

**CAPÍTULO 1**  
**INTRODUCCIÓN**

# CAPÍTULO I

## 1. Introducción

### 1.1. Antecedentes

Todos los años se producen en Bolivia incendios forestales, debido a chaqueos para apertura de tierras para la incorporación de la agricultura, la quema de grandes extensiones de pastos naturales o cultivados, por disputas de terrenos entre personas, fogatas de cazadores furtivos y la falta de prevención de los que aprovechan los bosques. Cuando estos fuegos son controlados no generan problemas pero cuando se descontrola se propaga provocando situaciones de desastre ecológicos (se pierde valor del bosque por la quema de especies aprovechables), ecológicos (pérdida de fauna, sitios especiales, destrucción de la biodiversidad, etc.), sociales (pérdida de vidas humanas, viviendas, empleos y otros) y ambientales debido a la liberación de gases de efecto invernadero con abundante emisión de dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, a la atmósfera ocasionado por el humo de la vegetación quemada.

El incendio forestal en Bolivia hace referencia a una serie de incendios ocurridos entre julio y octubre de 2019, considerado como uno de los más graves desastres ecológicos en los últimos 10 años. El incendio se localizó en las regiones tropicales del bosque Chiquitano considerado como un bien público de nuestro planeta la Amazonia boliviana y el Pantanal occidental, que afectó a poblaciones como Roboré, Puerto Busch y San Ignacio de Velasco de entre las ocho regiones implicadas directamente en el departamento de Santa Cruz y también Beni en Bolivia. Así mismo puso en peligro reservas municipales como Tucabaca, el Parque Nacional Noel Kempff Mercado o Ñembi Guasu, territorio de pueblos ayoreos no contactados. Este evento significó la pérdida de tres millones de hectáreas

Los incendios forestales son considerados perturbaciones naturales de tipo abiótico; sin embargo en nuestra realidad este concepto es más de tipo antrópico que natural, fruto de la magnitud del agente perturbador y falta de educación ambiental.

Se denomina resiliencia a la capacidad de un ecosistema para volver a su estado original después de una perturbación, eventos como los incendios forestales alteran a las comunidades vegetales de distintas formas, donde la sucesión es un componente esencial en la ecología de la regeneración puesto que permitirá conocer la estructura y composición de la vegetación de un determinado sitio a lo largo del tiempo (Manson y Jardel 2009). Las personas encargadas del manejo forestal deben comprender el efecto de dichos incendios, con el fin de tomar medidas apropiadas para salvaguardar la producción maderable o fomentar el crecimiento de especies deseadas; ante esta situación resulta importante determinar cómo se produce la regeneración de la vegetación afectada por incendios y cómo son los ecosistemas resultantes desde el punto de vista de su composición. (Alanís *et al.* 2011)

Por lo anteriormente mencionado se realizó la evaluación del estado del bosque con énfasis en la regeneración natural en un área afectada por incendios forestales de la Reserva Racional de Flora y Fauna Tariquía “Abra de Chapis”, ya que en esta reserva no existen antecedentes de anteriores incendios forestales, este fue el primer incendio de magnitud provocado por personas particulares que se disputaban el título de las propiedades. Este estudio de investigación tiene como objetivo evaluar el estado de la regeneración natural del bosque, y comparar la composición y riqueza en sus diferentes estratos o tipos de bosque, para generar información técnica en cuanto a las condiciones de desarrollo del bosque y respuesta de la regeneración natural que permitan resolver numerosos problemas que se plantean en la ecología y silvicultura de nuestros bosques tropicales.

## **1.2. Justificación**

Los incendios forestales, así como las consiguientes respuestas de las comunidades vegetales varían según el tipo de bosque, si bien el fuego es un factor muy poco entendido en nuestro medio en cuanto a su influencia en la composición y desarrollo

de nuestros ecosistemas boscosos, es importante determinar la respuesta de la regeneración natural ante una perturbación de esta índole.

La regeneración es quizás el paso más importante hacia el logro de la sostenibilidad a largo plazo de los bosques bajo manejo (Mostacedo y Fredericksen 2000). Desde la perspectiva del manejo forestal la regeneración natural posterior a un incendio es importante, pues nos brindan información acerca de los efectos de los incendios en la regeneración del bosque.

Actualmente existen muy pocos estudios técnicos que sustenten que el manejo de la regeneración natural es satisfactorio a corto, mediano y largo plazo, así como el grado de daño que pueden provocar los incendios forestales, poniendo en peligro la sostenibilidad del bosque. Por consiguiente, el presente trabajo de investigación permitirá generar información acerca de la composición y estructura del bosque de la comunidad “ABRA DE CHAPIS”, posterior a un incendio forestal, priorizando en la regeneración natural actual de toda la vegetación, así como las respuestas de las mismas para tomar decisiones que permitan favorecer la continuidad y conservación de la biodiversidad de su bosque comunitario.

### **1.3. Hipótesis:**

"El efecto del fuego causa impacto en la regeneración natural y altera la diversidad florística de los bosques con respecto a áreas no afectadas"

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar la regeneración natural en zonas afectadas por el incendio forestal, y en áreas testigos no afectadas de la comunidad Abra de Chapis del departamento de Tarija, mediante parámetros ecológicos y variables estadísticas.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar las características cuantitativas de la regeneración natural, en áreas afectadas por el incendio forestal y en áreas no afectadas, mediante análisis estadístico, empleando variables cuantitativas y parámetros ecológicos (índices de similitud)
- Determinar el estado de la regeneración natural en función a gremios ecológicos utilizando la clasificación planteada por Finegan, y el valor comercial de las especies registradas por tratamiento, en sus diferentes estados de regeneración natural.

**CAPÍTULO II**  
**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## CAPÍTULO II

### 2. Revisión bibliográfica

#### 2.1. Incendios Forestales

Por razones conceptuales es importante mencionar que un fuego es una reacción de carácter exotérmica, es decir, una reacción química en cadena con desprendimiento de luz y calor producidos por la combustión de un cuerpo. Para que este proceso se inicie o se mantenga es imprescindible que coincidan en un tiempo y en un lugar tres elementos: el combustible, el oxígeno (comburente) y el calor. Estos tres elementos suelen representarse como lados del denominado “**Triángulo del fuego**”. Esto expresa que la supresión o disminución de cualquiera de ellos apaga el fuego mientras que el reforzamiento implica su activación (Bonilla 2001). Pero además es necesario un iniciador de la reacción, un **punto de ignición**, que lo que genera es un exceso de calor, una reacción en cadena, cerrado con la secuencia llama > Radiación de calor > Vaporización > Combustible de vapores > llama. Este cuarto elemento al unirse al triángulo conforma el llamado “**Tetraedro del Fuego**”. (Blanco *et al.* 2007)



**Figura 1 Triángulo tetraedro de combustión de fuego**

El punto de ignición, es la temperatura a la que un material sólido, líquido o gaseoso se incendiará continuando en combustión sin necesidad de la fuente de calor, cuando el fuego se produce en el bosque de forma natural, accidental o intencional avanzando sin ningún control normalmente de la dirección del viento recibe el nombre de incendio forestal. (Bonilla 2001)

Por tanto, los fuegos que se inician en áreas boscosas pueden ser traducidos en incendios forestales debido a que los bosques contienen abundante material

combustible, árboles, resinas, ramas, hojas secas, matorrales, arbustos, hierbas, pastizales, rastrojos, pasto seco, etc. Todos ellos potencialmente incinerables que al arder se carbonizan, produciendo brazas, chispas que se queman y destruyen sin control lo que está a su paso.

## **2.2. Causas de los incendios forestales**

De acuerdo a la Bonilla (2001), Las causas de los incendios forestales son tres:

- 1) **Antrópicas:** son las causas más comunes de los incendios forestales que se da por descuidos en la utilización del fuego, entre estos se pueden mencionar las quemas agropecuarias no controladas cuando se quiere renovar pastos, quemas en áreas forestales para explotaciones forestales, también se pueden mencionar las hogueras o fogatas de excursionistas, fumadores, cazadores, maniobras militares, colmeneros, pirómanos, etc.
- 2) **Naturales:** como la caída de rayos durante las tormentas eléctricas, las condiciones climáticas y ambientales muy especiales, como el caso de la combustión espontánea de vegetales ante ciertas condiciones de humedad y temperatura.
- 3) **Accidentales:** son sucesos que producen un incendio, sin que exista voluntad deliberada de encender un fuego, tales como el escape de chispas de los vehículos, líneas eléctricas, cohetes, bombas y luces de bengala usadas en fiestas, motores y máquinas.

## **2.3. Fases de la combustión**

De acuerdo a Blanco *et al.* (2007), el proceso de combustión no es un proceso instantáneo, necesita de una serie de pasos más o menos rápidos en función de las condiciones atmosféricas. Si a un combustible forestal le suministramos calor, desde la temperatura ambiental hasta los 100 °C primero va perdiendo contenido de humedad y luego se va calentando, pero en este momento el combustible sigue sin arder, nos encontramos en la fase de “calentamiento previo”. “La pirolisis” o rotura del calor es a partir de los 200 °C, también se van vaporizando las resinas acumuladas en el interior



del combustible (volátil o material que pueden entrar en ignición a temperaturas no muy elevadas).

A partir de los 300 a 400 °C, los gases generados pueden llegar a auto inflamarse siendo en este momento el “punto de ignición”, donde el combustible ya se encuentra inflamado, ahora todo el calor que genere el combustible, este lo reinvierte en mantener la reacción y en generar más calor que provocará un aumento de temperatura en combustibles adyacentes.

Por tanto, las técnicas de extinción de los incendios forestales están basadas en la eliminación o separación del combustible, el aislamiento del oxígeno o la reducción del calor a temperaturas inferiores a la combustión. (Bonilla 2001)

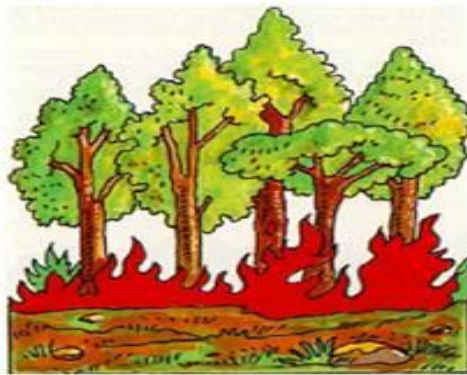
#### **2.4. Tipos de incendios forestales**

Según el estrato boscoso donde se propaguen los incendios pueden clasificarse en tres categorías:

- **Incendio de superficie o de suelo:** el incendio se propaga por el combustible que se encuentra en el suelo, incluye la hojarasca sin descomponer, hierbas, arbustos y leños caídos, pero no inmersos en la hojarasca en descomposición.
- **Incendio de subsuelo:** Son los que se propagan bajo la superficie alimentada por materia orgánica muerta, raíces o turba, su desplazamiento es lento, se inicia a partir de fuegos de superficie o raíces no apagadas. Progresa lentamente, sin llamas ni humo, por lo que su localización no es fácil.
- **Incendio de copas:** el cual se subdivide en tres tipos de incendios:
  - **Antorcheo:** es el paso del fuego de superficie a fuego de copas, pero solo de forma puntual, esto es, únicamente algunos pies.
  - **Copas pasivo:** es el fuego que avanza por la corona de los árboles, acoplado a un fuego de superficie y no independiente de él, su propagación principal es por el combustible que se encuentra sobre la superficie, si eliminamos este detenemos el fuego.

- **Copas activo:** es el fuego que avanza por las coronas de los árboles, independiente de lo que ocurre en la superficie. Básicamente para su propagación necesita vientos fuertes y proximidad de las copas.

Los tipos de incendios descritos no siempre se producen en forma aislada, más por el contrario en muchas ocasiones se tendrá una combinación de ellos, la asociación más frecuente son los incendios de superficie con los incendios de copas, que se propagan simultáneamente, aunque con distinta velocidad. (Blanco *et al.* 2007)



**Incendio de superficie**



**Incendio de subsuelo**



**Incendio de copas**

**Figura 2 Tipos de incendio Forestales**

### 2.5. Formas de propagación del fuego

De acuerdo a Blanco *et al.* (2007), las formas básicas de propagación del fuego al igual que el “triángulo del fuego” son tres:

- 1) **Radiación:** Es la transferencia de energía calórica a través del espacio sin contacto entre elementos. Es el calor que transmiten todos los cuerpos sin ser necesario el contacto físico, como por ejemplo el calor que nos llega del sol.
- 2) **Conducción:** Es la transferencia del calor por contacto directo entre objetos. En el caso de los combustibles forestales no es muy importante ya que son muy malos conductores térmicos.
- 3) **Convección:** Es la transmisión del calor a través de las masas de fluidos como el aire que nos rodea. Es la forma de transmisión más peligrosa, la que mayores problemas nos puede ocasionar porque permite la propagación de los incendios a gran distancia según la velocidad del viento y las corrientes de aire.



**Figura 3 Formas de propagación del fuego**

## **2.6. Efectos de los incendios forestales**

Según Cots y Cardona (2006), los impactos del fuego son diversos y pueden estar manifestados por:

### **2.6.1. Pérdida de productividad**

Los incendios forestales conducen a la pérdida parcial o total de la cobertura vegetal y de los organismos microbianos del suelo, dejándolo expuesto a una fuerte erosión, compactación y lavado de nutrientes, con la consiguiente pérdida de capacidad para sostener cualquier tipo de producción.

### **2.6.2. Alteraciones del régimen hidrológico**

Los incendios provocan a la vez sequías e inundaciones, la pérdida de la cobertura vegetal se traduce en una disminución de la evapotranspiración (la principal fuente de humedad en los bosques tropicales en época seca), por lo que se reduce la humedad atmosférica local y se crean condiciones desfavorables frente a futuros fuegos.

La deforestación puede contribuir a la sequía regional al reducirse los niveles de transpiración, hecho que repercute en una disminución de la pluviosidad que puede llegar a ser de un 25 % o más. Adicionalmente, los aerosoles del humo alteran los procesos hidrológicos reduciendo la pluviosidad, contribuyendo la sequía regional. Por otro lado, con la destrucción de los bosques se pierde su capacidad de retención de agua, exacerbándose las inundaciones, la erosión y las sequías estacionales, la quema de los bosques, en definitiva, puede crear un efecto de retroalimentación positiva provocando fuegos más frecuentes e intensos que resulten en una completa deforestación.

### **2.6.3. Pérdida de la biodiversidad**

El oriente boliviano mantiene un alto grado de diversidad biológica y se ha identificado entre las diez prioridades de conservación en el mundo. Uno de los principales peligros para esta diversidad es la quema de los bosques, que causa la pérdida de muchas especies animales y vegetales, con un valor que va más allá de su rendimiento comercial.

### **2.6.4. Emisiones de gases invernadero**

Las emisiones de gases en los incendios forestales contribuyen notablemente al calentamiento global. Los principales contaminantes que se desprenden de los incendios son el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, el metano y los óxidos de nitrógeno. No existen muchas estimaciones de las emisiones totales de carbono por los fuegos tropicales, pero se calcula que durante los incendios de 1997-1998 se produjeron emisiones igual a un 41 % de las emisiones globales por combustibles

fósiles. Las implicaciones de la deforestación de la Amazonía sobre el cambio climático global son considerables si además se tiene en cuenta el enorme potencial para futuras emisiones. Los árboles de la región amazónica contienen  $119 \pm 28$  Pg de carbono, lo que equivale a 1,5 décadas de emisiones antropogénicas de carbono a la atmósfera al ritmo actual.

### **2.6.5. Daños a la salud de la población**

Aparte de provocar muertes, accidentes y desplazamientos de población, y de causar la pérdida de ganado y de producción agrícola, los incendios tienen efectos dañinos sobre la salud de la población, dependiendo de la concentración, constitución y tiempo de exposición al humo. La contaminación con los gases tóxicos (Contaminantes Orgánicos Persistentes: dioxinas y furanos) contenidos en la ceniza y el humo impide el uso del agua para consumo humano y enrarece el aire, provocando problemas respiratorios agudos (asma, neumonía, bronquitis, laringitis), cardiovasculares, oculares (conjuntivitis, etc.) e irritaciones de la piel. Estas afecciones se incrementan considerablemente en la época de quemas.

## **2.7. Estructura del bosque**

### **2.7.1. Estructura horizontal**

Se entiende por estructura horizontal al arreglo espacial de los organismos, en este caso los árboles. Este arreglo no es aleatorio, pero sigue modelos complejos que lo hacen ver como tal. En los bosques este fenómeno es reflejado en la distribución de individuos por clase de diámetro. Algunas especies presentan una distribución de J invertida. Otras no parecen presentar una tendencia identificable en su distribución debido a sus propias características. (Valerio y Salas 1997)

### **2.7.2. Distribución espacial de las especies en el bosque**

la distribución espacial se la puede comprender a partir de la competencia de las especies por tener mayor cantidad de suelo, humedad, nutrientes, la dinámica originada por la caída natural de los árboles y todos los procesos que este fenómeno desencadena, generando los claros.

Por la variedad de microambientes que se forman, los claros permitirán el establecimiento de diferentes especies de flora y fauna, constituyéndose en un generador de la diversidad biológica y un factor que mantiene la dinámica del bosque.

