

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES**  
**CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL**



**“EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL BOSQUE CON ÉNFASIS EN LA  
REGENERACIÓN NATURAL EN UNA ÁREA AFECTADA POR  
INCENDIOS FORESTALES, DE LA COMUNIDAD INDÍGENA SANTA ANA,  
PROVINCIA GUARAYOS, SANTA CRUZ”**

**POR:**

**FAVIO ALEJANDRO YUCRA ACOSTA**

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 de 2014**

**TARIJA – BOLIVIA**

V<sup>o</sup>B<sup>o</sup>

.....  
M. Sc. Ing. Orlando Erazo Campos  
**PROFESOR GUÍA**

.....  
M. Sc. Ing. Linder Espinoza Márquez  
**DECANO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AGRICOLAS Y  
FORESTALES**

.....  
M. Sc. Ing. Henry Valdez Huanca  
**VICEDECANO DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS AGRICOLAS Y  
FORESTALES**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
M. Sc. Ing. Deimer Jesús Moreno Molina

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

.....  
M. Sc. Ing. Carlos Cossío Narváez

El tribunal calificador de la presente Tesis, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el presente trabajo, siendo únicamente responsabilidad del autor.

## **DEDICATORIA**

Esta tesis, la dedico a mis queridos padres **Freddy Yucra Miranda y Luisa Acosta Segovia**, por ser los responsables de mi formación, por su fe inquebrantable, amor y ejemplo de vida, razones de mí existir que los tendré siempre conmigo.

A mis hermanos complementos de mi felicidad, que me brindaron su cariño y comprensión en cada momento de mi vida y a toda mi hermosa familia que comparten conmigo mi logro y alegría.

## **AGRADECIMIENTOS**

A **Dios**, por permitirme llegar a este momento tan importante de mi vida y situarme en una vida con posibilidades únicas.

A mi tío **Víctor Yucra Miranda**, por su incondicional apoyo en la culminación de este trabajo, a quien respeto, admiro y tengo un cariño especial.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, en especial a mi **carrera de Ingeniería Forestal**, a mis estimados docentes, por las enseñanzas vertidas en estos primeros pasos de mi formación académica y a todas las personas que directa e indirectamente me ayudaron a realizar este trabajo.

## **CONTENIDO**

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**RESUMEN**

### **CAPÍTULO I**

#### **INTRODUCCIÓN**

1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Justificación.....	3
1.3. Planteamiento del problema .....	3
1.3.1. Preguntas de investigación .....	4
1.4. Hipótesis.....	5
1.5. Objetivos .....	5
1.5.1. Objetivo general .....	5
1.5.2. Objetivos específicos.....	6

### **CAPÍTULO II**

#### **REVISIÓN BIBLIOGRAFICA**

2.1. Incendios Forestales .....	7
2.2. Causas de los incendios forestales .....	8
2.3. Fases de la combustión.....	8
2.4. Tipos de incendios forestales .....	9
2.5. Formas de propagación del fuego .....	11
2.6. Efectos de los incendios forestales.....	12
2.7. Estructura del bosque .....	13

2.7.1. Estructura horizontal .....	13
2.7.1.1. Distribución espacial de las especies en el bosque .....	14
2.7.1.2. Área Basal .....	14
2.7.1.3. El volumen .....	15
2.7.1.4. La abundancia .....	15
2.8. Estructura vertical del bosque .....	15
2.9. Competencia .....	16
2.9.1. La competencia intraespecifica .....	16
2.9.2. La competencia interespecifica .....	17
2.10. Regeneración Natural .....	17
2.10.1. Formas de Regeneración .....	18
2.10.2. Clasificación de la Regeneración Natural .....	19
2.11. Sucesión .....	19
2.12. Gremios ecológicos .....	21
2.13. Grados de iluminación o posición de copa .....	22
2.14. Infestación de bejucos .....	23
2.15. La Silvicultura .....	24
2.15.1. Fines de la silvicultura .....	25
2.15.2. Plan silvicultural .....	26
2.15.3. Tratamientos silviculturales .....	26
2.15.4. Operaciones silviculturales .....	29
2.15.5. Anillamiento y/o envenenamiento .....	29
2.16. Valor comercial .....	30

