

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

**“DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE DEFORESTADA A TRAVÉS DE
SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) EN LA RESERVA
NACIONAL DE FLORA Y FAUNA TARIQUÍA, PARA IDENTIFICAR LOS
FACTORES DIRECTOS E INDIRECTOS ENTRE LOS AÑOS 2000 Y 2018”**

POR:

LIDIA FERNANDA ARROYO HOYOS

Tesis de grado presentada a consideración de la **“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”** como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería en Medio Ambiente.

GESTIÓN- 2020
ENTRE RÍOS –TARIJA-BOLIVIA

VºBº

.....
MSc. Ing. Juan J. Leaña Sanabria

DOCENTE GUÍA

.....
M.Sc. Ing. Henry Esnor Valdez Huanca

DECANO

FACULTAD CIENCIAS

AGRÍCOLAS Y FORESTALES

.....
Ing. Juan Oscar Hiza Zúñiga

VICEDECANO

FACULTAD CIENCIAS

AGRÍCOLAS Y FORESTALES

Aprobada Por:

Tribunal:

.....
MSc. Ing. Herlan Baldiviezo Baldiviezo

.....
PhD. Ing. Marco A. Guerrero Hiza

.....
Ing. Gonzalo Condori Vásquez

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del (la) autor (a).

DEDICATORIA

A DIOS, quien inspiró mi espíritu para la realización de este estudio, por darme la vida, concederme salud y la bendición para alcanzar mis metas como persona y como profesional.

A mis queridos padres **Wilber Arroyo Ruiz** y **Elvira Hoyos Medrano** por haber sido instrumentos de Dios para darme la vida, enseñanza, protección y todo lo que soy. A ellos este logro.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme cuidado a lo largo de mi formación profesional y brindarme sabiduría, felicidad, éxitos, logros, y poner en mi camino a grandes personas.

A mis padres y hermanos por haber dedicado gran parte de su vida en forjarme como persona íntegra, confiaron en mí y siempre me apoyaron incondicionalmente, permitiéndome cumplir mis más grandes sueños.

A cada uno de mis familiares y amigos, por su apoyo brindado, por compartir grandes momentos que de una u otra manera están pendientes de mí, a todos por sus consejos y buenos deseos.

Al MSc. Ing. Juan J. Leño Sanabria por su tiempo y dedicación para el desarrollo y culminación de esta tesis que me permitirá obtener el grado de licenciada en Ingeniería en Medio Ambiente, gracias por todo su apoyo y por ser un ejemplo a seguir para mí.

A los docentes miembros del jurado, MSc. Ing. Herlan Baldiviezo Baldiviezo, Ing. Gonzalo Condori Vásquez e PhD. Ing. Marco A. Guerrero Hiza por sus aportes brindados en el desarrollo de la presente investigación.

PENSAMIENTO

El estudio no se mide por el número de páginas leídas en una noche, ni por la cantidad de libros leídos en un semestre. Estudiar no es un acto de consumir ideas sino de crearlas y recrearlas.

Paulo Freire.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

GLOSARIO DE TÉRMINOS

RESUMEN

<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	1
<u>2. JUSTIFICACIÓN</u>	5
<u>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u>	6
<u>4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</u>	7
<u>5. HIPÓTESIS</u>	7
<u>6. OBJETIVOS</u>	7
<u>6.1. Objetivo General</u>	7
<u>6.2. Objetivos Específicos</u>	8
<u>CAPÍTULO I</u>	8
<u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	9
<u>1.1.- MARCO TEÓRICO</u>	9
<u>1.1.1.- La deforestación</u>	9
<u>1.1.2.- Factores determinantes de la deforestación</u>	9
<u>1.1.3.- Consecuencias de la deforestación</u>	10
<u>1.1.4.- Causas de la deforestación</u>	10
<u>1.1.5.- Cambio climático</u>	10
<u>1.1.6.- Causas del cambio climático</u>	11
<u>1.1.7. Las causas naturales del cambio climático son</u>	11
<u>1.1.8. Causas debidas a la actividad humana o antropogénicas</u>	13