El hecho de que determinados individuos presenten una distribución en forma de una “J invertida”, es una representación de cómo sus individuos disminuyen conforme se aumenta el diámetro, esta proporción de disminución de clase a clase diamétrica es más o menos constante lo que permite ajustar una curva teórica propia para cada bosque, es así que la curva correspondiente a cada bosque está caracterizada por la dinámica natural que presente el mismo.

Las curvas que se aproximan a esta distribución son de especies que toleran sombra (Esciófitas), mientras que aquellos que tienen una forma de campana con diferentes grados de asimetría o cuya pendiente sea próxima a cero, son de especies intolerantes a la sombra (Heliófitas), “positivas” (de las Esciófitas ya que hay abundancia de regeneración) y neutras o negativas (de las Heliófitas ya que aparentemente no se regeneran). (Manta 1988)

### **2.7.1. Área Basal**

El área basal es una medida que sirve para estimar el volumen de especies arbóreas o arbustivas, que junto con el volumen son expresiones del crecimiento del árbol en función al diámetro. Por definición el área basal es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco de un árbol a una determinada altura del suelo (Matteucci y Colma 1982 citado por Mostacedo y Fredericksen 2000). En los árboles este parámetro se mide obteniendo el diámetro o el perímetro a la altura del pecho (DAP a una altura de 1,30 m). En arbustos u otras plantas, que se ramifican desde la base, el diámetro o perímetro se toma a la altura del suelo. (Mostacedo y Fredericksen 2000)

El área basal es otro aspecto importante de la estructura horizontal, como esta medida es proporcional a la biomasa total de la vegetación se constituye en un indicador del grado de desarrollo del bosque y el nivel de competencia existente entre los árboles de un rodal. (Finegan 1992)

### **2.7.2. El volumen**

Este parámetro es muy utilizado por los profesionales forestales para determinar la cantidad de madera, de una o varias especies existente en un determinado lugar. El volumen de la madera se obtiene a partir del área basal y la altura comercial o total del tronco de un árbol. El tronco generalmente tiene forma cónica y, por lo tanto, es necesario tomar en cuenta esto para lograr mayor exactitud en su cálculo. (Mostacedo y Fredericksen 2000)

### **2.7.3. La abundancia**

Se conoce como abundancia el número de individuos por unidad de área, es decir, el número de árboles por hectárea. Se puede determinar la abundancia por especie o por grupo de especies. Por lo general se determina para especies comerciales y no comerciales. Asimismo, se puede determinar la distribución de la abundancia por categorías de diámetro. (Valerio y Salas 1997)

### **2.7.4. Estructura vertical del bosque**

Según Finegan (1992), es la organización vertical del bosque y se define como las distribuciones que presentan las masas foliares en el plano vertical o las distribuciones cuantitativas de las variables medidas en el plano vertical.

Se entiende por estrato a las agrupaciones de individuos que han encontrado los niveles de energía adecuados para sus necesidades y por lo tanto han expresado plenamente su modelo arquitectural (copas amplias), esta estructura responde a las características de las especies que la componen y a las condiciones micro climáticas presentes en las diferentes alturas del perfil, y son estas diferencias de temperamento lo que permite que las especies se ubiquen en los niveles que satisfaga sus demandas de energía. (Valerio y Salas 1997).

### **2.7.5. Competencia**

Dentro de una comunidad, la planta tiene que relacionarse con otros individuos de la misma especie o de otras especies. Esta relación puede ser cooperativa, donde diferentes individuos facilitan la existencia de cada uno usando recursos diferentes o transfiriendo recursos que les sobren. Las relaciones cooperativas rara vez se encuentra

entre árboles, aunque el hecho de que algunas especies aprovechan la sombra de otros individuos en una fase temprana de desarrollo también es una forma de cooperación. Generalmente, sin embargo, la suma de la demanda por recursos de los individuos de una organización es mayor que la disponibilidad: es decir, tienen que competir. La competencia lleva a que algunos individuos no logren captar suficientes recursos para su crecimiento y supervivencia. La competencia por lo cual resulta cuando la disponibilidad de un recurso es limitada y no es suficiente para cubrir las necesidades de todos los individuos (Louman *et al.* 2001)

#### **2.7.6. La competencia intraespecífica**

La competencia intraespecífica se da entre individuos de la misma especie. La competencia intraespecífica es causada por una alta densidad de individuos dentro una población que regula su tamaño en fases iniciales del desarrollo y en bosques dominados por una o pocas especies. Si la densidad es baja, la natalidad tiende a sobrepasar la mortalidad y la población crece, pero si la densidad es alta resulta en una mortalidad mayor que la natalidad (mayor competencia), y la población disminuye en número de individuos. En ambos casos, el tamaño de la población se mueve hacia un punto de equilibrio entre natalidad y mortalidad, o capacidad de carga “K” del sitio. (Louman *et al.* 2001)

Por su parte, Finegan (1992), menciona al respecto cómo las distribuciones asimétricas se producen solo a densidades altas, se atribuye el fenómeno a una competencia intraespecífica. Se desarrolla una jerarquía de pocos individuos vigorosos, que consiguen una alta proporción de los recursos, y una mayoría de individuos pequeños en diferentes grados de un estado de supresión. Una distribución simétrica representa, entonces una población en la cual la competencia no es intensa, aunque este tipo de distribución puede originarse también después de una fase de competencia

### **2.8. Regeneración Natural**

El término regeneración es usado indistintamente por algunos autores como repoblación y reproducción. El método de repoblación puede definirse como un procedimiento ordenado, mediante el cual se renueva o establece una masa, ya sea en



forma natural o artificial. Dicho proceso se lleva a cabo durante el periodo de regeneración, que empieza después de cortar la masa, es decir, al final de cada turno (Hawley y Smith 1972). La sostenibilidad se complica cuando se reportan problemas de regeneración de muchas especies tropicales.

A este punto de inicio le sigue una fase de construcción en la cual el bosque se va formando por árboles jóvenes los cuales crecen rápidamente, el incremento en altura y diámetro de los fustes están relacionados en forma lineal y finalmente una fase madura donde los árboles presentan diámetros considerablemente gruesos. Es así que el bosque no es una masa constante de estructura homogénea, sino que presenta cambios dinámicos constantes lo que permite que un bosque húmedo se constituya en un mosaico de parches de bosque en diferentes fases de ciclo. (Finegan 1992)

### **2.8.1. Formas de Regeneración**

De acuerdo a Hawley y Smith (1972), la regeneración de los bosques puede darse de dos formas o métodos diferentes:

**1. Regeneración natural:** también denominada como método de reproducción, la permanencia del bosque en forma natural depende de la existencia de árboles semilleros circundantes para la producción de semillas. Una buena regeneración depende de los siguientes factores:

- Una fuente de semillas viables.
- Un terreno preparado adecuadamente.
- Un ambiente compatible para la germinación y el establecimiento de las plántulas.

Los mismos autores también mencionan que este concepto puede representarse como un triángulo de factores en los que la incompatibilidad de algunos de los elementos, da por resultado el fracaso de la regeneración.

**2. Regeneración artificial:** también denominada como método de repoblación, este tipo de regeneración es la aplicación directa de la siembra o bien la implantación de

plantones desarrollados a partir de semillas y en casos más raros de estacas. Puede ser utilizado para completar o sustituir la repoblación natural.

### **2.8.2. Clasificación de la Regeneración Natural**

Para la clasificación de la regeneración natural hay que tener en cuenta aspectos dimensionales y ecológicos, puesto que no existe consenso respecto a la clasificación de la regeneración natural entre los autores. Según Hutchinson (1993), las operaciones silviculturales aplicadas a la regeneración natural dependen del tamaño de la misma, resulta por consiguiente necesario clasificarlas en las siguientes categorías de acuerdo a su dimensión o tamaño:

- **Brinzales:** Aquellos individuos entre 0,3 m a 1,5 m de altura. Conforman la regeneración no lograda o no establecida.
- **Latizal Alto:** De 5,0 cm a 9,9 cm de DAP, constituyen la regeneración no lograda o no establecida.
- **Fustal:** Mayor a 10 cm de DAP, constituyen la regeneración lograda o establecida.

### **2.9. Sucesión**

De acuerdo a Finegan (1992), se denomina sucesión primaria o bosque primario a aquellos que se desarrollan sobre sustratos que nunca antes tuvieron vegetación y sucesión secundaria a los bosques que se desarrollan sobre sitios que son abandonados después que su vegetación natural es completamente destruida por perturbaciones naturales o antrópicas. La estructura y composición del bosque secundario cambia ampliamente respecto al bosque primario e igualmente cambia a lo largo de la sucesión. Algunos de estos cambios, como por ejemplo el área basal o el volumen de madera son relativamente rápidos y, en general, se puede hablar de que la regeneración y crecimiento de los bosques secundarios es relativamente rápida. (Finegan 1992)

Sin embargo, cualquier fenómeno natural que destruya un bosque inicia también una sucesión secundaria (Finegan 1992). Los fuegos frecuentes también pueden causar retrocesos con la gravedad que puedan causar la destrucción de la capacidad de

recuperación del bosque y retroceder la sucesión en una fase herbácea. En este caso, la recuperación podría tardar cientos de años e inclusive podría conducir a una vegetación con una estructura y composición diferente al bosque original. (Louman 1987 citado por Louman *et al.* 2001)

El bosque por tanto no es una masa de estructura homogénea, sino que presenta cambios constantes debido a su dinámica interna. Según Whitmore (1984) citado por Finegan (1992), menciona que el bosque primario está formado por un mosaico de fases de regeneración cuyo ciclo comprende tres fases:

- **Fase de Claro:** Es el punto de partida donde se produce la apertura del dosel, contiene brinzales, latizales y árboles jóvenes, la tasa de crecimiento del rodal es lenta.
- **Fase de Construcción:** Es un bosque aún de árboles jóvenes los cuales crecen rápidamente, el incremento en altura y diámetro de los fustes está relacionado en forma lineal.
- **Fase Madura:** Contiene árboles de diámetros considerablemente gruesos. Esta fase se caracteriza porque la tasa de crecimiento del rodal es mínima.

## 2.10. Gremios ecológicos

Los gremios ecológicos se entienden como grupos de especies que utilizan uno o varios recursos del medio ambiente en forma similar, estos gremios agrupan especies que comparten patrones similares de exigencias de radiación lumínica, regeneración y crecimiento. (Finegan 1992)

La dinámica de establecimiento, sobrevivencia y desarrollo de cada especie se encuentra íntimamente relacionada a la disponibilidad de energía radiante, agua, minerales, estrategias de escape a sus depredadores, factores importantes que se deben considerar para seleccionar las especies que se desean rescatar y qué condiciones micro climáticas se deben crear para asegurar el establecimiento de las mencionadas especies. (Valerio y Salas 1997)

Una de las clasificaciones más utilizadas en la actualidad es la planteada por Finegan (1992), que contempla cuatro gremios:

- **Heliófitas Efímeras:** especies intolerantes a la sombra, es decir, que requieren luz plena para establecerse, crecer y reproducirse, se presentan en ambientes de sucesión y tiene una vida muy corta.
- **Heliófitas Durables:** especies intolerantes a la sombra de vida relativamente larga, se presentan en ambientes alterados además se posesionan en la parte alta del dosel.
- **Esciófitas parciales:** especies que toleran la sombra en la etapa temprana del desarrollo, pero requieren de un grado elevado de iluminación para alcanzar el dosel y poder pasar de las etapas intermedias hacia la madurez.
- **Esciófitas totales:** especies que se establecen a la sombra y pueden completar su ciclo sin tener acceso a la luz, pero no tienen la capacidad de aumentar significativamente su crecimiento si se abre el dosel.

### 2.11. Grados de iluminación o posición de copa

Independientemente del tamaño del tronco del árbol o de su copa, se requieren algunos índices para evaluar la posición relativa de la copa de cada árbol con respecto a sus vecinos, particularmente los de tamaño similar o mayor. Clark y Clark, (1987) definieron siete categorías de iluminación de copas modificadas de las cinco categorías de Dawkins (1958)

Las categorías están definidas según lo siguiente:

- **Emergente:** La parte superior de la copa totalmente expuesta a la luz vertical y lateral, libre de competencias laterales, al menos en un cono invertido de 90° con el vértice en el punto de la base de la copa.
- **Plena Luz Vertical:** La parte superior de copa está plenamente expuesta a luz vertical, pero está adyacente a otras copas de igual o mayor tamaño del cono de 90°.
- **Alguna Luz Vertical:** La parte superior de la copa está parcialmente expuesta a la luz vertical y parcialmente sombreada por otras copas.

- **Alta luz lateral:** La parte superior de la copa enteramente sombreada, recibe luz lateral más de medio círculo
- **Mediana luz lateral:** La parte superior de la copa enteramente sombreada de la luz vertical, pero expuesta a alguna luz directa lateral debido a un claro o borde del dosel superior.
- **Baja Luz lateral:** La parte superior de la copa enteramente sombreada, pero recibe baja luz oblicua lateral
- **Sin Luz directa:** La copa enteramente sombreada tanto de luz vertical como lateral.

## **2.12. Algunos parámetros para la evaluación de la regeneración natural.**

### **2.12.1. Densidad**

La densidad es un parámetro que permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas de una determinada área según Oosting (1951), citado por Becerra (1971), la densidad es el número medio de individuos, por superficie tomada como muestra.

### **2.12.2. Dominancia**

Es la sección determinada en la superficie del suelo por el haz de proyección horizontal de copa de los árboles. En los bosques tropicales y sub-húmedos a menudo resulta dificultoso determinar esta proyección por sobre la posición de la copa de los árboles y la mezcla del bosque por lo que para salvar este inconveniente se opta por el área basal del fuste a la altura de 1.30 m.

### **2.12.3. Frecuencia**

La frecuencia se define como la probabilidad de encontrar un atributo por ejemplo una especie en una unidad muestral y se mide en porcentajes, nos ayuda a dar una expresión aproximada de la homogeneidad de un rodal o cubierta vegetal por inventariar, Raunkiaer citado por Becerra (1971), denominó frecuencias al valor del tanto % de parcelas de muestra en las que presenta una especie.

#### **2.12.4. Índice de similitud**

Los índices de similitud expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por especie que componen distintos micrositios o habitat. Los coeficientes de similitud son muy utilizados especialmente para comparar comunidades con atributos similares. Sin embargo, también son útiles para otro tipo de comparaciones, por ejemplo, para comparar los tipos de plantas de estaciones diferentes o micrositios de distintos grados de perturbación.

Los índices de similitud se calculan en base a datos cualitativos (presencia/ausencia) O datos cuantitativos (abundancia) según las ecuaciones de Sorensen o Marorista Horn.

#### **2.12.5. La Silvicultura**

La silvicultura es una ciencia aplicada para mejorar los rodales del bosque con el fin de fomentar la regeneración, el crecimiento de los árboles y la reducción de impactos al bosque remanente. (Fredericksen *et al.* 2001)

La silvicultura de bosque natural es la aplicación de los principios ecológicos, necesarios para comprender los procesos naturales y para determinar o algunas veces solo intuir, las posibles modificaciones de la estructura y función del ecosistema, para satisfacer las expectativas económicas actuales, sin amenazar la posibilidad de satisfacer las futuras. (Valerio y Salas 1997)

Por su parte Espinoza *et al.* (2000), mencionan que la práctica de la silvicultura está afectada por dos factores: **internos** (especie, sitio, etc.) y **externos** (mercado, actitud del público, etc.), provocando que la silvicultura sea cada vez más compleja y de esta manera se limite el área de toma de decisiones independientes, exigiendo entonces mayor creatividad y una mejor silvicultura.

#### **2.13. Fines de la silvicultura**

De acuerdo a Fredericksen *et al* (2001), los fines de la Silvicultura son:

- Inducir la regeneración natural
- Aumentar la tasa de crecimiento
- Disminuir la mortalidad

- Aumentar la abundancia de árboles valiosos
- Mejorar la forma de los fustes
- Aumentar la producción forestal

La silvicultura por tanto puede ser aplicada en cualquiera de las fases del ciclo de vida del árbol. Por ejemplo, en la fase de establecimiento que va desde la germinación de la semilla hasta que alcanza el estadio brinzal se pueden aplicar tratamientos silviculturales que promuevan la regeneración. En su fase reproductiva se puede estimular a los mejores individuos para que alcancen el dosel o darles mejores condiciones para una producción mayor de frutos y semillas. (Mostacedo *et al.* 2009)

La ley Forestal 1700 en su art. 10, el reglamento de la Ley Forestal en su art. 69 y la norma técnica 248/98 que presenta un capítulo destinado a los aspectos silviculturales, mencionan que se deben aplicar tratamientos silviculturales, aunque no son claros sobre cuáles tratamientos silviculturales y cómo implementarlos puesto que su implementación dependerá de varios factores que pueden estar presentes en un área y no en otra. Además de que estas consideraciones no pretenden ser una “receta” sino una guía para el profesional y el productor forestal, para que la aplicación de los tratamientos silviculturales se justifique ecológica y económicamente (Mostacedo *et al.* 2009). A fin de no atentar el principio precautorio con las especies no aprovechadas, establecido en el art. 9 de nuestra ley Forestal.

