

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 MARCO LEGAL

1.1.1 Constitución Política Del Estado Plurinacional De Bolivia

Artículo 299. Las siguientes competencias se ejercerán de forma concurrente por el nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas:

4. Conservación de suelos, recursos forestales y bosques.

Artículo 348. I. Son recursos naturales los minerales en todos sus estados, los hidrocarburos, el agua, el aire, el suelo y el subsuelo, los bosques, la biodiversidad, el espectro electromagnético y todos aquellos elementos y fuerzas físicas susceptibles de aprovechamiento.

Artículo 385. I. Las áreas protegidas constituyen un bien común y forman parte del patrimonio natural y cultural del país; cumplen funciones ambientales, culturales, sociales y económicas para el desarrollo sustentable.

II. Donde exista sobreposición de áreas protegidas y territorios indígena originario campesinos, la gestión compartida se realizará con sujeción a las normas y procedimientos propios de las naciones y pueblos indígena originaria campesinos, respetando el objeto de creación de estas áreas.

Artículo 386. Los bosques naturales y los suelos forestales son de carácter estratégico para el desarrollo del pueblo boliviano. El Estado reconocerá derechos de aprovechamiento forestal a favor de comunidades y operadores particulares. Asimismo promoverá las actividades de conservación y aprovechamiento sustentable, la generación de valor agregado a sus productos, la rehabilitación y reforestación de áreas degradadas.

Artículo 387. I. El Estado deberá garantizar la conservación de los bosques naturales en las áreas de vocación forestal, su aprovechamiento sustentable, la conservación y recuperación de la flora, fauna y áreas degradadas.

II. La ley regulará la protección y aprovechamiento de las especies forestales de relevancia socioeconómica, cultural y ecológica (Lexivox, Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, 2009).

1.1.2 Ley Forestal 1700

Artículo 1. La presente ley tiene por objeto normar la utilización sostenible y la protección de los bosques y tierras forestales en beneficio de las generaciones actuales y futuras, armonizando el interés social, económico y ecológico del país (Lexivox, Ley Forestal, 1996).

Artículo 2. Son objetivos del desarrollo forestal sostenible:

- a) Lograr rendimientos sostenibles y mejorados de los recursos forestales y garantizar la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y el medio ambiente.
- b) Proteger y rehabilitar las cuencas hidrográficas, prevenir y detener la erosión de la tierra y la degradación de los bosques, praderas, suelos y aguas, y promover la a forestación y reforestación.

1.1.3 Ley De Medio Ambiente 1333

Artículo 46. Los bosques naturales y tierras forestales son de dominio originario del Estado, su manejo y uso debe ser sostenible. La autoridad competente establecida por Ley especial, en coordinación con sus organismos departamentales descentralizados, normará el manejo integral y el uso sostenible de los recursos del bosque para los fines de su conservación, producción, industrialización y comercialización, así como también y en coordinación con los organismos competentes, la preservación de otros recursos naturales que forman parte de su ecosistema y del medio ambiente en general.

Artículo 53. Las universidades, entidades científicas y organismos competentes públicos y privados, deberán fomentar y ejecutar programas de investigación y evaluación de la fauna y flora silvestre, con el objeto de conocer su valor científico, ecológico, económico y estratégico para la nación (Lexivox, Ley 1333 de Medio Ambiente, 1992).

1.1.4 Ley N° 071 Derechos de la Madre Tierra

Artículo 4. (Sistemas de vida) son comunidades complejas y dinámicas de plantas, animales, micro organismos y otros seres y su entorno, donde interactúan comunidades humanas y el resto de la naturaleza como una unidad funcional, bajo la influencia de factores climáticos, fisiográficos y geológicos, así como de las prácticas productivas, y la diversidad cultural de las bolivianas y los bolivianos, y las cosmovisiones de las naciones y pueblos indígena originario campesinos, las comunidades interculturales y afrobolivianas (Lexivox, Ley 071 Derechos de la Madre Tierra, 2010).

1.1.5 Reglamento General de Áreas Protegidas Decreto Supremo N° 24781

Artículo 1.- El presente Reglamento tiene por objeto regular la gestión de las Áreas protegidas y establecer su marco institucional en función a lo establecido en la Ley N° 1333 del Medio Ambiente de 27 de Abril de 1992 y Convenio sobre la Diversidad Biológica ratificado por Ley N° 1580 de 15 de junio de 1994 (Agua, 2019) (Lexivox, D.S. 24781 Reglamento General de Areas Protegidas, 1997).

