

CAPÍTULO I

1.1. Introducción

Los incendios forestales, a pesar de ser parte de la dinámica natural de muchos ecosistemas en el mundo, son agentes degradativos que afectan a distinta escala los diferentes componentes del territorio y paisaje. A nivel mundial, en los últimos años, tanto superficie de plantaciones forestales como de bosque nativo ha sido afectado por incendios de dimensiones inéditas (San Miguel Ayanz et al., 2013).

Todos los años se producen en Bolivia incendios de origen principalmente antropogénico, debido a chaqueos de nuevas tierras para la incorporación de la agricultura, la quema de grandes extensiones de pastos naturales o cultivados, 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 económico (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 (Yucra, 2014).

La magnitud de los incendios forestales está determinada por el material combustible, es decir, por el tipo, cantidad o carga de masa vegetal, tamaño, inflamabilidad y capacidad de mantener la propagación del fuego. Todos ellos constituyen un factor importante en el comportamiento de la quema, ya que a mayor cantidad de material combustible la intensidad del fuego se incrementa, provocando más daños a la vegetación y al suelo.

Martínez, (1994). dice que “los incendios forestales para ser evitados deben ser admitidos como problema, no son suficientes las acciones de prevención. Tampoco se trata de prohibir las quemas y mejorar los medios de control, debe potenciarse las

prácticas y conocimientos nativos sobre las quemas con los cuidados necesarios de biodiversidad”.

Después del incendio forestal se considera que el bosque tiene una elevada resiliencia, que en poco tiempo la zona quemada se asemeja en composición y estructura a la zona no quemada, de la comunidad pre-incendio se consigue mediante dos eficaces mecanismos de regeneración: el rebrote desde estructuras resistentes al fuego, o la germinación de semillas protegidas y almacenadas en el suelo o en la copa.

El motivo de este trabajo de investigación fue después del incendio forestal en área quemada y testigo en la comunidad la Mamora, tendiente a conocer la dinámica de la regeneración natural, comparar la composición y riqueza en sus diferentes estratos o tipos de bosque, para generar información técnica en cuanto a la evaluación de la vegetación de estas dos áreas, que permitió resolver numerosos problemas que se plantean en la ecología y silvicultura de nuestros bosques.

1.2. Justificación

Al aumentar la frecuencia de los incendios en bosques y principalmente en aquellos que evolucionaron bajo condiciones de baja incidencia de fuego como son los bosques húmedos, se pueden producir cambios marcados en cuanto a la composición de especies, la estructura y el valor económico de dichos bosques. (Holdsworth y Uhl, 1997 citado por Mostacedo *et al.* 1999)

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 información de 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, y más aún cuando la renovación de nuestros bosques está fundamentada principalmente en la regeneración a través de árboles semilleros y árboles de futura cosecha de las especies aprovechadas.

En el caso del incendio forestal ocurrido el 2010 en la comunidad de La Mamora, ha afectado un área con cobertura de bosques naturales que cubren paisajes de valle

menor, matorrales y vegetación herbácea, afectando la regeneración natural de las pocas especies forestales, arbustivas y herbáceas forrajeras y otros usos, exponiendo al paisaje y al suelo a procesos erosivos y, por tanto, afectando el paisaje forestal y el medio ambiente, por lo que se hace necesario realizar una evaluación con el fin de determinar el área afectada y evaluar el impacto del mencionado incendio en la regeneración natural y composición florística de los tipos de vegetación afectados.

1.3. Hipótesis

El incendio forestal ocurrido el 2010 ha originado un impacto en la regeneración natural de especies arbóreas, arbustivas y en la composición florística de los tipos de vegetación afectados.

1.4. Objetivos

Evaluar la regeneración natural arbórea, en área testigo y área afectada por el incendio forestal ocurrido el 2010, mediante la aplicación de parámetros ecológicos y variables estadísticas en la comunidad de La Mamora de la provincia Arce del departamento de Tarija.

1.4.1. Objetivos específicos

- Cuantificar el área y los tipos de vegetación afectados por el incendio forestal empleando herramientas geomáticas y la leyenda de vegetación de la FAO-UNESCO (1973) para el periodo de 10 años comprendido entre el 2009 – 2019.
- Caracterizar la regeneración natural arbórea en área testigo y área afectada por el incendio forestal ocurrido el 2010, mediante la aplicación de parámetros ecológicos y variables estadísticas.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cobertura vegetal

La cobertura vegetal (vegetación) de un determinado espacio geográfico es la expresión actual observable del conjunto de interacciones complejas entre los diversos factores del medio (clima, rocas, relieve, suelos) desarrolladas a lo largo del tiempo y manifiestas en una combinación florística peculiar y en una determinada estructura organizativa (Navarro, 1995).

A la cobertura vegetal se la puede definir como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomásas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. También se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana como serían las áreas de cultivos (Bennett, 1999).

2.2. Vegetación natural

La vegetación es la expresión fisonómica y estructural de la comunidad vegetal de un determinado sitio ante las condiciones que imperan en el ambiente, lo cual incluye un conjunto de factores físicos, químicos y biológicos. Así, la vegetación es el resultado del arreglo espacial, tanto vertical como horizontal, que encuentran las especies de plantas que cohabitan en un lugar al repartirse los recursos disponibles en la comunidad, lo que involucra el suelo y sus nutrientes, el agua y la luz disponibles. En otros términos, la vegetación es el producto de un conjunto de procesos tanto ecológicos como evolutivos que ocurren en la comunidad y que, a su vez, determina las condiciones ambientales que imperan en un sitio y tiempo determinado (Duran, 2010).

La vegetación se refiere a los aspectos cuantitativos de la arquitectura vegetal, es decir su distribución horizontal y vertical sobre la superficie, mientras que la flora corresponde a la definición cualitativa de esta arquitectura, referido a las especies componentes de ella (Hernández, 2000).

2.3. Incendios forestales

El 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 llamada Radiación de calor, Vaporización, Combustible de vapores y llama. Este cuarto elemento al unirse al triángulo conforma el llamado “**Tetraedro del Fuego**”. Blanco et al. 2007.

El punto de ignición, es la temperatura a la que un material sólido, líquido o gaseoso se incendiara 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, R.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.

2.4. Causas de los incendios forestales

De acuerdo a Bonilla, R. 2001, las causas de los incendios forestales son tres:

a) 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.

b) 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.

c) 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.

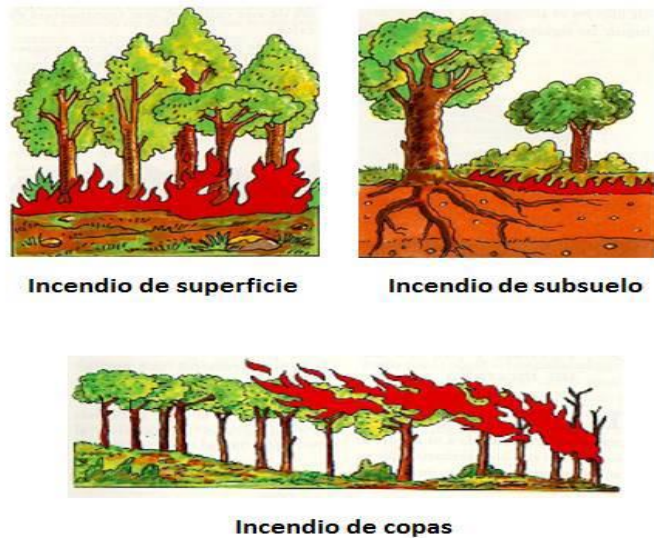
2.5. Tipos de incendios

2.5.1. Incendios superficiales: Son los más comunes, el fuego se propaga en forma horizontal sobre la superficie del terreno, afectando combustibles vivos y muertos; como pastizales, ramas, arbustos o pequeños árboles, troncos, humus, entre otros que se encuentran desde la superficie del suelo y hasta 1.5 metros de altura.

2.5.2. Incendios de copa o aéreos: (Menos del 8%) consumen la totalidad de la vegetación, son peligrosos y muy difíciles de controlar.

2.5.3. Incendios subterráneos: Inician de forma superficial, bajo el suelo mineral debido a la acumulación y compactación de los combustibles. Por lo general, no producen llama y emiten poco humo. Aunque no son muy comunes (menos de 2%), cuando se presentan son peligrosos y difíciles de controlar.

Figura N° 1 Tipos de incendio



Fuente: Educarm.es, los incendios forestales y el medio físico.

2.6. Formas de propagación del fuego

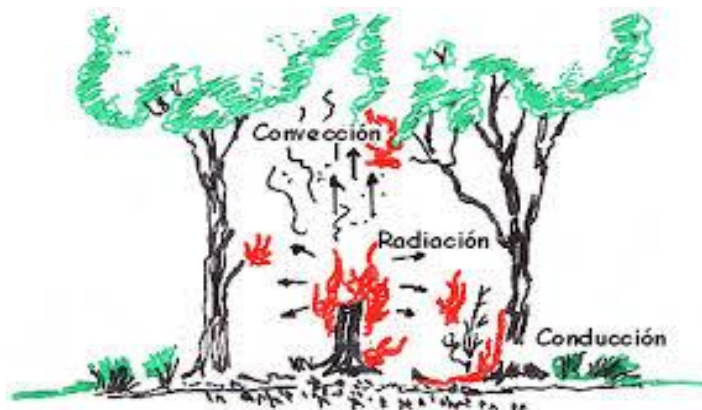
De acuerdo a Blanco *et al.* (2007), las formas básicas de propagación del fuego al igual que el “triángulo del fuego” son tres:

a) 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.

b) 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.

c) 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 N° 2 Formas de propagación del fuego



Fuente: Educarm.es los incendios forestales y el medio físico.

2.7. Efectos de los incendios forestales

Según Cots, RY Cardona, E. 2006, los impactos del fuego son diversos y pueden estar manifestados por:

- **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.

- **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.

- **Perdida 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 más allá de su rendimiento comercial.

- **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+/- 28 Pg de carbono, lo que equivale a 1,5 décadas de emisiones antropogénicas de carbono a la atmósfera al ritmo actual.

- **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.

El impacto de los incendios depende del tipo de vegetación y de las características estructurales de la vegetación en general y de los bosques en particular.

2.8. Grado de combustibilidad

La combustibilidad se refiere a la mayor o menor facilidad que tienen los combustibles para arder y atendiendo a la misma se pueden distinguir:

- **Combustibles ligeros:** Hojas, acículas, hierbas, matorral, arbustos, etc.; que arden con gran rapidez.
- **Combustibles pesados:** Troncos, ramas, raíces, etc.; que son lentamente consumidos por el fuego.

La velocidad de propagación será decreciente según el siguiente orden:

- Pastos.
- Matorral.
- Vegetación arbustiva.
- Arboleda con soto bosque.
- Arboleda sin soto bosque.

El grado de combustibilidad aumenta en aquellas especies que contienen determinadas sustancias químicas volátiles. Así los pinos, por contener resinas, arden más fácilmente que otras especies que carecen de este producto (Defensa contra incendios Forestales 2º CGS. Gestión Forestal y del medio natural).

2.9. Estructura del bosque

2.9.1. 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, J., Salas C.1997)

2.9.1.1. Distribución espacial de las especies en el bosque

De acuerdo a Valerio y Salas (1997), la distribución espacial se la puede comprender a partir de la dinámica originada por la caída natural de los árboles y todos los procesos que este fenómeno desencadena, generando los claros o chablis.

Por la variedad de microambientes que se forman, el chablis permitirá 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, M. I. 1988).

2.9.1.2. 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 o parámetro 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).

2.9.1.3. 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 cosechable 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)

2.9.1.4. 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, J., Salas C. 1997)

2.10. 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)

2.10.1. 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).

2.10.1.1. 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 como 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.

2.10.1.2. La competencia interespecífica

Resulta principalmente cuando individuos de una determinada especie tienen que compartir los recursos con individuos de otras especies (competencia por explotación). Generalmente conduce a la coexistencia de las especies competidoras, pero también puede conducir a la eliminación de una especie en un sitio determinado. Este tipo de competencia es asimétrica, más que todo por diferencias en el poder de competición entre especies. Los principales efectos son la reducción en fecundidad y supervivencia y en el crecimiento de individuos de la especie en desventaja. Especies con estrategia de reproducción del tipo “K” generalmente se adaptan bien a tales situaciones. Especies con estrategia de reproducción “r”, sin embargo, difícilmente podrán establecerse en un bosque cerrado y los disturbios que crean claros, los cuales reducen la competencia intraespecífica son importantes para su sobrevivencia. (Louman *et al.* 2001)

2.11. 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 R., Smith, D. 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)

2.11.1 Formas de regeneración

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

2.11.2. 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.

2.11.3 Regeneración artificial: también denominada como método de repoblación, este tipo de regeneración es la aplicación directa de la siembra o bien la implantación de plántulas desarrolladas a partir de semillas y en casos más raros de estacas. Puede ser utilizado para completar o sustituir la repoblación natural.

2.12. Sucesión

Al igual que muchos otros conceptos de la ciencia ecológica, el término sucesión tiene muchas definiciones. No obstante, la mayoría de ellas coinciden en referirse, a nivel general, a un proceso de cambio en la estructura y la composición de la vegetación de un determinado sitio, de manera que, a lo largo del tiempo, se encuentra en dicho sitio una serie de comunidades vegetales diferentes; a menudo cada comunidad es de mayor estatura y biomasa, y contiene más especies que la anterior. (Finegan, 1992)

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

2.13. Masa arbórea

- Entendemos por **masa forestal** toda asociación vegetal que ocupa un espacio de terreno cuyos pies (Individuos que lo constituyen) viven o pueden llegar a

vivir ligados biológicamente y por consiguiente sometidos a condiciones de vida común.

- En silvicultura se define como masa arbórea a una reunión de un gran número de árboles en un todo limitado y de la misma naturaleza e independiente, que constituye el objeto de un tratamiento y explotación forestal.
- Según la extensión de terreno ocupada por las masas arbóreas esta se divide en:

Masas grandes	Bosquetes
Masas medianas	Grupos
Masas pequeñas	Golpes

(Cossio,2016).

2.13.1. Clase de edad de masas

- En silvicultura se comprende dentro de una misma clase de edad todos los pies que han nacido dentro de un mismo año o periodo vegetativo, pero como es raro o poco frecuente que una masa arbórea presente semejante grado de igualdad en las edades de los individuos que las constituyen, es por lo que se agrupan en clases de edad, comprendiéndose en la misma clase de edad todos los pies que aunque no han nacido en un mismo año tiene aspectos y condiciones de vida común y análogos constituyendo una misma generación.
- Las clases de edad han tomado su origen en diversos aspectos por su crecimiento en altura y diámetro que presentan las masas arbóreas.

(Cossio,2016).

2.13.2. Diseminado o siembra naciente

a) Repoblado: Formado por brinzales o pies procedentes de semilla hasta el momento en que la joven masa inicia su espesura.

b) Monte Bravo: Masa de brinzales en espesura, hasta el momento en que comienza la limpia natural de los troncos. En el estado de monte bravo las plantas están provistas

de ramas en los troncos a partir de la base, y contribuyen a la protección del suelo entrecruzándose las ramas de dichos pies.

c) Latizal: Masa de brinzales en espesura normal o excesiva cuyos pies van perdiendo sus ramas bajas, en virtud de la lucha por la existencia. Se da el nombre de **bajo latizal** o **vardascal** cuando los pies alcanzan un diámetro de 10 cm y **alto latizal** cuando los diámetros oscilan entre 10 – 20 cm. En el estado latizal el crecimiento en altura es máximo, así como la protección del suelo y su enriquecimiento en materia orgánica, debido a la poda natural y muerte de las ramas bajas por falta de luz.

d) Fustal: Denominado monte **alto** propiamente dicho, cuyos pies tienen más de 20 cm. de diámetro; en tal estado disminuye el número de pies y la espesura de las masas y suele cesar el crecimiento en altura mientras que continua el diametral. El estado fustal se divide en, **fustal bajo ó curado o joven fustal**, constituido por pies de 20-35cm de diámetro; **fustal medio** de 35-50 cm y en **fustal viejo o alto fustal** cuando los pies pasan en diámetro los 50 cm.

(Cossio,2016).

2.13.3. Masa principal y masa accesoria

Como consecuencia del crecimiento de las masas arbóreas, estas experimentan modificaciones externas que nos permiten establecer los distintos periodos o clases naturales de edad, las dichas modificaciones progresivas y visibles afectan también a la propia constitución interna de las masas. (Cossio,2016).

2.13.4. Clasificación de los pies de las masas

Para precisar la evolución y el valor de una masa arbórea es necesario agrupar los árboles que la constituyen, los unos en la llamada **masa principal** y los otros en la **masa accesoria**; atendiendo a la altura de los mismos, formas de sus copas y a la calidad de sus fustes y troncos. Toda masa arbórea, al llegar al estado de **latizal** se descompone en dos pisos: uno **dominante**, que constituye la mencionada **masa**

principal (proporciona la producción maderable) y otro dominado; que integra la **masa accesoria** (brinda la protección al suelo).

- **Pies predominantes**, (exceden en altura a todos los demás).

○ **Masa principal** - **Pies codominantes**, estas dos clases de pies
- **Pies subdominantes**, constituyen fundamentalmente la masa

- **Pies comprimidos** (por la proximidad de otros pies).

○ **Masa accesoria** - **Pies sumergidos o hundidos** (bajo la copa de otros pies).
- **Pies moribundos** (en vía de desaparición o muerte).

(Cossio,2016).

2.13.5. Caracteres de las masas forestales

2.13.5.1. Espesura de masa

Su apreciación varía con la edad de las masas arbóreas, como hemos indicado; pues cuando se encuentran en el estado de diseminado, repoblado y monte bravo, se aprecia la espesura de las mismas, al igual que para las masas Herbáceas o simplemente leñosas, pero no en los estados de latizal y fustal. La espesura de una masa forestal en función, por un lado, del número de pies que la integran, y, por otro, del desarrollo aéreo de los mismos, pues a medida que su número aumenta y sus desarrollos aéreos se acrecientan, la espesura es mayor: **caracteres cuantitativos (A)**. (Cossio,2016).

Pero a su vez, para un determinado desarrollo específico, la espesura de una masa forestal será tanto mayor, cuanto más vigor presenten los pies que la constituyan y tiendan más a constituirse en colectividades o sociedades: **caracteres cualitativos (B)**. (Cossio,2016)

A). Caracteres cuantitativos: Contribuyen en mayor o menor grado al conocimiento de las masas y permiten apreciar la espesura de las mismas, así como también a caracterizar las más estables; estos caracteres son los siguientes:

a) Abundancia; b) densidad; c) frecuencia; d) Dominancia.

a) La abundancia expresa el número de individuos o pies de cada especie con relación al número total de pies de una masa.

b) La densidad designa la relación entre el número total de pies de una masa forestal y la superficie de terreno ocupada por la misma (densidad total), o entre los números de pies de cada especie y las respectivas superficies ocupadas por los mismos (densidad parcial o específica).

(Cossio,2016).

c) Frecuencia nos ayuda a dar una expresión aproximada a la homogeneidad de un rodal o cubierta vegetal por inventariar.

