

**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES**  
**CARRERA INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE**



**ESTIMACIÓN DE LA CALIDAD Y TIPO DE COBERTURA  
VEGETAL MEDIANTE EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES  
SATELITALES DE LA RESERVA NACIONAL FLORA Y FAUNA  
TARIQUÍA**

**Por: DILMA DOLORES ALVAREZ GARNICA**

Tesis presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN  
MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de  
Licenciatura en Ingeniería en Medio Ambiente.

**Gestión 2021**

**ENTRE RÍOS - TARIJA – BOLIVIA**

El tribunal calificador de 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 mi familia por apoyarme en cada momento de mi vida, en especial a mis padres Policarpio Alvarez Aparicio y Esmelda Garnica Villa.

A mis hermanos y hermanas por su apoyo.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por su presencia en mi vida su gran bondad y amor por ayudarme en momentos de dificultad.

A La Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Por haberme aceptado ser parte de ella y abierto sus puertas para poder estudiar mi carrera.

A Los Docentes De La Carrera de ingeniería en medio ambiente por impartirme sus conocimientos.

A mi docente guía M.Sc. Ing. Juan Jacobo Leño Sanabria, por su apoyo en la presente investigación.

A mi familia, por todo el apoyo brindado.

Un especial agradecimiento al Ing. Edwin López Sanguino, por el apoyo incondicional en todo momento, en cada decisión y en la elaboración de mi tesis, agradecida de todo corazón.

## **PENSAMIENTO**

“En cada paseo por la naturaleza, uno recibe mucho más de lo que anda buscando”

**John Muir.**

## **RESUMEN**

El presente trabajo consiste, en investigar la sanidad vegetal de la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquía, a partir de imágenes satelitales Landsat 8, mediante teledetección. Se realizó el cálculo de índices de vegetación, para tal efecto previamente, se realizó la corrección geométrica, la corrección radiométrica y la corrección de reflectancia, con la corrección atmosférica, para mejorar la calidad de las imágenes satelitales y obtener mejores resultados.

Para el cálculo de los índices de vegetación (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada y el Índice de Vegetación Ajustado al Suelo), se utilizó el software ArcGIS 10.8. Se clasificó el mapa de resultados, en cinco clases que son: nubes y aguas, suelos desnudos, vegetación escasa, vegetación media y vegetación alta.

La caracterización del índice NDVI, que corresponde a la vegetación alta es de 67.41 % esto significa que las plantas, se encuentran medianamente sanas, a muy sanas con una vegetación media con 32.58% se encuentran con plantas enfermas y para el índice SAVI con una vegetación alta es de 66.59 % nos indica, que las plantas se encuentran medianamente sanas a muy sana, con una vegetación media con un 33.41 % con plantas enfermas. Esto principalmente, se debe a que el área de estudio se encuentra en un hábitat, que presenta intervención del hombre por la actividad agrícola, ganadera y la deforestación, a causa de los chaqueos permanentes.

Para la validación de la información, se realizó la verificación en el campo mediante puntos de control, de la información del NDVI como del SAVI.

## INDICE GENERAL

### INTRODUCCION

INTRODUCCION .....	i
ANTECEDENTES.....	ii
FORMULACIÓN N Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....	iv
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	iv
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	vi
HIPÓTESIS.....	vi
OBJETIVOS .....	vi
OBJETIVO GENERAL .....	vi
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	vi
JUSTIFICACIÓN .....	vi
1.1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1.1. NDVI (Normalized Difference Vegetation).....	1
1.1.2. SAVI (Adjusted Vegetation Index Soil) .....	2
1.1.3. Sistemas de Información Geográfica (SIG) .....	3
1.1.4. Imagen satelital.....	4
1.1.5. Imagen Landsat .....	5
1.1.6. Satélite Landsat .....	5
1.1.7. Análisis de imágenes satelitales .....	5
1.1.8. Landsat 8 .....	6
1.1.9. Teledetección.....	6
1.1.9.1. Componentes de un Sistema de Teledetección .....	8
1.2. MARCO CONCEPTUAL.....	8
1.2.1. Áreas Protegidas.....	8
1.2.2. Flora.....	9
1.2.3. Fauna .....	9
1.2.4. Cobertura Vegetal.....	9
1.2.5. Ecosistema.....	9
1.2.6. Calidad Ambiental.....	10
1.2.7. Bosque .....	10
1.2.8. Actividad antrópica .....	10
1.2.9. Deforestación.....	10
1.2.10. Suelo .....	11
1.2.11. Plantas.....	11
1.2.12. Medio Ambiente .....	11
1.2.13. Bosques antiguos .....	11

