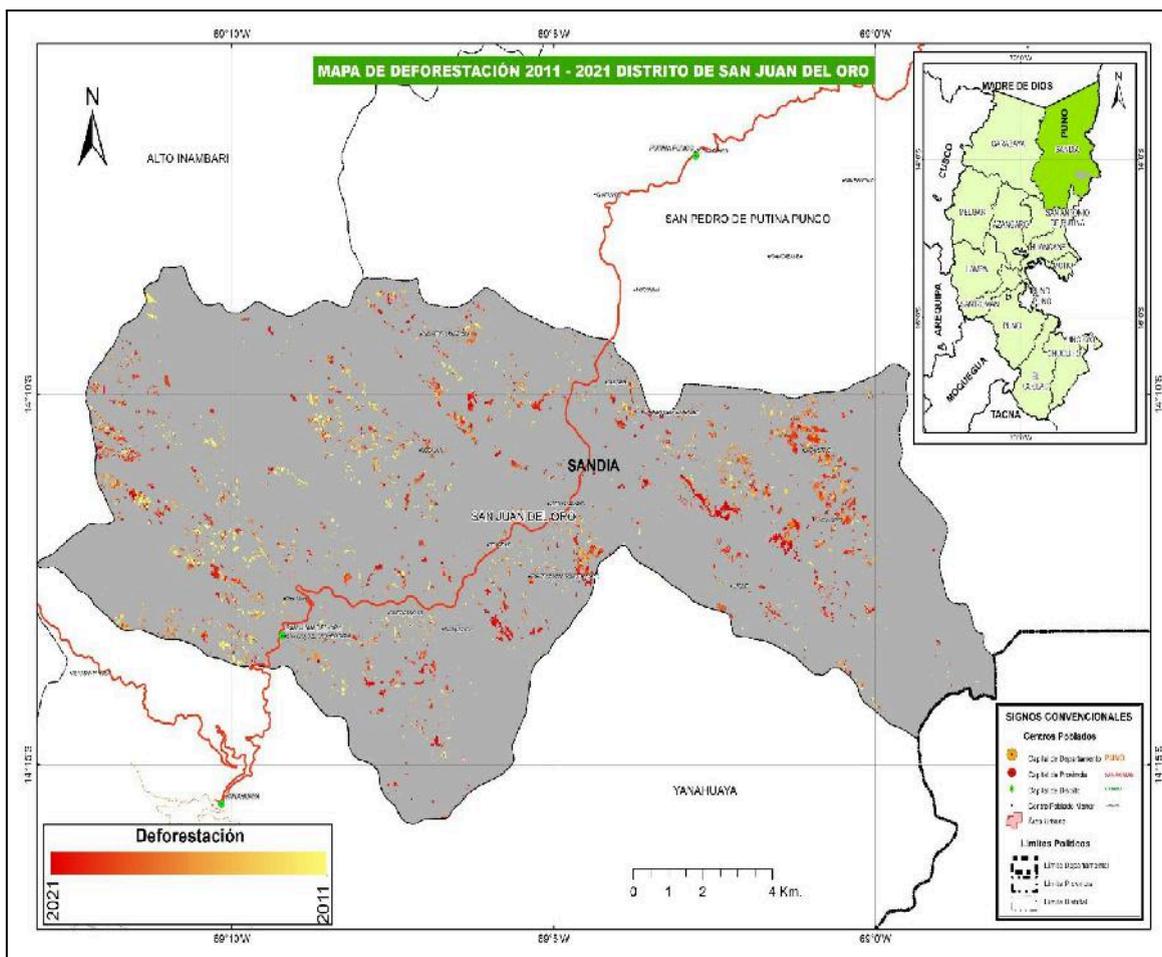
Asimismo, con la investigación de López (2020) quien reportó que a pesar de que este tema carece de fuentes y los procedimientos para medir, quien demostró que la deforestación tiene repercusiones en los bosques, específicamente en las maderas de alta calidad, que se consideró como base para la industria maderera del siglo XX.

Finalmente, Hurtado & Lizarazo (2022) en su estudio reportó que en algunas zonas de la Amazonia colombiana en las cuales existen datos de deforestación oficiales para el periodo 2000 a 2017.

#### 4.1.2.2. Distrito de San Juan del Oro

**Tabla 02:** Área de deforestación del distrito de San Juan del Oro año 2011 - 2021.

AÑO	Área (Km <sup>2</sup> )
2011	1,3615205
2012	0,37717989
2013	0,43985986
2014	0,4500817
2015	0,35291907
2016	0,53207715
2017	0,77843721
2018	0,88289332
2019	1,19440791
2020	1,14732605
2021	1,51896974