Raun kiaer fue el primero que explico la estadística en el análisis de comunidades vegetales y denominado frecuencia al valor del tanto por ciento de parcelas de muestra en las que se presentan una especie. Por ejemplo, si son 10 parcelas y se encuentran todas las plantas en una parcela la frecuencia seria del 10%, en tanto si están presentes en todas las parcelas es del 100%. La idea básica es que si una especie ocurre en todas las partes es bastante frecuente, en cambio sí está restringido a un solo sector solamente es menos frecuente. En ambos casos puede tener la misma abundancia.

d) Cobertura

Según Braun Blanquet, j. (1950) cobertura es el área ocupada por los individuos de una especie. por lo general cobertura es el área cubierta por la copa o por el follaje de la planta. En especies forestales, la proyección de la copa es una medida adecuada de la cobertura. La cobertura se expresa como el porcentaje del área total cubierta por la proyección vertical de las copas sobre el suelo.

Los valores de cobertura, para efectos comparativos y análisis de los resultados, se pueden agrupar en las siguientes categorías que usan varios fitosociólogos:

- Cubrimiento menor del 5 % de la superficie del terreno.
- Cubrimiento del 5 al 25 % de la superficie del terreno.
- Cubrimiento del 25 al 50 % de la superficie del terreno.
- Cubrimiento del 50 al 75 % de la superficie del terreno.

- Cubrimiento del 75 al 100% de la superficie del terreno.

B) Características cualitativas

a) La estratificación

Estrato es la porción de la masa vegetal contenido dentro de un límite de altura determinado. Braun – Blanquet reconoce cuatro estratos principales: arbóreo, arbustivo, herbáceo y muscinal. Cada estrato representa un ambiente para el desarrollo de cada especie. Es así que cuanto más numerosos son los estratos superiores y más completamente ocupan el espacio disponible, tanto más tolerantes a la sombra deben ser las plantas de los estratos inferiores. (Cossio,2016).

Según Finol, U. H. (1971) determina la posición sociológica de la siguiente manera:

- **Dominantes:** La copa recibe luz directa por arriba y por todos los costados.
- **Codominantes:** La copa recibe luz por arriba, pero tiene uno o dos lados en contacto con otras copas y en los cuales no recibe luz directa.
- **Intermedios:** La copa recibe luz directa solo por arriba.
- **Suprimidos:** La copa no recibe luz directa por arriba.

Se denomina **posición sociológica** al estrato que ocupa una determinada especie. Para el estudio de la estratificación se pueden emplear las bandas de bisección, las cuales muestran la distribución vertical de la vegetación. En esta forma se pueden incluir las comunidades en pisos, desde los árboles dominantes hasta los arbustos; pudiendo mostrar además la distribución radicular de estas mismas plantas debajo del suelo. (Cossio,2016).

Estratos Subterráneos. Las partes subterráneas de las plantas también se estratifican. En algunos casos la profundidad a que se encuentra el agua freática, puede ser causa del aumento o disminución de la longitud de las raíces. En el mismo suelo, pero con distinta precipitación, la estratificación de las raíces será totalmente diferente, existiendo la tendencia hacer de mayor longitud a medida que aumenta la precipitación. (Cossio,2016).

b) Periodicidad

Cambios periódicos que obedecen a una serie de diferentes factores, especialmente relacionados con el clima, la ciencia se denomina fenología. El estudio de periodicidad incluye los siguientes aspectos:

- Época de floración y fructificación.
- Caída de las hojas.
- La duración del día influye en la época de floración, así algunas especies requieren días cortos y otros días largos.

Las observaciones deben realizarse sistemáticamente registrando los siguientes datos:

H = Con hojas

s.h = Sin hojas

b = Yemas

fe = En flor

fr = En fruto

pl = Plántula.

(Cossio,2016).

c) Sociabilidad

Nos indica el grado en que los individuos de una especie están agrupados, o como están distribuidos en una comunidad. También ha sido denominado agregación o dispersión.

Según Braun – Blanquet señala la siguiente escala:

- Cada individuo crece aislado.
- Crecimiento en Grupos.
- Crecimiento en manchas.
- Crecimiento en colonias pequeñas o manchones.
- Crecimiento en grandes multitudes.

d) Vitalidad.

Si una planta abunda en determinada comunidad no significa que prospere allí. A menos que las plantas puedan reproducirse, no están adaptadas completamente a las condiciones y pueden desaparecer completamente.

Según **Braun – Blanquet** el grado de vitalidad de las especies de una comunidad; se puede expresar en cuatro categorías:

- Bien desarrollados completan regularmente su ciclo de vida.
- Fuertes en aumento, pero en general no completan su ciclo de vida (muchos musgos).
- Débiles de crecimiento lento nunca completan su ciclo de vida.
- A veces germinan, pero no prosperan muchas plantas adventicias efímeras.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Equipo de campo para el levantamiento de muestras

- Persona conocedora del área de estudio.
- Planillero.

3.1.2. Materiales de campo

- GPS.
- Cinta métrica.
- Machete.
- Tablero
- Planillas para el levantamiento de datos de vegetación.
- Tijera de podar.
- Cámara fotográfica.
- Calculadora.
- Papel periódico.
- Cinta masquin.
- Brújula.

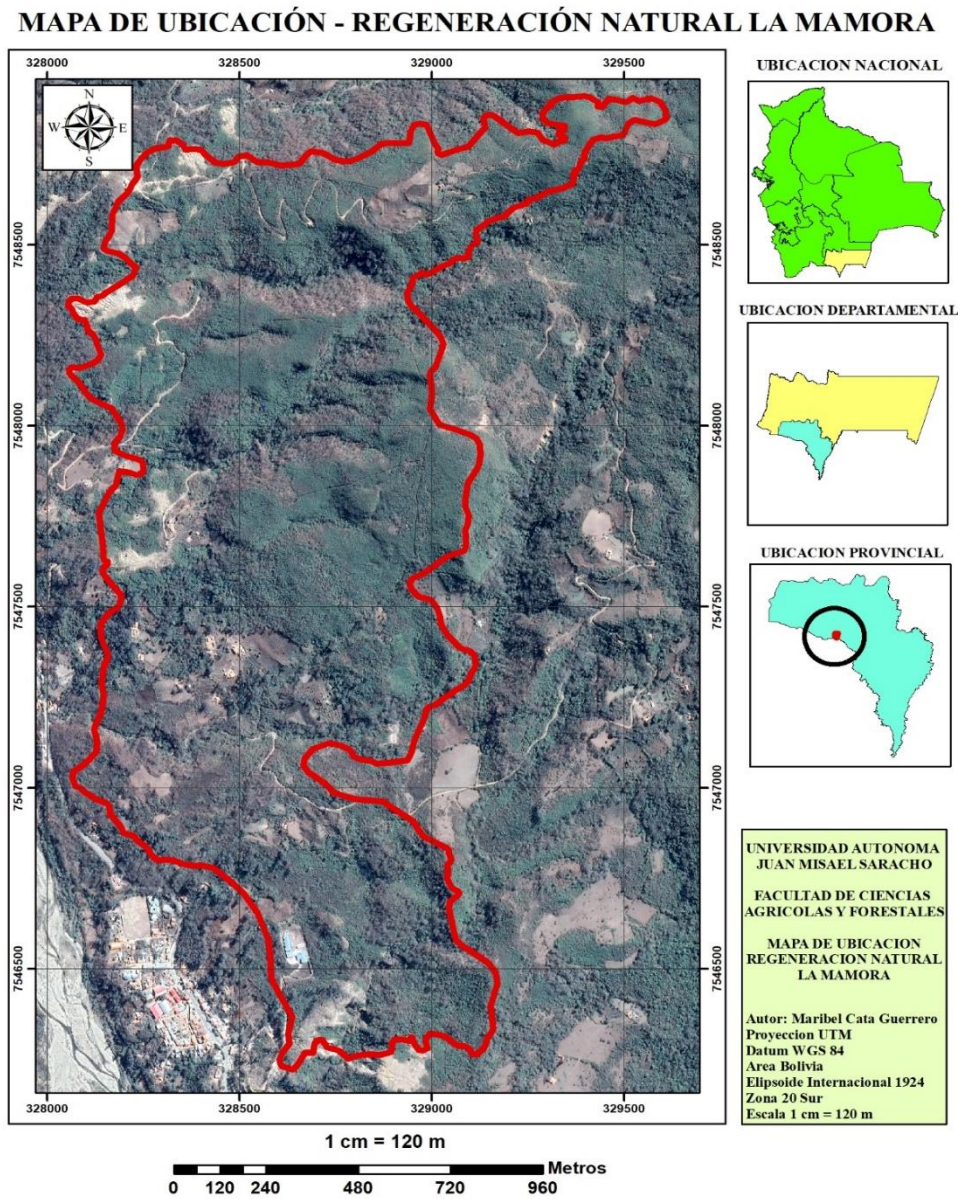
3.1.3. Material y equipo de gabinete

- Mapa topográfico.
- Carta topográfica escala 1:50.000, 6627 I y 6627 II
- Imagen de satélite.
- Material bibliográfico.
- Equipo de cómputo.

3.2. Ubicación del área de estudio

La comunidad La Mamora pertenece al Distrito 13, Primera Sección de la Provincia Aniceto Arce del departamento de Tarija, situada a 95 Km al sur de la ciudad de Tarija, carretera a Bermejo. El área de estudio presenta una superficie de 204,66 has.

Mapa N° 1: Ubicación del área de estudio



Fuente: Elaboración propia, 2020.

3.3 Características biofísicas del área de estudio

3.3.1. Clima

El clima característico del área de estudio o de la comunidad de La Mamora es Mesotermal semiárido, que está caracterizado por precipitaciones medias anuales que oscilan entre los 700 a 1400 mm/año, Las temperaturas medias anual de 19,0°C, con una temperatura máxima de 43,0°C y una mínima de -1 °C, como indica el (cuadro Nro.1)

Cuadro N.º 1 Resumen Climatológico Periodo Considerado 2009 – 2019.

Indice	Unidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Temp. Max. Extr.	°C	39	37	39	38	36	38	37	40	43	42	39	39	43,0
temp. Min. Extr.	°C	10	10	9	0	2	-1	-8	-3	2	1	6	9	-8,0
Memp. Media	°C	22,4	22	20,4	19,2	16,4	14,7	14,4	16,3	18	20	21,4	22,4	19,0
Temp. Max. Media	°C	28,9	28,1	26,3	25,1	22,9	22,4	22,9	25	26	27,1	28,2	29	26,0
Temp. Min. Media	°C	15,9	15,9	14,6	13,2	9,8	7	6	7,6	10	12,8	14,6	15,8	11,9

(Fuente: SENAMHI, año 2020).

3.3.2. Fisiografía

Del punto de vista fisiográfico, según ZONISIG (2001) el área de estudio presenta los siguientes paisajes fisiográficos: Un paisaje de ladera de serranía disectada a fuertemente disectada, con altitudes entre 1.300 a 2.500 msnm.

Colinas altas, medias y bajas, presentando normalmente cimas subredondeadas a redondeadas, con divisoria de aguas poco discernibles; estos paisajes son ligeramente a fuertemente disectadas con pendientes de 15 a 90%, con mucha rocosidad en la superficie y abundante pedregosidad superficial.

Llanura de piedemonte, ligeramente a fuertemente disectada, presenta inclusiones de llanuras aluviales y depresiones de pequeños valles. Las pendientes varían de 2 a 30%, sin o con poco afloramiento rocoso, pero con abundante pedregosidad superficial, que tienen muy pocas piedras. La llanura de pie de monte mayoritariamente está constituida por material coluvio-aluvial de diverso grado de selección y redondeamiento.

3.3.3. Suelos

Los suelos en el área de estudio, según el ZONISIG (2001). corresponden a Asociación Lixisol-Cambisol donde los suelos dominantes son profundos a muy profundos, de texturas francas en la superficie y franco arcillosas a arcillosa en el subsuelo, con pH ligeramente alcalino a alcalino, y fertilidad natural baja a moderada. De manera general, los suelos de las colinas son poco profundos, generalmente tienen un contacto lítico próximo y se evidencia presencia de afloramientos rocosos, siendo su textura de pesada a mediana. Los suelos ubicados en la llanura de pie de monte y pequeños valles aluviales son de moderadamente profundos a profundos, la textura es de media a liviana en los horizontes superiores y más pesada en los horizontes profundos.

3.3.4. Vegetación

La vegetación natural dominante comprende un matorral caducifolio semidecídulo, montano, formado principalmente por especies que pierden su follaje en la época desfavorable mezcladas con especies perennifolias, las familias mejor representadas son las Mimosaceae, Ulmaceae entre otras, con las especies *Acacia* sp (Garrancho cuadrado) y *Celtis* sp (Tala amarilla), en el herbáceo dominan las gramíneas con las especies *Paspalum notatum* (Pasto pampeño, grama dulce) y el *Oplismenus hirtellus* (Pasto monteño).

Los pequeños bosques naturales con árboles emergentes y aislados en los que predominan las especies como: *Loxopterygium* sp (Mara chaqueña, Mara sota), *Anadenanthera clubrina* (Cebil colorado), *Tecoma stans* (Guaranguay), *Sapium haemospermum* (Leche leche, Lecheron playero), *Podocarpus parlatorei* (Pino del cerro). En el estrato arbustivo y herbáceo predomina la especie *Sida* sp (*Afatilla*, Malva), (*Ajata*, *Paspalum notatum*) (Pasto pampeño, Grama dulce, *Orqueta*), *Setaria* sp (Cola de zorro grande) (ZONISIG, 2001)

3.3.5. Uso de la tierra

En el territorio de la comunidad La Mamora con dotación de agua para riego, generalmente se levanta dos cosechas al año, de papa, maíz, maní, hortalizas, frutales (cítricos y carozos) esta actividad tiene lugar con empleo de ciertos insumos y capital,

buena parte de la producción se destina a la venta, el resto para el consumo familiar. (Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya. 2012. Plan de Desarrollo Municipal de la Provincia A. Arce, Sección Padcaya)

3.3.6. Aspectos socioeconómicos

La principal actividad económica de las familias de la zona es la agricultura y la ganadería, de acuerdo a la época, los principales cultivos son cítricos, el durazno, el cultivo de maíz y otros. También en los últimos años muchas personas se dedican al trabajo en empresas de construcción (camino, infraestructura) ya sea como albañiles o como obreros.

La actividad productiva principal desarrollada por las familias en la comunidad La Mamora es la agricultura de tipo tradicional, ya que no cuenta con maquinarias, insumos, etc.

La segunda actividad productiva es la ganadería, que tiene un manejo extensivo o tradicional. La población ganadera es variada que consiste en la cría de ganado menor de uso doméstico y a la cría de bovinos para las labores agrícolas y mayor cantidad para la producción de carne. (ECOFACE Ltda. 2014).

3.4 METODOLOGÍA

La metodología comprende la siguiente secuencia lógica de fases y actividades:

3.4.1. Fase de gabinete inicial

3.4.1.1. Recopilación de información secundaria relacionada al tema

Se realizó la búsqueda, selección y procesamiento de información secundaria pertinente al desarrollo de la investigación, como: cartas topográficas, estudios de vegetación, suelos, tesis de graduación, bases de datos, páginas web, libros, artículos científicos, etc.

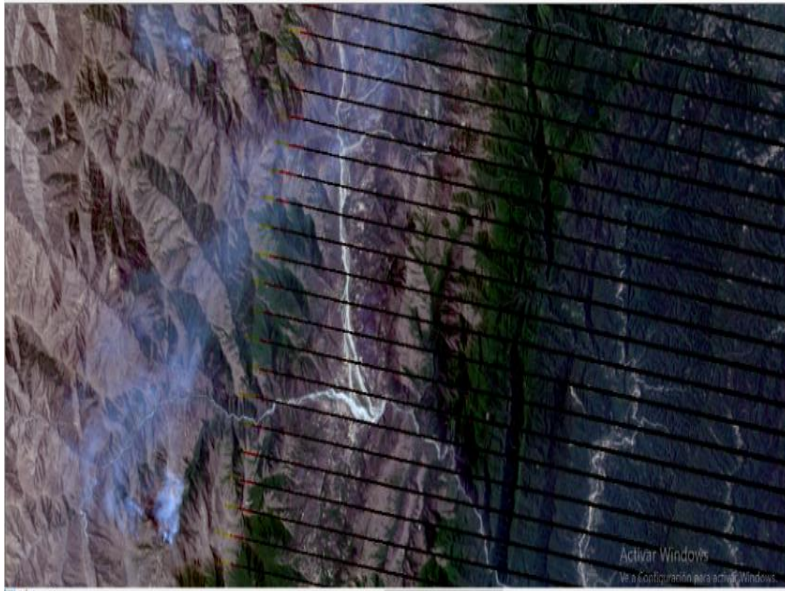
3.4.1.2. Búsqueda de imágenes de satélite (antes y después del incendio)

Se realizó la búsqueda de imágenes de satélite Landsat 7 de la página USGS (Servicio Geológico de EEUU) del área de estudio antes del incendio del 2009 y después del incendio 2015 y 2019 es decir, transcurrido un periodo de 6 y 10 años.

3.4.1.3 Elaboración del mapa base del área de estudio.

La elaboración del mapa base a partir de la carta topográfica escala 1:50.000, 6627 I y 6627 II de la carta nacional elabora por el Instituto Geográfico Militar, la imagen de satélite Landsat 7 de la página USGS (Servicio Geológico de EEUU), del 8 de noviembre del 2010 empleando el software ArcGis Versión 10.3. Con el fin de resaltar el área de estudio se realizó una combinación de bandas 7, 5 y 3 proceso de mejoramiento digital que, por error propio de la imagen, no dio los resultados esperados, como se muestra en la siguiente figura:

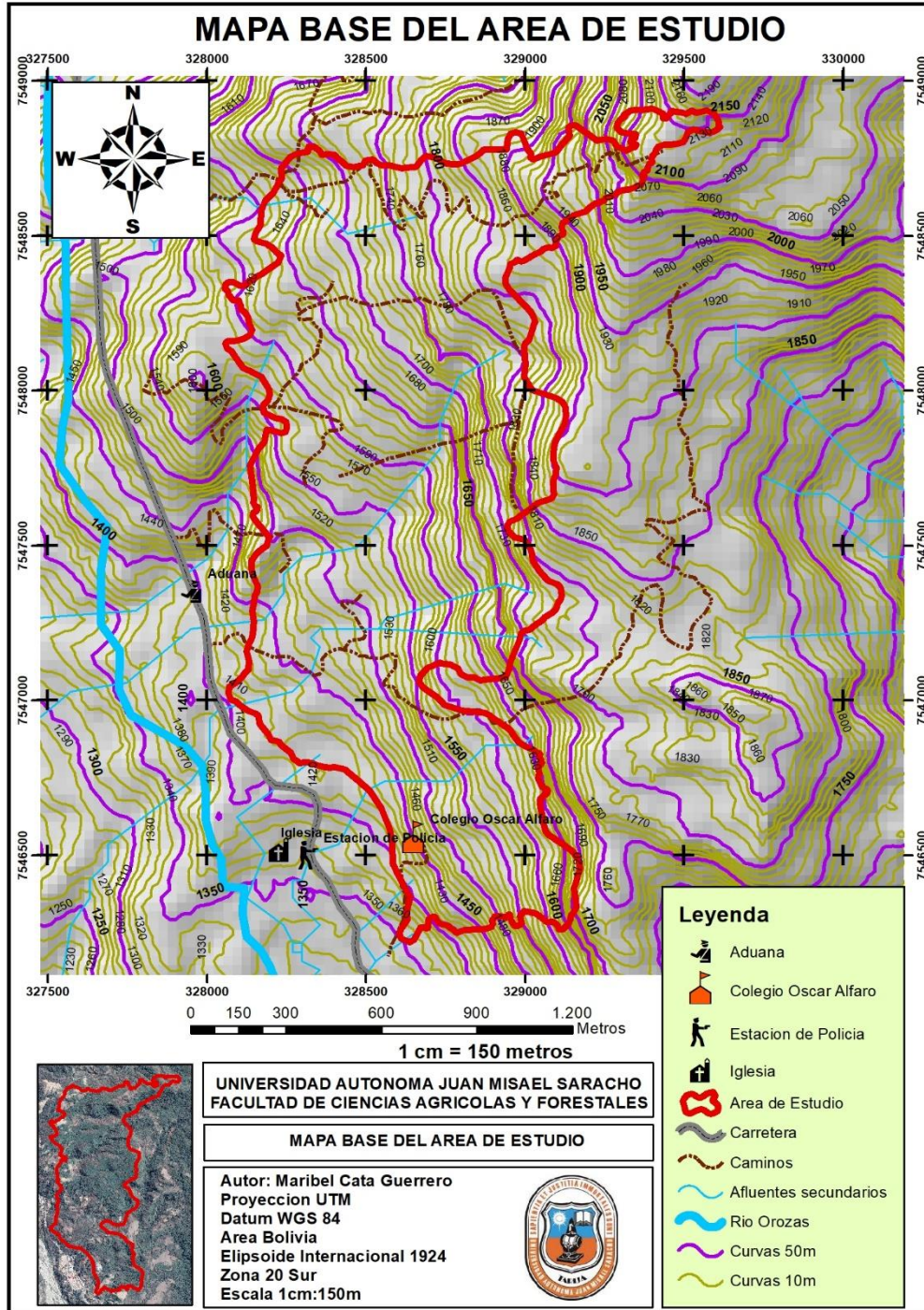
Figura N°3 Imagen landsat 7 del área de estudio



Fuente: USGS: (Servicio Geológico de EEUU).