Artículo 3.- La gestión y administración de las Aps tiene como objetivos:

- Aportar a la conservación del patrimonio natural y biodiversidad del país mediante el establecimiento de un SNAP.
- Asegurar que la planificación y el manejo de las Aps se realicen en cumplimiento con las políticas y objetivos de conservación de la diversidad biológica de Bolivia.
- Garantizar la participación efectiva y responsable de la población regional y local en la consolidación y gestión de las Aps.

- Asegurar que el manejo y conservación de las Aps contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de la población local y desarrollo regional.
- Desarrollar las capacidades en la población local y regional para que esté en condiciones de apoyar y llevar adelante la planificación, manejo y conservación de Aps.

1.1.6 Decreto Supremo N° 22277

Artículo 1°. Créase la Reserva Nacional de Flora y Fauna “Tariquía”, cuya superficie aproximada es de 246.870 Has., con la delimitación siguiente: Provincias: O’Connor, Arce y Gran Chaco y Departamento: Tarija.

Artículo 3°. A partir de la fecha y dentro del área asignada a la Reserva Nacional de Flora y Fauna “Tariquía”, queda terminantemente prohibida la dotación y adjudicación de tierras por parte del Instituto Nacional de Colonización y del Consejo Nacional de Reforma Agraria, así como toda forma de aprovechamiento forestal, de caza y pesca, sea de carácter comercial o deportivo (Lexivox, D.S. N 22277, 1989)

1.2 MARCO CONCEPTUAL

Baquiario. Persona conocedora de las especies forestales; es el responsable de identificar las especies dentro de las parcelas y medir los diámetros a 1,30 m de altura. Junto con el jefe de la cuadrilla, selecciona el deseable sobresaliente durante el muestreo diagnóstico, realiza el conteo de brinzales y latizales y la evaluación de los productos no maderables (Pinelo, 2004).

Biomasa: Masa total de organismos vivos presentes en un área o volumen dado; el material vegetal recientemente muerto suele estar conceptualizado como biomasa muerta.

La cantidad de biomasa se expresa mediante su peso en seco o mediante su contenido de energía, de carbono o de nitrógeno (IPCC, 2017).

Biomasa: Suma total de la materia orgánica viva que se encuentra en un ecosistema en un momento determinado y se expresa en términos de peso seco, masa o volumen (Forestal, 2004).

Brinzales. Individuos con DAP menor a 5 cm y altura mayor o igual a 1.30 m ($dap < 5$ cm, $h \geq 1.30$ m).

Biomasa por encima del suelo: Toda la biomasa viva por encima del suelo incluyendo el tronco, el tocón, las ramas, la corteza, semillas y hojas (Forestal, 2004).

Cobertura vegetal. Capa vegetal existente sobre la superficie del suelo, constituido por los elementos arbóreos, arbustivos y/o herbáceos cumple funciones de protección de la capa superficial del suelo, incrementa el contenido de materia orgánica y mejora su estructura. Constituye un componente valioso en las prácticas de conservación de suelos destinadas a evitar sus procesos erosivos (SIFORBOL, 2003).

Composición vegetal. Proporción relativa en que varias especies entran a formar parte de la herbácea total que existe en un terreno. Se aplica separadamente para el arbolado, matorral y pastizales (SIFORBOL, 2003).

Carbono (c). Elemento fundamental constructor de la vida en la Tierra que brinda la estructura para los carbohidratos, grasas y proteínas tanto en materiales orgánicos vivos y muertos de plantas, animales y de los seres humanos. Existe también bajo formas inorgánicas y está presente en todos los ecosistemas.

Captura y almacenamiento de (dióxido de) carbono (CAC, CAD): Proceso consistente en la separación de dióxido de carbono de fuentes industriales y del sector de la energía, su transporte hasta un lugar de almacenamiento y su aislamiento respecto de la atmósfera durante largos períodos (IPCC, 2017).

Ciclo de carbono global. Movimiento cíclico y transformativo de compuestos contenedores de carbono entre la biósfera, atmósfera, hidrósfera y litósfera del planeta. Es fundamental por la producción de materia orgánica, componente de los alimentos de los seres vivos.

Cambio climático. Se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

Captura de carbono en el suelo. El secuestro de carbono se efectúa en los ecosistemas forestales mediante el intercambio de carbono con la atmósfera a través de la fotosíntesis y la respiración, llevando al almacenamiento en la biomasa y en el suelo. El carbono cumple un papel fundamental en los procesos fisicoquímicos y biológicos del planeta a través del ciclo de carbono. Los procesos de captura y emisión de carbono son parte de un sistema de cuatro reservorios de carbono (vegetación aérea y radical- materia en descomposición- suelos- productos forestales), con tiempos de residencia y flujos asociados muy diferentes y estrechamente interrelacionados (Petre, 2005).