#### **2.14. Plan silvicultural**

La Prescripción Silvícola se denomina al listado de instrucciones que determinan lo que debe hacerse y cómo debe ejecutarse. Por ejemplo, cuántos árboles ralear, qué clase de árboles extraer, qué método de raleo aplicar, etc. Su formulación está basada en factores edáficos, económicos y de manejo involucrados en un tratamiento dado y sometida a una revisión permanente debido a los "inputs" (entradas) externos e internos que se deben incorporar en el análisis del manejo de un área forestal. Será responsabilidad del forestal encargado de un área dada, monitorear los efectos de la Prescripción Silvícola y reportar sus observaciones; pequeñas variaciones en los resultados esperados implicarán un cambio táctico en la prescripción; si las diferencias

son grandes, puede ser necesaria una nueva prescripción; se requiere por tanto de un proceso permanente de retro- alimentación. (Espinoza *et al.* 2000)

Entonces un Plan Silvicultural se debe realizar en función a los resultados de un muestreo de la regeneración natural de un bosque (por lo general mediante un muestreo diagnóstico), puesto que el mismo nos permitirá conocer la dinámica de la regeneración y determinar la prescripción silvícola más apropiada para propiciar su establecimiento y desarrollo, y de esta manera acelerar la capacidad productiva a nuestros bosques. Pero para que tal función y objetivo sea realizado es necesario un seguimiento continuo y permanente de la respuesta de la regeneración natural ante el o los tratamientos silvícolas empleados, para realizar cambios en las decisiones tomadas si es que lo amerita y fortalecer el ese proceso permanente de retroalimentación.

### **2.15. Tratamientos silviculturales**

La implementación de los sistemas silviculturales se hace mediante la aplicación de tratamientos silviculturales. Estos pretenden provocar variaciones en la estructura del bosque con miras a asegurar el establecimiento de la regeneración e incrementar el crecimiento en función de un beneficio económico. (Valerio y Salas 1997)

De acuerdo a Hartshorn (1980) citado por Valerio y Salas (1997), en los bosques intervenidos el crecimiento de los remanentes es de 2 a 3 veces mayor que en los bosques inalterados. En vista de que la mayoría de los árboles del dosel requieren mayores cantidades de luz que las que se presentan naturalmente en el piso del bosque es conveniente complementar las aperturas ocasionadas por la cosecha para tener una mayor y mejor distribución de la población de árboles jóvenes que garanticen la producción de madera en el futuro. También se elimina competencia por nutrientes y cuando se elimina un árbol, los minerales contenidos en la biomasa utilizados son aprovechados por los remanentes.

Sin embargo, con la aplicación de tratamientos hay riesgos de disminuir la diversidad y proporción de especies de árboles, si es que la aplicación de éstos no ha sido debidamente planificada, lo que amenaza la estabilidad del bosque. Por lo tanto, un punto importante en la aplicación de los tratamientos silviculturales es que deben estar



dirigidos a especies en particular, es la necesidad de personal capacitado en identificación. (Valerio y Salas 1997)

Hutchinson (1993) indica que un sistema silvicultural está formado por una serie de operaciones individuales cada una de las cuales contribuye a alcanzar los objetivos del sistema. A continuación, se mencionan algunos de los tratamientos más conocidos:

- El Aprovechamiento.
- Eliminación de impedimentos.
- Modificaciones a nivel del suelo.
- Apertura del dosel.
- Liberación.
- Refinamiento.
- Limpieza a nivel inferior del dosel.
- Muestreo Diagnóstico.
- Raleo.

Los tratamientos de liberación en rodales maduros tienen como fin liberar los árboles de futura cosecha (fustales o de mayor tamaño) de plantas trepadoras y árboles no comerciales competidores. Los tratamientos de liberación permiten que los árboles comerciales crezcan con mayor rapidez, acortando así el período necesario para alcanzar diámetros apropiados para la corta. Estos tratamientos también ayudan a mitigar el desequilibrio causado por el aumento de especies arbóreas no comerciales debido al aprovechamiento selectivo. Los tratamientos de liberación se pueden aplicar mediante la corta de árboles competidores o el anillamiento de los mismos, la mayoría de los tratamientos de liberación incluyen el anillamiento, esta técnica causa la muerte gradual de los árboles competidores, generalmente con un daño mínimo a los árboles adyacentes. Cuando los árboles anillados mueren, sus ramas se pudren y caen durante un período prolongado de tiempo y su fuste se puede mantener en pie por varios años.

La disminución gradual de la cobertura de hojas y ramas de los competidores anillados también brinda un período de transición, en el cual los árboles de futura cosecha se pueden ajustar al aumento de luz. (Fredericksen *et al.* 2001)

De acuerdo a Fredericksen *et al.* (2001), en un experimento efectuado en un bosque húmedo y un bosque seco, se observó que el anillamiento, sin aplicación de herbicida, después de un año solo causó la muerte de 10 a 12% de los árboles tratados. Por lo tanto, es recomendable que el anillamiento sea seguido por la aplicación de herbicida, a fin de aumentar la efectividad del tratamiento.

El mejoramiento o refinamiento es un tratamiento silvicultural que no está enfocado en la liberación de árboles de futura cosecha, sino en la eliminación de árboles defectuosos de especies no comerciales, que ocupan un espacio que podría ser utilizado por la regeneración de las especies comerciales. Sin embargo, este tratamiento se puede usar junto con tratamientos de liberación. Las mismas técnicas de anillamiento empleadas en la liberación, se pueden aplicar para el mejoramiento. Si bien éste puede constituir un tratamiento efectivo en los bosques bolivianos en los que el descreme ha reducido la calidad de los rodales forestales, no tiene impacto inmediato en el crecimiento de los árboles de futura cosecha y, por ende, no produce los mismos beneficios económicos directos que los tratamientos de liberación. (Fredericksen *et al.* 2001)

#### **2.16. Operaciones silviculturales**

Las operaciones silviculturales se encuentran en el nivel de jerarquía más específico dentro de las labores propias de la implementación de cualquier sistema silvicultural y de cualquier tratamiento; es la parte práctica de toda la planificación. Siempre el objetivo de una operación es la eliminación de árboles individuales. (Valerio y Salas 1997).

**CAPÍTULO III**  
**DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

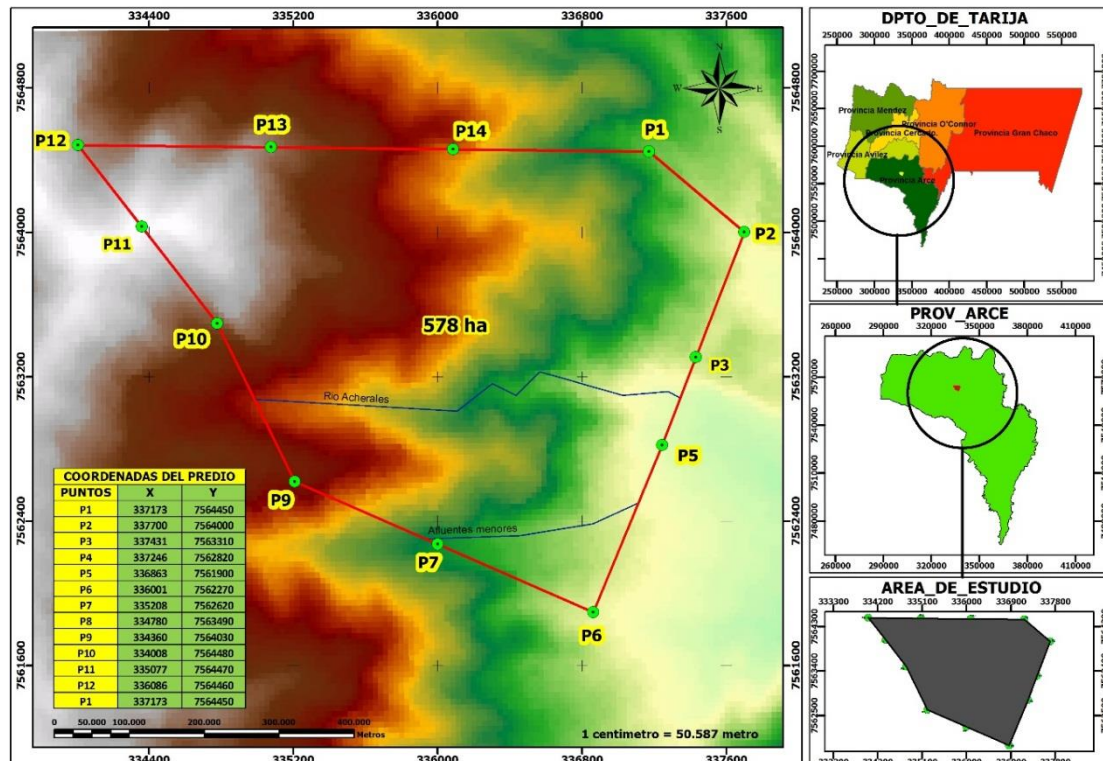
## CAPÍTULO III

### 3. Área de estudio

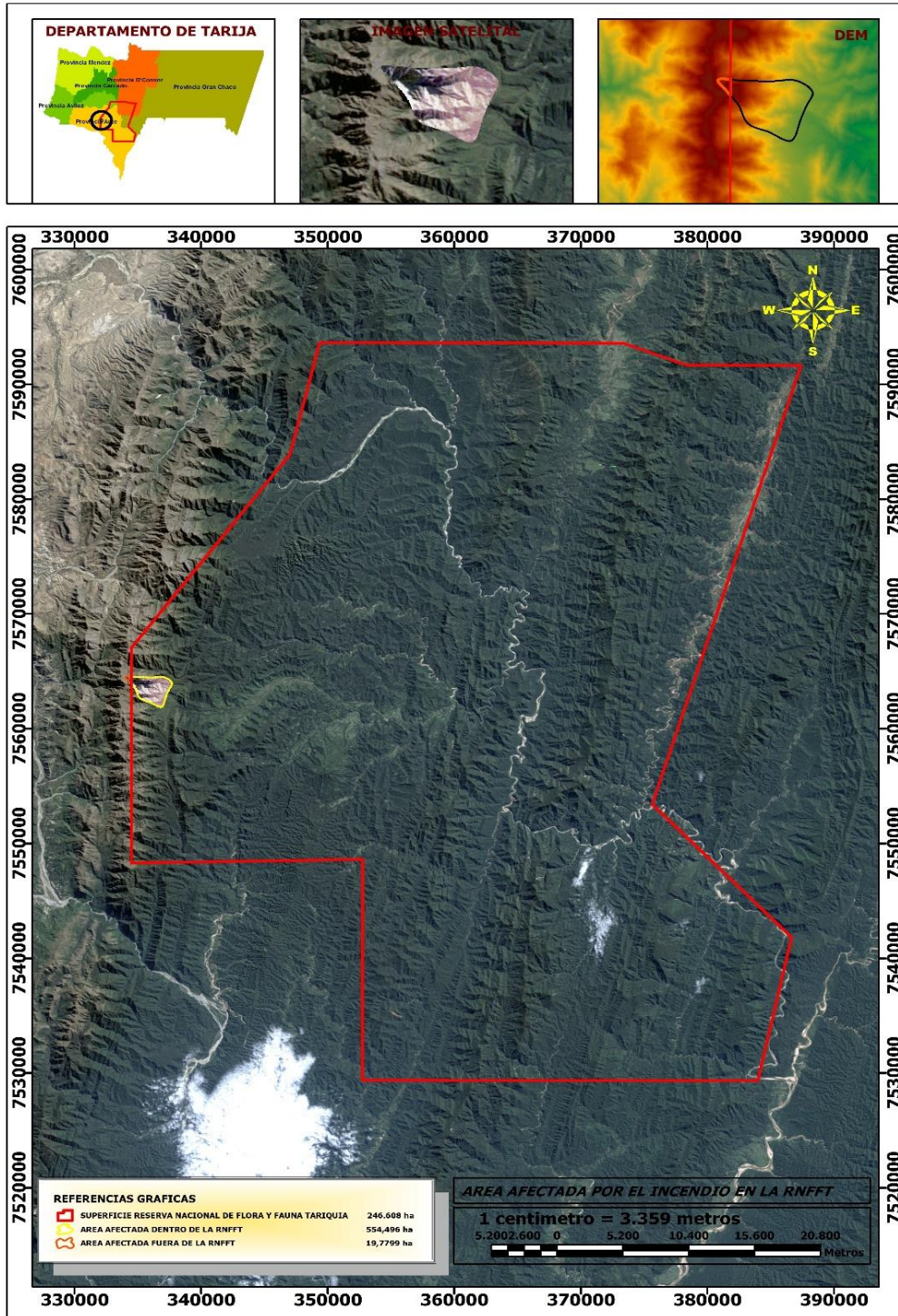
#### 3.1. Ubicación y descripción del área de estudio.

El estudio se realizó en la comunidad “Abra de Chapis” perteneciente a la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquía, que se encuentra en la región Sureste del Departamento de Tarija, en la provincia, Arce, en proximidad con el Municipio de Padcaya. Ocupa la región fisiográfica del sub andino sur caracterizada por abruptas serranías paralelas y profundos valles, el área corresponde mayormente a la subregión biogeográfica bosque húmedo montañoso de Yungas o Bosque Tucumano - Boliviano. De acuerdo a las coordenadas tomadas, el área de estudio afectada por el incendio forestal cuenta con una superficie de 578 ha.

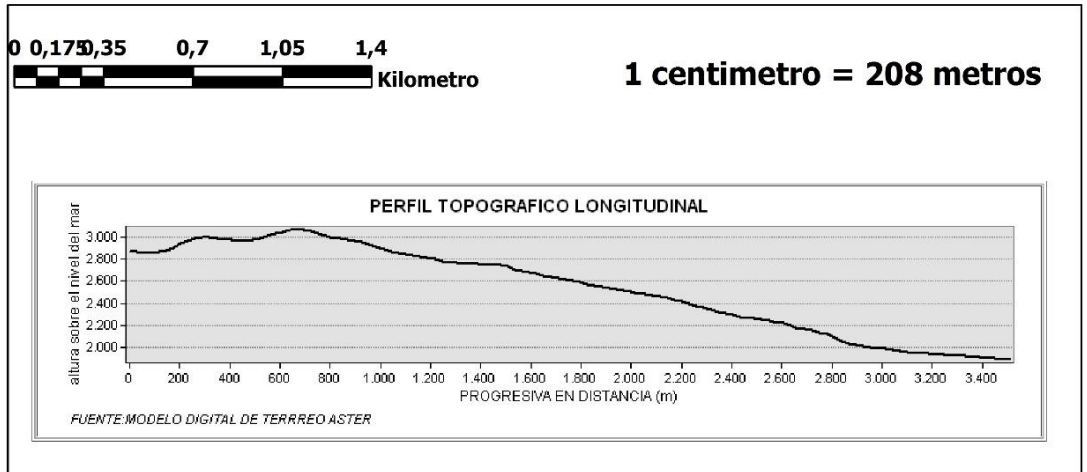
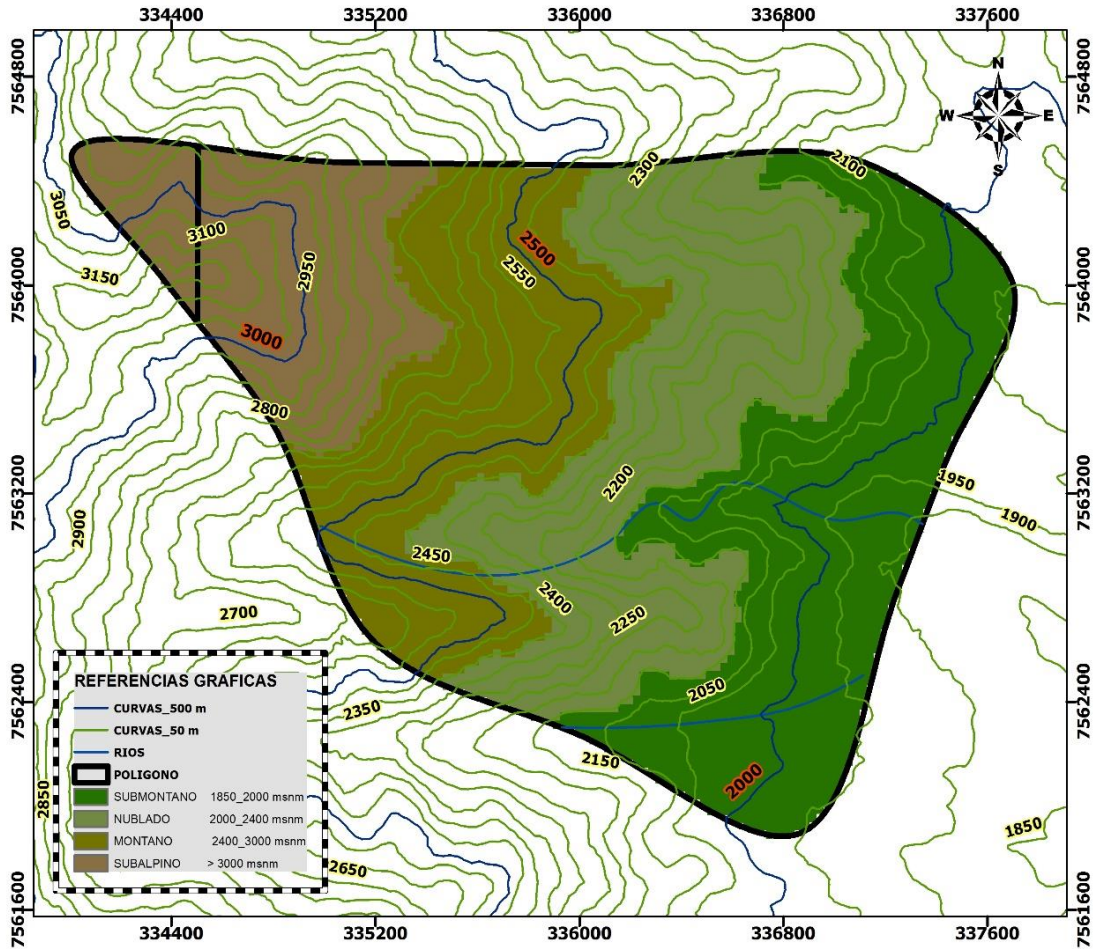
Mapa 1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



## Mapa 2 UBICACIÓN DE LA POLIGONAL DE ESTUDIO DENTRO DE LA RESERVA NATURAL DE FLORA Y FAUNA TARIQUÍA



## Mapa 3 PISOS ALTITUDINALES Y CURVAS DE NIVEL DEL ÁREA DE ESTUDIO



### **3.1 Características biofísicas**

#### **3.1.1 Clima**

Las condiciones climáticas son muy variadas, produciéndose microclimas entre zonas cercanas. Las regiones climáticas están definidas por zonas de elevación y precipitación, siguiendo la tendencia principal NS de los Andes; la precipitación y la temperatura difieren según el gradiente altitudinal y relieve propios del lugar; el rango altitudinal oscila entre los 500 y 3500 msnm y la precipitación promedio va desde los 700 a los 2000 mm anuales (Gonzáles et. al. 1996; ENTRIX 1997; Aguilera 1999).