2.17. La regeneración natural en bosques tropicales afectados por incendios forestales .....	30
--	----

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y METODOS**

3.1. Materiales .....	32
3.1.1. Equipo de campo para formar dos grupos de levantamiento de muestras .....	32
3.1.2. Equipo de apoyo logístico .....	32
3.1.3. Materiales de campo.....	32
3.1.4. Material y equipo de gabinete .....	32
3.2. Metodología .....	33
3.2.1. Ubicación y descripción general del área de estudio .....	33
3.2.2. Ubicación de las áreas de comparación Don Víctor y San Pedro respecto al área de Santa Ana.....	34
3.2.3. Características biofísicas .....	35
3.2.3.1. Temperatura y precipitación .....	35
3.2.3.2. Topografía.....	39
3.2.3.3. Suelos .....	39
3.2.3.4. Hidrografía.....	40
3.2.3.5. Altitud .....	40
3.2.3.6. Zonas ecológicas de vida .....	40
3.2.3.7. Vías de acceso.....	41
3.2.4. Levantamiento de muestras .....	41
3.2.5. Clasificación de las poblaciones a ser muestreadas .....	41
3.2.6. Método de Muestreo.....	42



3.2.6.1. Intensidad de Muestreo .....	42
3.2.6.2. Número de Muestras .....	43
3.2.6.3. Tamaño de la muestra .....	43
3.2.6.4. Distribución de las unidades de muestreo.....	43
3.2.6.5. Número de muestras por línea .....	44
3.2.6.6. Número de líneas para la ubicación de las parcelas.....	45
3.2.6.7. Tamaño de la muestra para los estadios brinzal y latizal.....	45
3.2.6.8. Mediciones y observaciones de los datos muestrales .....	46
3.2.7. Análisis de datos.....	47
3.2.8. Análisis estadístico.....	52

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Características de la población muestral en el bosque de producción Santa Ana .....	55
4.2. Cantidad de especies e individuos registrados por estadio de Regeneración natural y árboles establecidos encontrados en el muestreo.....	56
4.3. Abundancia por especie según estadio de regeneración natural y especies establecidas .....	57
4.4. Abundancia (arb/ha) de la regeneración natural, especies potenciales y árboles aprovechables según su valor comercial .....	59
4.5. Abundancia (arb/ha) de la regeneración natural, especies potenciales y árboles aprovechables según su gremio ecológico.....	61
4.6. Abundancia de arb/ha de las palmeras .....	62
4.7. Análisis de la estructura Horizontal .....	63

4.8.	Análisis de la estructura Vertical .....	67
4.8.1.	Estrato dominante.....	67
4.8.2.	Estrato codominante .....	68
4.8.3.	Estrato suprimido .....	68
4.8.4.	Estrato arbustivo.....	69
4.8.5.	Sotobosque .....	69
4.9.	Efectos del incendio forestal en la merma de las diferentes abundancias del bosque de Santa Ana (muestreo después del incendio forestal) comparado con Don Víctor (muestreo antes del incendio forestal) .....	69
4.10.	Efectos del incendio forestal en la oferta de volúmenes comerciales entre bosque de Santa Ana (muestreo después del incendio forestal) comparado con Don Víctor (muestreo antes del incendio forestal) .....	72
4.11.	Infestación de bejucos de la regeneración natural, especies potenciales y árboles aprovechables según su valor comercial .....	74
4.12.	Posición de copa de la regeneración natural, especies potenciales y aprovechables.....	76
4.13.	Índices de similitud .....	77
4.14.	Análisis estadístico.....	79
4.14.1.	Estadística descriptiva .....	79
4.14.2.	Prueba de Normalidad.....	83
4.14.3.	Comparación de medias entre un área quemada (Santa Ana) y un muestreo sin quemar (Don Víctor).....	84
4.14.4.	Análisis estadístico de la abundancia (arb/ha), área basal (m <sup>2</sup> /ha) y volumen (m <sup>3</sup> /ha) entre los estratos boscosos del bosque de producción de Santa Ana .....	86

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones .....	90
5.2. Recomendaciones .....	94

