

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



**“ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD CLIMÁTICA DEL MUNICIPIO  
DE LA CIUDAD DE TARIJA Y LA PROVINCIA CERCADO”**

**Por:**

**ABIGAIL DEL CARMEN DÍAZ YANDABAYO**

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

**Mayo de 2016**

**TARIJA – BOLIVIA**

VºBº

-----  
Ing. Ricardo Vito Aguilar Guerrero  
**PROFESOR GUÍA**

-----  
Ing. MSc. Linder Espinoza Márquez  
**DECANO DE LA FACUTAD DE  
CIENCIAS AGRÍCOLAS Y  
FORESTALES**

-----  
Ing. MSc. Henry Valdez Huanca  
**VICEDECANO DE LA FACULTAD  
DE CIENCAS AGRÍCOLAS Y  
FORESTALES**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL**

-----  
Ing. MSc. Milton Javier Caba Olguín

-----  
Ing. Javier Ariel Castillo Gareca

-----  
Ing. MSc. Edwin Fernando Hiza Sánchez

El Tribunal Calificador de la presente Tesis, no se solidarizara con la forma, términos, modos ni expresiones vertidas en el trabajo, siendo las mismas, únicamente responsabilidad de la autora.

### **DEDICATORIA**

Dedico con todo amor, este humilde trabajo a mis padres Víctor Díaz y Arsenia Yandabayo, hermanos José y Miguel; y abuelitos, que supieron darme su aliento, confianza, apoyo y amor en todo momento.

## AGRADECIMIENTO

Deseo manifestar mi eterno agradecimiento al Proyecto **“Análisis de escenarios climáticos y diagnóstico de las capacidades de respuesta de actores sociales e institucionales al riesgo climático en el departamento de Tarija”** por brindarme la oportunidad de ser parte del equipo de investigación, a mi profesor guía Ing. Ricardo Aguilar por el apoyo en la elaboración de esta tesis, Ing. Linder Espinoza por la confianza; a todos los docentes de la Carrera de Ingeniería Forestal, por las enseñanzas, consejos durante toda la etapa de mi formación profesional. A mis amigos que siempre estaban a mi lado y tener confianza en mí, en especial para Luis Alberto Cardona, Teresa Bejarano y Araceli Calderón. Así mismo al Ing. Luis Marvel Vedia, Consultor Externo del Proyecto, y al Ing. Edwin Hiza por todo el apoyo durante toda la etapa de elaboración de esta tesis.

## INDICE

Dedicatoria

Agradecimiento

Resumen

Introducción	1
Justificación	3
Hipótesis	4
Objetivos	4

## CAPITULO I

<b>Revisión Bibliográfica</b>	<b>5</b>
1.1. Clima	5
1.2. Cambio Climático	5
1.3. Gases de Efecto Invernadero	9
1.4. Vulnerabilidad	10
1.5. Vulnerabilidad al Cambio Climático	11
1.6. Vulnerabilidad y Resiliencia	12
1.7. Exposición	12

1.8. Sensibilidad	13
1.9. Capacidad de Adaptación	13
1.10. Proyecciones Futuras de Cambio Climático	13
1.11. Modelos Climáticos	14
1.12. Impactos del Cambio Climático	16
1.12.1. Ecosistema	16
1.12.2. Alimentos, Fibras y Productos Forestales	17
1.12.3. Asentamientos y Sociedad	17
1.12.4. Salud	18
1.13. Marco Legal e Institucional sobre Cambio Climático	18

## **CAPITULO II**

<b>Materiales y Metodología</b>	<b>22</b>
2.1. Descripción de la Zona de Estudio	22
2.1.1. Ubicación Geográfica	22
2.1.2. Demografía	24
2.1.3. Clima	24
2.1.4. Temperatura	25
2.1.5. Precipitación	25

2.1.6. Viento	26
2.1.7. Humedad	26
2.1.8. Riesgos Antrópicos	27
2.1.8.1. Destrucción de la Cobertura vegetal	27
<b>2.2. Materiales</b>	<b>28</b>
2.2.1. Material de Gabinete	28
2.2.2. Material de Campo	28
<b>2.3 Metodología</b>	<b>28</b>
2.3.1. Análisis de Vulnerabilidad	28
2.3.2. Niveles de Vulnerabilidad	29
2.3.3. Exposición	30
2.3.3.1. Adquisición de Datos	31
2.3.3.2. Procesamiento de Datos de Clima Actual	33
2.3.3.3. Procesamiento de Datos de Clima Futuro	35
2.3.3.4. Modelo Ensemble	35
2.3.4. Sensibilidad	40
2.3.5. Capacidad De Adaptación	43

## **CAPITULO III**

### **Resultados**

3.1 Exposición	<b>46</b>
3.2 Sensibilidad	<b>64</b>
3.3 Capacidad de adaptación	<b>73</b>

## **CAPITULO IV**

### **Conclusiones y Recomendaciones**

4.1 Conclusiones	<b>87</b>
4.2. Recomendaciones	<b>88</b>

<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>89</b>
---------------------	-----------

<b>ANEXOS</b>	<b>92</b>
---------------	-----------

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1</b> Posibles impactos del cambio climático por ecorregión en Bolivia	<b>7</b>
<b>Cuadro 2</b> División Política	<b>23</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Anomalía de T anual media del planeta	<b>8</b>
<b>Figura 2</b> Escenario de Cambio Climático	<b>14</b>
<b>Figura 3</b> Esquema conceptual de aplicación de los modelos climáticos	<b>15</b>
<b>Figura 4</b> Esquema metodológico para el análisis de vulnerabilidad	<b>30</b>
<b>Figura 5</b> Secuencia metodología para el análisis de Vulnerabilidad	<b>30</b>
<b>Figura 6</b> Modelo conceptual para línea base	<b>36</b>
<b>Figura 7</b> Modelo conceptual para línea base	<b>37</b>
<b>Figura 8</b> Modelo conceptual para cálculo de anomalías de clima de T med	<b>38</b>
<b>Figura 9</b> Modelo conceptual para cálculo de anomalías de clima de PP	<b>39</b>
<b>Figura 10</b> Análisis de sensibilidad	<b>41</b>
<b>Figura 11</b> Análisis de sensibilidad por población	<b>42</b>
<b>Figura 12</b> Análisis de sensibilidad por economía	<b>42</b>
<b>Figura 13</b> Esquema metodológico para capacidad de adaptación	<b>43</b>
<b>Figura 14</b> Análisis de capacidad de adaptación por educación	<b>44</b>
<b>Figura 15</b> Análisis de capacidad de adaptación por salud	<b>44</b>
<b>Figura 16</b> Análisis de capacidad de adaptación por vivienda	<b>45</b>
<b>Figura 17</b> Análisis de capacidad de adaptación por economía	<b>45</b>