En las montañas del Oeste predomina un clima frío templado con temperaturas medias anuales entre 10 y 15 °C y precipitaciones de 800 mm. En el centro el clima es templado-cálido a cálido con temperaturas medias anuales de 20 a 22 °C y lluvias que varían entre los 900 y los 1.200 mm anuales, concentradas entre septiembre y mayo (Coro 1983 en Gonzáles et al. 1996). Probablemente como ocurre en las selvas de montaña del Noroeste argentino, las mayores precipitaciones se registran entre los 1.500 a 2.000 m de altitud y superan los 1.500 mm anuales.

El período lluvioso va desde noviembre a marzo con 85% de las precipitaciones anuales, en los meses de julio, agosto y septiembre la precipitación es escasa o nula, en esta época también se registran heladas en las zonas cálidas, y en abril y octubre en las zonas más frías (Marconi 1999).

#### **3.1.2 Hidrografía**

La comunidad de Abra de Chapis se encuentra en la Serranía más alta del cerro Campanario. La hidrografía está definida por cuencas grandes de los ríos Grande de Tarija y Salinas.

Subregiones biogeográficas: el área corresponde mayormente a la subregión biogeográfica de bosque Tucumano Boliviano.

### **3.1.3 Fisiografía**

La fisiografía de la zona de estudio está ubicada en la ladera-superior de la cumbre el campanario, con exposición al sud oeste, con pendientes escarpadas que forman parte de la cordillera oriental, con una altitud que va desde los 900 a 3050 msnm. en el área de estudio.

### **3.1.4. Suelo**

En el área de estudio se encuentran tres clases contrastantes en términos de pendiente por las características fisiográficas del territorio.

- Pendientes escarpadas
- Pendiente muy escarpada
- Pendientes moderadamente escarpado

En el área afectada por el incendio forestal de la comunidad “Abra de Chapis” se tiene un suelo de ladera con pendiente generalmente escarpadas, con afloramientos rocosos en la ladera superior, presenta una pedregosidad abundante en los valles de montaña y tiene una textura de media a fina. (PDM Padcaya 2018)

### **3.1.4 Usos actuales del suelo**

Al ser parte de la reserva de flora y fauna Tariquía, la comunidad Abra de Chapis no puede ser utilizada con fines de explotación maderera o de otro tipo de explotación, por la cual al tener dueños privados en la zona que fue afectada por el incendio forestal, la zona es utilizada por los dueños como zona de pastoreo.

### **3.1.5 Vegetación**

El Área de estudio está ubicada en la vegetación Sub andina, en las unidades o tipos de; Unidad de vegetación Montano, Nublado, Subalpino y Sub montano, perteneciente al tipo de bosque nublado de la selva Tucumano - Boliviano (ZONISIG, 2001), se encontró 13 especies arbóreas en sus diferentes estadios en la dos áreas de estudio.

En la Reserva existen 8 formaciones de vegetación o unidades de vegetación mayormente diferenciadas por la composición de especies y características fisionómicas, las que corresponden a la variación en condiciones climáticas y rangos



altitudinales (vegetación zonal) así como también a características del suelo y uso (vegetación a zonal) (ZONISIG, 2001).

### **3.2 Vegetación natural**

Para el análisis de las características de la vegetación natural afectada por el incendio forestal se tomó en cuenta la gradiente altitudinal. Según se puede observar en el mapa base N° 3, el área quemada empieza en la cota 900 msnm. y asciende hasta los 3050 msnm.

En esta gradiente altitudinal, en base a los pisos ecológicos considerados en la leyenda de la vegetación propuesta por la FAO – UNESCO (1973), se pueden encontrar los siguientes pisos ecológicos para el área afectada por el incendio.

#### **3.2.1 Sub Montano**

Piso Sub montano desde los 1850 - 2000 msnm. Los vegetales que viven en la alta montaña muestran un aspecto almohadillado, unas largas raíces y unas hojas pequeñas y pilosas que les permiten subsistir en este medio tan adverso, como por ejemplo la hierba pajonera que resiste muy bien los cambios de temperatura y los vientos de la alta montaña

#### **3.2.2 Nublado**

Piso nublado desde los 2000 - 2400 msnm. Bosque nublado es muy variable, en algunos lugares predominan los árboles caducifolios mientras que en otros las coníferas son más comunes. También hay bosques mixtos con árboles de coníferas, caducifolios de hoja ancha y siempre verdes. Los bosques nublados ocupan áreas con precipitación abundante y uniformemente distribuida y temperaturas moderadas con un marcado patrón estacional. La flora y la fauna de los bosques templados son muy diversificados, aunque muchos animales emigran o hibernan durante el frío invierno.

#### **3.2.3 Montano**

Piso montano desde los 2400 - 3000 msnm. Las regiones montanas generalmente tienen temperaturas más frescas (clima de montaña) y con frecuencia tienen mayor humedad que las regiones más bajas adyacentes y, frecuentemente, abundan en

comunidades de poblaciones de plantas y de animales. Las áreas por encima de la línea arbolada

### 3.2.4 Sub Alpino

Por encima de los 3.150 m, empieza el piso tropical subalpino. Se encuentran especies claramente escleromorfas. Los árboles crecen aislados y alcanzan una altura máxima de 5 m apenas. Se encuentran muchos arbustos como *Gaultheria bracteata* o plantas epífitas como *Elaphoglossum squamipes*.

- **Mamíferos**

Se han reportado para Bolivia 320 especies nativas de mamíferos (Anderson 1997 en Sarmiento & Moraes 1999), de todas ellas 150 estarían presentes en el departamento de Tarija. En la RNFFT se encontraron 58 especies (18% del total del país y 40% del total de mamíferos de Tarija) (Bernal 1999).

Entre los mamíferos de porte mayor se han registrado al jucumari (*Tremarctos ornatus*) y al carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*) también felinos, primates y mamíferos de talla mediana como tejones (*Nasua nasua*), mayuatos (*Procyon cancrivorus*) y jochis (*Dasyprocta punctata*). Algunos géneros de roedores son *Oligoryzomys*, *Oryzomys*, *Calomys* y *Akodon* todos ellos relacionados con zonas agrícolas, en las zonas de bosque se ha registrado la presencia de marsupiales pequeños como *Thylamys venustus* y *Gracilanunus agilis*.

Entre las especies indicadoras de hábitat características de la pradera o pastizal de altura se han encontrado al zorro andino (*Pseudolapex culpaeus*) y la taruca (*Hippocamelus antisensis*). El oso de anteojos, ocelote o gato de monte indican pisos de montaña. Las especies cosmopolitas presentes en la Reserva son: el puma *Puma concolor*, el zorrino *Conepatus chinga*, el puercoespín *Coendou prehensilis*, el acuti *Dasyprocta punctata*, el tatú *Dasypus novemcinctus*, la corzuela *Mazama goazoubira*, y la liebre *Sylvilagus brasiliensis*. Se ha reportado también para la Reserva la presencia de una especie de liebre introducida, la liebre europea *Lepus europaeus* (Bernal 1999).

- **Aves**

En Bolivia se conocen 1358 especies de aves, lo que hace que el país se encuentre entre los más diversos del mundo. En el departamento de Tarija se han registrado 423 especies (aproximadamente 31% de las especies conocidas para el país).

Según los trabajos realizados en la Reserva, se cuenta con 241 especies registradas que se incluyen en 47 familias, representando 57% de las especies de Tarija (423), cerca de 41% (98 especies) son aves no passeriformes. (ARMONIA 1995; Sarmiento 1999).

En la provincia yungueña de la Reserva se han registrado especies como el pato de torrentes *Merganetta armata*, el surucúa o aurora *Trogon curucui*, *Knipolegus signatus*, *Pyrrhomyias cinnamomea*, *Mecocerculus leucophrys*, *Troglodytes solstitialis*, *Thlypopsis ruficeps*, *Chlorosphingus ophthalmicus*, *Atlapetes torquatus*. En la porción sur de la provincia se encuentran las especies endémicas *Amazona tucumana*, *Eriocnemis glaucopoides*, *Myioborus brunniceps*, *Atlapetes fulviceps* y *Poospiza erythrophrys*.

Las especies representativas del Chaco son *Knipolegus striaticeps*, *Poospiza melanoleuca*, *Campephilus leucopogon*, *Xiphocolaptes major*, *Thraupis sayaca*, *Cairama cristata*, *Xolmis irupero*, *Aratinga aurea* y *Arremon flavirostris*.

En el bosque semi-húmedo a húmedo montañoso se encuentra el cóndor *Vultur gryphus*, *Amazona tucumana*, *Colibri coruscans*, *Sapho sparganura*, *Adelomyia melanogenys*, *Eriocnemis glaucopodes*, *Turdus chiguanco*, *Atlapetes fulviceps* (especie endémica de la formación tucumano boliviana).

En la ecorregión del bosque semi-húmedo sub-montañoso se encuentran *Piculus rubiginosus*, *Knipolegus signatus*, *Pyrrhomyias cinnamomea*, *Mecocerculus leucophrys*, *Atlapetes torquatus*, *Trogon curucui*, *Momotus momota*, *Sarcoramphus papa*, *Penelope obscura*, los colibríes *Chlorostilbos aureoventris* y *Amazilia chionogaster*. Se han encontrado en esta región asociados a sistemas acuáticos fluviales la garza *Tigrisoma fasciatum* y *Lochmias nematura*.

En los pastizales de altura existen especies de puna y altoandinas como *Phalcoboenus megalopterus*, *Colaptes rupicola*, *Muscisaxicola alpina*, *Upucerthia andaecola*, *Phrygilus unicolor*. En el límite inferior del pastizal hacia el bosque subhúmedo montañoso se hallan las especies *Aratinga mitrata*, *Bolborhynchus aymara*, *Colibri coruscans* y *Octhoeca frontalis*.

Entre las especies raras se encuentran el pato negro *Cairina moschata*, el pato de los torrentes *Merganetta armata* (VU), las águilas *Harpyhaliaetus solitarius* (VU) y *Spizastur melanoleucus*, la paraba militar *Ara militaris* y el bato *Jabiru mycteria*, estas especies se consideran de alta prioridad para la conservación porque presentan poblaciones en declinación en todo su rango, debido a las presiones de caza o destrucción de hábitat. Las especies consideradas como poco comunes son la garza *Tigrisoma fasciatum* y *Cypseloides rothchildi* (entre las especies amenazadas de Bolivia) (Sarmiento 1999).

Algunas de las especies amenazadas que se encuentran en el área protegida son el pato negro *Cairina moschata* (VU), el loro alisero *Amazona tucumana*, la paraba militar *Ara militaris* (EN), *Cinclus schulzi*, *Saltator rufiventris*, *Penelope dabbeni* y *Poospiza baeri*; las especies que se encuentran registradas en apéndices CITES (categoría I) son *Jabiru mycteria*, *Vultur gryphus*, *Amazona tucumana* y *Ara militaris*, en apéndice II están especies de las familias Cathartidae, Accipitridae, Falconidae, Psittacidae, Tytonidae, Strigidae y Trochilidae además del tucán *Ramphastos toco*.

Se han determinado en la Reserva, especies de aves que se consideran indicadoras de hábitats alterados como los buitres *Coragyps atratus* y *Cathartes aura*, el chuvi *Buteo magnirostris*, el leque leque *Vanellus chilensis*, las palomas *Zenaida auriculata*, *Columbina picui* y *Columbina talpacoti*, el serere chico *Guira guira*, el garrapatero *Crotophaga ani* y el colibrí *Colibri coruscans*. Las especies indicadoras de hábitats disturbados son el hornero *Furnarius rufus*, el atrapamoscas *Tyrannus melanocholicus*, la golondrina *Notiochelidon cyanoleuca*, la ratona común *Troglodytes aedon*, los tordos *Turdus chiguanco* y *T. rufiventris*, la tangara *Thraupis sayaca* y el tordo *Molothrus badius*.

- **Peces**

Los sistemas fluviales tienen diferentes características en la zona montañosa, submontañosa y del chaco. La zona montañosa (Yungas Altas) presenta ríos con aguas claras que se originan en la capa freática y de las lluvias estacionales, la temperatura del agua es menor a 10 °C, se observan cascadas en pendientes elevadas y sobre un sustrato rocoso, estos sistemas son reducidos en origen y van creciendo a medida que descienden en altitud (río Huacas). Dentro de este sistema se han caracterizado especies de *Trichomycterus* por estar adaptadas en cascada o escalera donde la velocidad de la corriente es elevada (Barrera 1999).

En la Zona de los Yungas Bajos (zona sub montana y del Chaco serrano) los sistemas fluviales tienen cuerpos de agua mayores, con profundidad, sedimentación y materia en suspensión elevadas; ejemplos de estos sistemas son el río Salinas y el río Tarija. Debido a su tamaño y profundidad mayores, presentan más diversidad específica que los anteriormente analizados, en estos ríos se han encontrado especies de tallas mayores a los 500 mm de longitud estándar, entre ellas están *Salminus maxillosus* (dorado), *Prochilodus lineatus* (sábalo), *Paulicea lutkeni* (robal), *Pseudoplatistoma fasciatum* (surubí), *Pimelodus* spp (bagre) y *Colossoma mitrei* (pacú), especies que ocupan estos ambientes principalmente en épocas de reproducción (Barrera 1999).

Los sistemas palustres se forman en zonas con pendientes bajas donde existe muy poco drenaje y predomina la vegetación acuática, como ejemplo está la zona de “curiches” en la localidad de Salinas, estos sistemas son estacionales, en época seca tienden a desaparecer.

Los sistemas lacustres están asociados al curso antiguo o a la acumulación de agua estacional, se han registrado en la localidad de Salinas (Barrera 1999).

La Reserva de Tariquía está incluida en la provincia del Paraná Superior de Dominio sitio geográfico del Paraná la misma que comprende la zona de drenaje de los ríos de la cuenca del Plata (río de La Plata, Paraná, Paraguay, Uruguay) que tiene menor

diversidad de especies en comparación con el Dominio Guyano-Amazónico. La cuenca del Paraguay-Paraná en Bolivia tiene características particulares debido a la presencia de géneros típicamente andinos o de las cabeceras altas de Yungas como por ejemplo *Characidium*, *Parodon*, *Trichomycterus* y *Rhamdia* que se caracterizan por habitar ambientes acuáticos torrentícolas y de aguas claras.

Barrera (1999) reporta que el número total de especies registradas en la Reserva es de 64, de las cuales 55% corresponde a los Characiformes, 44% a los Siluriformes y 1% a los Ciprinodontiformes (no existen registros de Perciformes ni Gymnotiformes).

El relevamiento de Biodiversidad de la Reserva realizado por IE-FUNDECO consideró dos zonas principales de estudio, la zona montana y la sub montana, en la primera se estudió el río Huacas, donde se encontró menor riqueza de especies debido a la altitud, las elevadas pendientes y la velocidad de corrientes impiden la colonización de muchas especies, la única especie registrada para la zona fue *Trichomycterus* sp.

En la zona sub montana (representada por localidades como Conchas, Río Salinas y El Cajón) la diversidad de especies aumenta, entre las especies registradas están *Salminus maxillosus* (dorado), *Prochilodus lineatus* (sábalo), *Paulicea lutkeni* (robal), *Pseudoplatistoma fasciatum* (surubí), *Pimelodus* spp (bagre) y *Colossoma mitrei* (pacú).

En estos ríos se ha podido observar también la presencia de microhábitats donde se encuentran especies pequeñas como *Astyanax* spp y *Bryconamericus* spp.