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Coordenadas UTM de la zona de estudio .....	33
<b>Cuadro 2.</b> Régimen Mensual de Temperatura máxima (°C) de la Estación Ascensión de Guarayos (1945-2004).....	36
<b>Cuadro 3.</b> Régimen Mensual de Temperatura Media (°C) de la Estación Ascensión de Guarayos (1945-2004).....	37
<b>Cuadro 4.</b> Régimen Mensual de Temperatura Mínima (°C) de la Estación Ascensión de Guarayos (1945-2004).....	37
<b>Cuadro 5.</b> Régimen pluvial mensual (mm) de la estación de Ascensión de Guarayos (1945-2004).....	38
<b>Cuadro 6.</b> Resultados de la estratificación de la cobertura vegetal .....	41
<b>Cuadro 7.</b> Número de muestras, superficie muestreada (ha) y valores máximos y mínimos de las variables Dap, Hc, Ht y calidad de la regeneración natural y árboles establecidos .....	56
<b>Cuadro 8.</b> Número de especies, abundancia (arb/ha, área basal m <sup>2</sup> /ha y volumen m <sup>3</sup> /ha) para cada estadio de regeneración natural y árboles establecidos .....	56
<b>Cuadro 9.</b> Abundancia (arb/ha) de los estadios de regeneración natural y especies establecidas según muestreo en el Bosque de Santa Ana .....	58
<b>Cuadro 10.</b> Abundancia (arb/ha) de la regeneración natural, especies potenciales y árboles aprovechables según su valor comercial .....	60
<b>Cuadro 11.</b> Abundancia (arb/ha) de la regeneración natural, especies potenciales y árboles aprovechables según su gremio ecológico.....	62
<b>Cuadro 12.</b> Abundancia (arboles/ha) de las palmeras encontradas en el muestreo del bosque de Santa Ana .....	63
<b>Cuadro 13.</b> Infestación de bejucos de la regeneración natural según su valor comercial .....	75

<b>Cuadro 14.</b> Posicion de copa de la regeneracion natural, especies establecidas fustal, potencial y arboles aprovechables según la categorización de Clark y Clark (1987).	77
<b>Cuadro 15.</b> Resultados de los índices de similaridad cuantitativa de Morisita Horn y el índice cualitativo de Sorensen entre los estratos del Bosque de producción de Santa Ana .....	78
<b>Cuadro 16.</b> Estadística descriptiva de la abundancia (arb/ha) de la regeneración natural y árboles establecidos .....	80
<b>Cuadro 17.</b> Prueba de normalidad de Kolmogorov de la abundancia (arb/ha) de los estadios de regeneración natural y árboles establecidos .....	84
<b>Cuadro 18.</b> Resultados estadísticos de la prueba de Wilcoxon (Mann-Whitney U) aplicados a la abundancia (arb/ha), área basal (m <sup>2</sup> /ha) y volumen (m <sup>3</sup> /ha) entre las zonas Don Víctor y Santa Ana .....	85
<b>Cuadro 19.</b> Resultados del análisis estadístico (Kruskal Wallis) aplicado a la abundancia (arb/ha) de los estratos boscosos del bosque de producción de Santa Ana .....	87
<b>Cuadro 20.</b> Resultado del análisis estadístico (Kruskal Wallis) aplicado al área basal (m <sup>2</sup> /ha) de los estratos boscosos del bosque producción de Santa Ana .....	88
<b>Cuadro 21.</b> Resultado del análisis estadístico (Kruskal Wallis) aplicado al volumen (m <sup>3</sup> /ha) de los estratos boscosos del bosque de producción de Santa Ana .....	89

## LISTA DE FIGURAS

### En el Texto

<b>Figura 1.</b> Triángulo y Tetraedro del fuego.....	7
<b>Figura 2.</b> Tipos de Incendios Forestales.....	10
<b>Figura 3.</b> Formas de propagación del fuego.....	11
<b>Figura 4.</b> Ubicación del área de manejo de la Comunidad Indígena Santa Ana.....	34
<b>Figura 5.</b> Ubicación de las áreas Santa Ana, Don Víctor y San Pedro .....	35
<b>Figura 6.</b> Distribución sistemática de las parcelas de muestreo en el área forestal Santa Ana .....	45
<b>Figura 7.</b> Comparación de abundancias (arb/ha) totales de los estadios de regeneración natural y árboles establecidos de acuerdo a su valor comercial .....	64
<b>Figura 8.</b> Comparación de abundancias (m <sup>2</sup> /ha) totales de los estadios de regeneración natural y árboles establecidos de acuerdo a su valor comercial .....	65
<b>Figura 9.</b> Comparación de abundancias (m <sup>3</sup> /ha) totales de los estadios de regeneración natural y árboles establecidos de acuerdo a su valor comercial .....	66
<b>Figura 10.</b> Histograma de las medias de las abundancias (arb/ha) del estadio brinzal .....	81
<b>Figura 11.</b> Histograma de las medias de abundancias (arb/ha) del estadio latizal.....	82
<b>Figura 12.</b> Histograma de las medias de las abundancias del estadio fustal.....	82
<b>Figura 13.</b> Histograma de las medias de las abundancias (arb/ha) entre los árboles potencial y aprovechable.....	83