<u>1.1.9. Protocolo de Kioto</u>	16
<u>1.1.10.- Servicios Ambientales que ofrecen los bosques</u>	16
<u>1.1.11.- Factores de la conversión de terrenos agrícolas en bosques</u>	17
<u>1.1.12.- Los Sistemas de Información Geográfica (SIG)</u>	18
<u>1.1.13.- Teledetección</u>	18
<u>1.1.14.- Imágenes satelitales</u>	20
<u>1.1.15. Satélite Landsat</u>	20
<u>1.1.16. Landsat 5</u>	20
<u>1.1.17. Análisis de imágenes satelitales</u>	21
<u>1.1.18. El análisis multitemporal</u>	21
<u>1.1.19. Clasificación supervisada</u>	22
<u>1.1.20. Clasificación no supervisada</u>	22
<u>1.2. MARCO CONCEPTUAL</u>	23
<u>1.2.1. Bosque</u>	23
<u>1.2.2. Deforestación</u>	23
<u>1.2.3. Degradación del bosque</u>	23
<u>1.2.4. Cambio climático</u>	23
<u>1.2.5. Radiancia y reflectancia</u>	24
<u>1.2.6. Áreas protegidas</u>	24
<u>1.2.7. Uso del suelo</u>	24
<u>1.2.8. Cobertura vegetal</u>	25
<u>1.3. MARCO LEGAL</u>	26
<u>1.3.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO (CPE)</u>	26
<u>1.3.2. LEY DEL MEDIO AMBIENTE 1333 (27 de abril de 1992)</u>	28

1.3.3. LEY FORESTAL 1700 (12 de julio de 1996)	30
1.3.4. <u>REGLAMENTO GENERAL DE ÁREAS PROTEGIDAS DECRETO SUPREMO 24781 DE 1997</u>	32
1.3.5. <u>DECRETO SUPREMO N° 22277, 2 DE AGOSTO DE 1989</u>	36
<u>EN CONSEJO DE MINISTROS, DECRETA:</u>	36
1.3.6. <u>LEY N° 071 LEY DE 21 DE DICIEMBRE DE 2010</u>	37
<u>LEY DE DERECHOS DE LA MADRE TIERRA</u>	37
<u>CAPÍTULO II</u>	44
<u>METODOLOGÍA Y MATERIALES</u>	44
2.1. <u>Área de estudio</u>	44
2.1.1. <u>Demografía</u>	47
2.1.2. <u>Suelos</u>	50
2.1.3. <u>Vegetación</u>	53
2.1.4. <u>Fisiografía</u>	55
2.1.5. <u>Geología</u>	60
2.1.6. <u>Ecorregiones</u>	62
2.1.7. <u>Clima</u>	62
2.1.8. <u>Precipitación</u>	62
2.1.9. <u>Temperatura</u>	63
2.1.10. <u>Hidrografía</u>	63
2.2. <u>MATERIALES Y EQUIPOS</u>	68
2.3. <u>METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN</u>	68
2.4. <u>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN</u>	69
2.5. <u>TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</u>	70

<u>2.5.1. Técnica documental</u>	70
<u>2.5.2. Técnica de observación remota</u>	70
<u>2.5.3. Técnica de campo</u>	70
<u>2.6. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN</u>	70
<u>2.6.1. Fase de gabinete</u>	70
<u>2.6.2. Fase de campo</u>	71
<u>2.6.3. Fase de post-campo</u>	71
<u>2.7. PROCESO METODOLÓGICO</u>	71
<u>2.7.1. Cartografía base y material satelital</u>	71
<u>2.7.2. Bajado de imágenes satelitales de la página</u>	73
<u>2.7.3. Pre-procesamiento de las imágenes satelitales</u>	78
<u>2.7.4. Corrección geométrica</u>	78
<u>2.7.5. Corrección radiométrica</u>	79
<u>2.7.6. Corrección reflectancia</u>	79
<u>2.7.7. Corrección atmosférica</u>	79
<u>2.8. Procesamiento de las imágenes satelitales</u>	80
<u>2.8.1. Procesamiento digital de imágenes de satélite (georreferenciación, mejoramiento radio métrico)</u>	80
<u>2.8.2. Búsqueda, recopilación y evaluación de datos satelitales:</u>	80
<u>2.8.3. Corrección geométrica o georreferenciación</u>	81
<u>2.8.4. Clasificación supervisada</u>	81
<u>2.8.5. Corte de imágenes para la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquia.</u>	81
<u>2.9. Tasas de cambios y deforestación</u>	88
<u>CAPÍTULO III</u>	89