1.2.14.	Índice De Vegetación.....	12
1.3.	MARCO LEGAL.....	12
1.3.1.	CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO.....	12
1.3.2.	LEY N° 1333 DEL MEDIO AMBIENTE DE 27 DE ABRIL DE 1992.....	14
1.3.3.	LEY FORESTAL N° 1700 ,12 DE JULIO DE 1996.....	17
1.3.4.	BOLIVIA: REGLAMENTO GENERAL DE ÁREAS PROTEGIDAS, 31 DE JULIO DE 1997.....	19
2.1.	UBICACIÓN.....	22
2.1.1.	MACRO LOCALIZACIÓN.....	22
2.1.2.	MICRO LOCALIZACIÓN.....	23
2.2.	DEMOGRAFÍA.....	27
2.3.	CLIMA.....	28
2.4.	PRECIPITACIÓN.....	29
2.5.	TEMPERATURA.....	31
2.6.	HIDROLOGÍA.....	32
2.7.	ZONIFICACIÓN.....	33
2.8.	GEOLOGÍA.....	34
2.9.	FISIOGRAFÍA.....	37
2.10.	SUELOS.....	39
2.11.	VEGETACIÓN.....	41
2.12.	FLORA.....	44
2.13.	FAUNA.....	47
2.14.	ATRATIVOS TURÍSTICOS.....	50
2.15.	MATERIALES, EQUIPOS Y SOFTWARE.....	51
2.16.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	51
2.16.1.	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
2.16.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	52
2.16.3.	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	53
2.17.	PROCESO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	54
2.17.2.	Obtención y Procesamiento de imágenes satelitales.....	54
2.18.	Preprocesamiento de las imágenes satelitales.....	56
a).	Corrección geométrica.....	56
b).	Corrección radiométrica.....	57
c).	Corrección atmosférica (reflectancia).....	61



2.19. Procesamiento de las Imágenes Satelitales .....	63
2.19.2. Cálculo del NDVI .....	63
2.19.2.1. Procedimiento de cálculo.....	64
2.19.3. Cálculo del SAV <sup>001</sup> .....	69
2.20. Tipo de la vegetación.....	72
2.21. Confesión de mapas temáticos.....	73
3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS .....	74
4. CONCLUSIONES .....	94
4.1. RECOMENDACIONES .....	95
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comunidades dentro de la RNFFT .....	27
Tabla 2. Cuencas de los principales sistemas fluviales de la reserva .....	32
Tabla 3. Referencia del mapa de suelos .....	41
Tabla 4. Referencia del mapa de vegetación.....	43
Tabla 5. Lista de especies endémicas y con categoría de amenaza según la UICN. .	45
Tabla 7. Clasificación de valores de NDVI. ....	72
Tabla 9. Área por clases de vegetación según NDVI.....	79
Tabla 10. Índice de Vegetación ajustado al suelo .....	81
Tabla 11. Área por clases de vegetación según SAVI .....	85
Tabla 12. Rangos de la reclasificación.....	86
Tabla 13. Coordenadas de verificación en la RNFFT .....	87

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elementos que forman el sistema SIG.....	4
Figura 2. Componentes de un sistema de teledetección.....	7
Figura 3. Macro localización.....	22
Figura 4. Micro localización .....	23
Figura 5. Precipitación anual en la reserva de Tariquía y su área de influencia a nivel de cucasen .....	30
Figura 6. Variación espacial de la temperatura media anual en los sistemas hidrológicos de la reserva de Tariquía .....	31
Figura 7. Zonificación.....	34
Figura 8. Visualización de nombres.....	36
Figura 9. Elección de colores.....	37
Figura 10. Atractivos turísticos de la RNFFT.....	51
Figura 11. Ubicación de la RNFFT en google earth .....	55
Figura 12. Eleccion de la imagen satelital Landsat 8.....	56
Figura 13. Corrección geométrica.....	57
Figura 14. Cargado de imágenes al Qgis .....	59
Figura 15. Comparacion de imagen .....	61
Figura 16. Corrección de imagen Pan-sharpened composit.....	62
Figura 17. comparacion de imagen corregidas .....	63
Figura 18. Calculo de índice NDVI mediante la calculadora ráster .....	65
Figura 19. Selección de colores .....	67
Figura 20. Resultado del NDVI .....	67
Figura 21. Clasificacion NDVI.....	68
Figura 22. Calculo del SAVI mediante la calculadora ráster.....	70
Figura 23. Resultado del SAVI.....	71
Figura 24. Clasificacion SAVI.....	72
Figura 25. Interpretación de valores.....	73
Figura 26. Imagen satelital corregida.....	74
Figura 27. Verificación de resultados NDVI P1 .....	88
Figura 28. Verificación de resultados SAVI P1 .....	89
Figura 29. Verificación de resultados NDVI P2 .....	91
Figura 30. Verificación de resultados SAVI P2.....	92