### En Anexos

<b>Figura 14.</b> Pintado de jalones.....	101
<b>Figura 15.</b> Medicion de las parcelas.....	101
<b>Figura 16.</b> Alineamiento de los jalones.....	102

<b>Figura 17.</b> Delimitación de las subparcelas con el uso de jalones .....	102
<b>Figura 18.</b> Levantamiento de datos de la Regeneración Natural en el estadio brinzal .....	104
<b>Figura 19.</b> Presencia de brinzal .....	104
<b>Figura 20.</b> Abundancia de especies del estadio Latizal .....	104
<b>Figura 21.</b> Fustales de Serebo ( <i>Schyzolobium amazonicum</i> ) .....	105
<b>Figura 22.</b> Levantamiento de datos del estadio Fustal .....	105
<b>Figura 23.</b> Especie Potencial de Gargatea ( <i>Jacaratia spinosa</i> ) .....	106
<b>Figura 24.</b> Medición del CAP de árboles aprovechables .....	106
<b>Figura 25.</b> Afectación del incendio forestal en árboles con .....	115
<b>Figura 26.</b> Zona menos afectada por el incendio .....	116
<b>Figura 27.</b> Zona alta afectada por el incendio .....	116
<b>Figura 28.</b> Humedales afectados por los incendios .....	116
<b>Figura 29.</b> Zonas intensamente afectadas por el incendio .....	117
<b>Figura 30.</b> Bejucos solo en la copa, Gargatea ( <i>Jacaratia spinosa</i> ) .....	118
<b>Figura 31.</b> Bejucos solo en el fuste Jichituriqui ( <i>Aspidosperma rigidiun</i> ) .....	118
<b>Figura 32.</b> Bejucos en fuste y copa, Jichituriqui ( <i>Aspidosperma rigidiun</i> ) .....	118
<b>Figura 33.</b> Copas unidas por bejucos Almendrillo amarillo ( <i>Apuleia leiocarpa</i> ) ....	118
<b>Figura 34.</b> Árbol sin bejucos Serebo ( <i>Schyzolobium amazonicum</i> ) .....	118

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Grafico 1.</b> Régimen térmico Máxima mensual de la estación Ascensión de Guarayos .....	36
<b>Grafico 2.</b> Régimen térmico de la media mensual de la estación Ascensión de Guarayos .....	37
<b>Grafico 3.</b> Régimen térmico mínimo mensual de la estación Ascensión de Guarayos .....	38
<b>Grafico 4.</b> Régimen pluvial mensual de la estación de Ascensión de Guarayos .....	38
<b>Grafico 5.</b> Estructura vertical del bosque de Santa Ana.....	67
<b>Grafico 6.</b> Comparacion de abundancias arb/ha entre el bosque quemado de Santa Ana y el bosque no quemado de Don Victor y su % de merma por efectos del incendio forestal por clase diametrica.....	70
<b>Grafico 7.</b> Comparacion de abundancias en volumen m <sup>3</sup> /ha entre el bosque quemado de Santa Ana y el bosque no quemado de Don Victor y su % de merma por efectos del incendio forestal por clase diametrica.....	71
<b>Grafico 8.</b> Comparacion de abundancias de la oferta comercial del bosque en arb/ha entre el bosque quemado de Santa Ana y el bosque no quemado de Don Victor y su % de merma por efectos del incendio forestal por clase diametrica .....	72
<b>Grafico 9.</b> Comparacion de abundancias de la oferta comercial del bosque en m <sup>3</sup> /ha entre el bosque quemado de Santa Ana y el bosque no quemado de Don Victor y su % de merma por efectos del incendio forestal por clase diametrica .....	73