Muchas de las especies registradas para la Reserva son exclusivas de la cuenca Paraguay-Paraná, no encontrándose en otras cuencas de la Vertiente Oriental Andina de Bolivia, entre ellas destacan: *Acrobrycon tarijae*, *Prochilodus lineatus*, *Heptapterus* sp nov., *Trychomicterus* spp, *Ixinandria montebelloi* y *Jenynsia lineata* (Barrera 1999).

Especies que presentan algún grado de peligro son el sábalo (*Prochilodus lineatus*) debido a la sobre explotación que sufre durante las migraciones y por los planes de regulación hídrica de la cuenca Paraguay-Paraná, el dorado (*Salminus maxillosus*) por la explotación para uso comercial y deportivo, *Acrobrycon tarijae* y *Oligosarcus*

*maxillosus* (vulnerables según UICN, 1990) por su distribución restringida y por los efectos de la contaminación minera y petrolera en algunos sistemas acuáticos.

- **Herpetofauna**

En Bolivia se conocen cerca de 257 especies de reptiles (16 especies endémicas) y 166 especies de anfibios (30 endemismos), Tarija está representada por 28 especies de serpientes (21% del total nacional) 21 saurios (lagartijas) (19%), 2 alligatoridos (40%) y 21 anfibios (12%). En la RNFFT se han encontrado 43 especies de herpetozoos (29 géneros y 11 familias) de las que 24 son anfibios y 19 son reptiles.

Aparentemente el área es una zona de transición entre la herpetofauna del Chaco y la de los Yungas y Amazonía, presenta una característica de corredor biológico para algunas especies que han ampliado su área de distribución (Aparicio 1999). Se han encontrado especies de *Buffo* aff. *veraguensis*, *Hyla* aff. *marianatae*, *Gastrotheca* aff. *marsupiata*, además se han encontrado 13 especies que son nuevos registros para el departamento de Tarija, de las cuales 8 son anfibios, 2 lagartijas y 3 serpientes.

El mayor número de reportes nuevos son de la localidad de Huacas en las formaciones vegetales del bosque alto semihúmedo montano y el pastizal de altura; entre las especies halladas están los anfibios *Melanophryniscus ruberventris* y *Pleurodema* cf. *borelli*, las serpientes *Liophis* sp., Colubridae (n. gen., n. sp.) y *Tachimenis peruviana*. En la localidad de El Cajón se ha determinado la presencia de la especie *Caiman yacare* (Basilio Llanos com. pers.)

No se tiene información sobre especies que sean indicadoras de hábitat, sin embargo, una de las especies encontrada en Huacas asociada a una formación del bosque alto montano semihúmedo perennifolio (*Opipeuter xestus*), estaría relacionada a hábitats de ceja de montaña más o menos conservados (Aparicio 1999).

- **Entomofauna**

Se han determinado en la Reserva 12 órdenes de insectos y 2 órdenes de arácnidos, el grupo dominante registrado es Coleóptera, se han determinado 26 familias de las que Scarabaeidae - Scarabaeinae ha sido seleccionada como indicador de biodiversidad en

bosques tropicales debido a que tiene una participación predominante en el reciclaje de excremento en los bosques.

La Reserva cuenta con una gran cantidad de lepidópteros, se han determinado 12 familias de lepidópteros nocturnos de los cuales la familia Geometridae es la que cuenta con mayor número de especies; entre las mariposas diurnas se han determinado cinco familias entre ellas están la familia Nymphalidae, Satiridae, Heliconidae, Hesperidae y Pieridae.

La entomofauna voladora está representada por las moscas (Diptera) con cuatro familias importantes: Cecidomyiidae, Asilidae, Muscidae y Tephritidae, los himenopteros de las familias Formicidae, Sphecidae y Vespidae. En cuanto a la entomofauna edáfica se determinaron como grupos dominantes los Diplopodos, Arácnidos e Hymenopteros.

### **3.3 Vías de acceso**

Se puede ingresar al Área de estudio mediante buses que van hasta la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquia. O por el desvío hacia la localidad de llamada Campanario. Ya que ahora ya se cuenta con un camino que fue abierto hace 4 años por la alcaldía de Padcaya, o también se utiliza la carretera Tarija – Bermejo llegando a la mitad del trayecto: Emborozú, una vez en Emborozú la siguiente parada es Sidras.



**CAPÍTULO IV**  
**MATERIALES Y METODOLOGÍA**

## **CAPÍTULO IV**

### **4. Materiales y métodos**

#### **4.1. Materiales**

##### **4.1.1. Equipo de campo para formar un grupo de levantamiento de muestras**

- 3 macheteros.
- 4 materos.
- 2 planilleros.

##### **4.1.2. Materiales de campo**

- GPS.
- Cinta métrica.
- Machete.
- Plancheta y planillas de registro de datos.
- Pintura spray.
- Marcadores.
- Jalones.
- Cinta roja.
- Cámara Fotográfica.
- Planillas.

##### **4.1.3. Material y equipo de gabinete**

- Mapa tipológico.
- Calculadora.
- Lápiz.
- Material bibliográfico.

- Equipo de cómputo.

## **4.2. Metodología**

### **4.2.1. Levantamiento de datos**

Para la evaluación de la regeneración natural se empleó un diseño de muestreo al azar, el cual consiste en la selección aleatoria de un determinado número de muestras en el área de estudio y en este caso como preferencia en un área donde fue afectada por el incendio forestal, e igualmente en un área testigo donde no fue afectada por el incendio forestal. Y utilización del Arc Gis 10.6 para la elaboración de los mapas.

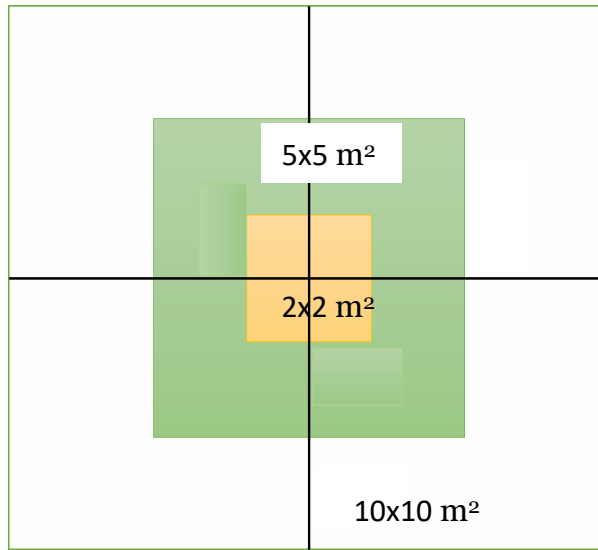
Para la cual se elaboró una planilla de registro para los diferentes estadios de la regeneración natural **Ver anexo N3.**

#### **4.2.1.1. Tamaño de la muestra para los estadios brinzal, latizal y fustal**

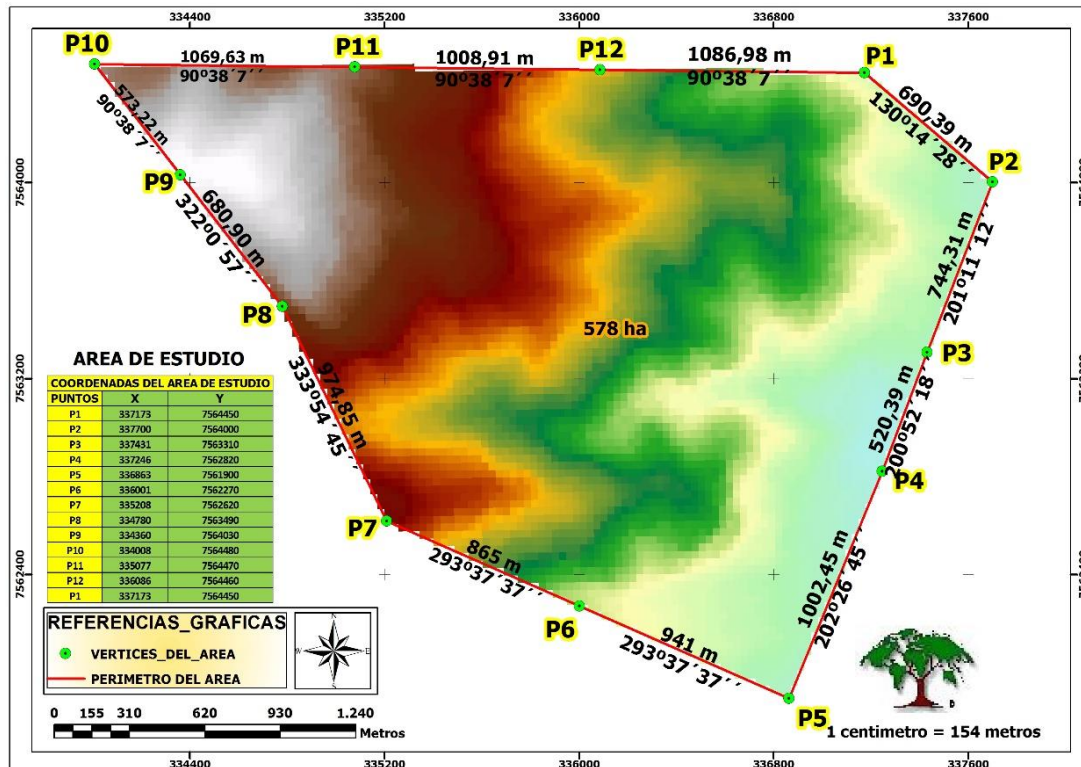
Basado en experiencias de otras investigaciones y sugerencias de documentos de proyecto BOLFOR, para la evaluación de la regeneración natural de los estadios latizal, brinzal y fustal se instalaron dos sub parcelas dentro de cada parcela, ubicadas en ambos extremos de la misma,

- Para fustales 15 parcelas de 10 x 10 m haciendo un total de superficie de 1500 m<sup>2</sup>.
- Para latizales se instalaron 30 parcelas cada una de 5 x 5 m igual a 25 m<sup>2</sup> haciendo un total de 750 m<sup>2</sup>.
- Para brinzales se instalaron 60 parcelas pequeñas de 2x2 m<sup>2</sup> cada una de 4 m<sup>2</sup> haciendo un total de 240 m<sup>2</sup>.

**Grafico 1 Estructura y dimensiones de las parcelas**



**Mapa 4 POLIGONAL DEL ÁREA AFECTADA POR EL INCENDIO FORESTAL**



### 4.3. Variables para medir la regeneración natural

#### 4.3.1. Diámetro

Para medir el diámetro normal (DAP) de los individuos en pie, se procedió a la categorización de las especies de interés de acuerdo a su estado de desarrollo. (Hutchinson citado por Frederick, 2000).

**Cuadro 1 Diámetros según HUTCHINSON**

TIPOS DE REGENERACIÓN	DIÁMETRO NORMAL (cm).
• Brinzal	≤4,99 cm, altura ≤1,30mt.
• Latizal	5,00cm a 9,99cm. (DAP)
• Fustal	10 a 39 cm. (DAP)

#### 4.3.2. Altura

La altura es uno de los principales parámetros que se mide en la vegetación o una especie, ya que nos ayuda a visualizar la estructura vertical del bosque y la posición sociológica de una especie, será estimada para acelerar el tiempo de medición y evitar que esto sea un impedimento para el levantamiento de datos, de una forma cualitativa o sea por estimación visual.

### 4.4. Parámetros ecológicos cuantitativos de análisis de la vegetación

#### 4.4.1. Abundancia

Se estimó la abundancia absoluta (AB), que es el número total de los individuos pertenecientes a una especie determinada, y la abundancia relativa (Abr), estos nos indica el porcentaje de participación de cada especie referida al número de árboles encontrados en la parcela. (Nº TOTAL= 100%).

$$Abr = \frac{N^{\circ} \text{ de árboles por especie}}{N^{\circ} \text{ árboles para toda las especies}} \times 100$$

#### **4.4.2. Densidad**

La densidad fue estimada a través del número de individuos en un área determinada, para su cálculo la fórmula es la siguiente.

$$D = N/A.$$

Donde:

D= densidad

N= Número de individuos

A= área (m<sup>2</sup>)

#### **4.4.3. Dominancia absoluta**

En sustitución de la dificultosa medición de la proyección horizontal de la copa del árbol, se optó en calcular el área basal para expresar la dominancia absoluta (DA), expresado en metros cuadrados para cada especie.

$$DA = AB = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times D^2$$

Donde:

DA= Dominancia absoluta

AB= Área basal

$\pi$ = 3,1416

D= Diámetro del árbol en m.

#### 4.4.4. Dominancia relativa.

Se calculará la dominancia relativa (Dr) que es la participación o porcentaje que corresponde a cada especie con respecto al área basal total, siendo el ultimo valor igual al 100% (Caín y colaboradores, citado por bacera 1971).

$$Dr = ABr = \frac{AB}{TOTAL AB} \times 100$$

Donde:

Dr= dominancia relativa

ABr= dominancia relativa

AB= área basal

#### 4.4.5. Frecuencia

Se calculó la frecuencia absoluta obteniendo el porcentaje del número total de parcelas en las que ocurre, y la frecuencia relativa calculando el porcentaje de una especie sobre el total de las frecuencias absolutas consideradas igual al 100%; estas frecuencias serán expresadas de la siguiente manera:

$$Fa = \frac{N^{\circ} \text{ parcelas presentes}}{\text{total de parcelas}} \times 100$$

$$Fr = \frac{\text{frecuencia\_absol\_especie}}{\text{Total frecuenci\_absoluta}} \times 100$$

Se utilizó la agrupación según Raunkiaer citado por bacera (1970) para denominar las clases de frecuencias existentes en el área de estudio, las cuales se agrupan de la siguiente manera

**Cuadro 2 Clases de frecuencias según RAUNKIER**

<b>CLASE</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>GRADO</b>
A	1-20%	Muy poco frecuente
B	21-40%	Poco frecuente
C	41-60%	Frecuente
D	61-80%	Bastante frecuente
E	81-100%	Muy frecuente

#### **4.4.6. Índice de Shannon-Wiener**

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

Para probar la hipótesis nula de que las diversidades provenientes de las dos muestras (medidas con el índice de Shannon) son iguales, seguimos el procedimiento propuesto por Hutcheson en 1970 (citado por Zar, 1996):

- A.** Para cada muestra se calcula el índice de diversidad ponderado ( $H_p$ ) en función de la frecuencia de cada especie:

$$H_p = \frac{(N \log N) - (\sum f_i \log f_i)}{N}$$

Donde;  $f_i$  = frecuencia (número de individuos) registrada para la especie.



B. Para cada muestra calculamos la varianza del índice de diversidad ponderado:

$$\text{var} = \frac{\left[ \sum f_i \log^2 f_i - (\sum f_i \log f_i)^2 \right] / N}{N^2}$$

C. Se calcula la diferencia de las varianzas de ambas muestras:

$$D_{\text{var}} = \sqrt{\text{var}_1 + \text{var}_2} = \sqrt{0.000744} = 0.2728$$

D. Se obtiene el valor de  $t$

$$t = \frac{Hp_1 - Hp_2}{D_{\text{var}}}$$

E. Calculamos los grados de libertad asociados con el valor de  $t$ :

$$g.l. = \frac{(\text{var}_1 + \text{var}_2)^2}{(\text{var}_1^2 / N_1) + (\text{var}_2^2 / N_2)}$$

F. Buscamos en tablas estadísticas el valor de la distribución de  $t$  para los grados de libertad calculados:  $t_{0.05}(2) = 1.96$ .