**Figura 20:** Mapa de deforestación 2011 - 2021 distrito de San Juan del Oro.

**Fuente:** Imágenes satelitales de los servidores de datos de almacenamiento del LandSat 8, 5 y 7.

Según Tabla 02 y Figura 20 representan la cantidad de área en kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>) afectada por la deforestación en el distrito de San Juan del Oro durante el período de 2011 a 2021. A continuación, se ofrece una breve interpretación de estos datos: Los valores indican la extensión de la deforestación en el distrito de San Juan del Oro a lo largo de los años en estudio. En 2011, se registró una deforestación relativamente baja, afectando aproximadamente 1.36 km<sup>2</sup> de área. A partir de ese año, se observa una variabilidad en la cantidad de área deforestada en los años subsiguientes. En particular, el año 2021 muestra el valor más alto de área deforestada, alcanzando aproximadamente 1.52 km<sup>2</sup>, lo que indica un aumento significativo en la pérdida de cobertura forestal en ese

año. Estos datos reflejan la tendencia de la deforestación en el distrito de San Juan del Oro y destacan la importancia de monitorear y abordar la deforestación para conservar los recursos naturales y mitigar los impactos ambientales asociados con la pérdida de bosques en la región.

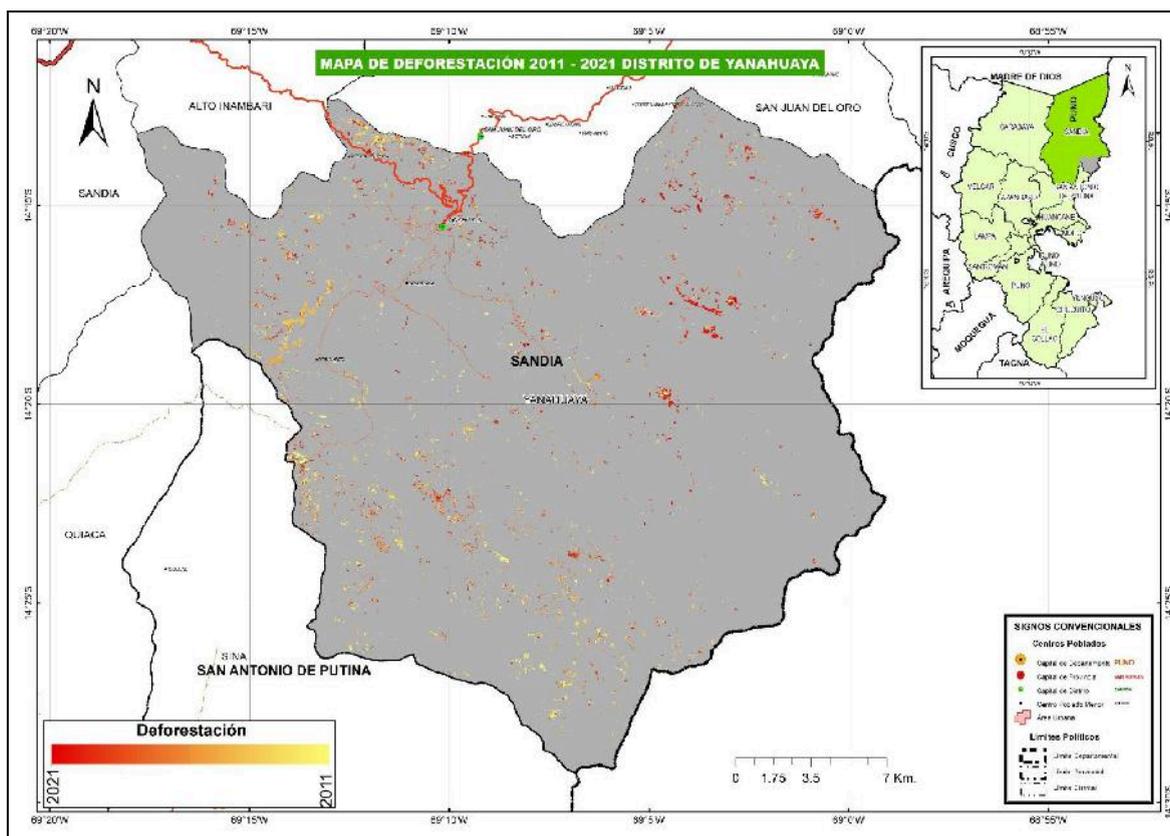
Guarda relación con los resultados de Ramírez (2018) quien reportó que los agricultores han sembrado un promedio de 14,000 has de cacao, para ello han deforestado la misma cantidad de hectáreas de bosque, causando gran impacto negativo al medio ambiente.

Asimismo, Suarez (2018) quien reportó deforestación en mayor porcentaje del bosque natural al 2012 en la comunidad nativa Huantashiri, quedando 31,88% equivalente a 771,55 ha de bosques naturales, y en la comunidad nativa de Pitocuna la pérdida de bosque fue menor, quedando un 37,49% de bosques que representa 1121,38 ha.