<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	89
<u>3.1. RESULTADOS</u>	89
<u>3.1.1. Mapas de Cobertura y Usos del Suelo (CUS)</u>	89
<u>3.1.2. Tasas de cambios y deforestación</u>	89
<u>3.1.3. Identificación de factores que se asocian a la deforestación:</u>	121
<u>3.1.4. La transmisión del ganado</u>	121
<u>3.1.5. Componente ganadero</u>	122
<u>3.1.6. Componente agrícola</u>	122
<u>3.1.7. Tala Ilegal Selectiva</u>	123
<u>3.1.8. Incremento del área agrícola</u>	123
<u>CAPÍTULO IV</u>	126
<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	126
<u>4.1. CONCLUSIONES</u>	126
<u>4.2. RECOMENDACIONES</u>	128
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	
<u>ANEXO FOTOGRÁFICO</u>	129

ÍNDICE DE MAPAS

<u>MAPA N° 1.- UBICACIÓN RNFFT</u>	46
<u>MAPA N° 2.- SUELOS</u>	51
<u>MAPA N° 3.- VEGETACIÓN</u>	54
<u>MAPA N° 4.- FISIAGRÁFICO</u>	59
<u>MAPA N° 5.- GEOLÓGICO</u>	61
<u>MAPA N° 6 ZONIFICACIÓN</u>	65
<u>MAPA N° 7.- IMÁGENES SATELITALES UTILIZADAS</u>	74
<u>MAPA N° 8.- IMAGEN SATELITAL DE LA RESERVA NACIONAL DE FLORA Y FAUNA TARIQUIA AÑO 2000</u>	83
<u>MAPA N° 9.- IMAGEN SATELITAL DE LA RESERVA NACIONAL DE FLORA Y FAUNA TARIQUIA AÑO 2005</u>	84
<u>MAPA N° 10.- IMAGEN SATELITAL DE LA RESERVA NACIONAL DE FLORA Y FAUNA TARIQUIA AÑO 2016</u>	85
<u>MAPA N° 11.- IMAGEN SATELITAL DE LA RESERVA NACIONAL DE FLORA Y FAUNA TARIQUIA AÑO 2018</u>	86
<u>MAPA N° 12.- DEFORESTACIÓN AÑO 2000</u>	95
<u>MAPA N° 13.- DEFORESTACIÓN AÑO 2005</u>	98
<u>MAPA N° 14.- DEFORESTACIÓN AÑO 2016</u>	101
<u>MAPA N° 15.- DEFORESTACIÓN AÑO 2018</u>	104
<u>MAPA N° 16.- SUPERFICIE DEFORESTADA AÑO 2000</u>	112
<u>MAPA N° 17.- SUPERFICIE DEFORESTADA AÑO 2018</u>	114