Finalmente, la delimitación del polígono o perímetro del área se procedió a digitalizar manualmente sobre una imagen del 2009 recortada de Google Earth. El mapa base se muestra a continuación:

Mapa N° 2: Mapa base del área de estudio



Fuente: Elaboracion propia, año 2020.

3.4.2. Corrección geométrica de imágenes satelitales

El proceso de corrección consistió en la transformación matemática de coordenadas, desde un sistema de imagen (número de fila y columna - pixel) a un sistema de coordenadas reales del terreno. A través del uso del software ArcGis, en esta etapa se procede a corregir o georreferenciar correctamente, los desplazamientos en las imágenes satelitales, y así poder conseguir la proyección cartográfica correcta, la UTM WGS 84 (latitud, Longitud).

3.4.3. Mejoramiento espectral y realce de imágenes

El mejoramiento de la imagen, consistió en ejecutar un procesamiento numérico para realzar, enfatizar o suprimir, ciertas características de la misma. Por ejemplo, para desearse un mayor contraste entre los objetos que integran la imagen, necesita poner énfasis en los límites de distintas coberturas vegetales, etc.

Los "niveles ND" (Nivel Digital) de cada pixel pueden ser modificados con vistas a mejorar o resaltar cierta información para un estudio determinado, siendo precisamente esta modificación el concepto de "realce de imágenes digitales". Se pueden definir, a priori, diversos tipos de realces que normalmente mejoraran la visualización, eliminaran defectos, resaltarán ciertas características geométricas, etc. con vistas a obtener unos resultados determinados. Conviene destacar, asimismo, que la forma más elemental de conocer una imagen digital es a través de su histograma de frecuencias para cada ND, donde quedará patente tanto el contraste (rango entre máximo y mínimo del valor digital para cada pixel), como el nivel de radiación. Ambos conceptos permitirán diseñar un tipo específico de realces.

3.4.4. Elaboración del mapa de alturas

A partir de las curvas de nivel del mapa base del área de estudio, empleando el SIG ArcGis, se ha elaborado el mapa de altitudes cada 100 m del área objeto con el de contribuir al análisis, interpretación y posterior descripción de la vegetación natural, ver (Mapa anexo 2).

3.4.5. Interpretación visual de la cobertura de la tierra en las imágenes

La interpretación visual de la cobertura vegetal en las imágenes mejoradas, antes y después del incendio forestal, se basa en la habilidad humana de relacionar las características pictóricas morfológicas de la imagen como tono, colores, sombras, exposición según el relieve, paisaje fisiográfico y posición topográfica empleando el ArcGis 10,3, los criterios analizados en la imagen que representa características del mundo real, en este caso, las características de la cobertura vegetal del área de estudio en la comunidad de La Mamora.

El análisis e interpretación del conjunto de criterios mencionados permitió identificar la discontinuidad de la cobertura vegetal, de esta manera la identificación preliminar de los tipos de cobertura, empleando además los criterios establecidos en la Leyenda mundial de vegetación de la FAO- UNESCO (1973) adaptada a las condiciones biofísicas del territorio nacional (Ver Anexo1).

De esta manera se obtuvo los siguientes mapas preliminares del área afectada por el incendio forestal en la comunidad de La Mamora:

- Mapa de Cobertura Vegetal antes del incendio forestal 2009 y leyenda.
- Mapa de cobertura vegetal del año 2015 después del incendio y leyenda.
- Mapa de cobertura vegetal después del incendio forestal 2019 y leyenda

3.4.6. Fase de campo

Teniendo el mapa base, mapa de cobertura vegetal del año 2019 con la clasificación de los diferentes estratos, se seleccionó los sitios de muestreo pareados en unidades afectadas vs no afectadas en la imagen, el muestreo pareado que se obtiene usualmente para observaciones realizadas sobre el mismo estrato de la vegetación homogénea.

La primera actividad en la fase de campo consistió en la comprobación y ajuste de la interpretación preliminar de la cobertura vegetal, la verificación de la representatividad de los sitios de muestreo. Posteriormente se procedió al levantamiento de los datos de campo con la ayuda de un baquiano conocedor del área de estudio.

3.4.6.1. Método de muestreo

Para la evaluación de la regeneración natural se empleó un muestreo estratificado intencional o selectivo, en este tipo de muestreo la población lo cual se separa en subgrupos o estratos que tienen cierta homogeneidad. Después de la separación, dentro de cada estrato se hizo el levantamiento de muestras, aspecto para lo cual se llevó a determinar el número de las mismas.

3.4.6.2. Numero de muestras

Para el cálculo del tamaño de la muestra primeramente se hizo un pre muestreo, después se aplicó la siguiente expresión matemática (del texto de Mostacedo):

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{t^2 * CV^2}{N}}$$

Datos:

Σ Total de los DAP = 513.

Σ Total del Dap² = 3838.

Pre - muestreo = 8 Parcelas.

Promedio = 64,1250.

Desviación Estándar =

$$S = \sqrt{3838 - \frac{(513)^2}{8} \div 7} = 57,0138$$

Coefficiente de varianza:

$$CV\% = \frac{57,0138}{64,1290} \times 100 = 88,9104 \%$$

Numero de muestras:

$$N = \frac{(2,262)^2 \times (88,9104)^2}{(20)^2 + \frac{(2,262)^2 \times (88,9104)^2}{73}} = 42$$

42 Muestras = 21 área quemada y 21 área no quemada.

3.4.6.3. Tamaño y medición de las parcelas para los estadios en desarrollo

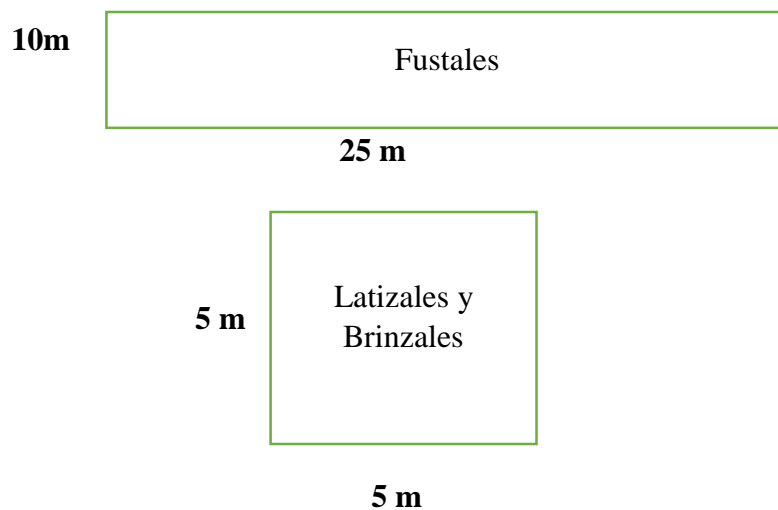
La metodología que se aplicó para el tamaño de las parcelas fue la de ZONISIG (2001), que está dentro de lo que sugiere Matteuci y Colma, (2002), determinándose de acuerdo al número de especies en función de la superficie de la unidad de muestreo. El tamaño de la unidad de muestras se ha definido por estrato y la distribución fue intencional por tratarse de terrenos inaccesibles por la topografía, procesos de ocupación de la tierra a través del uso actual, cerramiento de colindancias (ver anexo 8), el área de estudio se encuentra dentro de propiedades privadas por lo que dificulta el ingreso.

Se instalaron en total 42 muestras que fueron distribuidas de forma pareada 21 en área quemada y 21 en área testigos.

Utilizando la clase de regeneración natural para los tres estadios (Cuadro N° 2), en el bosque denso mayormente siempre verde, para fustales se hizo el levantamiento de 6 muestras 3 en área quemada y 3 en área testigo, las cuales fueron en transeptos rectangulares de 10 x 25 m., primero se ubicó el punto 0,0 de la parcela, que generalmente está ubicado en los vértices SW (sud este), es decir 135°, y con la ayuda de una brújula, eclímetro, wincha, se procedió a la delimitación a partir del punto 0;0, se realizó dos picas una con rumbo Este hasta alcanzar los 10 m., y otra con rumbo norte, hasta los 25 m.,. En los matorrales se hizo el levantamiento de los estadios de brinzales y latizales se inventario 36 muestras, 18 en área quemada y 18 en área testigo, distribuidas dentro del matorral mayormente siempre verde, y matorral mayormente caducifolio, con dimensiones de 5x5 m.

Los tamaños de las parcelas en fustales fueron de 10m x 25m (250m² x 3 = 750m² del total del área de estudio, para latizales y brinzales 5m x 5m (25m² x 18 = 450m² del total del área de estudio).

Figura N° 3: Estructura y dimensiones de las parcelas para la evaluación de los fustales, latizales y brinzales.

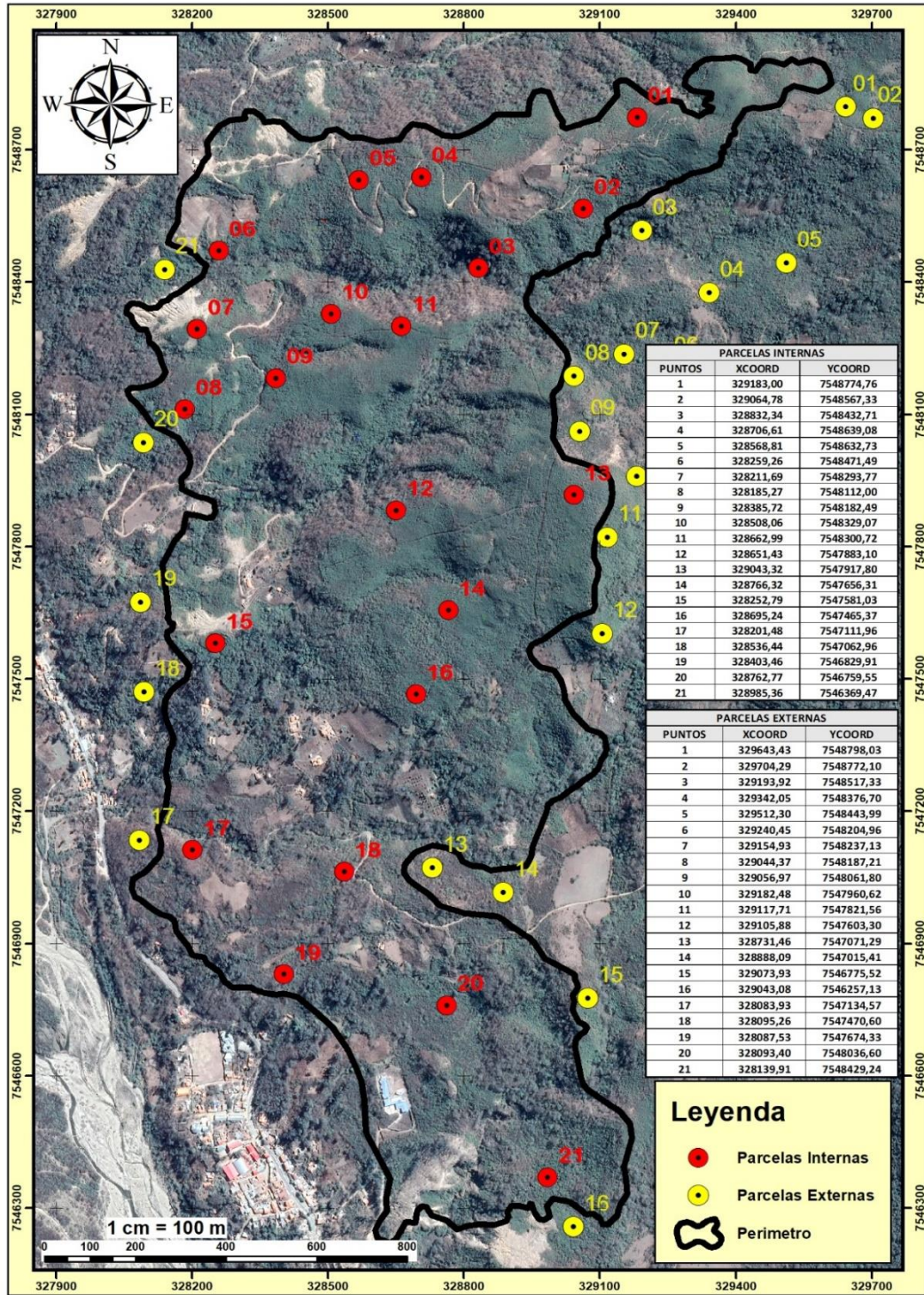


3.4.6.4. Levantamiento de datos de campo

Para cada parcela de muestreo, se ha registrado la siguiente información:

- Tipo de vegetación hasta el nivel de Formación según la leyenda de la FAO-UNESCO. 1973 (Adaptada).
- Coordenadas UTM.
- Datos forestales como: Diferentes categorías de regeneración natural (Brinzal, Latizal y Fustal) y los usos de las especies.

Mapa N° 3. Distribución de las parcelas



Fuente: Elaboración propia, 2020.

En base a la metodología del ZONISIG, (2001), Matteucci y Colma (2002), en cada sitio de muestreo identificado se evaluó los siguientes parámetros ecológicos cuantitativos de análisis de la vegetación:

- Abundancia.
- Densidad.
- Dominancia.
- Frecuencia.
- Determinación del índice de valor de importancia IVI de latizales y fustales.

Finalmente, se ha procedido a la elaboración de planillas o formularios de campo para levantar información de la regeneración afectada y no afectada por el incendio para los diferentes estadios de la regeneración natural.

Para el uso de las especies se hizo el llenado de encuestas con personas nativas de la comunidad, de acuerdo a su actividad diaria a lo que se dedican (agricultura y carpintería).

3.4.6.5. Clasificación de las poblaciones a ser muestreadas

Para las poblaciones vegetales, la cual está basada en las siguientes categorías.

Cuadro N° 2 Clases de regeneración

Brinzal	Dap menores a 5cm y altura de 1,30m.
Latizal	5 cm – 9,9 DAP.
Fustal	10 cm – 20 cm DAP.

Fuente: Norma 248/97.

3.4.6.6. Variables para medir la regeneración natural

3.4.6.6.1. Diámetro

En los estadios de latizal y fustal la circunferencia fue medida a una altura relativa de 1,30 cm del suelo, debido a que a esta altura promedio se encuentra el pecho de una persona (DAP), se midió con una cinta métrica y en centímetros. En algunos casos

cuando el árbol presento alguna anomalía como ser torceduras, se buscó puntos de medición aconsejados para situación o caso.

Luego se procedió a emplear la fórmula de conversión a diámetro:

$$D = \frac{C}{\pi} = \frac{21}{3,1416} = 6,37 \text{ cm.}$$

Donde:

d= Diámetro (cm)

c= Circunferencia (cm)

π = Pi (3.1416)

3.4.6.6.2. Altura total

Para medir la altura total de la regeneración natural se tomó la distancia vertical entre la base del árbol y el ápice del mismo, para los latizales y fustales se estimó de manera visual la altura aproximada del árbol, en los brinzales se midió con un flexómetro de acuerdo a su categoría de regeneración.

3.4.6.6.3. Toma de datos

Para cada individuo se registró el DAP (diámetro altura pecho), altura, calidad de fuste (con valores de: **1** para fustes sanos y rectos sin signos de defectos visibles, **2** en caso de señales de ataques de hongos, pudriciones, heridas, curvatura, crecimiento en espiral y otras deformaciones y **3** en caso de fuste curvado o con efectos graves en su estructura). En las planillas de campo se registró información referente a ubicación de cada parcela, coordenadas geográficas obtenidas con GPS, nombre del estrato y nombre común.

Luego se procedió a la recolección de las muestras vegetales de cada especie, las cuales fueron recolectadas en papel periódico para luego ser llevadas al herbario de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho para su respectiva identificación taxonómica.

3.4.7. Fase de gabinete final

En la fase de gabinete final, se procedió a la depuración de planillas de campo, procesamiento y análisis de la información levantada en las parcelas de cada sitio de

muestreo en campo, interpretación final de la imagen de satélite, definición de la leyenda final de los mapas de cobertura vegetal 2009, 2015 y 2019. Descripción de los tipos de vegetación del mapa de cobertura del año 2019.

3.4.8. Cruce de los mapas de cobertura antes y después del incendio

Con el fin de conocer la superficie afectada de los tipos de vegetación y el área total afectada por el incendio forestal a través de un índice cartográfico empleando técnicas avanzadas del ArcGis.

3.4.9. Determinación de parámetros ecológicos cuantitativos de análisis de la vegetación

3.4.9.1. Abundancia

La abundancia absoluta (Ab) y (Ar.) se determinan mediante la siguientes fórmulas:

$$Ab = \frac{\text{Nº de arboles por especie}}{\text{Nº de arboles total de todas las especies}} = \frac{3}{19} = 0,1579.$$

Abundancia relativa (Ar.).

$$Ar. = \frac{\text{Nº de arboles por especie}}{\text{Nº de arboles total de todas las especies}} * 100 = \frac{3}{19} \times 100 = 15,79 \%$$

En función a los datos obtenidos para determinar el grado al que representa la abundancia se recurrirá al siguiente cuadro.

Cuadro N° 3: Clases de abundancia

Clase	Descripción	Tanto%
1	Muy raro	<5
2	Raro	5 – 15
3	Escaso	15 – 30
4	Abundante	30 – 100
5	Muy abundante	>100

Fuente: ULA, 2017

3.4.9.2. Densidad

La densidad fue estimada a través del número de individuos en un área determinada, se calculó con la siguiente fórmula:

$$D = \frac{N}{A} =$$

Donde:

D= Densidad

N= Número de individuos.

A= Área (m²)

3.4.9.3. Dominancia relativa

Dominancia relativa (DR) se calculó mediante la siguiente relación:

$$Dr. = ABr = \frac{AB}{\text{Total AB}} * 100 = \frac{0,01006}{10,0717} x 100 = 14, 85.$$

Donde:

Dr: Dominancia relativa.