#### 4.1.2.3. Distrito de Yanahuaya

**Tabla 03:** Área de deforestación del distrito de Yanahuaya año 2011 - 2021.

AÑO	Área (Km <sup>2</sup> )
2011	16,3846293
2012	13,8672829
2013	9,58811047
2014	15,4057994
2015	10,7785849
2016	9,70271599
2017	14,1744393
2018	14,2694994
2019	17,1018802
2020	17,5991958
2021	17,3380082



**Figura 21:** Mapa de deforestación 2011 - 2021 distrito de Yanahuaya.

**Fuente:** Imágenes satelitales de los servidores de datos de almacenamiento del LandSat 8, 5 y 7.

Según Tabla 03 y Figura 21 representan la cantidad de área en kilómetros cuadrados ( $\text{km}^2$ ) afectada por la deforestación en el distrito de San Pedro de Putina Punco durante el período de 2011 a 2021. A través de la interpretación de estos datos, se puede observar lo siguiente: Durante el período de estudio, el distrito de San Pedro de Putina Punco experimentó cambios en la extensión de la deforestación, con fluctuaciones tanto en los valores más altos como en los más bajos. En 2011, se registró una deforestación de aproximadamente  $16.38 \text{ km}^2$ , indicando una pérdida significativa de la cobertura forestal en ese año. A lo largo de los años siguientes, se observaron disminuciones en la deforestación, como en 2012, 2013 y 2015, donde los valores disminuyeron a niveles relativamente bajos. Sin embargo, en 2019, se produjo un aumento sustancial en la deforestación, llegando alrededor de  $17.10 \text{ km}^2$ , y esta tendencia al alza continuó en 2020

y 2021, con valores cercanos a 17.60 km<sup>2</sup> y 17.34 km<sup>2</sup>, respectivamente. Estos tres años marcaron niveles particularmente altos de pérdida de cobertura forestal. Estos datos destacan la variabilidad en la deforestación en San Pedro de Putina Punco a lo largo de una década, con una preocupante tendencia al aumento en los últimos años. Estos resultados resaltan la importancia de abordar y monitorear la deforestación para preservar los valiosos recursos naturales y la biodiversidad en la región.

Guarda relación con los resultados de Zamora (2020) en su estudio reportó que la concesión para conservación Bosques de Angaiza en el periodo 2014 al 2017 registró 43,45 ha de superficie deforestada, con una tasa de deforestación de 0,18 % equivalente a 14,48 ha/año.

Asimismo, con la investigación de Cierro et al. (2021) quienes reportaron que para el periodo 2005 al 2020 se deforestaron 35 112,24 ha, con una tasa de deforestación de un 3,08 %/año. Asimismo que la tasa de deforestación más alta entre el 2005 y 2020 fue durante el periodo 2013-2020 con un 2.63 %/año, debido a que en ese periodo se incrementó la actividad agrícola, durante el periodo 2005-2013 fue menor con una tasa de un 0,84 %/año.

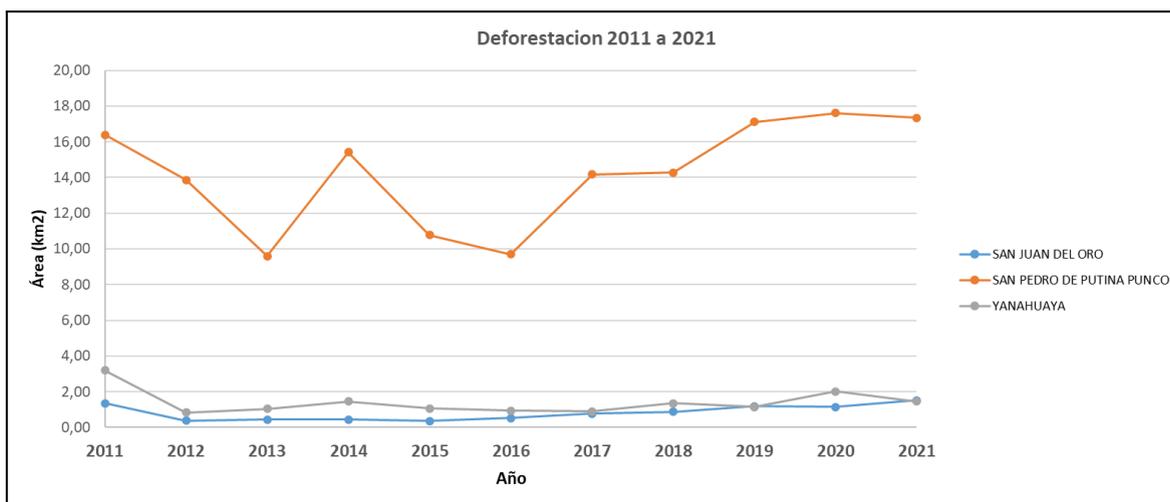
Finalmente, con el estudio de Santamaria (2021) quien determinó con un nivel de significancia menor a 0.05, la deforestación incidió en la pérdida de biodiversidad en el bosque húmedo, resaltando la quema forestal, la implementación de cultivos agrícolas.

#### 4.1.3. Según el objetivo general

“Determinar la deforestación de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandía - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021”. Los resultados fueron los siguientes.