ÍNDICE DE CUADROS

<u>CUADRO N° 1.- COMUNIDADES DENTRO DE LA RNFFT</u>	48
<u>CUADRO N° 2.- CUENCAS DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS FLUVIALES DE LA RNFFT</u>	66
<u>CUADRO N° 3.- SERIE DE IMÁGENES DE SATÉLITE EMPLEADAS.</u>	72
<u>CUADRO N° 4.- CARACTERÍSTICA IMAGEN LANDSAT 5</u>	75
<u>CUADRO N° 5.- CARACTERÍSTICA IMAGEN LANDSAT 8</u>	77
<u>CUADRO N° 6.- COORDENADAS DE PUNTOS DE CONTROL Y VERIFICACIÓN EN LA RNFFT.</u>	87
<u>CUADRO N° 7.- ESTADÍSTICAS GENERALES DE LA DINÁMICA DE CAMBIO EN EL PERIODO COMPLETO 2000-2005-2016-2018.</u>	90
<u>CUADRO N° 8.- SUPERFICIE DE CATEGORÍAS, 2000.</u>	96
<u>CUADRO N° 9.- SUPERFICIE DE CATEGORÍAS, 2005.</u>	99
<u>CUADRO N° 10.- SUPERFICIE DE CATEGORÍAS, 2016.</u>	102
<u>CUADRO N° 11.- SUPERFICIE DE CATEGORÍAS, 2018.</u>	105
<u>CUADRO N° 12.- TASA DE CAMBIO EN PORCENTAJE DE CATEGORÍAS DE LOS AÑOS 2000-2005.</u>	107
<u>CUADRO N° 13.- TASA DE CAMBIO EN PORCENTAJE DE CATEGORÍAS DE LOS AÑOS 2005-2016.</u>	109
<u>CUADRO N° 14.- TASA DE CAMBIO EN PORCENTAJE DE CATEGORÍAS DE LOS AÑOS 2016-2018.</u>	110
<u>CUADRO N° 15.</u>	113
<u>CUADRO N° 16.</u>	115
<u>CUADRO N° 17.- CUADRO DE LA SUPERFICIE DEFORESTADA EN LOS AÑOS 2000 AL 2018</u>	116
<u>CUADRO N° 18.- ESTADÍSTICAS GENERALES DE LA DINÁMICA DE CAMBIO EN EL PERIODO COMPLETO 2000-2018</u>	118
<u>CUADRO N° 19.- CAMBIO EN PORCENTAJE DE CATEGORÍAS DE LOS AÑOS 2000-2018.</u>	120

<u>CUADRO N° 20</u>	122
<u>CUADRO N° 21</u>	123
<u>CUADRO N° 22.- IDENTIFICACIÓN DE EFECTOS DIRECTOS E INDIRECTOS EN LA RNFFT</u>	124

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<u>GRÁFICA N° 1.- MUESTRA LOS PORCENTAJES DE DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE CADA UNA DE LAS CATEGORÍAS DENTRO DE LA RNFFT.</u>	97
<u>GRÁFICA N° 2.- MUESTRA LOS PORCENTAJES DE DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE CADA UNA DE LAS CATEGORÍAS DENTRO DE LA RNFFT.</u>	100
<u>GRÁFICA N° 3.- MUESTRA LOS PORCENTAJES DE DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE CADA UNA DE LAS CATEGORÍAS DENTRO DE LA RNFFT.</u>	103
<u>GRÁFICA N° 4.- MUESTRA LOS PORCENTAJES DE DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE CADA UNA DE LAS CATEGORÍAS DENTRO DE LA RNFFT.</u>	106
<u>GRÁFICA N° 5.- PORCENTAJE DE DISTRIBUCIÓN DE LOS AÑOS 2000-2005.</u>	108
<u>GRÁFICA N° 6.- PORCENTAJE DE DISTRIBUCIÓN DE LOS AÑOS 2005-2016.</u>	110
<u>GRÁFICA N° 7.- PORCENTAJE DE DISTRIBUCIÓN DE LOS AÑOS 2016-2018.</u>	111
<u>GRÁFICA N° 8.- SUPERFICIE DEFORESTADA EN LOS CUATRO AÑOS DENTRO DE LA RNFFT.</u>	117
<u>GRÁFICA N° 9.- PORCENTAJE DE DISTRIBUCIÓN DE LOS AÑOS 2000-2018.</u>	121