Captura de Carbono en la biomasa arbórea. El almacenamiento de carbono en árboles, es un servicio ambiental que valoriza la incorporación de especies arbóreas en sistemas agroforestales, y se suma así a posibles beneficios para el productor que adopta estos sistemas alternativos, beneficios hídricos en relación con el incremento productivo de pastizal y bosque, y beneficios al nivel de fijación de carbono por medio de “bonos verdes” o “de carbono” o su equivalente en impuestos (Petre, 2005).

Fustales. Especies forestales con DAP mayor a 10 cm a una altura de 1,30 m (Pinelo, 2004).

Latizales. Individuos o especies arbóreas con DAP mayor o igual a 5 cm y menor a 10 cm (Pinelo, 2004)

Metodologías para el muestreo del stock de carbono. (Baker, 2010)

- **Muestreo destructivo:** Esta metodología está basada en el peso directo de los diferentes componentes de un bosque usando una balanza. Se aplica generalmente para los componentes menores como el peso de arbustos, hierbas, árboles con diámetro menor a 3 cm, madera muerta con diámetro menor a 10 cm, hojarasca y raíces finas.
- **Muestreo no destructivo:** Esta metodología nos permite hacer estimaciones indirectas de la biomasa usando ecuaciones alométricas

1.3 MARCO TEÓRICO

1.3.1 Antecedentes sobre estudios de secuestro de carbono

Luque, (2011), Realizó la Tesis de Grado: *Determinación de la captura de dióxido de carbono acumulado en la biomasa de los bosques húmedos en la comunidad de Macahua Municipio de Ixiamas, Departamento de La Paz*. Universidad Mayor de San Andrés, donde se llegó las siguientes conclusiones:

La metodología seguida fue desarrollar un inventario de diámetro altura pecho (DAP), altura total de árboles (ht), y calidad de los árboles (c), En el inventario se establecieron parcelas de nuestros sistemático con distancia hasta de 200 m. de distancia y marcados con puntos con (GPS), levantándose inicialmente 8 parcelas para luego instales un total de 24 parcelas de dos diferentes estratos de los bloques naturales de la comunidad Macahua.

Los resultados de las estimaciones de biomasa aérea de las parcelas permanentes del bloque I se presentan en la figura de individuos evaluados (dap. ≥ 10 cm.), la biomasa total estimada alcanzó un valor para bloque I fue de 285.23 t/ha (Tonelada hectárea) en bloque II 378.78 t/ha.

El total de Carbono Acumulado fue de 435.67 CA (t/ha). Pero antes sin calcular la cantidad de biomasa y la densidad de la madera (0.64 g/cm^3).

Asimismo, para determinación de la fijación de CO_2 para ambos bloques es de 632.57 t CO_2 /ha tomado en cuenta las variables, y pueden ser utilizados en condiciones similares para el estudio y estimar la biomasa total, carbono acumulado y dióxido de carbono acumulado de manera confiables para los diferentes trabajos de investigación que se realicen en nuestro país.

La tasa de deforestación durante el período 2010 se calculó realizado mediante promedios anuales que resultó de la Comunidad Macahua 112.57ha/año (M., 2011).

Miranda, (2017), Realizó la investigación: *Estimación de biomasa y carbono, bajo un sistema silvopastoril, en la Comunidad de Yaguacua en la Provincia Gran Chaco*,

Tarija. Estudio realizado en convenio entre la Universidad Juan Misael Saracho y el proyecto GEF-CHACO. La misma que llegó a las siguientes conclusiones:

La estimación de biomasa, carbono y CO₂ se realizó en tres niveles o componentes, tales como biomasa aérea viva, materia orgánica muerta (necromasa y hojarasca), y materia orgánica del suelo, en el área bajo el sistema productivo silvopastoril.

Para el mencionado trabajo se midieron 5 parcelas rectangulares anidadas de 20 m x 100 m, compuestas por 5 subparcelas cuadradas de 20 m x 20 m, en estas subparcelas se midieron todos los árboles vivos y muertos con DAP >10 cm, además en el centro de cada subparcela se identificó un área de 50 cm x 50 cm donde se recolectaron muestras de gramíneas, hojarasca y además muestras de suelo a 5 cm, 15 cm y 30 cm de profundidad.