ABr: Área basal relativa.

AB: Área basal.

3.4.9.4. Frecuencia

La Frecuencia Absoluta (Fa.) y relativa (Fr.) se determinó mediante las siguientes fórmulas que son:

$$Fa. = \frac{\text{Número de sub parcelas en que ocurre la especie}}{\text{Número o total de sub parcelas observadas}} = \frac{2}{11} = 0,18.$$

$$Fr. = \frac{\text{Frecuencia absoluta de una especie}}{\text{Total frecuencia absoluta}} * 100 = \frac{2}{11} x 100 = 18,18.$$

En función a los datos obtenidos para determinar el grado al que representa la frecuencia se recurrirá al siguiente cuadro.

Cuadro N° 4: Clase de Frecuencias

Clase	Frecuencia	Grado
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

Fuente: (Raunkiaer C, 1988).

3.4.9.5. Índice de Valor de Importancia: Para determinar la importancia ecológica en los diferentes tipos de vegetación. El máximo valor del I.V.I. es de 300. Se calcula con la fórmula:

$$IVI = Ar + Dr + Fr = 15,79 + 18,18 + 14,85 = \mathbf{48,82}.$$

Donde:

Ar. = Abundancia relativa de la especie.

Dr. = Dominancia relativa de la especie.

Fr. = Frecuencia relativa de la especie.

CAPÍTULO IV

4.1 RESULTADOS

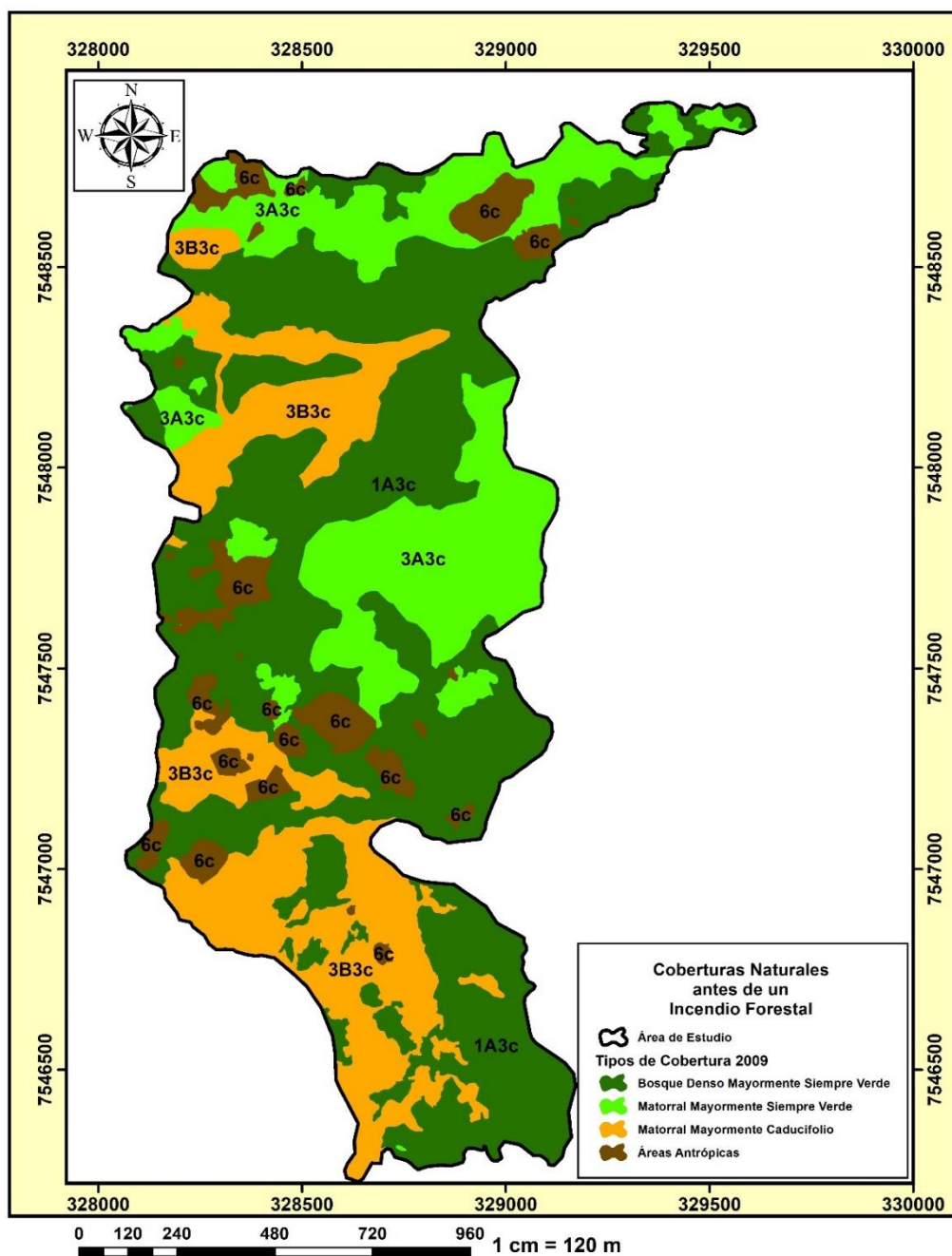
La presente investigación se desarrolló en un bosque de área quemada y no quemada (bosques secundario y primario, matorrales y áreas antrópicas) en la comunidad La Mamora. El incendio forestal producido en este sector del área de estudio fueron de carácter mixto, superficial, y de copa, cuya intensidad y expansión se vieron favorecidas por los fuertes vientos y por la época en que se produjo (verano), se buscó evaluar la regeneración natural de su capacidad de resiliencia a la perturbación causada por el fuego, para comparar con el área no quemada, de esta forma se evidenció la importancia de esta investigación, ya que los incendios desde el punto de vista ecológico son una fuerte perturbación, generan pérdidas de individuos o biomasa, que al arder de manera severa se elimina temporalmente a varias especies.

Realizado el procesamiento digital de las imágenes satelitales y con la ayuda de la leyenda propuesta por **FAO - UNESCO (1973)**, se identificó los distintos tipos de cobertura vegetal del año 2009 cuando el bosque no era intervenido y después del incendio forestal del año 2015 y 2019.

4.2. Tipo de cobertura vegetal identificados

Para el año 2009 se ha identificado los tipos de vegetación o de cobertura que se indican en el siguiente (cuadro Nro. 4), que es la leyenda del mapa de cobertura vegetal 2009.

Mapa N° 4. Mapa de vegetación antes del incendio (2009).



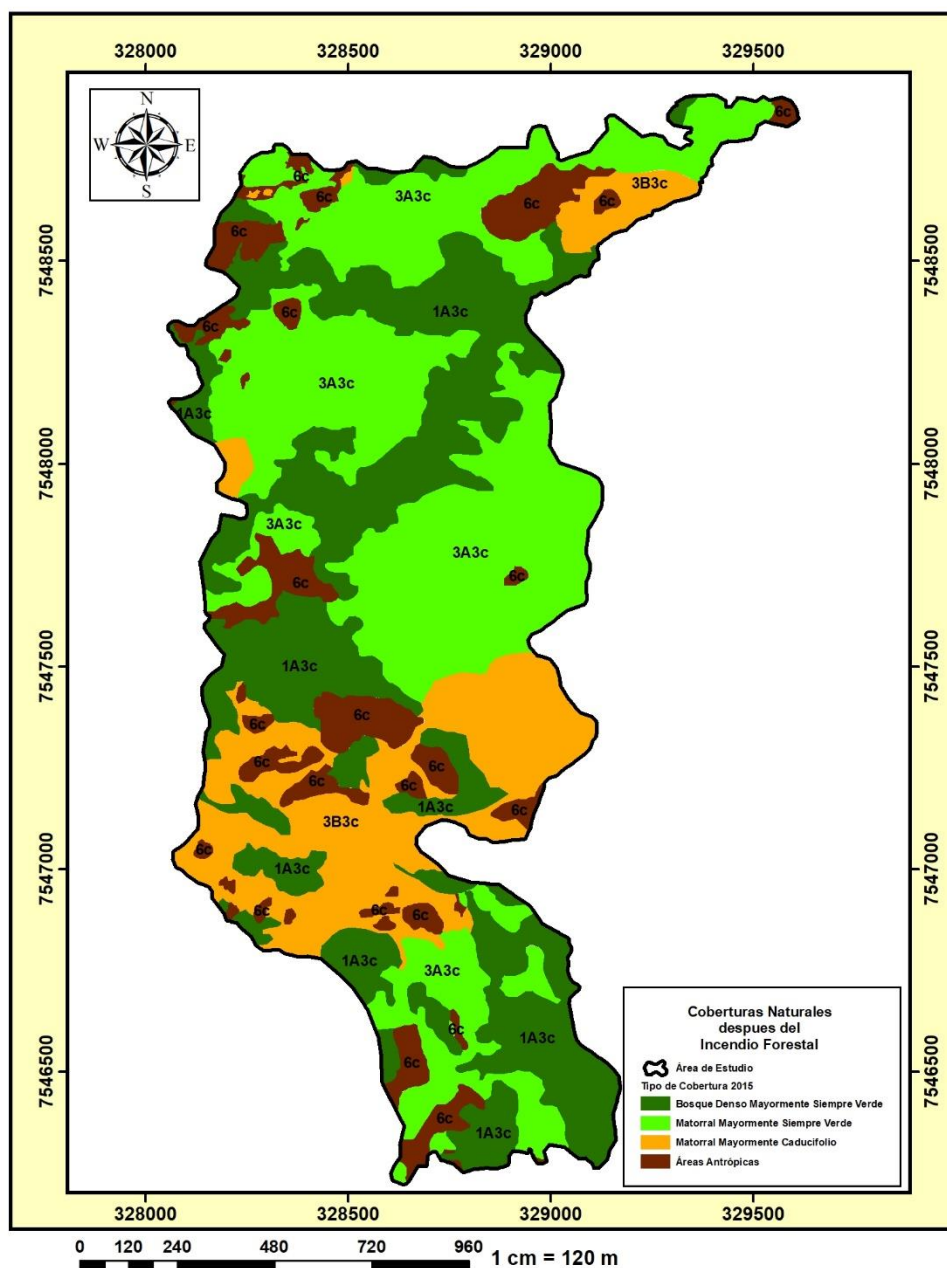
FAO UNESCO	CLASE DE FORMACIÓN	Superficie Ha.	Superficie m ²	Porcentaje (%)
1A3c	Bosque Denso Mayormente Siempre Verde Semideciduo, Montano.	103.53	1035272	50.59
3A3c	Matorral Mayormente Siempre Verde Semideciduo, Montano.	43.16	431637	21.09
3B3c	Matorral Mayormente Caducifolio Semideciduo, Montano.	44.27	442704	21.63
6c	Áreas Antrópicas.	13.70	136977	6.69
TOTAL		204.66	2046590	100

Fuente: Elaboración propia, año 2020.

Leyenda de tipos de vegetación del 2009

- **1A3c.** Bosque denso mayormente siempre verde semideciduo, montano, abarca una superficie de 103,53 has, que representa el 50,59% del área total, esta unidad es la que ocupa más superficie dentro del perímetro, ubicada dentro de la Provincia fisiográfica Cordillera Oriental, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado montano.
- **3B3c.** Matorral mayormente caducifolio, semideciduo montano, abarca una superficie de 44,27 has, y un porcentaje de 21,63% del área total, ubicada dentro de la Provincia fisiográfica Cordillera Oriental, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado montano.
- **3A3c.** Matorral denso mayormente siempre verde, semideciduo montano, abarca una superficie de 43,16 has, y un porcentaje de 21,09 % del área total, ubicada dentro de la Provincia fisiográfica Cordillera Oriental, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado montano.
- **6c.** Áreas Antrópicas, abarca una superficie de 13,70 has, y un porcentaje de 6,69% del total del área de estudio, ubicada dentro de la Provincia fisiográfica Cordillera Oriental, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado montano.

Mapa N°5. Mapa de vegetación despues del incendio (2015)



FAO UNESCO	CLASE DE FORMACIÓN	Superficie Ha.	Superficie m ²	Porcentaje (%)
1A3c	Bosque Denso Mayormente Siempre Verde Semideciduo, Montano.	66.33	663278	32.41
3A3c	Matorral Mayormente Siempre Verde Semideciduo, Montano.	80.13	801926	39.18
3B3c	Matorral Mayormente Caducifolio Semideciduo, Montano.	36.07	360727	17.63
6c	Áreas Antrópicas.	22.07	220659	10.78
TOTAL		204.66	2046590	100

Fuente: Elaboración propia, 2020.





Tras el incendio forestal la vegetación es el componente del paisaje que se observa como más afectado, ya que se consume total o parcialmente, sin embargo, dependiendo del tipo de incendio (copa, superficial o subterráneo), la restauración será tras cientos o a pocos años para que vuelva a establecerse una comunidad vegetal parecida a la que había antes del siniestro. Después del incendio existen dos mecanismos por lo que el bosque se regenera, la diseminación y germinación de las semillas (resistentes al fuego) y la formación de rebrotes (Zavala et., 2000)


Se puede observar en el Mapa N°4 (2009) la superficie por estrato antes del incendio, donde aún, no había intervención del ecosistema, y después de un periodo de 6 años (2015) se observa la diferencia de cómo se fue restaurando la vegetación de bosque, matorral y el aumento de usos de la tierra en área quemada, en el mismo Mapa N° 5 se observa la correlación de los estratos con una superficie de 90,74 ha., que corresponde; Bosque denso mayormente siempre verde semideciduo, montano (**1A3c.**) 37,20 ha., 18,18%, Matorral mayormente siempre verde semideciduo, montano (**3A3c**) incremento a 36,97ha., 18,06%, Matorral mayormente caducifolio semideciduo, montano (**3B3c.**) 8,20 ha., 4,01 %, Áreas antrópicas (**6c**) incremento a 8,37ha., 4,09 %. Haciendo una comparación con el Mapa N°6 (2019) se ve la diferencia de superficies entre los estratos, producto de la habilitación para la agricultura migratoria y perenne dentro de la reconstrucción del ecosistema realizado por los comunarios, que después del incendio forestal resulta claro el incremento en áreas antrópicas.


4.3. Cambio de cobertura vegetal antes y después del incendio forestal


Realizado los procesos de Sistema de Información Geográfica se cuantificó el cambio de la cobertura para el año (2009, 2015 y 2019), reflejado de la siguiente manera:

Cuadro N° 5. Cambio de cobertura vegetal (2009, 2015 y 2019).

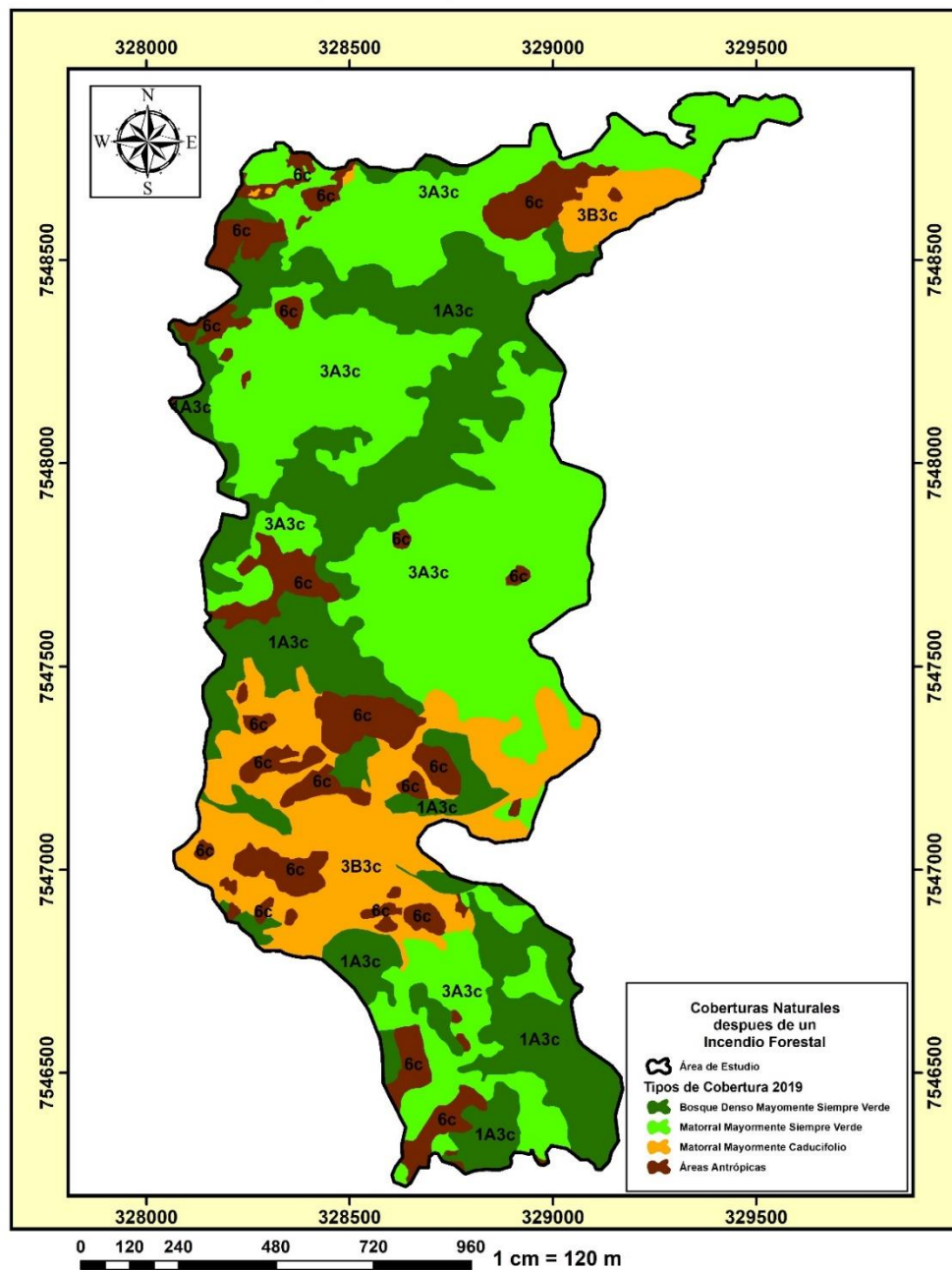
Código	Tipos de coberturas	Periodo (2009) ha.	Periodo (2015) ha.	Cambio de spf. (2009-2015) ha.		(*) *	(**)	Periodo (2019) ha.	Cambio de Spf. (2015-2019) ha.		(*) *	(***)
												
1A3c	Bosque denso mayormente siempre verde, semideciduo, montano.	103,53	66,33	37,20		18,18	32,41	63,61	2,72		1,33	31,08
3A3c	Matorral mayormente siempre verde semideciduo, montano.	43,16	80,13		36,97	18,06	39,18	86,00		5,87	2,87	42,02
3B3c	Matorral mayormente caducifolio semideciduo, montano.	44,27	36,07	8,20		4,01	17,63	32,20	3,87		1,89	15,73
6c	Áreas antrópicas.	13,70	22,07		8,37	4,09	10,78	22,84		0,77	0,38	11,16
Total		204,66	204,66	90,74		44,47	100	204,66	13,23		6,47	100

(*)  Porcentaje de cambios de la cobertura (2015 y 2019), con relación al área de estudio.

(**)  Porcentaje de cobertura vegetal (2015) en proceso de reconstrucción del ecosistema afectado.