#### 4.4.7. Índice de similitud

##### 4.4.7.1. Índice de Morisita Horn

Este índice se calculó en base a datos cuantitativos. Del grupo de los índices basados en datos cuantitativos, este índice es el más satisfactorio. Entonces, el índice de similitud de Morisita Horn toma la expresión, este índice está fuertemente influido por la riqueza de especies y el tamaño de las muestras, y tiene la desventaja de que es altamente sensible a la abundancia de la especie más abundante (Magurran 1988 citado por Moreno 2001), para datos cuantitativos el índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IM = \frac{2 \sum (DN_i * EN_i)}{(da + db) * aN * bN}$$

$$db = \frac{\sum EN_i^2}{bN^2} \quad da = \frac{\sum DN_i^2}{aN^2}$$

**Donde:**

**aN:** número de individuos en la localidad A.

**bN:** número de individuos en la localidad B.

**DN<sub>i</sub>:** número de individuos de la i-ésima especie en la localidad A.

**EN<sub>i</sub>:** número de individuos de la i-ésima especie en la localidad B.

#### 4.4.7.2. Índice de Sorensen.

Este índice es el más utilizado para el análisis de comunidades y permite comparar dos comunidades mediante la abundancia de especies en cada una de ellas. Los datos utilizados en esta investigación para este índice son de tipo cuantitativo (Magurran 1988 citado por Moreno 2001), cuya fórmula está representada por la siguiente expresión:

$$I_{Scurant} = \frac{2 pN}{aN + bN}$$

**Donde:**

**aN:** es el número total de individuos en el sitio A.

**bN:** es el número total de individuos en el sitio B.

**pN:** número de especies comunes en ambas localidades.

#### 4.4.7.3. Prueba de “T de student”

Para la evaluación de las características de las áreas afectadas y no afectadas por el incendio forestal, se procedió a realizar la prueba de “T de student” o distribución normal.

$$tc = \frac{\bar{X} - \bar{X}}{\sqrt{\frac{s^2c}{na} + \frac{c^2}{nb}}}$$

Sean  $\bar{x}_1$  y  $\bar{x}_2$  las medidas muestrales obtenidas en dos muestras grandes de tamaño  $N_1$  y  $N_2$  de poblaciones respectivas que tienen de media  $\mu_1$  y  $\mu_2$  y varianzas típicas  $\sigma_1^2$  y  $\sigma_2^2$  considere la  $H_0$  de que no hay diferencia entre medias poblacionales, es decir  $\mu_1 = \mu_2$  se ve que la distribución muestral de la diferencia de medias se distribuyen aproximadamente como una curva normal con media y desviación típica dadas por:

Cuadro 3 Formulas de la "t de student"

Estado	Comparación de medias		$T_T$ (95%)	$t_c$ $t_t > t_c$	interpretación
	Con incendio	Sin incendio			
Fustal	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\pm 1,96$	$t_f$ $t_t < t_c$	
Latizal	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\pm 1,96$	$t_f$ $t_t < t_c$	
Brinzal	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\pm 1,96$	$t_f$ $t_t < t_c$	

$$U \bar{X} - \bar{X} = 0 \quad Y \quad \sigma_{x_1} - \sigma_{x_2} = \sqrt{(\sigma^2/N_1) + (\sigma^2/N_2)}.$$

Con la variable tipificada t que viene dado por. Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 f_i - \frac{(\sum X_i f_i)^2}{N}}{N-1}} \quad \bar{X} = \frac{\sum F_i X_i}{N}$$

Nivel de significación 5%

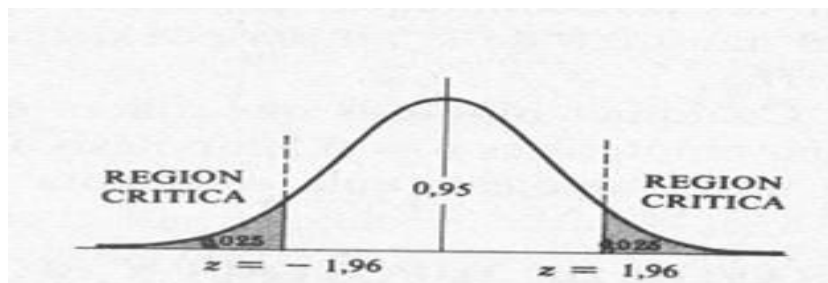


Gráfico 2

**CAPÍTULO V**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## CAPÍTULO V

### 5. Resultados y discusión

En el presente trabajo se evaluaron los estadios de regeneración natural de especies arbóreas que, afectadas por el incendio forestal; se registraron trece especies, siendo estas típicas de la región y características de la vegetación del sub andino.

**Cuadro 4 Especies encontradas en el área de estudio**

<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>FAMILIA</b>
<b>Cedro</b>	<i>“Cedrela balansae”</i>	Meliácea
<b>Quina</b>	<i>“Myroxilon periuforum”</i>	Fabácea
<b>Lapacho amarillo</b>	<i>“Handroanthus albus”</i>	Bignoniácea
<b>Cedrillo</b>	<i>“Cedrela sp.”</i>	Meliácea
<b>Chari</b>	<i>“Pitademia sp.”</i>	Leguminosa
<b>Laurel</b>	<i>“Phoebe porphyria”</i>	Laurácea
<b>Barroso</b>	<i>“Blepharocalyx salicifolius”</i>	Mirtácea
<b>Lanza amarilla</b>	<i>“Terminalia trifora”</i>	Combretácea
<b>Lanza blanca</b>	<i>“Patagonula americana”</i>	Boraginácea
<b>Afata</b>	<i>“Cordia trichotoma”</i>	Boraginácea
<b>Aliso</b>	<i>“Alnus jorullensis var spachi”</i>	Betulácea
<b>Yuruma</b>	<i>“Rapanea leatevirens”</i>	Mirsinácea
<b>Aguay</b>	<i>“Chrysophyllum gonocarpum”</i>	Saponácea

### 5.1. Abundancia y densidad de la regeneración natural

Según los datos obtenidos (ver anexo N° 1 y 2) y realizado el análisis estadístico (comparación de medias) no existe diferencia significativa entre las dos áreas afectadas por el incendio, aunque en algunos casos es numéricamente mayor en las áreas no afectadas que en el área que fue afectada por el incendio, pero estadísticamente no significativo, en las categorías de brinzal, latizal y fustal (cuadro N° 5) reportando 400 brinzales/ha, 337 latizales/ha y 261 fustales/ha. En áreas afectadas y 347 brinzales/ha, 307 latizales/ha y 300 fustales/ha en áreas no afectadas por el incendio. Esto se debe a los diferentes micro sitios creados por el fuego, y las características específicas de las especies del bosque, capaces de desarrollarse bien en estos ambientes forestales.

**Cuadro 5** Abundancia de la regeneración natural de las dos áreas evaluadas por categoría de regeneración, expresada en individuos/hectárea.

nombre común	Abundancia área afectada			Abundancia área no afectada		
	Brinzal	Latizal	Fustal	Brinzal	Latizal	fustal
Cedro	67	26	33	67	26	20
Quina	0	0	0	27	40	13
Lapacho amarillo	67	0	14	67	27	33
Cedrillo	40	93	53	40	27	47
Chari	40	0	21	0	0	12
Laurel	79	97	40	66	40	20
Barroso	27	27	33	0	27	33
Lanza amarilla	0	27	13	0	0	13
Lanza blanca	26	0	13	0	27	20
Afata	0	27	20	40	67	53
Aliso	27	0	0	0	0	3
Yuruma	27	40	0	40	26	20
Aguay	0	0	21	0	0	13
<b>TOTAL</b>	<b>400</b>	<b>337</b>	<b>261</b>	<b>347</b>	<b>307</b>	<b>300</b>

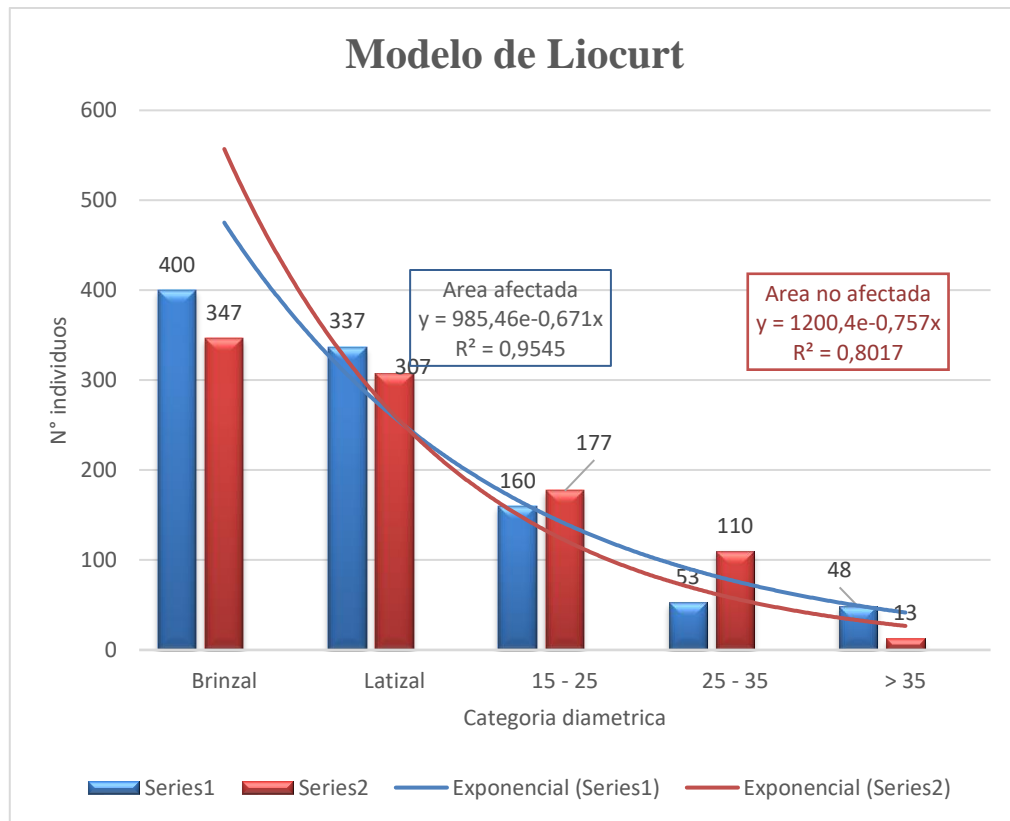
La estructura espacial típica que caracteriza la regeneración tiene un modelo general denominado relación de la jota invertida como se puede observar en el cuadro N° 6 y gráfico N° 3, esta relación muestra que el número de individuos va disminuyendo a

medida que aumenta el diámetro del árbol, esta disminución se entiende por qué a medida que se desarrollan los árboles, la competencia espacial entre ellos aumenta hasta sucumbir a especies poco competitivas. Si bien no se ve una disminución proporcional esto se debe probablemente a la heterogeneidad del bosque o problemas antropológicos.

**Cuadro 6 Número de individuos/ Ha.**

<b>Categoría diamétrica</b>	<b>Área afectada</b>	<b>Área no afectada</b>
<b>Brinzal</b>	<b>400</b>	<b>347</b>
<b>Latizal</b>	<b>337</b>	<b>307</b>
<b>15 – 25</b>	<b>160</b>	<b>177</b>
<b>25 – 35</b>	<b>53</b>	<b>110</b>
<b>&gt;35</b>	<b>48</b>	<b>13</b>

**Gráfico 3** Estructura diamétrica de la regeneración natural en base a datos del cuadro N° 6 modelo de liocurt.



En el cuadro realizado, mediante la curva de Liocurt se pudo determinar en las dos áreas de estudio que no hay mucha diferencia en la regeneración natural en los estadios brinzal y latizal, pero en la categoría fustal sí se pudo observar una diferencia entre el área afectada entre los DAP. 15-25 y 25-35 donde se tiene una mayor cantidad de especies regeneradas en el área no afectada por el incendio forestal, esto se debe a que el claro ocasionado por el incendio favoreció al mayor crecimiento de los árboles de esta clase diamétrica

### **5.1.1. Categoría Brinzales**

La abundancia en la categoría Brinzal, no presentan diferencias significativas en las dos áreas evaluadas (área afectada y no afectada por el incendio), por lo que la regeneración de brinzales en estas dos áreas es bastante abundante, especies como el laurel, registra una abundancia de 20% brinzales/ha. En áreas afectadas y 19 % brinzales/ha en áreas no afectadas (cuadro N° 7), En el caso del cedro y el lapacho amarillo son iguales en los dos bosques, registrando una abundancia de 17 % brinzales/ha en áreas afectadas e igual cantidad en áreas no afectadas por el incendio forestal.

Otras especies también reportaron una abundante regeneración como el Cedrillo con el 10 % brinzales/ha en el área afectada y 12 % en el área no afectada y no así el Chari que, en el área afectada, especies como el Aguay el cual no reporta individuos en ninguna de las áreas debido probablemente a la falta de fuentes semilleras o poca viabilidad de las semillas afectadas por la competitividad de otras especies.



**Cuadro 7** Densidad de la regeneración natural en el estado brinzal expresados en valores absolutos Brinzal/hectárea y relativos en porcentaje (%).

ESPECIES	Áreas afectadas		Áreas no afectadas	
	Brinzal/ha	Densidad%	Brinzal/ha	Densidad%
Cedro	67	17	67	19
Quina	0	0	27	8
Lapacho amarillo	67	17	67	19
Cedrillo	40	9	40	12
Chari	40	9	0	0
Laurel	79	20	66	19
Barroso	27	7	0	0
Lanza amarilla	0	0	0	0
Lanza blanca	26	7	0	0
Afata	0	0	40	12
Aliso	27	7	0	0
Yuruma	27	7	40	12
Aguay	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>400</b>	<b>100</b>	<b>347</b>	<b>100</b>
<b>MEDIA</b>	<b>30,7692</b>		<b>26,769</b>	
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>	<b>27,5</b>		<b>28,4</b>	

### 5.1.2. Categoría Latizal

En esta categoría no existe diferencia significativa en las dos áreas afectadas por el incendio forestal (Cuadro N° 8). Por lo que la creación de los claros no repercute negativamente en la regeneración. Las especies más abundantes en áreas afectadas son el Cedrillo con 93 latizales/ha y el laurel con 97 latizales/ha, en áreas no afectadas la abundancia comprende 67 latizales/ha en la Afata seguido por el laurel y la quina con 40 latizales/ha respectivamente.

**Cuadro 8** Densidad de la regeneración natural en el estado Latizal expresado en valores absolutos Latizales/Hectárea y relativo en porcentajes %.

ESPECIES	Áreas afectadas		Áreas no afectadas	
	Latizal/ha	Densidad%	Latizal/ha	Densidad%
<b>Cedro</b>	26	8	26	9
<b>Quina</b>	0	0	40	13
<b>Lapacho amarillo</b>	0	0	27	9
<b>Cedrillo</b>	93	27	27	9
<b>Chari</b>	0	0	0	0
<b>Laurel</b>	97	31	40	13
<b>Barroso</b>	27	8	27	8
<b>Lanza amarilla</b>	27	8	0	0
<b>Lanza blanca</b>	0	0	27	8
<b>Afata</b>	27	8	67	22
<b>Aliso</b>	0	0	0	0
<b>Yuruma</b>	40	10	26	9
<b>Aguay</b>	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>337</b>	<b>100</b>	<b>307</b>	<b>100</b>
<b>MEDIA</b>	<b>26,769</b>		<b>23,615</b>	
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>	<b>35,7</b>		<b>19,8</b>	

La quina no reportó individuos en la categoría brinzal, pero sí en la categoría Latizal correspondiente a 40 latizales/ha, lo cual es preocupante ya que denota que existiría problemas en la regeneración futura de esta especie, esto se debe probablemente a la mala capacidad de dispersión de sus semillas, depredación y baja producción. Al respecto Mostacedo y Pinard (2001) afirman que en Bolivia la depredación es el problema principal de la disponibilidad de semilla para regeneración natural, siendo depredados por mamíferos grandes, pequeños, aves y hormigas.

Cabe destacar que el Cedro, Barroso, en esta categoría no presentaron diferencias en ambos tratamientos los cuales tienen una abundancia de 27 latizales/ha para ambas especies y el Chari no presentó individuos en ninguna de las dos áreas, Al respecto esta igualdad se debe a que en ambos sitios esta especie encuentra las mismas condiciones para desarrollarse y además el temperamento de estas especies es bastante tolerable a estos ambientes.

### 5.1.3. Categoría Fustal

Como se observa en el (Cuadro N° 9) al igual que en las otras categorías, en esta categoría la abundancia de las especies, estadísticamente no muestra diferencias. La abundancia del Cedrillo con 21 %, Laurel con 40 % y Cedro 13 % fustales/ha. En áreas afectadas por el incendio, valores que no difieren significativamente con los obtenidos en áreas no afectadas por el incendio, donde se registró la mayor abundancia en especies como la Afata 18 %, Cedrillo con 16 %

El Lapacho con 11 % y el Barroso con 11 %, son los segundos con mayor abundancia en áreas no afectadas por el incendio, otras especies como el Cedro 7 % presenta menor abundancia en estas áreas que en áreas afectadas, para ambos las especies Lanza blanca y Yuruma presentan mayor abundancia en áreas no intervenidas. En el caso de la Yuruma este presenta un 7 % en el área no afectada y en el área afectada no presenta ningún miembro, esto nos demuestra que el incendio no favorece a la regeneración de esta especie.

**Cuadro 9** Densidad de la regeneración natural en estado fustal expresado en valores absolutos Fustales/Hectáreas y relativo en porcentaje.

ESPECIE	Áreas afectadas		Áreas no afectadas	
	Fustal/ha	Densidad	fustal/ha	Densidad
<b>Cedro</b>	<b>33</b>	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>7</b>
<b>Quina</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>4</b>
<b>Lapacho Amarillo</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>33</b>	<b>11</b>
<b>Cedrillo</b>	<b>53</b>	<b>21</b>	<b>47</b>	<b>16</b>
<b>Chari</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>4</b>
<b>Laurel</b>	<b>40</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>7</b>
<b>Barroso</b>	<b>33</b>	<b>13</b>	<b>33</b>	<b>11</b>
<b>Lanza amarilla</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>4</b>
<b>Lanza blanca</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>6</b>
<b>Afata</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>53</b>	<b>18</b>
<b>Aliso</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
<b>Yuruma</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>7</b>
<b>Aguay</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>4</b>
<b>TOTAL</b>	<b>261</b>	<b>101</b>	<b>300</b>	<b>100</b>
<b>MEDIA</b>	<b>19,846</b>		<b>22,923</b>	

En este bosque se reporta una buena cantidad de Cedro, Cedrillo y Afata en ambas áreas y todas las categorías evaluadas, probablemente se deba al bajo impacto generado al bosque a la altura del suelo. Al respecto Toledo, Fredericksen, Licona y Mostacedo (2001). afirman que la abundancia del Cedro en el bosque Boliviano - Tucumano es alta en comparación con los bosques tropicales.

