

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**DETERMINACIÓN DEL CAMBIO DE COBERTURA Y USO  
ACTUAL DE LA TIERRA EN LA PARTE BAJA DEL RÍO SELLA  
PERTENECIENTE A LA SUB CUENCA GUADALQUIVIR,  
MEDIANTE EL ANÁLISIS MULTIESPECTRAL DE IMÁGENES  
SATELITALES EN LA PROVINCIA MÉNDEZ-TARIJA.**

**Por:**

**LUIS FERNANDO IRAHOLA TORREZ**

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

**ABRIL - 2018**

**TARIJA – BOLIVIA**

**V° B°**

.....  
M.Sc. Ing. Sebastián Ramos Mejía  
**PROFESOR GUÍA**

.....  
M.Sc. Ing. Freddy Castro Salinas  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

.....  
M.Sc. Ing. Luis Arandia Mendivil  
**VICE DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**APROBADO POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
M.Sc. Ing. Edwin Fernando Hiza Sánchez

.....  
M.Sc. Ing. Fidel Ibarra Martinez

.....  
M.Sc. Ing. Pablo Olivera Serrano

El Tribunal Calificador del presente Trabajo, no se solidarizan con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo esta responsabilidad del autor.

**DEDICATORIA:**

Este gran logro lo dedico en especial a mi familia a mi madre (Rossemary Torrez Miranda.) y mi padre (Vimberto Irahola Jerez) quienes me brindaron todo su apoyo incondicional para yo poder llegar a estas instancias de logros profesionales, a toda la gente que me brindó el apoyo moral que siempre me impulsó para seguir adelante.

**AGRADECIMIENTO:**

Agradezco al M.Sc. Ing. Sebastián Ramos Mejía por su colaboración en esta investigación y ser un buen guía profesional no solamente en este trabajo sino también en el desempeño diario de sus labores.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

	<b>Página</b>
INTRODUCCIÓN .....	1
JUSTIFICACIÓN .....	2
OBJETIVOS .....	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
CAPÍTULO I	
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	4
1.- MARCO TEÓRICO .....	4
1.1.- La tierra y los recursos de la tierra .....	4
1.2.- El manejo de los recursos tierra .....	4
1.3.- Cobertura de la tierra .....	5
1.4.- tipos de cobertura vegetal .....	5
1.4.1.- la cobertura .....	5
a).- Cerrado .....	5
b).- Abierto.....	5
c).- Escaso .....	6
d).- Cerrado a Muy Abierto.....	6
e).- Cerrado a Abierto.....	6
1.4.2.- Definición de las clases de coberturas vegetal. ....	6
1.2.1.2.1.- Bosque. ....	6
1.2.1.2.2.- Vegetación arbustiva y herbacea. ....	7
a).- Vegetación arbustiva.....	7
b).- vegetacion herbacea.....	7

1).- No Gramineas .....	8
2).- Gramineas.....	8
1.2.1.2.3.- Áreas Antrópicas.....	8
1.5.- Uso de la Tierra.....	8
1.5.1.- Uso actual de la tierra.....	9
1.6.- Descripción de los pisos ecológicos cordillera Oriental .....	9
a) Primer Piso ecológico (Puna: > 3100 m.s.n.m) .....	9
b) Segundo Piso ecológico (Prepuna: 2300 – 3100 m.s.n.m).....	10
c) Tercer Piso ecológico (Montano: 2000 a 2300 m.s.n.m) .....	10
d) Cuarto Piso ecológico (Subandino y Valluno: < a 1900 m.s.n.m).....	11
1.6.- Herramientas para el estudio de la cobertura de la tierra.....	11
1.6.1.- ¿Qué es un SIG.? .....	11
1.6.2.- Elementos de un SIG .....	12
a).- Hardware .....	12
b).- Software Principales módulos del software .....	12
1.6.3.- Concepciones del mundo Raster vs Vectorial .....	12
1.7.- Teledetección y Sensores Remotos .....	13
1.7.1.- Principios físicos de teledetección .....	13
1.7.1.1.- La Teledetección.....	13
1.7.2.- Escáneres multiespectrales.....	16
1.7.2.1.- Sistemas de media resolución .....	16
1.7.2.2.- El programa Landsat .....	16
1.8.- Sistemas de Clasificación de la cobertura de la tierra .....	16
1.8.1.- Problemas con sistemas de clasificación actuales .....	17
1.9.- Interpretación de los datos .....	17
1.9.1.- Interpretación Visual de imágenes .....	17
1.9.2.- Interpretación digital de las imágenes .....	18
a).- Clasificación Digital .....	18
b).- Clasificación No Supervisada .....	18

## CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	21
2.- Localización del área de estudio. ....	21
2.1.- Ubicación geográfica. ....	21
2.2.- Características Climáticas. ....	21
2.2.1.- Clima. ....	21
2.2.1.1.- Clima Cálido Desértico. ....	24
2.2.1.2.- Clima Cálido Semiárido .....	24
2.2.1.3.- Clima Frió Árido.....	24
2.2.1.4.- Clima Frió Semi- húmedo .....	24
2.2.1.5.- Precipitaciones Pluviales.....	25
2.3.- Características Biofísicas. ....	25
2.4.- Morfología. ....	25
2.4.1.- Suelos.....	26
2.5.- Vegetación. ....	26
2.5.1.- Ocupación Antropica. ....	29
2.5.2.- Vegetación Postcultivo. ....	29
2.5.3.- Matorrales. ....	29
2.5.4.- Vegetación Riparia.....	30
2.5.5.- Plantaciones Forestales. ....	30
2.6.- Fauna. ....	30
2.7.- Características fisiográficas .....	31
2.7.1.- Cordillera Oriental. ....	32
a).- Montañas. ....	35
b).- Serranías .....	35
c).- colinas .....	36
d).- Piedemontes.....	36
e).- Planicie erosional. ....	37
f).- Valles. ....	38
2.8.- Características Demográficas. ....	40
2.8.1.- La Dinámica Poblacional. ....	41

2.9.- Acceso y uso del Suelo. ....	42
a).- Tamaño y Uso del Suelo. ....	42
2.9.1.- Producción .....	43
2.9.2.- Sistema de Producción Pecuaria. ....	44

### CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS .....	46
3.- MATERIALES. ....	46
3.1.- Material de gabinete.....	46
3.2.- Material Cartográfico.....	46
3.3.- Material de campo. ....	46
3.4.- METODOLOGÍA.....	47
3.4.1.- Manejo y preparación de la geo-información:.....	47
3.4.1.1.- Corrección Geométrica de Imágenes Satelitales. ....	47
3.5.- Marco de Trabajo.....	50
3.6.- Etapa de Gabinete. ....	52
3.6.1.- Fase de condiciones Previas.....	52
3.6.2.-Descarga de imágenes LANDSAT ETM + 7 Y 8. ....	53
3.6.3.- Procesamiento digital de la imagen.....	54
3.6.4.- Interpretación visual preliminar. ....	58
3.6.5.- Ajuste de Interpretación. ....	58
3.6.6.- Vectorizacion de la información Básica. ....	59
3.7.- Elaboración del mapa de uso y cobertura no supervisado 1998. ....	60
3.7.1.- Mapa de Cobertura Vegetal de la tierra Año 1998. ....	60
3.7.2.- Mapa de Uso de la tierra del 1998.....	60
3.8.- Elaboración del mapa no supervisado de cobertura de la tierra del año 2017. ....	60
3.8.1.- Mapa de Cobertura Vegetal de la tierra 2017.....	60
3.9.- Etapa de Campo.....	60
3.9.1.- Caracterizacion de los extratos de uso de la tierra y cobertura vegetal identificados. ....	60
3.9.2.- Recolección de las muestras botánicas.....	61

3.10.- Etapa de Post-Campo.....	61
3.10.1.- Elaboración de los mapas caracterizado de uso y cobertura del Año 2017.....	61
3.10.2.- Mapa caracterizado de cobertura de la tierra del 2017. ....	61
3.10.3.- Mapa caracterizado de Uso de la tierra del 2017.....	61

## CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	62
4.- RESULTADOS. ....	62
4.1.- Tipos de coberturas y usos de la tierra identificados para el periodo 1998-2017. ....	62
4.1.1.- Cobertura de la tierra.....	62
4.1.2.- Usos de la tierra. ....	62
4.2.- Cambio de la Cobertura y uso de la tierra para el periodo 1998-2017.....	63
4.3.- Mapas caracterizados de Cobertura y uso actual de la tierra. ....	68
4.3.1.-Tipo de cobertura y uso de la tierra identificados.....	69
4.3.1.1.-Coberturas identificadas.....	69
4.3.1.1.1.- (1AIab).- Área antrópicas.....	69
4.3.1.1.2.- (8AIb).- Matorral mayormente caducifolio semidecuido. ....	71
4.3.1.1.3.- (3AIIIa).- Pastizales herbaceos graminoide baja para pastoreo. ....	73
4.3.1.1.4.- (4BIab).- Bosque medio ralo forestal y de pastoreo ....	75
4.3.1.1.5.- (5ABIIac).- Plantaciones de latifoliadas y Coníferas medianas de rehabilitación y protección.....	77
4.3.1.2.- Uso de la tierra. ....	78
4.3.1.2.1.- (12) Silvopastoril con ganado vacunos, caprinos, ovinos. Uso secundario tierras eriales : suelos erosionados .....	78
4.3.1.2.2.- (10) Agrícola intensiva con cultivos anuales y perennes. ....	80
4.3.1.2.3.- (11) Agropecuario extensivo con cultivos anuales, ovinos, caprinos y vacunos .82	
4.3.1.2.4.- (13) Silvopastoril con bovinos, ovinos y caprinos en matorrales de laderas. ....	83
4.4.- DISCUSIONES. ....	84

## CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	87
5.1.- CONCLUSIONES.....	87
5.2.- RECOMENDACIONES.....	89
 BIBLIOGRAFÍA.....	 91
 ANEXOS	