(***)  Porcentaje de cobertura vegetal (2019) de bosque en proceso de recuperación avanzada.

Mapa N°6. Mapa de vegetación después del incendio (2019).



FAO UNESCO	CLASE DE FORMACIÓN	Superficie Ha.	Superficie m ²	Porcentaje (%)
1A3c	Bosque Denso Mayormente Siempre Verde Semidecíduo, Montano.	63.61	636134	31.08
3A3c	Matorral Mayormente Siempre Verde Semidecíduo, Montano.	86.00	860006	42.02
3B3c	Matorral Mayormente Caducifolio Semidecíduo, Montano.	32.20	322015	15.73
6c	Áreas Antrópicas.	22.84	228435	11.16
TOTAL		204.66	2046590	100

Fuente: Elaboración propia, año 2020.

4.4. Tipo de cobertura vegetal identificados en el año 2019

Son los tipos de vegetación o de cobertura que se indica a continuación.

4.4.1. Bosque denso mayormente siempre verde, semideciduo montano (1A3c)

Este tipo de unidad se encuentra ubicada dentro de la Provincia fisiográfica Cordillera Oriental, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado montano con un clima Mesotermal semiárido, con una temperatura media anual de 19,0°C, temperaturas máximas de 43,0°C) y precipitaciones entre los (700 a 1400 mm/año).



Tiene una superficie aproximadamente de 63,61has, (31,08% de la superficie total), convirtiéndose en la más extensa de la clasificación de coberturas, cubre un paisaje de serranías media y bajas, moderadamente disectada, con pendientes moderadamente

escarpadas a muy escarpada (mayores a 30%), la pedregosidad y rocosidad es común de (5-15%), con un drenaje variable desde (bueno, rápido a muy rápido).

Es un bosque generalmente denso, sin embargo, se puede encontrar sectores ralos con dosel superior alto, el estrato arbustivo y herbáceos denso, predominan las especies de follaje permanente, siendo la familia con mayor presencia las Fabaceae, Myrtaceae, Meliaceae, Bignoniaceae y Rutaceae entre otras, con predominio de las especies *Lonchocarpus lilloi* (Quina blanca), *Blepharocalix salicifolius* (Barroso) y *Cedrela sp* (Cedro), estas últimas generalmente en los sitios más húmedos. El estrato arbustivo por las especies de mayor dominancia *Erythroxylum sp* (Coquilla cola del monte), *Psychotria argentinensis* (Hediondilla montaña).

4.4.2 Matorral mayormente caducifolio, semideciduo montano (3B3c)

Este tipo de unidad se encuentra ubicada dentro de la Provincia fisiográfica Cordillera Oriental, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado montano con un clima Mesotermal semiárido, con una temperatura media anual de 19,0°C, 43,0°C como máxima y precipitaciones entre los (700 a 1400 mm/año).



Tiene una superficie de 32,20 has, (15,73 % del área total) llegando a ser el área más pequeña de la clasificación de la cobertura. Son paisajes de piedemonte, en relieves de colina y con pendientes de formas convexas, con

pendientes de moderadamente escarpada a escarpada (mayores a 30%), los suelos son superficiales a moderadamente profundos con drenaje variable desde (lento a rápido), pedregosidad de poca a común

Esta unidad corresponde aun matorral ralo a semidenso, medio o alto con predominio de especies caducifolias frente a la siempre verdes las más representativas son *Fagara nigrensens* (Teton Sauquillo), *Almus acuminta* (Aliso Blanco), *Tecona stans* (Guaranguay), *Berberis sp2* (Dominguillo, Julilla grande), *Braccharis sp.* (Tholilla). En el estrato herbáceo predominan las gramíneas con las especies *Deyeuxia sp* (Pasto roja), *Eragrostis sp* (Pasto grande).

4.4.3. Matorral mayormente siempre verde semidecíduo, montano (3A3c)

Este tipo de unidad se encuentra ubicada dentro de la Provincia fisiográfica Cordillera Oriental, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado montano con un clima Mesotermal semiárido, con una temperatura media anual de 19,0°C, 43,0°C como máxima y precipitaciones entre los (700 a 1400 mm/año).



Tiene una superficie de 86,00 has, (42,02% de la superficie total) Se conforma por serranías medias y bajas, con pendientes de formas convexas y cóncava, existiendo clases de pendientes desde moderadamente escarpado, a escarpado (>60%), pedregosidad poca a común, con un

drenaje variable desde (rápido a muy rápido).

Son matorrales de cobertura rala, media a densa, predominan especies como *Acacia aramo* (Tusca), *Dodonea viscosa* (Chacatea, Abrojo, *Chacatuya*), formando chacateles casi puros en pequeñas y grandes manchas, presenta algunos árboles emergentes como el *Enterlobium contortisiliquum* (Timboy), *Tecona stans* (Guaranguay).

4.4.4 Área antrópica (6c)

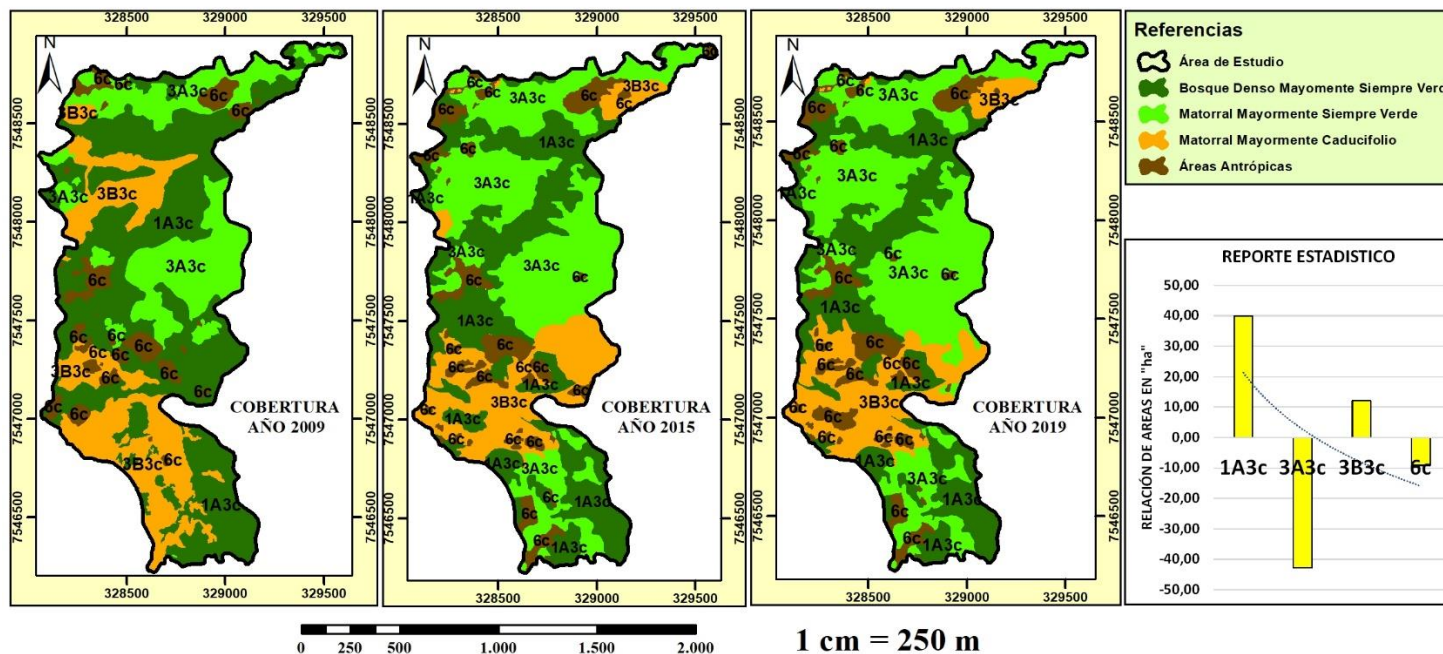
Este tipo de unidad se encuentra ubicada dentro de la Provincia fisiográfica Cordillera Oriental, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado montano con un clima Mesotermal semiárido, con una temperatura media anual de 19,0°C, 43°C como máxima y precipitaciones entre los (700 a 1400 mm/año).



Tiene una superficie de 22,84 ha, (11,16% de la superficie total). Se agrupa a las áreas alteradas por la actividad agrícola, ganadera y otras, se localizan en paisajes de terrazas, pie de monte y en algunos casos en parte de las serranías de la comunidad con

variedades de pendientes que van de casi planas a escarpadas, con drenaje superficial variable (lento, bueno y rápido), la pedregosidad es común, donde existen los mejores suelos, con amplitud para usos agrícolas a secano y a riego principalmente de maíz, papa, maní, algunas hortalizas y algunos frutales como durazneros y cítricos, también se tiene pastizales y arbustales secundarios como resultado de la sucesión de los terrenos en descanso y abandonados.

Mapa N°7. Cruce de mapas antes y después del incendio forestal (2009, 2015 y 2019)



CORRELACION DE COBERTURAS NATURALES DESPUES DEL INCENDIO FORESTAL PERIODO (2009-2015-2019)													
Código	Tipos de coberturas	Periodo (2009) ha.	Periodo (2015) ha.	Cambio de superficie (2009-2015)			Periodo (2019) ha.	Cambio de superficie (2009-2015)					
				-	+	(%) *		(%) **	-	+	(%) *	(%) **	
1A3c	Bosque denso mayormente siempre verde, semideciduo montano.	103,53	66,33	37,20		18,18	32,41	63,61	2,72	1,33	31,08		
3A3c	Matorral mayormente siempre verde semideciduo montano.	44,16	80,13		36,97	18,06	39,18	86,00		5,87	42,02		
3B3c	Matorral mayormente caducifolio semideciduo montano.	43,27	36,07	8,20		4,01	17,63	32,20	3,87	1,89	15,73		
6c	Áreas antrópicas	13,70	22,07		8,37	4,09	10,78	22,84		0,77	11,16		
TOTAL		204,66	204,66	90,74			44,47	100	204,66	13,23		6,47	100

Fuente: Elaboración propia, año 2020.

Los cambios ocurridos en la cobertura vegetal después de un incendio forestal entre el periodo del año 2009 y 2015, donde la reconstrucción del ecosistema fue de 90,74ha, correspondiendo al bosque 37,20 ha, (18,18%), el matorral verde incremento a 36,97 ha., (18,06%), matorral caducifolio de 8,20 ha, (4,01%) y áreas antrópicas incrementaron el 4,09% que corresponde a 8,37 ha, Para el periodo del 2015 y 2019 la transición total fue de 13,23 ha, el Bosque denso abarca 2,72 ha., que representa el 1,33% de la superficie total, Matorral siempre verde con un incremento de 5,87 ha, que representa el 2,87%, de la superficie total, seguido del Matorral caducifolio con 3,87 ha, que representa el 1,89% de la superficie total y por ultimo tenemos las áreas antrópicas con un incremento de 0,77 ha, correspondiendo el 0,38% del total de la área de estudio, después del siniestro, se puede apreciar a detalle de las superficies indicadas. (Cuadro N°5, y el mapa N°7).

4.5. Composición y riqueza florística

Se registró un total de 271 individuos, los cuales fueron distribuidos en 15 especies, pertenecientes a 6 familias botánicas que son las siguientes: Leguminosae, Bignoniaceae, Rutaceae, Anacardiaceae, Bombacácea, y Ulmaceae ver (CuadroN°6).

El área quemada presentó un total de 188 individuos arbóreos, 12 especies, 6 familias botánicas. El área no quemada, registrándose la menor cantidad de regeneración natural arbórea con 83 individuos, 13 especies y 5 familias botánicas.

Cuadro N° 6. Especies existentes en el área de estudio

N°	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Soto_Urundel	<i>Astronium urundeuva Engl</i>	Anacardiaceae
2	Carnaval	<i>Senna sp</i>	Leguminosae
3	Timboy	<i>Ebterolobium contortosiliquum (Vell Morong)</i>	Leguminosae
4	Guaranguay	<i>Tecona fabrisii Meyer</i>	Bignoniaceae
5	Lapacho Rosado	<i>Tabebuia avellaneda (Lorentz ex Griseb)</i> <i>Mattos</i>	Bignoniaceae
6	Sauco	<i>Fagara sp.</i>	Rutaceae
7	Cebil	<i>Anadenanthera colibrina (Vell) Brenan var.</i> <i>Cebil (Griseb) Alstchul.</i>	Leguminosa
8	Espinillo	<i>Acacia sp.</i>	Leguminosa
9	Vilvaran	<i>Piptadenia sp.</i>	Leguminosa
10	Tusca	<i>Acacia aroma Gill ex Hook. & Arn.</i>	Leguminosae
11	Quina C.	<i>Myroxylon peruiferum L.</i>	Leguminosa
12	Ceiba	<i>Erythrina falcata Benth.</i>	Leguminosa
13	Tipa blanca	<i>Tipuana tipu (Benth) O.K.</i>	Leguminosa
14	Toborochoi	<i>Chorisia insignis HBK.</i>	Bombacaceae
15	Tala	<i>Celtis tala Gill.</i>	Ulmaceae

Fuente: Acosta, 2020.

4.6. Usos de las especies encontradas en el área de estudio

Toborochoi: *Chorisia insignis* HBK



Ornamental: Por la belleza del tronco y la flor, este árbol es muy apreciado y traído del monte para los jardines.

También es un árbol melífero.

Guaranguay: *Tecona fabrisii* Meyer



Medicinal: La infusión de las hojas se emplea como analgésico, diabetes y para el sarampión.

Melífera: Las flores son muy apetecidas por los insectos polinizadores, abejas.

Ornamental: Especie que se encuentre en una casa es usada como ornamento por sus abundantes inflorescencias de

color amarillo ampliamente. También es usado para mangos de azadones y vigas que sean de uso mediano en las casas.

Lapacho: *Tabebuia avellanedae* (Lorentz ex Griseb) Mattos



Industria: La madera es pesada y firme se emplea para la fabricación de elementos resistentes a la inclemencia del tiempo y el trabajo continuo. Como postes para instalaciones eléctricas, vigas, marcos para puertas, ventanas y elaboración de algunos muebles.

Melíferas: Sus flores son muy apetecidas por las abejas.

Medicinal: La corteza del lapacho se utiliza para aliviar los síntomas de la malaria y el mal de Chagas, también para prevenir el cáncer.

Ornamental: El lapacho rosado es una especie forestal ampliamente usada como ornamental debido a su vistosa floración.

Carnaval: *Senna sp.*



Melífera: Las flores son muy apetecidas por los insectos polinizadores, abejas.

Industrial: Es una madera preciosa resistente a humedades se utiliza para la fábrica de diferentes muebles, alfajías, y postes para alambrados.

Ornamental: Es un árbol de sombrío.

Timboy: *Ebterolobium contortosiliquum (Vell Morong)*



Industria: El timboy por ser una madera liviana y resistente al agua se utiliza para la elaboración de muebles (puertas, ventanas, roperos y otros) cajas colmeneras y manualidades como bateas y otros. También para umbrales de casas.

Fruto: Es utilizado como jabón

Ornamental: Por la sombra de su ancha copa que le hace apto para

espacios de sembradíos.

Sauco: *Fagara sp.*



Industria: La madera es preciosa de color amarillo, liviana y resistente a humedades sirve para la fabricación de muebles pequeños (mesitas de luz, veladores, etc.) y fabricación de cajas.

También es un árbol melífero por sus flores fragancias.

Cebil: *Anadenanthera colibrina (Vell) Brenan var. Cebil (Griseb) Alstchul.*



Industria: Madera duradera adecuada para múltiple uso, muebles, postes para alambrados, su corteza sirve para curtido de cueros.

Fabricación de carbón y leña.

Medicinal: La corteza para curar animales domésticos (gallinas).

Vilcaran: *Parapiptadenia excelsa*



Industrial: Su madera es dura y pesada sirve para postes de alambrados y marcos para puertas y ventanas, es un poco difícil de aserrar no es tan utilizada como la del cebil, ya que tiene tendencias a rajarse.

Tala: *Celtis tala Gill.*



Medicinal: Las hojas para infusión contra la indigestión.

Frutos: Son comestibles para las personas y animales.

Forrajero: Ramoneo para el ganado vacuno, caprino y otros.

También usado como leña.

Soto_ urundel: *Astronium urundeuva Engl*



La madera es pesada, muy valorada por su dureza, consistencia y resistencia a la humedad,

Industria: Para la elaboración de marcos para puertas, ventanas y otros, pilares de construcción de casas.

También es utilizado para postes de instalaciones eléctricas, postes para cercos y alambrados.

Ceiba: *Erythrina falcata Benth.*



La madera de ceiba tiene poca utilidad porque es débil, porosa y poco duradera

Industria: Para la elaboración de cajones para ataúd y manualidades como ser utensilios domésticos.

Ornamental: Por su belleza y amplia copa es usado como sombrero en patios de casas y terrenos de sembradíos.

Medicinal: La corteza sirve para el ganado vacuno (para enfermedades de la ubre de vaca. También es un árbol melífero.

Tipa Blanca: *Tipuana tipu (Benth)O.K.*



Industrial: Para la construcción de viviendas, fabricación de diferentes muebles, la madera es usada para los encofrados en construcciones, elaboración de cajas de abejas he instrumentos para la labranza de la tierra.

Forrajera: Hoja constituyen un buen forraje para el ganado.

Melífera: Por sus flores y la madera, que por el olor atrae a las abejas y se reproducen las colmenas por lo que es recomendable las cajas que sean elaboradas por esta especie de tipa.

Tusca: *Acacia aroma Gillierx ex Hook. & Arn.*



El tronco se lo utiliza como postes para cercos, las ramas de la tusca utilizadas para leña,

Forrajera: Para todo animal bovinos, caprinos y otros.

Medicinal: Corteza la tusca se lo emplea como medicina natural para múltiples enfermedades

(desinflamante, cicatrizante, prevenir el cáncer y otros)

Melífera: Por sus fragantes flores de color amarillo.

Quina Colorada: *Myroxylon peruiferum* L.



Industria: La madera es pesada, muy valorada por su dureza, sirve para marcos de ventanas, puertas, carrocerías de camiones barandas, machimbre de pisos y otros.

Medicinal: La corteza utilizada en infusión es usada para múltiples

enfermedades, desinflamante y otros.

Espinillo: *Acacia* sp.



Industrial: La madera es resistente a la humedad, preciosa y apreciada por su notorios veteados que dan belleza a los muebles (camas, roperos, veladores, etc.). sus ramas sirven para postes de alambrados.

También es un árbol melífero.

