

**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 DE LA  
SUBCUENCA DEL RÍO CAMACHO, MEDIANTE EL ANÁLISIS  
MULTIESPECTRAL DE IMÁGENES SATELITALES EN LA  
PROVINCIA AVILES-TARIJA.**

**Por:**

**OSCAR LUIS MAMANI VILLARRUBIA**

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.

**AGOSTO-2016**

**TARIJA - BOLIVIA**

**V° B°**

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

.....  
M.Sc. Ing. Linder Espinosa Marquez  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

.....  
M.Sc. Ing. Henry Valdez Huanca  
**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. Luis Arandia Mendivil.

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 madre (Juana Villarrubia Garcia) y mi padre (Patricio Mamani Marin) quienes me indicaron el camino correcto y me brindaron todo su apoyo incondicional para yo poder llegar a estas instancias de logros profesionales, a toda mi familia por el apoyo moral que siempre me brindaron.

**AGRADECIMIENTO:**

Agradezco al M. Sc. Ing. Sebastián Ramos Mejía por la colaboración prestada como guía y orientador en la realización de este trabajo; a la vez por la capacidad profesional demostrada en el desempeño diario de sus funciones.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

	Página
INTRODUCCIÓN. ....	1
JUSTIFICACIÓN. ....	3
OBJETIVOS. ....	4
Objetivo General. ....	4
Objetivos Específicos. ....	4
CAPITULO I	
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	5
1.1.- La tierra y los recursos de la tierra .....	5
1.1.1.- El manejo de los recursos tierra. ....	5
1.2.- Cobertura de la tierra.....	6
1.2.1.- Definición de las clases de cobertura vegetal. ....	7
1.2.1.1.- Bosque.....	7
1.2.1.2.- Vegetación arbustiva y herbácea.....	8
1.2.1.3.- Áreas Antrópicas.....	9
1.3.- Uso de la Tierra. ....	9
1.3.1.- Uso actual de la tierra.....	10

1.4.- Herramientas para el estudio de la cobertura de la tierra .....	10
1.4.1.- ¿Qué es un SIG.?.....	10
1.4.2.- Elementos de un SIG.....	12
1.4.3.- Concepciones del mundo Raster vs. Vectorial.....	12
1.5.- Teledetección y Sensores Remotos .....	13
1.5.1.- Principios físicos de teledetección .....	13
1.5.1.1.- La Teledetección .....	13
1.5.2.- Escáneres multiespectrales.....	16
1.5.2.1.- Sistemas de media resolución. ....	16
1.6.- Sistemas de Clasificación de la cobertura de la tierra.....	16
1.6.1.- Problemas con sistemas de clasificación actuales.....	17
1.7.- Interpretación de los datos. ....	17
1.7.1.- Interpretación Visual de Imágenes.....	17
1.7.2.- Interpretación digital de las imágenes.....	18

## CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	21
2.1.- Localización del área de estudio. ....	21
2.1.1.- Ubicación geográfica. ....	21
2.1.2.- Características Climáticas. ....	21
2.1.2.1.- Clima. ....	21
2.1.2.2.- Precipitaciones Pluviales.....	26
2.1.3.- Características Biofísicas. ....	26
2.1.3.1.- Morfología. ....	26

2.1.3.2.- Vegetación. ....	26
2.1.3.3.- Fauna. ....	29
2.1.3.4.- Suelos. ....	30
2.1.3.4.1.- Gran paisaje de montañas de las provincias fisiográficas cordillera oriental y subandino. ....	30
2.1.3.4.2.- Gran paisaje de serranías de las provincias fisiográficas cordillera oriental y subandino. ....	31
2.1.3.4.3.- Gran paisaje de colinas de la provincia fisiográfica cordillera oriental.	32
a). Paisaje de colina media con disección fuerte. ....	32
2.1.3.4.4.- Gran paisaje de valles de la provincia fisiográfica cordillera oriental. .	33
a). Paisajes de llanura fluvio lacustre. ....	33
2.1.4.- Características fisiográficas. ....	34
2.1.5.- Características Demográficas. ....	36
2.1.5.1. Población, Superficie y Densidad. ....	37
2.1.5.2.- La Dinámica Poblacional. ....	37
2.1.5.3.- Producción. ....	38

### CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS .....	40
3.1.- MATERIALES. ....	40
3.1.1.- Material de gabinete. ....	40
3.1.2.- Material Cartográfico .....	40
3.1.3.- Material de campo. ....	40
3.2.- METODOLOGÍA. ....	41