Se reporta que el Laurel es la especie más abundante en áreas no afectadas por el incendio ya que esta especie es común de las selvas montañas, siendo favorecida por el clima dominante de la región, al presentar una estacionalidad hídrica poco marcada. En áreas no afectadas la Afata es la más abundante de todas las categorías de regeneración esto porque también es una especie pionera y endémica de estos bosques y porque tiene la capacidad de aprovechar la escasa luminosidad que encuentra.

El Lapacho amarillo en áreas afectadas reporta mayor abundancia en el estado brinzal y ninguno en estados mayores como el latizal, esto probablemente se deba a su naturaleza de desarrollo, se observó cantidades considerables de plantines en las áreas cercanas los árboles padre; una buena parte de estas plántulas desaparece, paulatinamente, con la siguiente época seca y en algunos casos, puede eliminarse toda la regeneración debido a la sequía y/o falta de luz (Mostacedo B.C.Fredericksen T. S. 2000), o al ataque de algunas plagas ya que se evidenció que en la zona de trabajo existía plantines atacados por Lepidópteros, los cuales se caracterizan por dejar su huevos en el envés de las hojas y al nacer las larvas defoliar las hojas desde el centro de estas perjudicando de esta manera a la regeneración (ver anexo N° 3)

Otro aspecto que se observó el aumento considerable de la abundancia en áreas no afectadas por ejemplo en especies como la Quina, Lapacho, Lanza Blanca, Afata y Yuruma esto debido posiblemente a la presencia de regeneración avanzada.

## **5.2. Frecuencia de la regeneración natural**

Según el (Cuadro N° 10) se observa que la distribución en las dos áreas de estudio es igual o no presentan diferencias. En el área afectada, en la categoría brinzal se encontró que es muy poco frecuente ya que especies como el Lapacho tiene un 3 % de

distribución al igual que Lanza blanca y la Yuruma, el Chari, Barroso y el Aliso presentan menos a 10 % especies como el Cedro 10 % y el Cedrillo y un 10 % y el más abundante es el Laurel con 29 % por lo que se puede ver que la gran mayoría de las especies son muy poco frecuentes respecto a la clasificación de Raunkiaer citado por Bacera (1971).

En áreas no afectadas al igual que en áreas afectadas la frecuencia de distribución de las especies va de muy poco frecuente a poco frecuente ver (Cuadro N° 10), el estado brinzal la mejor frecuencia de distribución alcanza el 17 % en especies como el Lapacho y el Laurel. La Afata, Yuruma, Cedrillo y Cedro alcanzan el 14% y las demás especies se encuentran por debajo de este porcentaje.

**Cuadro 10** Frecuencia de la regeneración natural categoría brinzal (%)

Nombre común	Área afectada		área no afectada	
	frecuencia Absoluta	Frecuencia relativa %	frecuencia Absoluta	Frecuencia relativa %
Cedro	10	14	10	14
Quina	0	0	7	10
Lapacho amarillo	3	4	13	17
Cedrillo	10	15	10	14
Chari	7	10	0	0
Laurel	20	29	13	17
Barroso	7	10	0	0
Lanza amarilla	0	0	0	0
Lanza blanca	3	4	0	0
Afata	0	0	10	14
Aliso	3	4	0	0
Yuruma	7	10	10	14
Aguay	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>70</b>	<b>100</b>	<b>73</b>	<b>100</b>
<b>MEDIA</b>	<b>5,385</b>		<b>5,615</b>	
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>	<b>2.113</b>		<b>1.604</b>	

En el estado Latizal la frecuencia de aparición de las especies es muy baja en ambas áreas afectadas por lo que no presentan diferencias significativas. En áreas afectadas por el incendio la frecuencia de 28 % en especies como el Cedrillo y 28 % el Laurel;

estas especies son favorecidas por la abundante cantidad de semillas que producen; las otras especies están por debajo de este porcentaje (Cuadro N° 11).

También en áreas no afectadas presentan muy baja frecuencia alcanzando en su mayoría solo el 9 % para todas las especies con excepción de la Afata, el cual es poco frecuente reportando el 15 %, el Cedro con el 12 %. Y la que tiene mayor porcentaje es la Yuruma con 21%

**Cuadro 11** Frecuencias de la regeneración natural en la categoría Latizal (%).

Nombre común	Área afectada		área no afectada	
	frecuencia Absoluta	Frecuencia relativa %	frecuencia Absoluta	Frecuencia relativa%
Cedro	7	9	10	12
Quina	0	0	7	9
Lapacho Amarillo	0	0	7	9
Cedrillo	20	28	7	9
Chari	0	0	0	0
Laurel	20	27	6	7
Barroso	7	9	7	9
Lanza amarilla	7	9	0	0
Lanza blanca	0	0	7	9
Afata	6	9	13	15
Aliso	0	0	0	0
Yuruma	6	9	18	21
Aguay	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>73</b>	<b>100</b>	<b>82</b>	<b>103</b>
<b>MEDIA</b>	<b>5,615</b>		<b>6,307</b>	
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>	<b>2,398</b>		<b>1,904</b>	

En el estado fustal (Cuadro N° 12) se puede observar una mejora en la distribución de las especies, aunque no muy significativas alcanzando a ser muy poco frecuentes especies como la Afata con 11% y la Lanza blanca con 11% distribución y 10 % el Cedrillo por lo que son muy poco frecuentes; las demás especies se encuentran por debajo o de igual porcentaje.

En áreas no afectadas la distribución de los fustales igualmente es poco frecuente en especies como Chari, Laurel, Barroso y Yuruma que alcanzan una distribución de 7 % cada especie, el Cedrillo, Cedro y Lapacho amarillo son las especies que mejor distribución presentan con 11 %, pero poco significativas; las demás especies están por debajo de estos porcentajes. En esta categoría la frecuencia en las dos áreas no presenta diferencias significativas según la comparación de medias de la “t” de student.

**Cuadro 12** Frecuencia de la regeneración natural en la categoría fustal (%).

Nombre común	Área afectada		área no afectada	
	frecuencia Absoluta	Frecuencia relativa%	frecuencia Absoluta	Frecuencia relativa%
Cedro	10	9	15	11
Quina	0	0	13	8
Lapacho Amarillo	13	10	15	11
Cedrillo	13	10	15	11
Chari	13	10	10	7
Laurel	13	10	10	7
Barroso	10	9	10	7
Lanza amarilla	13	10	13	8
Lanza blanca	14	11	13	8
Afata	14	11	13	8
Aliso	0	0	3	2
Yuruma	0	0	10	7
Aguay	10	9	9	5
<b>TOTAL</b>	<b>123</b>	<b>100</b>	<b>149</b>	<b>100</b>
<b>MEDIA</b>	<b>8,69</b>		<b>11,461</b>	
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>	<b>1,120</b>		<b>0,93</b>	

Según datos obtenidos en el presente trabajo, se observa que la distribución de la regeneración en este bosque es muy poco regular en todas las categorías de desarrollo, esto probablemente se deba a la poca presencia y mala distribución de árboles semilleros que quedaron después del incendio forestal, a esto contribuye el pastoreo extensivo de ganado vacuno de los pobladores de la comunidad, que en los últimos años se incrementó.

### 5.3. Índice de Shannon-Wiener

- a) Para cada muestra se calculó el índice de diversidad ponderado ( $H_p$ ) en función de las frecuencias de cada especie.

Estadios	ÁREA AFECTADA( $H_p$ )	ÁREA NO AFECTADA( $H_p$ )
<b>BRINZAL</b>	<b>2.1029</b>	<b>1.896</b>
<b>LATIZAL</b>	<b>1.7711</b>	<b>2.136</b>
<b>FUSTAL</b>	<b>2.1922</b>	<b>2.387</b>

- b) Para cada muestra calculamos la varianza del índice de diversidad ponderado:

Estadio	ÁREA AFECTADA (Var)	ÁREA NO AFECTADA (Var)
<b>BRINZAL</b>	<b>0.00045</b>	<b>0.00026</b>
<b>LATIZAL</b>	<b>0.00101</b>	<b>0.00042</b>
<b>FUSTAL</b>	<b>0,00079</b>	<b>0.00098</b>

- c) Se calcula la diferencia de las varianzas de ambas muestras:

Estadio	varianza
<b>BRINZAL</b>	<b>0.0266</b>
<b>LATIZAL</b>	<b>0.1944</b>
<b>FUSTAL</b>	<b>0.2051</b>

- d) Se obtiene el valor de  $t$

Estadio	t student
<b>BRINZAL</b>	<b>3.372</b>
<b>LATIZAL</b>	<b>-0.816</b>
<b>FUSTAL</b>	<b>-0.412</b>

- e) Calculamos los grados de libertad asociados con el valor de  $t$ :

Estadio	Grados de libertad(gl)
<b>BRINZAL</b>	166.556
<b>LATIZAL</b>	564.820
<b>FUSTAL</b>	560.279



- f) Buscamos en tablas estadísticas el valor de la distribución de  $t$  para los grados de libertad calculados:  $t_{0,005(3)}166= 1.96$ . Como el valor de  $t$  obtenidos es mayor que el valor de  $t$  en tablas, rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la diversidad de la regeneración natural de la área afectada y no afectada por el incendio forestal es igual, después de los 20 años del incendio.

#### 5.4.Especies Dominantes de la Regeneración Natural

El parámetro que se utilizó para determinar la dominancia es el área basal en sustitución de la proyección horizontal de las copas. En el (Cuadro N° 13) se puede observar, que la especie más dominante en áreas afectadas por el incendio es el Cedro y Cedrillo con un valor de 17 % especie que es endémica de este bosque.

**Cuadro 13** Dominancia de las especies en estado de regeneración (%)

especie	Área afectada		área no afectada	
	A.b	%	A.b	%
Cedro	2,028	17	0,958	8
Quina	0	0	0,350	3
Lapacho amarillo	0,664	6	1,252	12
Cedrillo	2,009	17	1,379	13
Chari	1,078	9	0,429	4
Laurel	1,473	12	0,848	7
Barroso	1,502	13	1,273	12
Lanza amarilla	0,544	4	0,578	5
Lanza blanca	0,496	4	0,919	8
Afata	1,100	10	1,718	15
Aliso	0	0	0,058	1
Yuruma	0	0	1,025	9
Aguay	1,002	8	0,345	3
<b>TOTAL</b>	<b>11,896</b>	<b>100</b>	<b>11,027</b>	<b>100</b>
<b>MEDIA</b>	<b>0,915</b>		<b>0,855</b>	
<b>DESVESTA</b>	<b>1,99</b>		<b>2,02</b>	

En el Área no afectada, se puede observar en el (Cuadro N°14), que existe diferencias considerables con respecto a áreas afectadas, ya que en el bosque la Afata es la especie más dominante con un 15 % del total de las especies evaluadas, esto debido a que las condiciones ambientales del lugar que son propicias para esta especie.

El Cedrillo con un 13 % es otra especie dominante, por su gran dispersión y producción de semillas pequeñas; en estas áreas el Lapacho 12 % y el Barroso 12 % también cuenta con un alto porcentaje de regeneración natural en el área no afectada

ESPECIES	Área afectada				Área no afectada			
	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia. Relativa	IVI (%)	Densidad Relativa	Frecuencia relativa	Dominancia Relativa	IVI (%)
Cedro	13	9	17	39	7	11	8	26
Quina	0	0	0	0	4	8	3	15
Lapacho	5	10	6	21	11	11	12	34
Cedrillo	21	10	17	48	16	11	13	40
Chari	8	10	9	27	4	7	4	15
Laurel	15	10	12	37	7	7	7	21
Barroso	13	9	13	35	11	7	12	30
Lanza amarilla	5	10	4	19	4	8	5	17
Lanza blanca	5	11	4	20	7	8	8	23
Afata	8	11	10	29	18	8	15	41
Aliso	0	0	0	0	0	2	1	3
Yuruma	0	0	0	0	7	7	9	23
Aguay	8	9	8	25	4	5	3	16

**Cuadro 14** Parámetros cuantitativos e índice de valor de importancia (IVI)

En base a los parámetros cuantitativos determinados anteriormente, se calculó los índices de valor de importancia (I.V.I.). Por lo que podemos observar en el (cuadro N° 14), que las especies de mayor importancia ecológica son el Cedrillo 48 %, el Cedro con el 39 % y el Laurel con el 37 %, en áreas afectadas, los cuales difieren de lo determinado en áreas no afectadas donde la especie de mayor importancia ecológica es la Afata con el 41 % al igual que el Cedrillo con 40 %.

Al respecto el Cedrillo y el Cedro no muestran problemas de regeneración en bosques afectados por el incendio siendo estas mayores en el bosque no afectado por lo que

ecológicamente son importantes en ambas áreas, y se deduce que estas especies requieren de pequeños claros para una abundante y excelente regeneración de estas especies en claros que en el sotobosque (Toledo, Chavallier, Villaroel y Mostacedo 2008).

## 5.5.Regeneración natural de las especies de acuerdo a su valor comercial

### 5.5.1. Categoría Brinzales

Las especies muy valiosas se registraron el Cedro y la Quina, en el estado brinzal estas especies presentan una regeneración bastante baja, el Cedro tiene una abundancia del 17% (Cuadro N° 15) en áreas afectadas y un 27 % en áreas no afectadas. La Quina presenta una abundancia relativa del 8 % en áreas no afectadas y no se registró ninguna en el área afectada por el incendio, por lo que esta especie encuentra mejores condiciones para su establecimiento y desarrollo en el soto bosque.

**Cuadro 15** Abundancia relativa de los brinzales y su valor comercial

Valor Comercial	Especies	Abundancia %	$\Sigma$	Abundancia%	$\Sigma$
<b>Muy valiosa</b>	Cedro	17	17	19	27
	quina	0		8	
<b>Valiosas</b>	lapacho amarillo	17	27	19	31
	Cedrillo	10		12	
<b>Poco Valiosas</b>	Chari	10	58	0	43
	Laurel	20		18	
	Barroso	7		0	
	Lanza amarilla	0		0	
	Lanza Blanca	7		0	
	Afata	0		12	
	Aliso	7		0	
	Yuruma	7		12	
	Aguay	0		0	
<b>total</b>		100		100	

Entre las especies Valiosas se registraron al Lapacho y Cedrillo. Al igual que en la anterior categoría, por ser solo dos especies en esta clasificación con respecto al total de especies evaluadas, también corresponde a un bajo porcentaje de regeneración,

corresponden a un 27 % en áreas afectadas y un 31 % en áreas no afectadas (Cuadro N° 15). Las restantes especies evaluadas en el presente estudio corresponden a las de poco valor comercial, las cuales, en comparación con las anteriores especies descritas, hacen un total de 9 especies de un 58 % en áreas afectadas y un 43 % en áreas no afectadas por el incendio forestal.

### 5.5.2. Categoría Latizal

En el estado Latizal también la mayor abundancia se presenta en la especie de poco valor comercial, (Cuadro 16) en las dos áreas estudiadas, con un total de 65 % de las especies evaluadas, donde el Laurel es la especie más abundante con un 31 % en áreas afectadas y un 60 % en áreas no afectadas y la especie con mayor participación es la Afata con un 22 %.

**Cuadro 16** Abundancia relativa de la regeneración Latizal y su valor comercial

Valor Comercial	Especies	Abundancia	$\Sigma$	Abundancia	$\Sigma$
Muy valiosa	Cedro	8	8	9	22
	quina	0		13	
Valiosas	lapacho amarillo	0	27	9	18
	Cedrillo	27		9	
Poco Valiosas	Chari	0	65	0	60
	Laurel	31		13	
	Barroso	8		8	
	Lanza amarilla	8		0	
	Lanza Blanca	0		8	
	Afata	8		22	
	Aliso	0		0	
	Yuruma	10		9	
Aguay	0	0			
<b>total</b>		100		100	

En la especie Comerciales se registró al Lapacho y el Cedrillo con un 27% perteneciente solamente al Cedrillo en áreas afectadas y un 18 % en áreas no afectadas con una participación del 9% de ambas especies sobre el total de las especies evaluadas. En la especie muy valiosa como el Cedro se observó una abundancia de 8% en áreas afectadas y un 9% en áreas no afectadas, la Quina no reporto individuos en áreas afectadas, en cambio tiene una alta abundancia en zonas no afectadas con el incendio forestal con un 13%.

### 5.5.3. Categoría Fustal

En el estado de fustales las especies Muy valiosas como el Cedro y la Quina presentan una baja abundancia del total de las especies evaluadas el cual suma un 13 % en áreas afectadas, valor que solo corresponde al Cedro (Cuadro N° 17) y un 11% en áreas no afectadas. Las especies valiosas como el Lapacho y el Cedrillo corresponden a una abundancia del 26% en áreas afectadas y 27% en áreas no afectadas por lo que existe diferencias significativas entre ambos bosques.