4.7. Análisis de la estructura horizontal en áreas quemadas y testigo

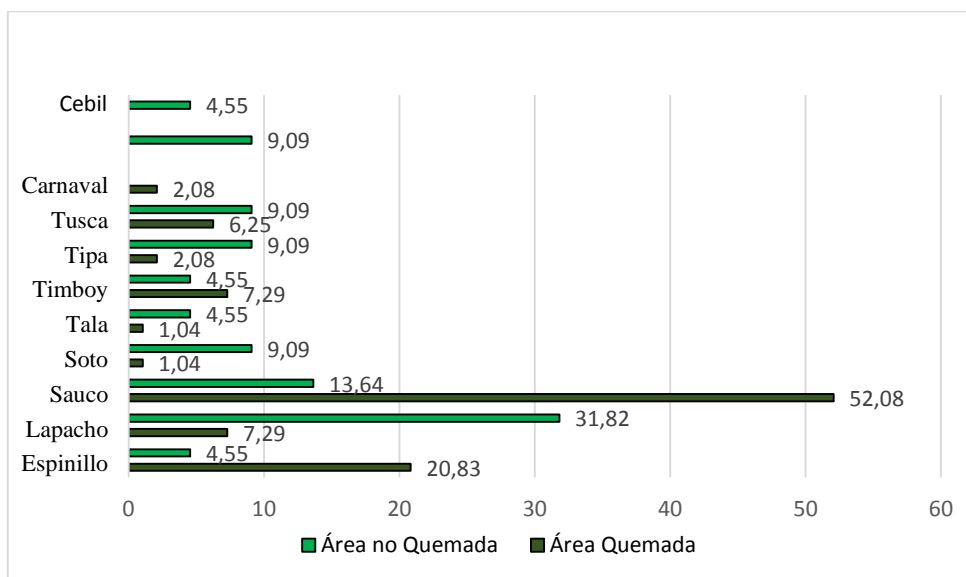
Para caracterizar la regeneración natural en el área testigo y área afectada por el incendio forestal se utilizó la clase de regeneración de la norma 248/97, el levantamiento de datos tomadas en el campo (anexo 4 y 6) que fue a base de la metodología del ZONOSIG 2001 a criterios de Matteuci y Colma, 2002 después se procedió a los cálculos con datos extraídos del anexo (5 y 7), para el desarrollo de los parámetros cuantitativos que se muestran a continuación:

4.7.1. Brinzal en Matorral mayormente siempre verde semideciduo

a): Abundancia relativa (%) de áreas quemada y testigo

Como se puede observar en la Gráfica N° 1 y según el Cuadro N°3 de la clasificación de Eduardo Atilio, la especie abundante es el Sauco con 52,08%, Espinillo que sería escaso con el 20,83%, en el área no quemada la especie abundante tenemos el Lapacho con 31,82% y las demás especies son raro a muy raro porque se encuentran bajo el rango de 15%.

Gráfica N° 1. Abundancia Relativa (%) brinzal de Matorral Siempre verde Semideciduo, Montano en Área Quemada y Área no Quemada de brinzales.

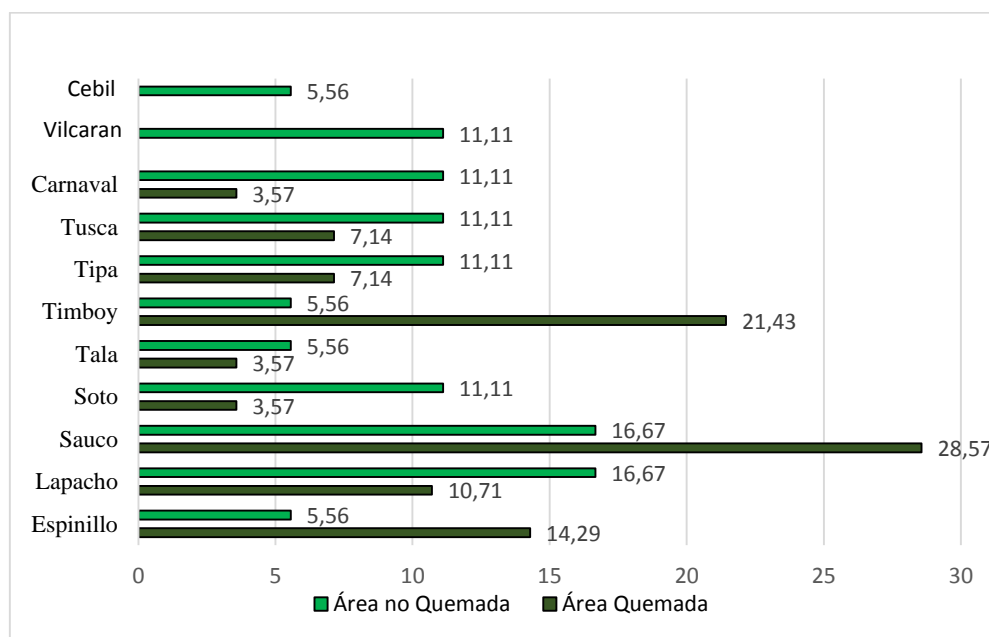


Fuente: Elaboración propia, 2020.

b). Frecuencia relativa (%) en áreas quemadas y testigo

Según la clasificación de Raunkiaer, (Cuadro N° 4) el Sauco (28,57%) y el Timboy (21,43%) son especies poco frecuente, las demás especies de área quemada y testigo son muy poco frecuente por encontrarse dentro del rango de 1 a 20%, ya que especies como el Carnaval, Soto y Tala todas con el 3,57% y el Espinillo, Tala, Timboy y cebil con 5,56%. (ver Gráfico N° 2).

Gráfica N° 2 Frecuencia relativa (%) brinzal de Matorral Siempre Verde Semidecuido, Montano en Áreas Quemadas y Áreas no Quemadas.



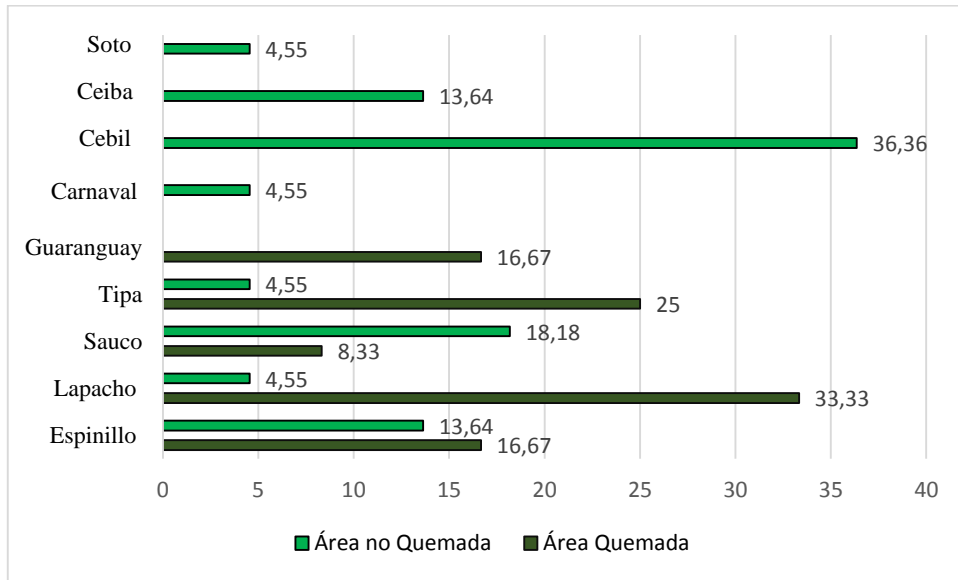
Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.7.2. Brinzal en Matorral caducifolio semidecuido, montano.

a). Abundancia relativa (%) en área quemada y testigo.

En el área testigo el Cebil con 36,36% es una especie abundante, el Sauco, Ceiba y el Espinillo todas con 18,18% son especies escasas, en el área quemada el Lapacho con 33,33% es una especie abundantes y como escaso tenemos la Tipa con el 25%, Espinillo y Guaranguay con 16,67%, y las demás especies sobrantes de las dos áreas están entre muy raro a raro por encontrarse bajo el 15%. (Ver Gráfico N° 3).

Gráfica N° 3: Abundancia relativa (%) brinzal de Matorral Caducifolio Semideciduo, Montano en Área Quemadas y Área no Quemada.

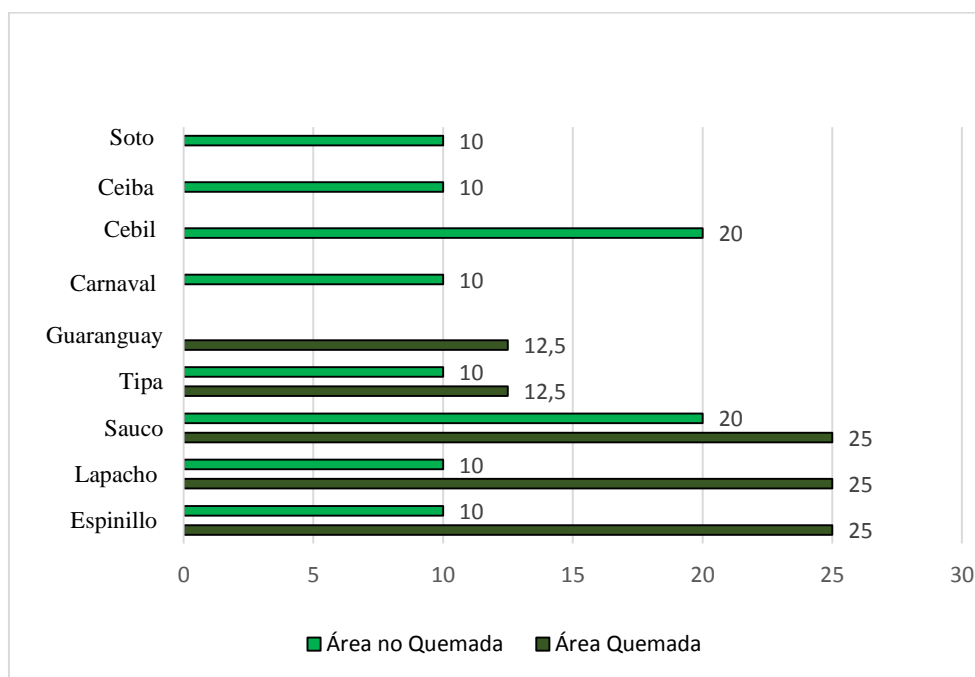


Fuente: Elaboración propia, 2020.

B). Frecuencia relativa (%) en área quemada y testigo

En el área quemada con el 25% poco frecuentes se encuentran el Sauco, Espinillo y Lapacho y todas las demás especies de las dos áreas son muy poco frecuentes por lo que no presentan diferencias significativas por estar dentro del rango de 1 a 20% como indica el Gráfico N° 4.

Gráfico N° 4 Frecuencia Relativa (%) brinzal de Matorral Caducifolio Semideciduo, Montano en Área Quemada y Área no Quemada.



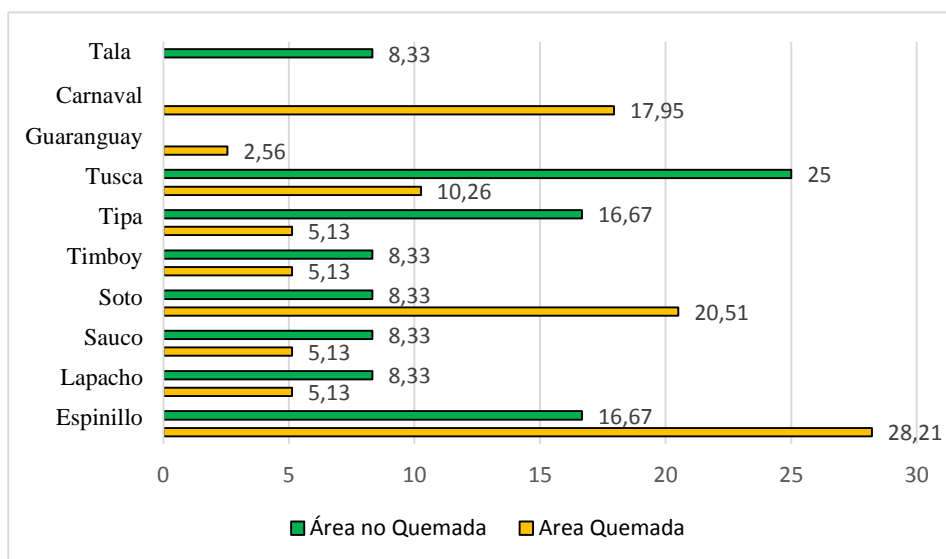
Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.7.3. Matorral mayormente siempre verde semideciduo, montano, de latizales

a): Abundancia relativa (%) de áreas quemada y testigo

El Espinillo con 28,21% seguido del Soto con 20,51%, Carnaval 17,95% son especies escasas y las demás especies son de muy raro a raro porque se encuentra bajo el 15%, Tenemos la Tusca con 10,26 %, Tipa, Timboy, Sauco, Lapacho todas con 5,13% y el Guaranguay con tan solo el 2,56% del 100% de especies encontradas dentro del área de estudio. Mientras que en el área no quemada con el 25%, seguido de la Tipa y Espinillo ambas con el 16,67%, son escasas, y las demás especies son de muy raro a raro. Como se puede observar de las dos áreas en el Gráfico N° 5.

Gráfica N° 5. Abundancia Relativa (%) latizal de Matorral Siempre Verde Semideciduo, Montano en Área Quemada y Área no Quemada.



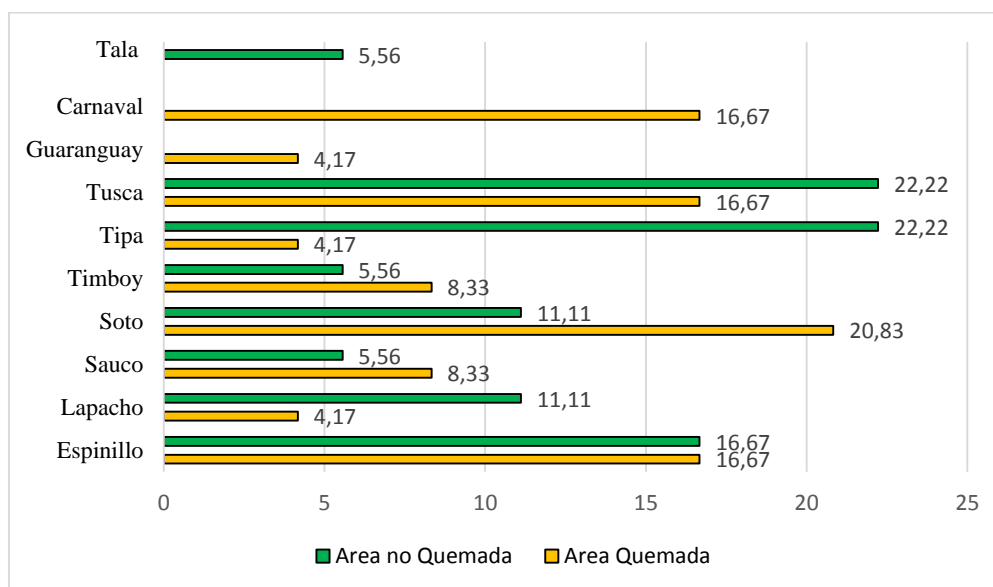
Fuente: Elaboración propia, año 2020.

b). Frecuencia relativa (%) en áreas quemadas y testigo

Según la clasificación de Raunkiaer, que indica en el Cuadro N° 3, tenemos la especie de Soto con 20,83% del área quemada, la Tusca y la Tipa del área testigo ambas con el 22,22%, que se encuentran dentro del rango (21 a 40% poco frecuentes), las siguientes especies son muy poco frecuentes porque están entre el rango de 1 a 20%.

Como podemos observar de ambas áreas en el Gráfica N° 6 no presentan diferencias significativas.

Gráfica N° 6 Frecuencia relativa (%) latizal de Matorral Siempre Verde Semideciduo, Montano en Área Quemada y Área no Quemada.



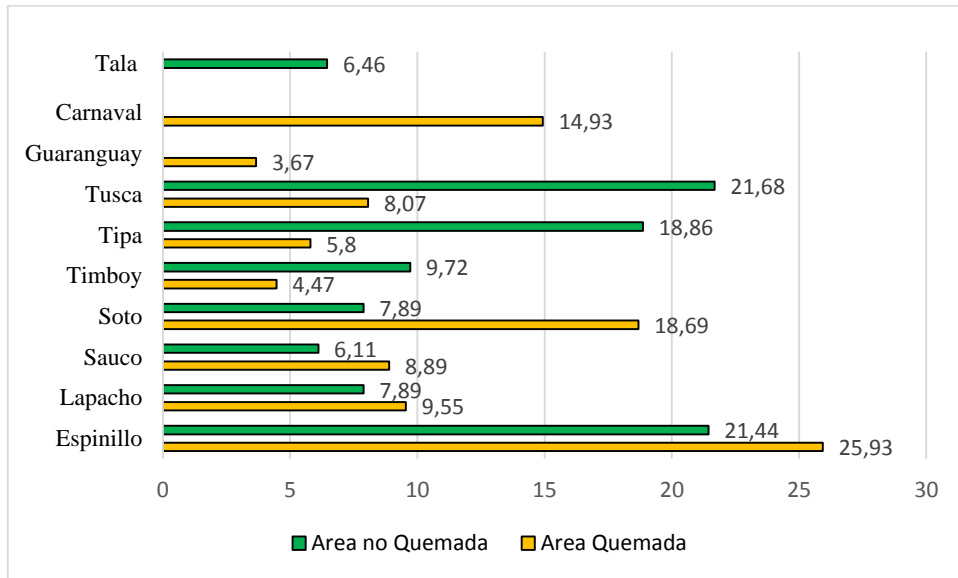
Fuente: Elaboración propia, año 2020.

c). Dominancia relativa (%) en área quemada y testigo

El parámetro que se utilizó para determinar la dominancia es el área basal en sustitución de la proyección horizontal de las copas. Como se puede observar en la Gráfica N° 7 el Espinillo con 25,93% es la especie más dominantes en el área quemada seguido del Soto con 18,69% y el Carnaval con 14,93%, en el área testigo el 21,68% corresponden a la especie de la Tusca y con el 21,44% el espinillo, seguido de la tipa con el 18,86%, las demás son poco dominantes que se encuentran bajo el 10% del total.

Se puede observar la diferencia considerable entre ambas áreas la mayor dominancia se da en el área quemada con más variedad y cantidad de especies.

Gráfica N° 7 Dominancia Relativa (%) latizal de Matorral Siempre Verde Semideciduo, Montano en Área Quemada y Área no Quemada.



Fuente: Elaboración propia, año 2020.

d). Índice de Valor de Importancia IVI de latizales en área quemada y testigo

Este índice demuestra la importancia ecológica de las especies dentro del área quemada y testigo donde fue estudiado. Hasta ahora solo hemos visto, en los anteriores gráficos, informaciones parciales y hasta cierto punto aislados. Por tal razón es el IVI que se encarga de unir todos aquellos valores obtenidos de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia brindando una idea del carácter asociativo de las especies en cada estrato.

Cuadro N° 7: Determinación del Índice de Valor de Importancia de la Regeneración Natural Arbórea de Latizales en Área Quemada del Matorral Siempre Verde Semideciduo Montano.

Datos Totales de Dominancia, Frecuencia, Abundancia e IVI							
Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	absoluta	Relativa	%
Carnaval	7	17,95	4	16,67	0,0202	14,93	49,54
Espinillo	11	28,21	4	16,67	0,0351	25,93	70,80
Guaranguay	1	2,56	1	4,17	0,0050	3,67	10,40
Lapacho	2	5,13	1	4,17	0,0129	9,55	18,85
Sauco	2	5,13	2	8,33	0,0120	8,89	22,36
Soto	8	20,51	5	20,83	0,0253	18,69	60,03
Timboy	2	5,13	2	8,33	0,0061	4,47	17,94
Tipa	2	5,13	1	4,17	0,0078	5,80	15,09
Tusca	4	10,26	4	16,67	0,0109	8,07	34,99
Total Gral.	39	100	24	100	0,1354	100,00	300,00

Fuente: Elaboración propia, año 2020.

Cuadro N° 8: Determinación del Índice de Valor de Importancia de la Regeneración Natural Arbórea en Latizales en Área testigo del Matorral Siempre Verde Semideciduo, Montano.