**Tabla 04:** Área de deforestación en los distritos San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya.

AÑO	DISTRITOS		
	SAN JUAN DEL ORO (km <sup>2</sup> )	SAN PEDRO DE PUTINA (PUNCO km <sup>2</sup> )	YANAHUAYA (km <sup>2</sup> )
2011	1,361520502	16,38462929	3,193265731
2012	0,377179891	13,8672829	0,828109817
2013	0,439859861	9,588110466	1,037548412
2014	0,450081704	15,40579938	1,461942651
2015	0,352919066	10,77858488	1,063952902
2016	0,532077147	9,702715993	0,935805715
2017	0,77843721	14,17443934	0,903702976
2018	0,882893323	14,26949939	1,347896549
2019	1,194407907	17,10188022	1,141759466
2020	1,147326048	17,59919581	2,022669744
2021	1,518969736	17,33800824	1,456519199



**Figura 22:** Evolución de la deforestación 2011 - 2021 en los distritos San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya.

Fuente: Imágenes satelitales de los servidores de datos de almacenamiento del LandSat 8, 5 y 7.

Según Tabla 04 y Figura 22 representa la deforestación en kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>) en los distritos de San Juan del Oro, San Pedro de Putina Punco y Yanahuaya en los años 2011 a 2021:

- San Juan del Oro: La deforestación en este distrito ha sido relativamente baja a lo largo de los años, con algunas fluctuaciones, pero en general, se ha mantenido por debajo de 2 km<sup>2</sup>. En 2021, hubo un aumento leve en la deforestación, alcanzando aproximadamente 1.52 km<sup>2</sup>.
- San Pedro de Putina Punco: Este distrito ha experimentado niveles significativamente más altos de deforestación en comparación con San Juan del Oro. La deforestación varió durante los años, con aumentos notables en 2019, 2020 y 2021, llegando alrededor de 17.10 km<sup>2</sup>, 17.60 km<sup>2</sup> y 17.34 km<sup>2</sup>, respectivamente.
- Yanahuaya: La deforestación en Yanahuaya ha sido generalmente baja, con valores inferiores a 2.5 km<sup>2</sup> durante todo el período. En 2020, se observó un aumento significativo en la deforestación, alcanzando aproximadamente 2.02 km<sup>2</sup>.

Estos datos indican que San Pedro de Putina Punco ha experimentado los niveles más altos de deforestación en la región, mientras que San Juan del Oro y Yanahuaya han mantenido niveles relativamente bajos en comparación.

## 4.2. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

### HIPÓTESIS GENERAL:

“La deforestación ha experimentado un aumento significativo de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021”.

#### 1. Se formulan las hipótesis nula y alternativa.

**Hipótesis Nula (H0):** No hay un aumento significativo en la deforestación de los bosques en los distritos mencionados durante el período de 2011 al 2021.

**Hipótesis Alternativa (H1):** Hay un aumento significativo en la deforestación de los bosques en los distritos mencionados durante el período de 2011 al 2021.

#### 2. Regla de decisión

Si Valor  $p > 0.05$ , se acepta la Hipótesis Nula (H0)

Si Valor  $p < 0.05$ , se rechaza la Hipótesis Nula (H0) y se acepta H1.

**La ecuación de regresión es:**

$$DEFORESTACIÓN = -841,3 + 0,4255 \text{ Año}$$

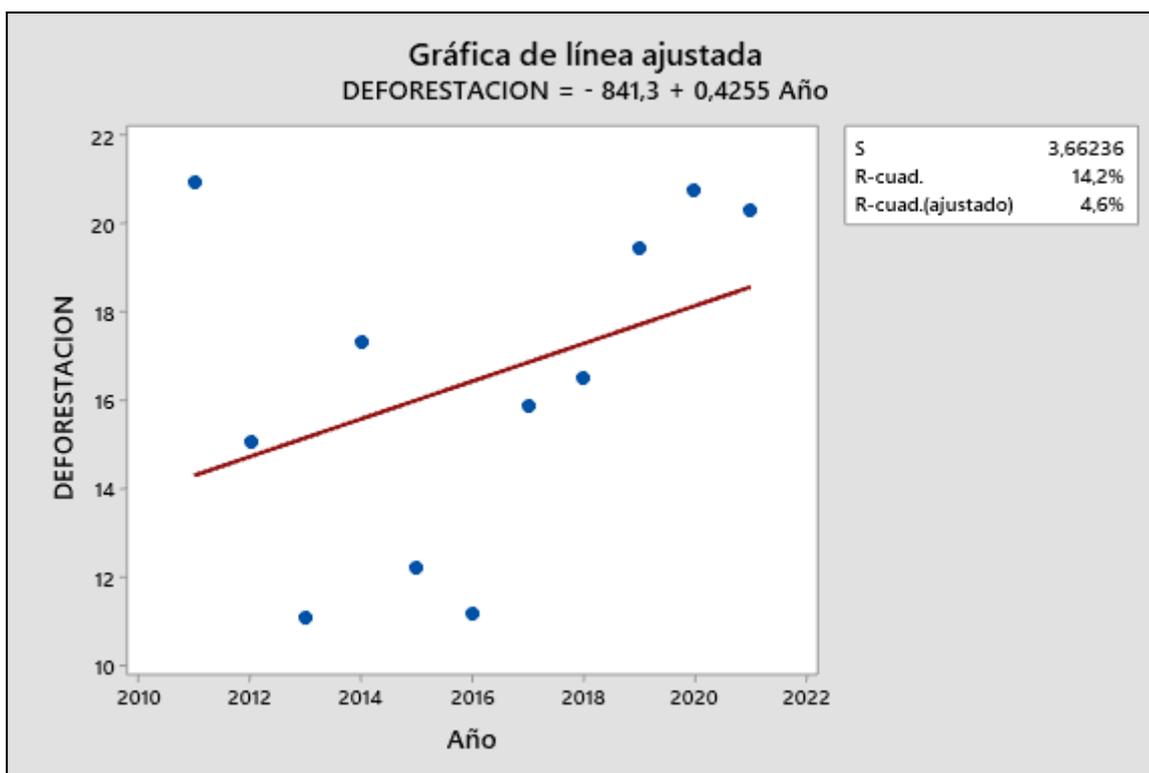
Esta ecuación de regresión lineal sugiere que, según el modelo, la deforestación tiende a aumentar con el tiempo, con un incremento de alrededor de 0.4255 unidades por cada año adicional.