**Cuadro 17** Abundancia relativa de los fustales y su valor comercial.

Valor Comercial	Especies	Abundancia	$\Sigma$	Abundancia	$\Sigma$
<b>Muy valiosa</b>	Cedro	13	13	7	11
	quina	0		4	
<b>Valiosas</b>	lapacho amarillo	5	26	11	27
	Cedrillo	21		16	
<b>Poco Valiosas</b>	Chari	8	61	4	62
	Laurel	14		7	
	Barroso	13		11	
	Lanza amarilla	5		4	
	Lanza Blanca	5		7	
	Afata	8		18	
	Aliso	0		0	
	Yuruma	0		7	
	Aguay	8		4	
<b>total</b>		100		100	

El resto son ocupadas por las especies de poco valor comercial con una abundancia de 61 % en áreas afectadas y 62 % en áreas no afectadas. Por lo que se puede decir que la abundancia de las especies muy valiosas es baja y que las especies poco valiosas son abundantes.

Se corroboró que la regeneración de especies de alto valor económico presenta problemas (Mostacedo y Fredericksen 2000) ya que la regeneración de las especies

muy valiosas y valiosas se presenta en menor variedad y cantidad, como en el caso de la Quina la cual presenta muy poca regeneración en todos sus estados de regeneración.

En el caso particular del Cedro y el Cedrillo presenta una regeneración bastante buena ya que la abundancia de la regeneración, en sus tres estados se encuentra por el promedio de toda la población evaluada, lo que concuerda con lo establecido para el mismo género por Toledo, Chevallier, Villaroel y Mostacedo (2000), quienes determinaron que en Bolivia la regeneración del género *Cedrela* es buena, esto debido a que son especies pioneras y cuentan con temporadas largas de producción de semillas y con buen porcentaje de germinación.

### 5.6. Análisis de la regeneración en función a los gremios ecológicos

La regeneración natural depende en gran parte del temperamento de las especies o grado de exigencia de la luz, por lo que se determinó los gremios ecológicos a los que pertenecen las especies evaluadas según la clasificación propuesta por Finegan (1992) citado por Guzman (1997). De acuerdo a las características de las especies se clasifican en los siguientes gremios ecológicos:

**Cuadro 18** Clasificación en sus gremios ecológicos

ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	GREMIOS ECOLÓGICOS
Chari	" <i>Pitademia sp.</i> "	HELIOFITAS EFÍMERAS
Barroso	" <i>Blepharocalyx salicifolius</i> "	
Aliso	" <i>Almus jorullensis var spachi</i> "	
Lanza amarilla	" <i>Terminalia trifora</i> "	
Cedro	" <i>Cedrela balansae</i> "	HELIOFITAS DURABLES
Quina	" <i>Myroxilon periuforum</i> "	
Lapacho	" <i>Tabebuia lapacho</i> "	
Cedrillo	" <i>Cedrela sp.</i> "	
Laurel	" <i>Phoebe porphyria</i> "	
Afata	" <i>Cordia trichotoma</i> "	
Aguay	" <i>Chrysophyllum gonocarpum</i> "	
Lanza blanca	" <i>Patagonula americana</i> "	
Yuruma	" <i>Rapanea leatevirens</i> "	
Otras especies		

Gran parte de la regeneración natural corresponde al gremio de las Heliófitas durables (Cuadro N° 18), estas se regeneran en igual cantidad en ambas áreas por lo que no existe diferencias considerables, y por lo que se podría afirmar que la regeneración del bosque no necesita de grandes claros para el restablecimiento de sus especies.

#### **5.6.1. Regeneración de brinzales en función a los gremios ecológicos**

En el caso de los **brinzales** se puede observar en el (Cuadro N° 19), que existe mayor abundancia de la regeneración en el grupo de la **Heliófitas durables** en un 77% en áreas afectadas y un 84 % en áreas no afectadas, esto se debe a que son parcialmente pioneras y en especial al estado juvenil de las especies evaluadas que se encuentran establecida en pleno desarrollo.

Las especies favorecidas por los distintos micro sitios de este grupo y destacados por la mayor abundancia que presentan son el Cedro, Lapacho con 22; 22 y 26% especies que son parcialmente heliófilas y en áreas no afectadas 19% en las tres especies. ya que estas especies son incapaces de desarrollarse adecuadamente en las mismas condiciones en las que se establecen dentro de los bosques.

Las **heliófilas efímeras** en estado brinzal se puede ver que se regeneran en mayor porcentaje en áreas afectadas por el incendio con un 23% y en áreas no afectadas con el 16%, esto demuestra claramente que estas especies demandantes de luz se establecen y desarrollan en claros de bosque en donde encuentran luminosidad que necesitan (Seaune y Whitmore,1988 citado por Guzman 1997).

**Cuadro 19** Regeneración de los brinzales de acuerdo a sus grupos ecológicos

Gremios ecologicos	especie	Area afectada			Area no afectada		
		Ind/ha	%	Σ	Ind/ha	%	Σ
Heliofita efimeras	Chari	40	44	23	0	0	0
	Barroso	27	28		0		
	Aliso	27	28		0		
	Lanza amarilla	0			0		
	<b>Sub Total</b>	94	100		0		
	<b>Media</b>	23,5			0		
	<b>Desviacion estandar</b>	5,3			0		
Heliofitas durables	Cedro	67	22	77	67	18	100
	Quina	0	0		27	8	
	Lapacho amarillo	67	22		67	19	
	Cedrillo	40	13		40	12	
	Laurel	80	25		66	19	
	Afata	0	0		40	12	
	Aguay	0	0		0	0	
	Lanza Blanca	27	9		0	0	
	Yuruma	27	9		40	12	
	<b>Sub Total</b>	306	100		347	100	
	<b>Media</b>	34			100	38,667	
	<b>Desviacion estanda</b>	31,4			26,3		
<b>Total</b>		400		100	347		100

### 5.6.2. Regeneración de latizales en función a los gremios ecológicos

En la categoría Latizal no se observa diferencia entre las dos áreas de manejo (Cuadro N° 20); la regeneración de Heliófitas Durables, en áreas afectadas obtiene valor de 71% y un 91% en áreas no intervenidas, corroborados en el campo donde no se observó diferencia entre las dos áreas; se constata que este gremio se puede establecer bajo el dosel, pero necesitará de claros para desarrollarse mejor. Especies como el Laurel aprovechan los pequeños claros producidos por causa del fuego y eliminación de la vegetación, presentando mayor abundancia en áreas afectadas con un valor de 34% del total de las especies de este grupo ecológico y en áreas no afectadas solo alcanza un 14%; de igual manera sucede con el Cedrillo presentando una abundancia relativa de



32% en áreas afectadas y un 10% en áreas no afectadas, por lo que estas especies son favorecidas en su desarrollo al aumentar su luminosidad solar.

**Cuadro 20** Regeneración de los Latizales de acuerdo a sus gremios ecológicos.

Gremios ecologicos	especie	Area afectada			Area no afectada				
		Ind/ha	%	Σ	Ind/ha	%	Σ		
Heliófita efimeras	Chari	0	0	29	0	100	9		
	Barroso	27	50		27				
	Aliso	0	0		0				
	Lanza amarilla	27	50		0				
	<b>Sub Total</b>	54	100		27				
	<b>Media</b>	13,5			6,5				
	<b>Desviacion estandar</b>	2,04			13,5				
Heliófitas durables	Cedro	26	9	71	26	10	91		
	Quina	0	0		40	14			
	Lapacho amarillo	0	0		27	10			
	Cedrillo	93	32		27	10			
	Laurel	97	34		40	14			
	Afata	27	0		67	23			
	Aguay	0	0		0	0			
	Lanza Blanca	0	0		27	10			
	Yuruma	40	14		26	9			
	<b>Sub Total</b>	283	100		280	100			
	<b>Media</b>	31,44			31.11				
	<b>Desviacion estanda</b>	31,4			26,3				
<b>Total</b>	400		100	307		100			

La diferencia en abundancia del grupo de las Heliófitas efímeras es de un 29% en áreas afectadas y un 9% en áreas no afectadas (Cuadro N° 20); esta característica se debe a que estas especies por lo general son especies pioneras o exigentes de claros o buena radiación solar. En el caso del Barroso, esta igualdad se debe a que es una especie competitiva de gran porte y sus semillas diseminadas a grandes distancias por aves (Zoocoria), por lo que tiene la capacidad de establecerse y desarrollarse en amplios lugares encontrando las condiciones favorables como luminosidad.

### 5.6.3. Regeneración de fustales en función a los gremios ecológicos

En el estado de los Fustales no existe diferencia en la regeneración de los distintos grupos ecológicos; en el caso de las Heliófitas efímeras (Cuadro N° 21), presentan mayor abundancia en áreas afectadas con un 26% siendo el Barroso la especie de mayor abundancia con un 50% de las especies encontradas en este grupo.

**Cuadro 21** Regeneración de los fustales de acuerdo a sus gremios ecológicos.

Gremios ecologicos	especie	Area afectada			Area no afectada		
		Ind/ha	%	Σ	Ind/ha	%	Σ
Heliófita efímeras	Chari	21	30	26	12	20	20
	Barroso	33	50		33	54	
	Aliso	0	0		3	5	
	Lanza amarilla	13	20		13	21	
	<b>Sub Total</b>	67	100		61	100	
	<b>Media</b>	16,75			15,25		
	<b>Desviacion estandar</b>	13,8			13,5		
Heliófitas durables	Cedro	33	18	74	20	8	80
	Quina	0	0		13	5	
	Lapacho amarillo	14	7		33	14	
	Cedrillo	53	27		47	21	
	Laurel	40	20		20	8	
	Afata	20	10		53	23	
	Aguay	21	11		13	5	
	Lanza Blanca	13	7		20	8	
	Yuruma	0	0		20	8	
	<b>Sub Total</b>	194	100		239	100	
	<b>Media</b>	21,55			26,55		
	<b>Desviacion estanda</b>	17,5			14,6		
<b>Total</b>		261		100	300		100

En áreas afectadas se registró una abundancia de 20% del grupo de heliófilas efímeras al igual que en el anterior tratamiento en Barroso con la mayor abundancia del 54%; esto se debe a la gran capacidad de competitiva y la longevidad de esta especie, ya sea en claro o en bosque maduro, se puede constatar que este grupo se desarrolla mejor en claros al reportar mayor abundancia en áreas afectadas por la cantidad de luminosidad que se produce.

En el grupo de la Heliófitas durables el cual presenta mayor número de especies en este grupo se reporta diferencias no significativas en las dos áreas. En áreas afectadas se observa una abundancia del 74% y en áreas no afectadas un 80% siendo el Cedrillo las especies más favorecidas por claros post-incendio, al presentar una abundancia de 27 % en áreas afectadas y solo 21 % en áreas no afectadas (Cuadro N° 21), aunque las demás especies no difieren demasiado con esta especie y entre las dos áreas de estudio.

Al respecto la regeneración natural en un bosque subtropical de Guarayos, se determinó mayor abundancia de heliófilas efímeras en los claros producidos por incendios (Salazarj. 2008); este difiere de los resultados encontrados en el presente estudio en el que las especies más abundantes son las Heliófitas durables, debido a las características fisiográficas donde se desarrollan estas especies siendo la mayoría de estas especies parcialmente demandate de luz.

### **5.7. Similitud de la regeneración en las dos áreas del presente estudio**

Según los índices de similitud calculados, (Ver anexo N° 2), a base a datos cualitativos y cuantitativos, se encuentra que la regeneración natural y diversidad en dos áreas afectadas y no afectadas por el incendio forestal, son considerablemente iguales en sus tres categorías de regeneración natural. En el estado Brinzal según el índice de Sorensen la similitud alcanza un porcentaje de 70,6% y según Morista Horn un 85% valor que es más alto y confiable debido a que su cálculo se basa en datos cuantitativos. De igual manera en la categoría Latizal existe una similitud, pero no mayor que en el estado Brinzal, la similitud en latizales alcanza un valor de 75,0% según Sorensen y el 62,7% según Morista Horn, valores que indican poca diferencia en las dos áreas estudiadas, por lo que no existe alteraciones negativas a la estructura del bosque. En el estado fustal se evidencia mayor igualdad entre las dos áreas de estudio, ya que el índice de similitud alcanza un porcentaje de 90,9% según Sorensen y 84,1% según Morista Horn, esto se entiende a que el bosque a medida que transcurre el tiempo se va uniformando presentándose igualmente distribuidas estas especies en las dos áreas de estudio.

**CAPÍTULO VI**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES

- El bosque de la comunidad de ABRA DE CHAPIS se encuentra en un estado de sucesión intermedia de maduración, ocasionado por un factor de origen causado por el hombre como son los incendios forestales, esto ha provocado la caída de los árboles maduros, generando grandes claros.
- La estructura de los bosques, aunque es formada por fuerzas naturales como el viento, fuego natural y la sucesión vegetal, está fuertemente relacionada con la composición florística, (McComb *et al.* 1993 citado por Villegas *et al.* 2008). El análisis y comparación de la regeneración del Bosque de la comunidad Abra de Chapis (muestreo después del incendio), han permitido concluir que este bosque ha cambiado estructuralmente por el incendio forestal.
- En áreas afectadas por el incendio forestal, la mayor abundancia de regeneración natural se reportaron en especies como Laurel, Cedrillo y Cedro, en áreas no afectadas por el incendio forestal, la mayor abundancia se reportaron en especies como la Afata, Cedrillo y Lapacho, por lo que los claros ocasionadas por estos incendios no afectaron negativamente a estas especies, debido a la buena capacidad de germinación y establecimiento de las especies, favorecidas por el buen ambiente predominante y las características fisiográficas de la zona.
- La distribución espacial de la regeneración natural reporta problemas probablemente debido a la escasa y mala distribución de los arboles semilleros, pastoreo, siendo muy poco frecuentes a poco frecuente determinándose diferencias significantes entre ambas áreas, estando estas en el rango de 0 al 20% en sus diferentes categorías de regeneración.
- La dominancia de las especies no reporta diferencias entre las áreas evaluadas, las especies más dominantes en áreas afectadas por el incendio forestal son el Laurel, Aguay y Cedrillo y en áreas no afectadas por el incendio forestal son el Cedro, Afata y Cedrillo, y se determinó que entre las especies más importantes

ecológicamente se destacan el Cedrillo y el Cedro en las dos áreas de estudio, y las demás especies constituyen parte esencial en la estructura del bosque

- La apertura de pequeños claros por efecto del incendio forestal favoreció a la regeneración de algunas especies muy valiosas como el Cedro en el área afectada por el incendio forestal y no así la Quina que se desarrolló adecuadamente en el sotobosque reportando y no reporta regeneración en áreas afectadas por el incendio forestal, siendo una especie que no requiere de disturbio para su restablecimiento, también favorece a la regeneración de especies comerciales como el Cedrillo el cual reporta una abundancia relativa entre 10 y 20 % en áreas afectadas por el incendio forestal y no así el Lapacho especie que no difiere en las dos áreas evaluadas; así también las especies de poco valor comercial no difieren considerablemente entre una y otra área por el impacto generado al bosque.
- La mayor cantidad de especies corresponden al gremio de **Heliófitas durables**, estas son el Cedro, Quina, Lapacho, Cerillo, Laurel, Afata, Aguay, Lanza blanca y Yuruma, las cuales según la prueba estadística no difieren entre las dos áreas evaluadas con abundancia en cada estado de regeneración,
- El gremio de las **Heliófitas efímeras** (Chari, Barroso, Aliso y Lanza amarilla), presentan diferencias solo en la categoría latizal y no así en otras categorías reportando mayor abundancia en el área afectada por el incendio de 23; 29 y 26% en sus tres estados de regeneración por lo que consideramos que los claros que dejó el incendio forestal podrían beneficiar a la regeneración natural de estas especies pioneras o de exigencia lumínica, en cambio en el bosque que no fue afectado por el incendio forestal la abundancia es de 16; 9 y 20% por lo que requieren de claros para una mayor y mejor regeneración.
- Según los índices de similitud en las dos áreas de estudio, zona afectada y no afectada por el incendio forestal, son significativamente iguales ya que se obtuvieron porcentajes de similitud altos en sus tres categorías de regeneración natural como 70.6; 70.5 y 90.9% según Sorensen y 85.5; 62.7 y 84.1% según

Morista Horn por lo que podemos confirmar que las alteraciones causadas por el incendio forestal no repercuten negativamente el ciclo de renovación del bosque específicamente en la regeneración natural de las especies por la baja intensidad de alteración al ecosistema.

- Mediante el índice de Shannon Wiener se determinó que no existe diferencia de la regeneración natural en las dos áreas de estudio, y la regeneración pertenece a una sucesión tardía según (BACERA 2008)

## **6.1. Recomendaciones**

- Es necesario evitar los incendios repetidos en los bosques de la comunidad Abra de Chapis de la Reserva de Flora y Fauna Tariquía. Para esto se recomienda elaborar y ejecutar un buen plan de protección, porque los incendios forestales son perjudiciales, debido a que es uno de los factores principales del empobrecimiento de la biodiversidad en los ecosistemas de los bosques.
- Para el enriquecimiento se debe favorecer las condiciones de los micro sitios creados por la apertura de claros debido al incendio forestal, mediante una escarificación de suelos y eliminación de la vegetación competidora, asegurándose que estén cerca de un árbol semillero.
- Se recomienda realizar otros estudios de la regeneración por la importancia que estas constituyen ya que es la etapa decisiva de restablecimiento futuro y constitución del bosque, otros estudios en áreas no afectadas para que se pueda comparar con los datos obtenidos en el presente trabajo.