3.2.1.- Manejo y preparación de la geo-información. ....	41
3.2.1.1.- Corrección Geométrica de Imágenes Satelitales.....	41
3.2.2.- Marco de Trabajo. ....	44
3.3.- Etapa de Gabinete. ....	46
3.3.1.- Fase de condiciones Previas.....	46
3.3.2.-Descarga de imágenes LANDSAT ETM + 7 Y 8.....	47
3.3.3.- Procesamiento digital de la imagen. ....	48
3.3.4.- Interpretación visual preliminar. ....	52
3.3.5.- Ajuste de Interpretación. ....	53
3.3.6.- Vectorización de la información Básica. ....	55
3.3.7.- Elaboración del mapa de uso y cobertura no supervisado 1998. ....	55
3.3.7.1.- Mapa de Cobertura Vegetal de la tierra Año 1998. ....	55
3.3.7.2.- Mapa de Uso de la tierra del 1998. ....	55
3.3.8.- Elaboración del mapa base de campo, uso y cobertura de la tierra del año 2015. ....	55
3.3.8.1.- Mapa de Cobertura Vegetal de la tierra 2015. ....	55
3.3.8.2.- Mapa de Uso de la tierra del 2015. ....	56
3.4.- Etapa de Campo. ....	56
3.4.1.- Caracterización de los extractos de uso de la tierra y cobertura vegetal identificados. ....	56
3.4.2.- Recolección de las muestras botánicas. ....	57
3.5.- Etapa de Post-Campo. ....	57
3.5.1.- Elaboración de los mapas caracterizado de uso y cobertura del año 2015.57	
3.5.1.1.- Mapa caracterizado de la Cobertura Vegetal de la tierra Año 2015. ....	57

3.5.1.2.- Mapa caracterizado de Uso de la tierra del 2015. ....	57
---	----

## CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	58
4.- RESULTADOS.....	58
4.1.- Tipos de coberturas y usos de la tierra identificados para el periodo 1998-2015. ....	58
4.1.1.- Cobertura de la tierra.....	58
4.1.2.- Usos de la tierra.....	58
4.2.- Cambio de la Cobertura y uso de la tierra para el periodo 1998-2015. ....	59
4.3.- Mapas caracterizados de Cobertura y uso actual de la tierra. ....	60
4.3.1.-Tipo de cobertura y uso de la tierra identificados. ....	61
4.3.1.1.-Coberturas. ....	61
4.3.1.1.1.- (6) Area antrópicas. ....	61
4.3.1.1.2.- (3B3) Matorral mayormente caducifolio semidecídúo. ....	63
4.3.1.1.3.- (5F7) Vegetación herbácea graminoide baja con matas y cojines. ....	65
4.3.1.1.4.- (2A3) Bosque ralo Mayormente siempre verde semidecídúo. ....	67
4.3.1.2.- Uso de la tierra. ....	69
4.3.1.2.1.- (57) Silvopastoril con vacunos caprinos, ovinos. Uso secundario: áreas .....	69
sin uso (áreas erosionadas).....	69
4.3.1.2.2.- (30) Agrícola extensivo con cultivos anuales y perennes. ....	70
4.3.1.2.3.- (40) Agropecuario extensivo con cultivos anuales, ovinos, caprinos y vacunos. ....	72

4.3.1.2.4.- (56) Silvopastoril con vacunos caprinos y ovinos. ....	73
4.3.- DISCUSIONES.....	74

## CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
5.1.- CONCLUSIONES. ....	77
5.2.- RECOMENDACIONES.....	80
BIBLIOGRAFÍA.....	81

## ANEXOS

### LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nro. 1 Principios de Teledetección. ....	14
FIGURA Nro. 2 Algoritmos de clustering.....	19
FIGURA Nro. 3 Dendrograma.....	20
FIGURA Nro. 4 Diagrama climático del año 1998 .....	23
FIGURA Nro. 5 Diagrama climático del año 2015 .....	25
FIGURA Nro. 6 Provincias Fisiográficas. ....	35
FIGURA Nro. 8 Mapa base de ubicación del área de estudio. ....	46
FIGURA Nro. 9 Mapa de delimitación del área de estudio.....	47
FIGURA Nro. 10 IMAGEN 2015.....	48
FIGURA Nro. 11 IMAGEN 1998.....	48
FIGURA Nro. 12 Área de estudio superficie. 43245,04 ha. ....	51
FIGURA Nro. 13 Clasificación en doce macro-patrones de la imagen.....	52

FIGURA Nro. 14 Identificación de los extractos de cobertura y uso de la tierra. ....	53
FIGURA Nro. 15 Imagen con Filtro .....	54
FIGURA Nro. 16 Imagen sin Filtro .....	54
FIGURA Nro. 17 Un Raster.....	55
FIGURA Nro. 18 Un Vector.....	55

#### LISTA DE CUADROS

Cuadro Nro. 1 Resumen climático del año 1998 .....	22
Cuadro Nro. 2 Resumen climático del año 2015 .....	24
Cuadro Nro. 3 Lista de especies Arbóreas.....	27
Cuadro Nro. 4 Lista de especies Arbustivas. ....	28
Cuadro Nro. 5 Lista de especies de gramíneas .....	29
Cuadro Nro. 6 Características Demográficas.....	37
Cuadro Nro. 7 Tipos de Uso de la Tierra.....	39
Cuadro Nro. 8 Cambio producido de la cobertura vegetal periodo (1998-2015). ....	59
Cuadro Nro. 9 Cambio producido de Uso de la Tierra periodo (1998-2015).....	60