**Tabla 05:** Análisis de varianza.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Regresión	1	19,912	19,9117	1,48	0,002
Error	9	120,716	13,4129		
Total	10	140,627			

Fuente: Minitab (2019).

Según la Tabla 05 proporciona información sobre la significancia estadística del modelo de regresión aplicado. La suma de cuadrados (SC) de la regresión es 19.912, lo que significa que estas variables explican una cantidad significativa de la variabilidad en la variable de respuesta. La fila "Error" representa la variación no explicada en el modelo, lo que incluye el efecto del azar y otros factores no considerados. En este caso, el valor "F" de 1.48 y el valor "P" de 0.002 indican que la regresión es estadísticamente significativa, lo que significa que el modelo tiene un efecto significativo en la variable de respuesta analizada. Esto respalda la idea de que las variables predictoras incluidas en el modelo tienen un impacto significativo en la variable de respuesta. Por lo tanto, el modelo de regresión es útil para comprender y predecir la relación entre estas variables en el contexto de tu análisis.



**Figura 23:** Gráfica de línea ajustada de la deforestación.

**Fuente:** Minitab (2019).

Según la figura 23 muestra la relación entre el “Año” (eje x) y la “DEFORESTACIÓN” (eje y). Los datos se representan como círculos azules y la línea de mejor ajuste es roja. La ecuación de la línea de mejor ajuste es “DEFORESTACIÓN = - 841,3 + 0,4255 Año”, lo que significa que la deforestación aumenta significativamente con el año. Sin embargo, el valor R cuadrado es del 14,2% y el valor R cuadrado ajustado es del 4,6% indica la variabilidad en los datos.

### 3. Decisión

Con base en los resultados de la Tabla 05 y Figura 23, se puede concluir que la hipótesis alternativa (H1) es aceptada, ya que el valor p asociado al modelo de regresión es igual a 0.002, que es significativamente menor que el nivel de significancia utilizado de 0.05. Esta aceptación de la hipótesis alternativa sugiere de manera sólida que existe un aumento significativo en la deforestación de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina

Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia, en la región de Puno, durante el período de 2011 al 2021.

Es decir, los resultados respaldan la idea de que a medida que pasa el tiempo (representado por el año), la deforestación en los distritos antes mencionados ha experimentado un aumento sustancial y estadísticamente significativo. Esto tiene implicaciones importantes para la conservación de los recursos forestales y puede requerir medidas de mitigación y políticas de manejo ambiental más efectivas en esta área geográfica específica. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para abordar la problemática de la deforestación en la zona de estudio y tomar decisiones informadas para su preservación y sostenibilidad a futuro.

#### **HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:**

**Es factible clasificar la cobertura de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021.**

Después de ejecutar la investigación y analizar exhaustivamente las imágenes satelitales y los datos correspondientes, se confirma con confianza que es factible clasificar la cobertura de los bosques en los distritos mencionados durante el período de estudio. Los resultados de nuestro análisis geoespacial y la aplicación de técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes han demostrado que es posible lograr una clasificación precisa de la cobertura forestal en esta región. Este enfoque proporciona una herramienta valiosa para la evaluación y monitoreo continuo de los recursos forestales en el área.