Datos Totales de Dominancia, Frecuencia, Abundancia e IVI							
Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	%
Espinillo	4	16,67	3	16,67	0,0191	21,44	54,77
Lapacho	2	8,33	2	11,11	0,0070	7,89	27,33
Sauco	2	8,33	1	5,56	0,0055	6,11	20,00
Soto	2	8,33	2	11,11	0,0070	7,89	27,33
Tala	2	8,33	1	5,56	0,0058	6,46	20,35
Timboy	2	8,33	1	5,56	0,0087	9,72	23,61
Tipa	4	16,67	4	22,22	0,0168	18,86	57,75
Tusca	6	25,00	4	22,22	0,0193	21,64	68,86
Total Gral.	24	100,00	18	100,00	0,0892	100,00	300,00

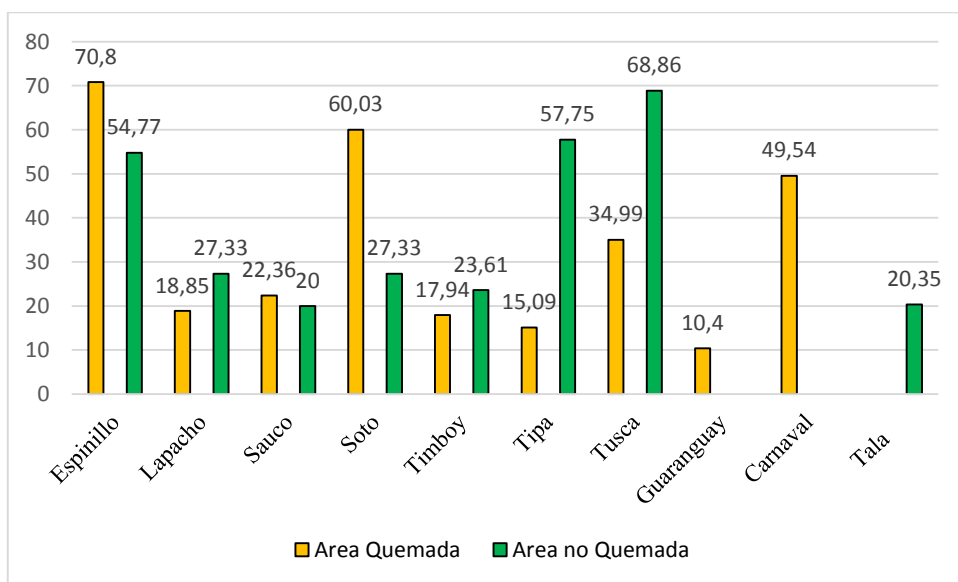
Fuente: Elaboración propia, año 2020.

Según los resultados del IVI como se puede observar en el Cuadro N° 7 y 8 y el Gráfico N° 8 el área quemada del matorral siempre verde la especie con mayor peso ecológico en esta categoría de regeneración natural tenemos al Espinillo con 70,80% y el Soto con 60,03% mientras que las demás especies son de menos peso ecológico bajo el 50%, en el área no afectada la especies de mayor peso ecológico tenemos la Tusca 68,86% ,

Tipa con 57,75% y el Espinillo con 54,77%, las demás especies son de menos peso ecológico bajo el 50%.

El espinillo tiene un peso ecológico mayor a 50% en ambas áreas por lo que puede ser muy favorable para la restauración de esta especie nativa en este tipo de vegetación de matorral.

Gráfico N° 8 Índice de Valor de Importancia (IVI) de latizales en Matorral Siempre Verde Semideciduo, Montano en Área Quemada y Área no Quemada.



Fuente: Elaboración propia año 2020.

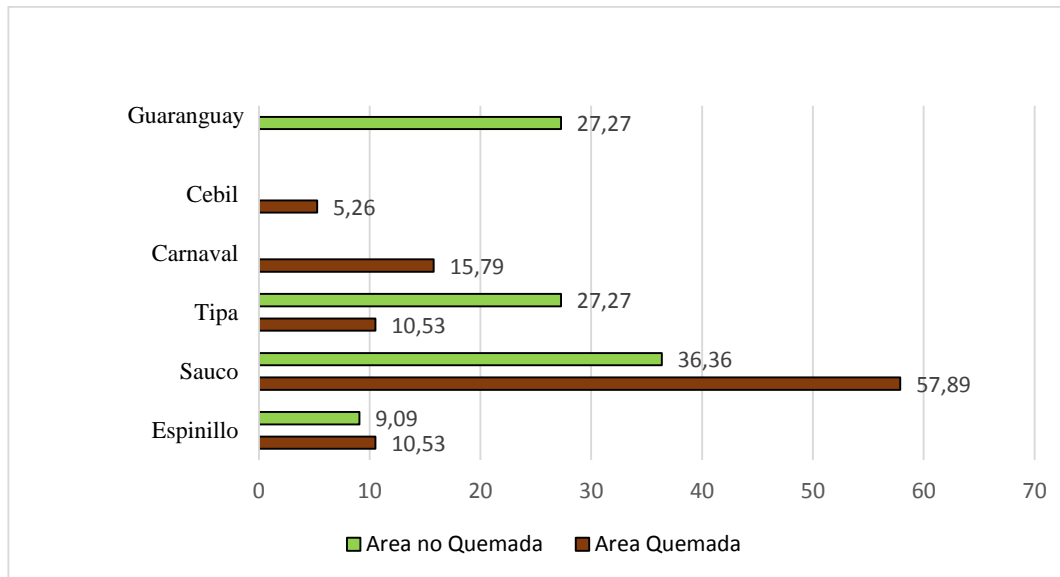
4.7.4 Matorral Caducifolio Semideciduo, Montano de Latizales

a). Abundancia relativa (%) en área quemada y testigo

Según la clasificación de Eduardo Atilio (Cuadro N° 3), la especie con mayor abundancia relativa en el área quemada es el sauco con 57,89%, y como especie escasa tenemos al carnaval con 15,79%, y como raro sería la tipa y espinillo ambas con el 10,53% y por ultimo con el 5,26 que corresponde al Cebil con una abundancia muy raro. La especie abundante con el 36,36 % en el área no afectada tenemos al Sauco y Tipa, como escaso el Guaranguay el 27,27%, la Tipa con el 10,53% y por último el Espinillo con 9,09% de muy raro a raro.

Como podemos observar el Sauco es mucho más dominantes en el área quemada, esto demuestra que el incendio favorece a la regeneración de esta especie, en el Espinillo no hay diferencia significativa entre las dos áreas, así también algunas especies no aparecen en el área no quemada o viceversa. (Ver la Gráfica 9).

Gráfica N° 9 Abundancia relativa (%) latizal de Matorral Caducifolio Semidecduo, Montano en Área Quemada y Área no Quemada.

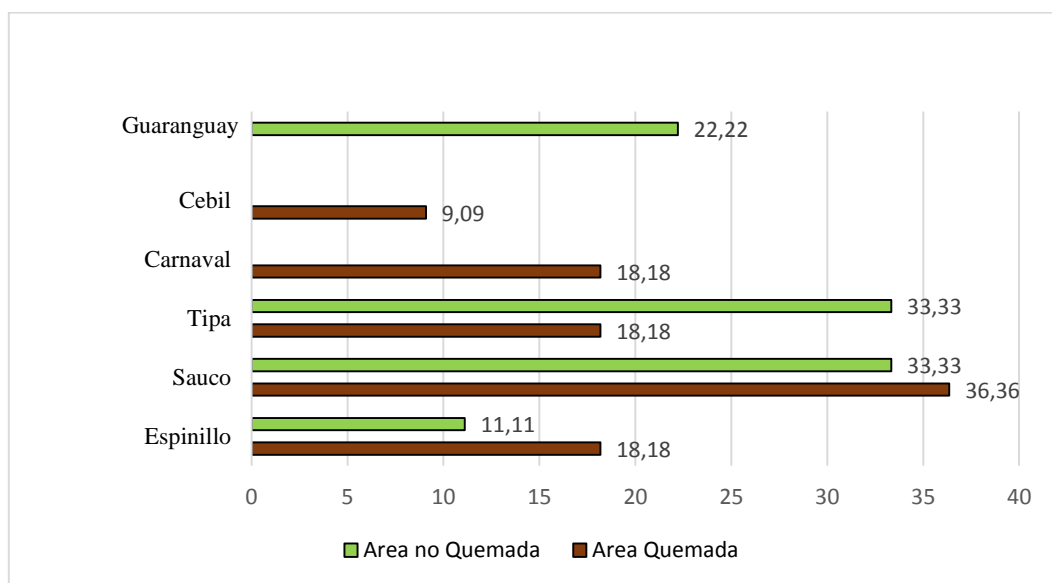


Fuente: Elaboración propia año 2020.

b). Frecuencia relativa (%) en área quemada y testigo.

Como se puede observar en el Gráfico N° 10 el Sauco con el 36,36% en el área quemada y el 33,33% para las especies de Tipa y Sauco, el Guaranguay con 22,22%, en el área testigo estas especies son poco frecuentes que están dentro del rango de 20 a 40%, y las demás especies de las dos áreas son muy poco frecuentes ya que se encuentran bajo el 20% según la clasificación de Raunkiaer (Cuadro N°4), probablemente se deba a la poca o mala distribución de árboles semilleros que quedaron después del incendio forestal a esto contribuye al pastoreo extensivo del ganado vacuno de los comunarios.

Gráfico N° 10 Frecuencia Relativa (%) latizal de Matorral Caducifolio Semideciduo, Montano en Área Quemada y Área no Quemada.

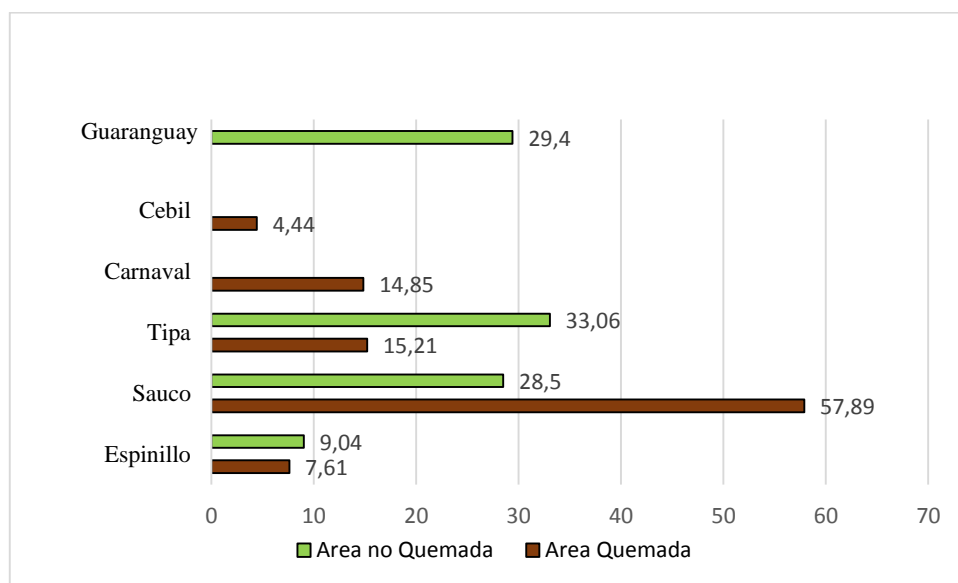


Fuente: Elaboración propia año 2020.

c). Dominancia relativa (%) en área quemada y testigo.

En el área quemada el Sauco con el 57,89% es la única especie con mayor dominancia las demás son poco dominantes que se encuentran bajo el 20% del total, mientras que la Tipa con 33,06%, el Guaranguay con 29,4% y el Sauco con el 28,5% del área no quemada, por último y poco dominante tenemos al Espinillo con 9,04%. Como se puede observar en el Gráfico N°11. Nuevamente el sauco es la especie más sobresaliente en el área quemada, existe una diferencia significativa que favorece al área testigo.

Gráfica N° 11 Dominancia Relativa (%) latizal de Matorral Caducifolio Semideciduo, Montano en Área Quemada y Área no Quemada.



Fuente: Elaboración propia, año2020.

d). Índice de valor de Importancia (IVI) de latizal

Cuadro N° 9: Determinación del Índice de Valor de Importancia de la Regeneración Natural Arbóreo de Latizales en Área Quemada del Matorral Caducifolio Semideciduo, Montano.

Datos Totales de Dominancia, Frecuencia, Abundancia e IVI							
Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa %	Absoluta	Relativa%	Absoluta	Relativa	%
Carnaval	3	15,79	2	18,18	0,0106	14,85	48,82
Cebil	1	5,26	1	9,09	0,0032	4,44	18,80
Espinillo	2	10,53	2	18,18	0,0055	7,61	36,32
Sauco	11	57,89	4	36,36	0,0415	57,89	152,15
Tipa	2	10,53	2	18,18	0,0109	15,21	43,92
Total Gral.	19	100,00	11	100	0,0717	100,00	300,00

Fuente: Elaboración propia, año 2020.

Cuadro N° 10: Determinación del Índice de Valor de Importancia de la Regeneración Natural Arbórea de Latizales en Área no Quemada del Matorral Caducifolio Semideciduo, Montano.

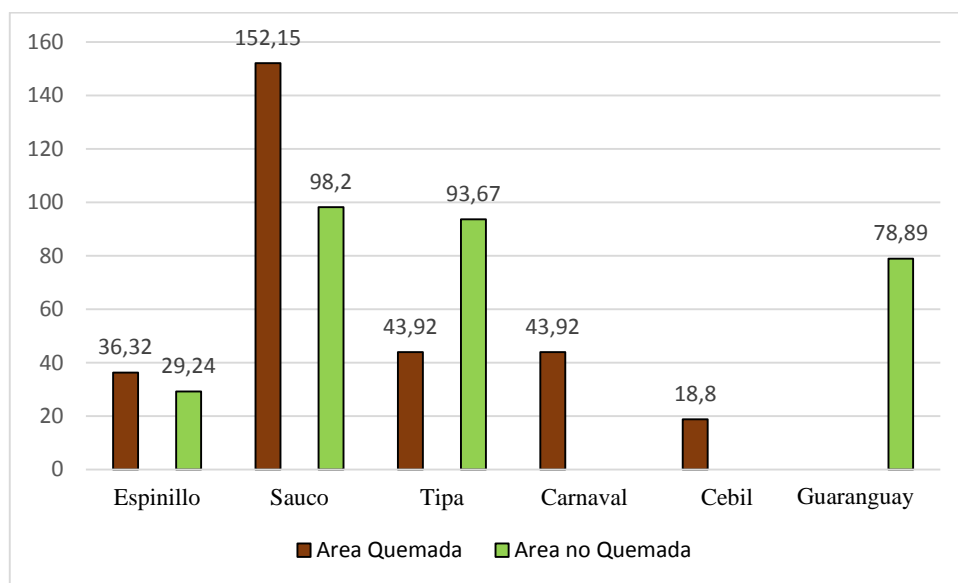
Datos Totales de Dominancia, Frecuencia, Abundancia e IVI							
Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	%
Espinillo	1	9,09	1	11,11	0,0039	9,04	29,24
Guaranguay	3	27,27	2	22,22	0,0125	29,40	78,89
Sauco	4	36,36	3	33,33	0,0121	28,50	98,20
Tipa	3	27,27	3	33,33	0,0141	33,06	93,67
Total Gral.	11	100,00	9	100,00	0,0426	100,00	300,00

Fuente: Elaboración propia, año 2020.

Los resultados del IVI las especies de mayor peso ecológico en el matorral mayormente caducifolio dentro del área quemada son el Sauco con 152,15%, y las de menos peso ecológico tenemos al Carnaval, Tipa, Espinillo y Cebil todas bajo el 50% del total. Mientras tanto en el área no afectada las especies con mayor peso ecológico tenemos al Sauco con el 98,20%, seguido de la Tipa con el 93,67%, Guaranguay con 78,89% y con menos peso ecológico tenemos al Espinillo con 29,24%, como se puede observar en el Cuadro 9 y 10 y el Gráfico N° 12.

Como se puede observar el Sauco es la especie de mayor peso ecológico en ambas áreas por lo que esta especie ha logrado ser más adaptada a las características naturales de este estrato, también en el área quemada se puede apreciar más variedad de especies con un alto peso ecológico.

Gráfica N° 12: Índice De Valor De Importancia (IVI) Latizal en Matorral Caducifolio Semideciduo, Montano en Área Quemada y Área no Quemada.



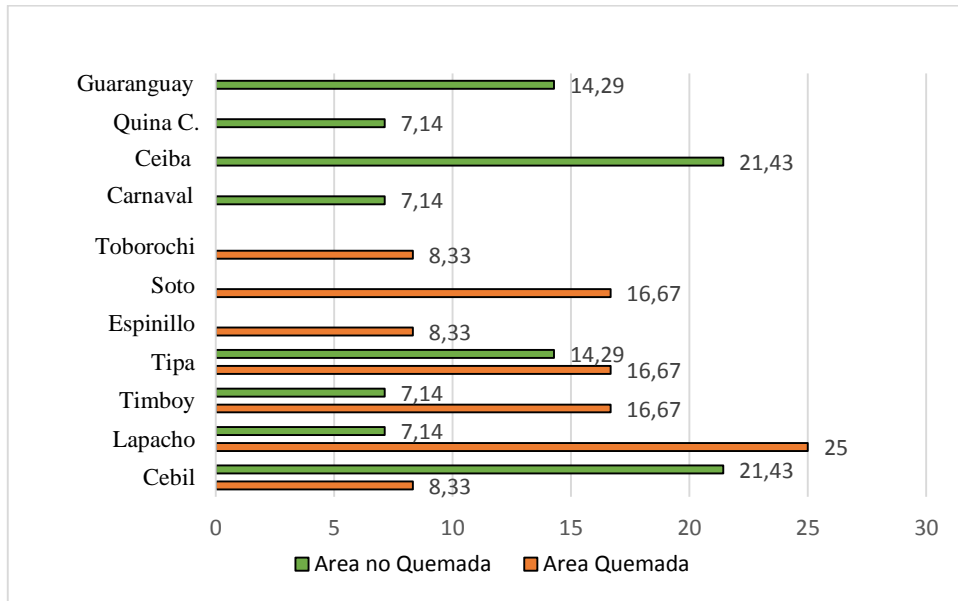
Fuente: Elaboración propia, año 2020.

4.7.5. Bosque denso mayormente siempre verde semideciduo, montano de Fustales.

a). Abundancia relativa (%) en área quemada y testigo.

En el área quemada el Lapacho con el 24%, seguido del Soto, Tipa, Timboy todas con el 16,67% y en área testigo con el 21,43% para las especies Ceiba y Cebil que según la clasificación del Cuadro N°3 son especies escasas encontradas dentro del área de estudio, como también tenemos al Espinillo y el Cebil con el 8,33% dentro del área quemada, el Guaranguay, Carnaval, Timboy, Lapacho todas con el 7,14%, la Quina C. y Tipa ambas con el 14,29% en el área testigo que son clasificadas como especies raras y muy raras que están bajo el 15% del total del 100% de las especies en estudio. Como se puede observar en el Gráfico N°13.

Gráfico N° 13. Abundancia Relativa (%) fustal de Bosque Denso Siempre Verde Semideciduo, Montano en Área Quemada y Área no Quemada.