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura Nro. 1 Principios de teledetección .....	14
Figura Nro. 2 Algoritmos de clustering.....	20
Figura Nro. 3 imagen de ubicación geografica.....	21
Figura Nro. 4 Diagrama climático del año 1998 .....	22
Figura Nro. 5 Diagrama climático del año 2017 .....	23
Figura Nro. 6 Provincias Fisiográficas. ....	33
Figura Nro. 7 Ubicación Fisiografica. ....	34
Figura Nro. 8 Buscando la Herramienta de Data Management tools.....	47
Figura Nro. 9 Seleccionando Projections y Transformations. ....	48
Figura Nro.10 Buscando la Herramienta Raster dentro de Projections y Transformations....	48
Figura Nro. 11 Abriendo la ventana de proyección de Raster y llenando sus atributos en cada celda de la misma. ....	49
Figura Nro. 12 Consiguiendo la proyección de la imagen.....	49
Figura Nro. 13 Mapa base de ubicación del área de estudio.....	52
Figura Nro. 14 Mapa de delimitación del área de estudio. ....	53
Figura Nro. 15 IMAGEN 2017 .....	53
Figura Nro. 16 IMAGEN 1998 .....	53
Figura Nro. 17 Cargando las bandas espectrales para realizar su respectiva combinación. ....	54
Figura Nro. 18 Abriendo la herramienta Composite Bands para realizar el mosaico .....	54
Figura Nro. 19 Obteniendo una Imagen combinada con una resolución 30x30 .....	55
Figura Nro. 20 Realizando el proceso de CreatePan-sharpened Raster Dataset .....	55
Figura Nro. 21 Obteniendo una imagen con una resolución de 15x15m .....	56
Figura Nro. 22 Realizando el corte del área de estudio. ....	56
Figura Nro. 23 Área de estudio superficie. 8578.3985 ha. ....	57
Figura Nro. 24 Clasificación en doce macro-patrones de la imagen.....	57
Figura Nro. 25 Identificación de los extractos de cobertura y uso de la tierra. ....	58
Figura Nro. 26 Imagen sin Filtro.....	59
Figura Nro. 27 Imagen con Filtro.....	59
Figura Nro. 28 Un Raster.....	59
Figura Nro. 29 Un Un Vector.....	59

## LISTA DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro Nro. 1 Resumen climático del año 1998. ....	22
Cuadro Nro. 2 Resumen climático del año 2017. ....	23
Cuadro Nro. 3 Lista de especies Arbóreas .....	27
Cuadro Nro. 4 Lista de especies Arbustivas. ....	28
Cuadro Nro. 5 Lista de especies de gramíneas. ....	28
Cuadro Nro. 6 Lista general de especies de fauna que habitan el área de estudio. ....	31
Cuadro Nro. 7 Características Demográficas. ....	40
Cuadro Nro. 8 Población, Superficie y Densidad. ....	40
Cuadro Nro. 9 Uso actual de suelos. ....	42
Cuadro Nro. 10 Lista de Principales Cultivos. ....	43
Cuadro Nro. 11 Destino de la Producción Agrícola .....	44
Cuadro Nro. 12 Producción Pecuaria .....	44
Cuadro Nro. 13 Producción Ganadera.....	45
Cuadro Nro. 14 Cambio producido de la cobertura vegetal periodo (1998-2017).....	63
Cuadro Nro. 15 Cambio producido de Uso de la Tierra periodo (1998-2017) .....	66

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO Nro. 1 LEYENDA DE VEGETACIÓN leyenda propia basada en la leyenda de la (FAO - UNESCO 1973) y (Revista bio ciencias).....	
ANEXO Nro. 2 Mapa de Cobertura Vegetal de la tierra Año 1998. ....	
ANEXO Nro. 3 Mapa de Uso de la tierra del 1998. ....	
ANEXO Nro. 4 Mapa de Cobertura Vegetal de la tierra 2017. ....	
ANEXO Nro. 5 Mapa de Uso de la tierra del 2017 .....	
ANEXO Nro. 6 Mapa No Supervisado de Cobertura Vegetal de la tierra 2017 .....	
ANEXO Nro. 7 Planilla de resultados del levantamiento de la cobertura Vegetal .....	
ANEXO Nro. 8 Planilla de resultados del levantamiento del uso de la tierra.....	
ANEXO Nro. 9 Bosque que conforma la provincia Méndez.....	
ANEXO Nro.10 Camino de acceso a las comunidades lejanas provincia Méndez. ....	
ANEXO Nro. 11 Vegetación herbácea rica y palatable para los animales. ....	
ANEXO Nro. 12 Pastizales con procesos erosivos. ....	
ANEXO Nro. 13 Matorral cubierto por churqui.....	
ANEXO Nro. 14 Cultivos agrícolas expuestos a riegos por inundaciones. ....	
ANEXO Nro. 15 Cultivos Agrícolas temporales.....	
ANEXO Nro. 16 Plantaciones Forestales.....	