**Es posible calcular el área de la deforestación de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021.**

Después de llevar a cabo la investigación y aplicar metodologías precisas de análisis de imágenes satelitales, se confirma que es completamente posible calcular el área de la

deforestación de los bosques en los distritos de estudio durante el período mencionado. Los resultados revelan el alcance y la magnitud de la deforestación en la región, permitiendo una evaluación detallada de los cambios en la cobertura forestal a lo largo de los años. Esta información es esencial para comprender la dinámica de la deforestación y apoyar la toma de decisiones en la gestión sostenible de los recursos naturales en estos distritos.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA.** Se determinó un aumento significativo en la deforestación de los bosques en los distritos de San Juan del Oro, San Pedro de Putina Punco y Yanahuaya, ubicados en la Provincia de Sandia - Puno, durante el periodo comprendido entre 2011 y 2021. Esta tendencia se describe mediante la ecuación:  $DEFORRESTACIÓN = - 841,3 + (0,4255)$  (Año), la cual cuenta con respaldo estadístico, evidenciado por un valor p asociado al modelo de regresión de 0.002. Este valor es inferior al nivel de significancia establecido de 0.05, indicando así la significancia del modelo en el análisis de la deforestación. En total, se registró una deforestación acumulativa de 180,63 km<sup>2</sup> en los mencionados distritos.

**SEGUNDA.** Se clasificó la cobertura forestal en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya en la Provincia de Sandia, Puno, utilizando imágenes satelitales del período 2011 a 2021, determinando cinco rampas: verde para bosques, amarillo para formaciones naturales no forestales, naranja para áreas agrícolas, rosado para áreas sin vegetación y azul para cuerpos de agua, lo que ha contribuido como valiosa información sobre la dinámica de los bosques.

**TERCERA.** Se calculó el área deforestada en los distritos de San Pedro de Putina Punco, con una extensión de 156,21 km<sup>2</sup>; San Juan del Oro, abarcando 9,04 km<sup>2</sup>; y Yanahuaya, con 15,39 km<sup>2</sup>, todos ubicados en la Provincia de Sandia, Puno. Este análisis abarcó el período comprendido entre 2011 y 2021, sumando un total de 180,63 km<sup>2</sup> de deforestación. Estos resultados han puesto de manifiesto una situación alarmante.

## RECOMENDACIONES

**PRIMERA.** Como medida crucial, se insta a las autoridades locales, regionales y nacionales, en estrecha colaboración con el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), a desarrollar y poner en marcha políticas concretas de gestión forestal sostenible y programas de conservación específicos para los distritos de San Juan del Oro, San Pedro de Putina Punco y Yanahuaya. Esta iniciativa debe enfocarse en la promoción de prácticas agrícolas y forestales sostenibles, así como en la implementación de programas de educación ambiental destinados a las comunidades locales.

**SEGUNDA.** Con base en los resultados de la clasificación de cobertura forestal en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya, es crucial implementar un monitoreo continuo mediante imágenes satelitales actualizadas. Esto posibilitará la detección en tiempo real de cambios en la cobertura forestal, identificando áreas críticas de deforestación. Se recomienda realizar investigaciones adicionales para entender las causas subyacentes de la deforestación en estas zonas.

**TERCERA.** Dada la alarmante deforestación en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya, se insta a una acción inmediata. La colaboración urgente entre entidades como el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), autoridades locales, regionales y comunidades es esencial para implementar estrategias de conservación y manejo sostenible de los bosques. Esto resultará

fundamental para revertir la tendencia preocupante y salvaguardar la biodiversidad en la Provincia de Sandia, Puno.

## BIBLIOGRAFÍA

- Achicanoy, J. A., Rojas-Robles, R., & Sánchez, J. E. (2018). Análisis y proyección de las coberturas vegetales mediante el uso de sensores remotos y Sistemas de Información Geográfica en la localidad de Suba, Bogotá-Colombia. *Gestión y Ambiente*, 21(1), Article 1. <https://doi.org/10.15446/ga.v21n1.68285>
- Ancín, M. (2019). Qué es la resolución y la compresión. *Helloprint | Blog*. <https://www.helloprint.es/blog/que-es-resolucion-y-compresion/>
- Angelsen, A., & Kaimowitz, D. (Eds.). (2001). *Agricultural technologies and tropical deforestation*. CABI Pub. in association with Center for International Forestry Research.
- Arnold, T. (2008). *Conceptos de tecnología*. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica.
- Axess Networks. (2022). *Las imágenes satelitales y sus aplicaciones en la vida cotidiana*. <https://axessnet.com/las-imagenes-satelitales-y-sus-aplicaciones-en-la-vida-cotidiana/>
- Cierto, L. E. O., Trinidad, M. Á. Q., Aliaga, W. C. L., Quintana, E. D., Escalante, C. A., & Cierto, J. D. O. (2021). Simulación geoespacial y temporal de la deforestación en el distrito de Nueva Requena, Ucayali. *Alpha Centauri*, 2(4), Article 4. <https://doi.org/10.47422/ac.v2i4.66>
- CIGMOF. (2016). *Definición de Bosque*. <https://sigmof.icf.gob.hn/downloads/Protocolo-1.-Definicion-de-Bosque.pdf>
- Condoy, G., & Silva, S. D. (2006). *Análisis de la deforestación en la Provincia de Zamora Chinchipe, en Base a la Interpretación de Imágenes Satelitales* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Loja.]. [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5186/1/AN%c3%81LISIS%20Y%20TENDENCIA%20DE%20LA%20DEFORESTACI%c3%93N%20DE%20LA%](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5186/1/AN%c3%81LISIS%20Y%20TENDENCIA%20DE%20LA%20DEFORESTACI%c3%93N%20DE%20LA%20)