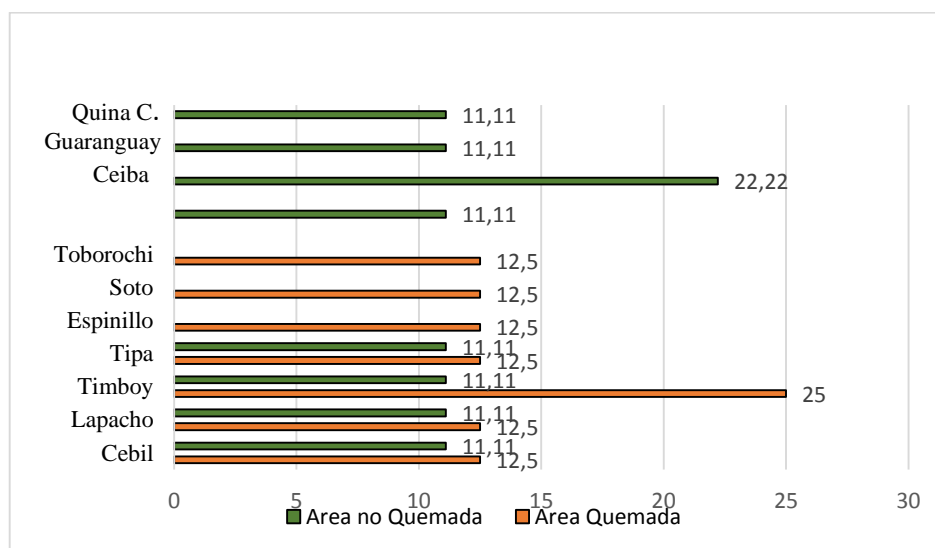


Fuente: Elaboración propia, año 2020.

b). Frecuencia relativa (%) en área quemada y testigo

Según la clasificación de Raunkiaer, las especies encontradas en este tipo de cobertura vegetal son de muy poco a poco frecuentes como indica en el Cuadro N°4, en el área quemada la Ceiba con el 22,22% y todas las demás especies con el 11,11% del total de especies en estudio. En el área no afectada el Timboy con el 25% y 12,45 de las especies restantes, como se puede observar la comparación de las dos áreas en el siguiente Gráfico N°14.

Gráfico N°14. Frecuencia relativa (%) fustal de Bosque Denso Siempre Verde Semideciduo, Montano.

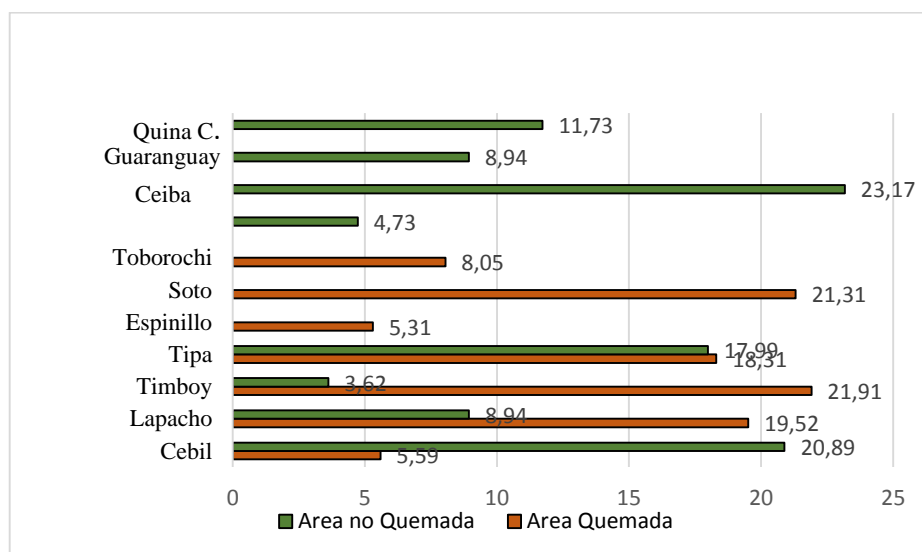


Fuente: Elaboración propia, año 2020.

c). Dominancia relativa % en área quemada y testigo

La especie de mayor dominancia en el área quemada es el Timboy con el 21,91%, Soto 21,31%, seguido del Lapacho con 19,52%, Tipa con 18,31%, las demás especies poco dominantes que se encuentran con un porcentaje bajo el 10%. En el área no quemada la especie más dominante es la Ceiba con 23,17% seguido del Cebil con 20,89%, Lapacho con 17,99%, Quina C. con el 11,73% las demás especies están bajo el 10%. Como se puede observar en el Gráfico N° 15.

Gráfico N°15. Dominancia relativa (%) de fustales en Bosque Denso Semideciduo, montano en Áreas Quemada y Áreas no Quemada.



Fuente: Elaboración propia, año 2020.

d). Índice de Valor de Importancia (IVI) de Bosque Denso

Cuadro N° 11: Determinación del Índice de Valor de Importancia de la Regeneración Natural Arbórea de Fustales en Área Quemada del Bosque Denso Siempre Verde Semideciduo Montano.

Datos Totales de Dominancia, Frecuencia, Abundancia e IVI							
Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	%
Cebil	1	8,33	1	12,5	0,0127	5,59	26,42
Espinillo	1	8,33	1	12,5	0,0121	5,31	26,15
Lapacho	3	25,00	1	12,5	0,0445	19,52	57,02
Soto	2	16,67	1	12,5	0,0485	21,31	50,47
Timboy	2	16,67	2	25	0,0499	21,91	63,58
Tipa	2	16,67	1	12,5	0,0417	18,31	47,48
Toborocho	1	8,33	1	12,5	0,0183	8,05	28,88
Total Gral.	12	100	8	100	0,2278	100	300,00

Fuente: Elaboración propia, año 2020.

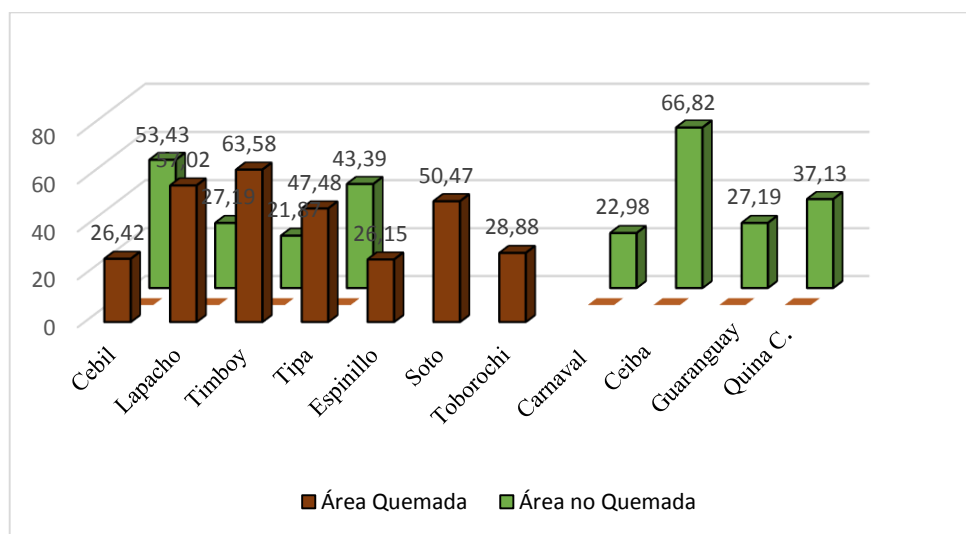
Cuadro N° 12: Determinación del Índice de Valor de Importancia de la Regeneración Natural Arbórea de Fustales en Área no Quemada del Bosque Denso Siempre Verde Semideciduo, Montano.

Datos Totales de Dominancia, Frecuencia, Abundancia e IVI							
Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	%
Carnaval	1	7,14	1	11,11	0,0127	4,73	22,98
Cebil	3	21,43	1	11,11	0,0563	20,89	53,43
Ceiba	3	21,43	2	22,22	0,0624	23,17	66,82
Guaranguay	1	7,14	1	11,11	0,0241	8,94	27,19
Lapacho	1	7,14	1	11,11	0,0241	8,94	27,19
Quina C.	2	14,29	1	11,11	0,0316	11,73	37,13
Timboy	1	7,14	1	11,11	0,0097	3,62	21,87
Tipa	2	14,29	1	11,11	0,0485	17,99	43,39
Total Gral.	14	100,00	9	100,00	0,2693	100,00	300,00

Fuente: Elaboración propia, año 2020.

En el área quemada la especie con mayor peso ecológico tenemos las siguientes: el Timboy con el 63,58%, Lapacho 57,02% y el Soto con 51%, las demás especies están bajo el 50% del total de especies. En el área no quemada la Ceiba con el 66,82% y el Cebil con el 53,43% las demás especies son de bajo peso ecológico menores del 50%. Como se puede observar en el Cuadro 12 y 13 y el Gráfico N°16.

Gráfica N° 16. Índice de Valor de Importancia (IVI) de Bosque Denso Mayormente Siempre Verde Semideciduo, Montano en Área Quemada y Área no Quemada.



Fuente: Elaboración propia año 2020.

4.8. Cantidad de especies e individuos registrados por estadio de regeneración natural

En los tres estadios se identificaron 30 especies y 188 individuos dentro del área quemada y 28 especies, 83 individuos en el área no quemada como se muestra en el Cuadro 13, el bosque secundario en el área quemada está compuesto en su mayor parte por especies en estadio brinzal (2484 arb/ha), seguido del estadio latizal (1221 arb/ha), sin embargo, la menor cantidad de individuos están presentes en los fustales (160 arb/ha). En el área testigo el estadio de latizal con (737arb/ha), seguido de los brinzales (716arb/ha) y la menor cantidad de individuos corresponden al estadio de fustales (187arb/ha).

El mismo nos muestra que la mayor diversidad en el área quemada se encuentra los brinzales 13 especies, en cuanto a los estadios menores, latizal se encontró 10 especies, y los fustales son menos diversos con 7 especies en total se identificaron 30 especies, haciendo una comparación de especies diferentes entre ambas áreas tanto en los brinzales con 11 especies y latizales con 9 especies tendrían menos diversidad que el área quemada y los fustales con 8 especies que tiene mayor diversidad de especies en este estadio que el área quemada en total se identificaron 28 especies en el área no afectada.

Como se puede observar en el área quemada la especie nativa de Sauco, Espinillo y la Tipa en el área testigo se encuentran presente en los 3 estadios de regeneración natural de cierta forma estas dos especies estaría garantizado la sobrevivencia en este ecosistema.

La regeneración natural en área quemada y no quemada de los estadios de brinzal, latizal y fustal no existe mucha diferencia en cuanto a su riqueza florística.

Cuadro N° 13: Resumen de especies e individuos registrados por estadio de regeneración natural en área quemada y área no quemada.

Área Quemada				Área Testigo		
Estadio	N° especie	N° individuos	Arb/ha.	N° especie	N° individuos	Arb/ha.
Brinzal	13	118	2484	11	34	716
Latizal	10	58	1221	9	35	737
Fustal	7	12	160	8	14	187
Total	30	188	3865	28	83	1639

Fuente: Elaboración propis, año 2020.

4.9. Densidad de la regeneración natural en los diferentes estadios brinzal, latizal y fustal expresado en valores absolutos (arb/ha.) y relativos (%)

Los resultados de este análisis en los tres estadios de área quemada y área testigo se presentan en el Cuadro N° 14. Dentro del área quemada el estadio brinzal con mayor densidad es la especie de Sauco con 1136,84 arb/ha, (45,76%), seguido del Espinillo con 484,21 arb/ha, (19,49%). Las especies con más del 5% de densidad absoluta y relativa son, el Timboy con 147,37arb/ha, (5,93%), el Lapacho con 168,42 arb/ha, (6,78%) y el Cebil 168arb/ha, el 7%). En el área testigo la especie con mayor densidad es el Lapacho con 232arb/ha, (que representa el 32,35%), seguido de la Tipa con 105arb/ha, (14,71%), Sauco con 84arb/ha, (11,76%), las especies con más del 5% tenemos las siguientes Espinillo con 63arb/ha, (8,82%) y Soto, Tusca, Vilcaran y Guaranguay todas con 42 arb/ha, (5,88%).

En el estadio latizal del área quemada el Sauco y el Espinillo son las especies de mayor densidad ambas con 274 arb/ha, (22,41%), seguido del Carnaval con 211arb/ha, (17,24%), el Soto con 168arb/ha, (13,79%), y las especies con más del 6% tenemos a la Tusca y la Tipa ambas con 84arb/ha, (6,90%). La especie de mayor densidad en el área testigo tenemos la Tipa con 147arb/ha, (20%), seguido de la Tusca y el Sauco ambas con 126arb/ha, (17%), el Espinillo 105arb/ha, (14%), Guaranguay 63arb/ha,

(9%) y por último tenemos la Tala, Timboy, Soto, y el Lapacho todas con el 42arb/ha, (6%) del total de las especies.

La especie de mayor densidad en los fustales en el área quemada son el Lapacho con 40arb/ha, (25%), seguido del Soto, Timboy, Tipa todas con 27arb/ha., que representa el 16,67%, y por último tenemos al Cebil, Espinillo, y Toborochoi todas con 13arb/ha, que representa el 8,335 del total de especies en el área de estudio, según su densidad relativa. En el área testigo la Ceiba y el Cebil ambas con 40arb/ha, que representa el 21%, la Tipa y la Quina colorada ambas con 27arb/ha., que sería el 14%, y por último tenemos al Carnaval, Guaranguay, Timboy, Lapacho todas con 13arb/ha, que representa el 7% del total de las especies del área de estudio según su densidad relativa.

Cuadro N° 14: densidad de la regeneración natural en los diferentes estadios brinzal, latizal y fustal expresado en valores absolutos (arb/ha.) y relativos (%).

Especie	ÁREA QUEMADA		ÁREA NO QUEMADA		Especie	ÁREA QUEMADA		ÁREA NO QUEMADA		Especie	ÁREA QUEMADA		ÁREA NO QUEMADA	
	Brinzal/ha.	Densidad %	Brinzal/ha.	Densidad %		Latizal/ha.	Densidad %	Latizal/ha.	Densidad %		Especie	Fustal/ha.	Densidad %	Fustal/ha.
Cebil	168	7,00	21	2,94	Carnaval	211	17,24	0	0,00	Cebil	13	8,33	40	21,00
Espinillo	484	19,49	63	8,82	Espinillo	274	22,41	105	14,00	Espinillo	13	8,33	0	0,00
Lapacho	168	6,78	232	32,35	Guaranguay	21	1,72	63	9,00	Lapacho	40	25,00	13	7,00
Sauco	1137	45,76	84	11,76	Lapacho	42	3,45	42	6,00	Soto	27	16,67	0	0,00
Soto	42	1,69	42	5,88	Sauco	274	22,41	126	17,00	Timboy	27	16,67	13	7,00
Tala	21	0,85	21	2,94	Soto	168	13,79	42	6,00	Tipa	27	16,67	27	14,00
Timboy	147	5,93	21	2,94	Timboy	42	3,45	42	6,00	Toborochoi	13	8,33	0	0,00
Tipa	63	2,54	105	14,71	Tipa	84	6,90	147	20,00	Ceiba	0	0,00	40	21,00
Tusca	126	5,08	42	5,88	Tusca	84	6,90	126	17,00	Quina C.	0	0,00	27	14,00
Carnaval	63	3,00	0	0,00	Cebil	21	1,72	0	0,00	Guaranguay	0	0,00	13	7,00
Ceiba	63	2,54	0	0,00	Tala	0	0,00	42	6,00	Carnaval	0	0,00	13	7,00
Vilcaran	0	0,00	42	5,88	Total Gral.	1221	100,00	737	100,00	Total Gral.	160	100,00	187	100,00
Guaranguay	0	0,00	42	5,88										
Total Gral.	2484	100,00	716	100,00										

Fuente: Elaboración propia, año 2020.

CAPÍTULO V

5 Conclusiones y Recomendaciones

5.1.- Conclusiones

- El área de estudio presenta una superficie de 204,66ha, como resultado obtenidos de los diferentes estratos, que fueron identificados de acuerdo a los procesos realizados, se detectan cambios en los diferentes tipos de cobertura vegetal causados por el siniestro y por el accionar del hombre, habiéndose llegado a las siguientes conclusiones:

a). - Bosque denso Mayormente siempre verde semideciduo montano, al ser la cobertura vegetal más extensa en el año 2009 con 103,53 ha, en el periodo 2015 se ha reconstruido 66,33ha, habiéndose disminuido 2,71ha en el 2019 quedando un total de 63,61ha, para el mismo año.

b). - El Matorral mayormente siempre verde semideciduo montano, es la cobertura que ha incrementado en cuanto a su extensión, el año 2009, registrándose una superficie de 43,16 has, al 2015 con 80,13 ha, se incrementó 36,97ha, para ese mismo año, pasado un periodo de 4 años se aumenta 5,87 ha, quedando un total de 86,00 ha, para el año 2019.

c). - Matorral mayormente caducifolios, semideciduo montano, registrándose en el año 2009 una superficie de 44,27 has, entre el periodo del 2015 solamente se ha restaurado 36,07 ha, y en el año 2019 habiéndose disminuido a 3,87 ha, quedando un total de 32,20 ha, para este mismo año.

d); Áreas Antrópicas. El año 2009 tenía una superficie de 13,70ha, incrementándose en el 2015 a 22, 07 ha, el aumento sigue, más 0,77ha, para el año 2019 haciendo un total de 22,84ha, del área total por las construcciones de caminos vecinales y proyectos de riego para las familias, las actividades agrícolas se incrementan cada año, que realiza el hombre desde hace años hasta nuestros tiempos.

- Con respecto a la composición florística y la estructura horizontal del bosque del área quemada y testigo se registró un total 271 individuos, los cuales fueron distribuidos en 15 especies, pertenecientes a 6 familias botánicas que son: Leguminosae, Bignoniaceae, Rutaceae, Anacardiaceae, Bombacácea, Ulmaceae.

- Dentro de los matorrales compuestos por latizales en área quemada se pudo identificar el mayor peso ecológico de la especie, Sauco con el 152,15%, Espinillo con 70,80% y Soto 60,03%, en áreas testigos las especies de mayor peso ecológico son: Sauco 98,20%, Tipa 93,67%, Guaranguay 78,89% y Tusca 68,86%. En el estrato de bosque denso las especies de mayor peso ecológico se encuentran representadas por, en áreas quemadas el Timboy 63,58%, Lapacho 57,02% y Soto 51% y en áreas testigos la Ceiba 66,82% y Cebil con 53,43%.

La mayor cantidad de especies e individuos dentro del área quemada corresponde al estadio brinzal (2484 arb/ha), latizal (1221 arb/ha) y fustales con (160 arb/ha). En el área testigo los latizales (737arb/ha.), brinzales (716arb/ha) y la menor cantidad en fustales (187arb/ha).

Sin embargo, en las áreas intensamente afectadas por el siniestro se pudo evidenciar una mayor cantidad de regeneración natural, y que por la distribución de individuos podemos deducir que se trata de un bosque secundario heterogéneo.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda despertar una conciencia en la población para evitar que se registren siniestros de esta naturaleza que se registran años tras años, como así también formular plan de prevención de contingencia y emergencias contra incendios forestales.
- Con la finalidad de reconstruir el ecosistema afectado es necesario implementar programas de reforestación o repoblación forestal con especies nativas que conforman la asociación natural de especies en dicha área.
- En base a la georreferenciación de las parcelas que han sido objeto de evaluación, sería de interés hacer un seguimiento al estudio de investigación con efecto de conocer el proceso de evolución de las diferentes especies en el transcurso del tiempo.