20PROVINCIA%20%20DE%20ZAMORA%20CHINCHIPE.pdf

EOS DATA. (2021). *NDVI: Índice De Vegetación De Diferencia Normalizada*.

<https://eos.com/es/make-an-analysis/ndvi/>

FAO. (2001). *LOS FACTORES DE LA DEFORESTACIÓN Y DE LA DEGRADACIÓN DE LOS BOSQUES*.

García, M. E. (2016). La deforestación: Una práctica que agota nuestra biodiversidad.

*Producción + Limpia*, 11(2), 161-168.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5912349>

Global Green Institute y die. (2015). *Interpretación de la dinámica de la deforestación en el Perú y lecciones aprendidas para reducirla*.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1268953/Interpretacion-de-la-dinamica-de-la-deforestacion-en-el-Peru-y-lecciones-aprendidas-para-reducirla-1.pdf>

Gonzales, R. C., & Woods, R. E. (2002). *Digital Image Processing* (2.<sup>a</sup> ed.). Prentice Hall.

Hurtado, J. L., & Lizarazo, I. (2022). Nuevo índice espectro-temporal para la detección de pérdida forestal en áreas de bosque tropical. Caso de estudio Amazonia colombiana.

*Revista Cartográfica*, 104, Article 104.

<https://doi.org/10.35424/rcarto.i104.1096>

Instituto Geográfico Nacional. (s. f.). *Teledeteccion*.

<https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/OBS-Teledeteccion.pdf>

JARS. (1993). *Remote Sensing Note*. Japan Association on Remote Sensing. Available.

[http://www.jars1974.net/pdf/rsnote\\_e.html](http://www.jars1974.net/pdf/rsnote_e.html)

López, M. (2020). El hacha decimonónica: El avance silencioso de la deforestación en

Costa Rica entre 1821-1900. *Revista Rupturas*, 10(2), 47-67.

<https://www.scielo.sa.cr/pdf/rup/v10n2/2215-2989-rup-10-02-47.pdf>

Loza, A., & Taype, I. (2021). Análisis multitemporal de asociaciones vegetales y cambios de uso del suelo en una localidad altoandina, Puno-Perú. *Uniciencia*, 35(2), 27-45.

<https://dx.doi.org/10.15359/ru.35-2.3>

Marquez, A. H., & Rojas, C. A. (2017). *Implementación de un algoritmo para el procesamiento de imágenes satelitales que discrimine zonas urbanas de zonas rurales* [Tesis, Universidad de Ciencias y Humanidades].

[https://repositorio.uch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12872/135/Marquez\\_HC\\_Rojas\\_AL\\_TIEL\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12872/135/Marquez_HC_Rojas_AL_TIEL_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ministerio del Ambiente. (2009). *Mapa de Deforestación de la Amazonía Peruana – 2000. Lima: PROCLIM - Programa de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para manejar el impacto del Cambio Climático y la Contaminación del Aire.*

<http://biam.minam.gob.pe/novedades/mapadeforestacionamazonia2000.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2014). *Cuantificación de la cobertura de bosque y cambio de bosque a no bosque de la Amazonía Peruana. Período 2009-2010- 2011.*

<https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/916?show=full>

Ministerio del Ambiente. (2016). *Estrategia Nacional sobre Bosques y Cambio Climático. Lima: Ministerio del Ambiente/ Programa Nacional de Conservación de Bosques –PNCB.*

[http://www.bosques.gob.pe/archivo/ff3f54\\_ESTRATEGIACAMBIOCLIMATICO2016\\_ok.pdf](http://www.bosques.gob.pe/archivo/ff3f54_ESTRATEGIACAMBIOCLIMATICO2016_ok.pdf)

Minitab, L. (2019). *Minitab*. <https://www.minitab.com>

Müller, R., Pacheco, P., & Montero, J. C. (2014). *El contexto de la deforestación y degradación de los bosques en Bolivia.*

[https://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/OccPapers/OP-100.pdf](https://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-100.pdf)

Ramírez, J. M. (2018). *Impacto causado por la deforestación del ecosistema bosque a consecuencia de la siembra de cacao (theobroma cacao l.), en la provincia de Padre Abad—Región Ucayali.* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Ucayali].

<http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3878/00000150TM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ramos, M. E. (2011). *TRATAMIENTOS ESTADÍSTICOS EN IMÁGENES SATÉLITALES*.

<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/15133/EG-1082-Ramos%20Flores%2C%20Mario%20Esteban.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rautner, M., Leggett, M., & Davis, F. (2013). *El Pequeño Libro de las Grandes Causas de la Deforestación, Programa Global Canopy: Oxford*.

[https://forest500.org/sites/default/files/the\\_little\\_book\\_of\\_big\\_deforestation\\_drivers\\_-\\_spanish.pdf](https://forest500.org/sites/default/files/the_little_book_of_big_deforestation_drivers_-_spanish.pdf)

Santamaria, Y. L. (2021). *La deforestación y su incidencia en la pérdida de biodiversidad en el bosque de Neblina Carpish – Huánuco 2019* [Tesis de grado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán].

<https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/6979/PGA00122S25.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Santos, L. W. (2022). *Eficiencia de conservación de las categorías territoriales de la región Puno mediante el análisis de inhibición de deforestación entre los periodos 2001-2020* [Tesis, Universidad Nacional del Altiplano].

[http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/17923/Santos\\_Santos\\_Leonel\\_Willians.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/17923/Santos_Santos_Leonel_Willians.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Smith, J., & Schwartz, J. (2015). *La deforestación en el Perú. Cómo las comunidades indígenas, agencias gubernamentales, organizaciones sin fines de lucro y negocios trabajan juntos para detener la tala de los bosques*.

[http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/la\\_deforestacion\\_en\\_el\\_peru.pdf](http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/la_deforestacion_en_el_peru.pdf)

Suarez, L. A. (2018). *Evaluación de la deforestación utilizando imágenes de satélite Landsat en las comunidades nativas de Pitocuna y Huantashiri – Satipo* [Tesis para optar el Título de Ingeniera en Ciencias Agrarias - Especialidad: Ingeniería]

Forestal, Universidad Nacional del Centro del Perú.  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4881/Suarez%20Bravo%20Leo%2001.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Torres, E. (2016). *Identificación del Area Afectada por Lemna en la Bahía de Puno utilizando procesamiento digital de imágenes*. [Tesis, Universidad Nacional del Altiplano].

<http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6246/EPG801-00801-01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zamora, M. de J. (2020). *Evaluación del nivel de deforestación en la concesión para conservación de Bosques de Angaiza y sector oeste de la ZoCRE Juninguillo Yanayacu, San Martín, Perú* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, Universidad Católica Sedes Sapientiae].

[https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1247/Zamora\\_Milagritos\\_tesis\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1247/Zamora_Milagritos_tesis_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## ANEXOS

**Anexo 01:** Matriz de consistencia

TÍTULO: “ANÁLISIS DE LA DEFORESTACIÓN DE LOS BOSQUES EN LOS DISTRITOS DE SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO, SAN JUAN DEL ORO Y YANAHUAYA DE LA PROVINCIA SANDIA REGIÓN PUNO, UTILIZANDO IMÁGENES SATELITALES DEL 2011 AL 2021”.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b> ¿Cómo es la deforestación de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina PUNCO, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Determinar la deforestación de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina PUNCO, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL:</b> La deforestación ha experimentado un aumento significativo de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina PUNCO, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021.</p>	<p><b>V.I:</b> Bosques.</p> <p><b>V.D:</b> Deforestación.</p>	<p>● Distritos: San Juan del Oro, San Pedro de Putina PUNCO y Yanahuaya.</p> <p>● Deforestación años 2011 al 2021.</p>	<p>● Software Octave para medir el nivel de deforestación.</p> <p>● Imágenes satelitales de los servidores de datos de almacena miento del LandSat 8, 5 y 7.</p> <p>● Base de datos.</p> <p>● Estadísticos Descriptivos</p>	<p>● Análisis Estadístico.</p> <p>● Elaboración de fichas de datos.</p> <p>● <b>Diseño de investigación: no experimental de tipo descriptivo.</b></p> <p>● <b>Población:</b> Superficie de los distritos San Juan</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b> ● ¿Será factible clasificar la cobertura de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina PUNCO, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b> ● Clasificar la cobertura de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina PUNCO, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando</p>	<p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</b> ● Es factible clasificar la cobertura de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina PUNCO, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando</p>				

<p>Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Será posible calcular el área de deforestación de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021?</li> </ul>	<p>imágenes satelitales del 2011 al 2021.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcular el área de la deforestación de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021.</li> </ul>	<p>imágenes satelitales del 2011 al 2021.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es posible calcular el área de la deforestación de los bosques en los distritos de San Pedro de Putina Punco, San Juan del Oro y Yanahuaya de la Provincia de Sandia - Puno, utilizando imágenes satelitales del 2011 al 2021.</li> </ul>		<p>os.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de la Tendencia de los datos.</li> </ul>	<p>del Oro, San Pedro de Putina Punco y Yanahuaya a.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Muestra:</b> Será de tipo censal es decir es igual a la población .</li> </ul>
---	---	--	--	---	---