El componente con mayor contenido de biomasa corresponde al de biomasa aérea viva, con una media por parcela de 133,9 mega gramos por hectárea (Mg/ha), seguido de la materia orgánica del suelo con 102,04 Mg/ha (Mega gramo/hectárea) y por último la materia orgánica muerta con 33,9 Mg/ha. Asimismo, los resultados de carbono siguieron los mismos patrones que los de biomasa con 62,95 Mg/ha., para el componente vivo, 45,2 Mg/ha. para los suelos y 15,9 Mg/ ha. para el componente muerto. Por último el total de CO₂ es de 454,8 Mg/ha. almacenado en este sitio.

En base a estos resultados, se evidencia la gran importancia que representan los ecosistemas arbóreos, ya que son los que fijan mayor cantidad de carbono (CO₂) traducido en la producción de biomasa (Segovia, 2017).

1.3.2 El cambio climático y el secuestro de carbono

1.3.2.1 El cambio climático

Según la CMNUCC "cambio climático" se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

Asimismo la IPCC Variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales, a forzamientos externos o a cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso de la tierra (IPCC, 2017).

1.3.2.2 Causas del cambio climático

Los cambios experimentados por las concentraciones de los GEI y aerosoles en la atmósfera, por la cubierta terrestre y por la radiación solar alteran el balance de energía del sistema climático y son factores originantes del cambio climático. Afectan la absorción, la dispersión y la emisión de radiación en la atmósfera y en la superficie de la Tierra.

Los cambios positivos o negativos del balance de energía por efecto de esos factores se expresan en términos de forzamiento radiactivo, que es la magnitud utilizada para comparar las influencias de naturaleza térmica sobre el clima mundial.

Las actividades humanas generan emisiones de cuatro GEI de larga permanencia: CO₂, metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) y halocarbonos (grupo de gases que contienen flúor, cloro o bromo). Las concentraciones de GEI en la atmósfera aumentan cuando las emisiones son superiores en magnitud a los procesos de detracción.

El dióxido de carbono (CO₂) es el GEI antropógeno más importante. Entre 1970 y 2004, sus emisiones anuales han aumentado en aproximadamente un 80%, pasando de 21 a 38 gigatoneladas (Gt), y en 2004 representaban un 77% de las emisiones totales de GEI antropógenos. Durante el reciente decenio 1995- 2004, la tasa de crecimiento de las emisiones de CO₂-eq fue mucho mayor (0,92 GtCO₂-eq anuales) que durante el período anterior de 1970-1994 (0,43 GtCO₂-eq anuales) (IPCC, 2017).

La concentración de CO₂ en la atmósfera mundial aumentó, pasando de un valor preindustrial de aproximadamente 280 ppm a 379 ppm en 2005. En los diez últimos años, la tasa de crecimiento anual de las concentraciones de CO₂ (promedio del período

1995-2005: 1,9 ppm anuales) ha sido mayor que desde el comienzo de las mediciones directas continuas de la atmósfera (promedio de 1960-2005: 1,4 ppm anuales), aunque sujeta a variabilidad interanual.

La concentración de CH₄ en la atmósfera mundial ha aumentado, respecto de un valor preindustrial de aproximadamente 715 ppmm, hasta 1732 ppmm a comienzos de los años 90, alcanzando en 2005 las 1774 ppmm. Las tasas de crecimiento han disminuido desde el comienzo de los años 90, en concordancia con las emisiones totales (suma de fuentes antropógenas y naturales), que fueron casi constantes durante ese período.

La concentración mundial de N₂O en la atmósfera aumentó respecto de los valores preindustriales, pasando de aproximadamente 270 ppmm a 319 ppmm en 2005.

La concentración de numerosos halocarbonos (incluidos los hidrofluorocarbonos) ha aumentado respecto de unos niveles casi nulos en la era preindustrial, debido principalmente a la actividad humana (IPCC, 2017).

1.3.2.3 Convención Marco de Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (CMNUCC)

La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, adoptada en 1992 y que entró en vigor en 1994, ha sido ratificada por 195 países (Partes de la Convención). La Convención reconoce la existencia del problema del cambio climático, y establece un objetivo último: lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera con el fin de impedir interferencias antropogénicas (causadas por el ser humano) peligrosas en el sistema climático. Además, indica que ese nivel debe lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático y asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y pueda permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

El objetivo del CMNUCC:

El objetivo último de la presente Convención y de todo instrumento jurídico conexo que adopte la Conferencia de las Partes, es lograr, de conformidad con las disposiciones

pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y pueda permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible (Unidas, 1992).

1.3.3 Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto es un acuerdo internacional conformado, actualmente, por 192 países miembros, surgida como producto de la tercera reunión de la COP, el 11 de diciembre del año 1997 en Kioto, Japón. Es uno de los tratados más complejos jamás negociados, en dónde los países desarrollados y en vías de desarrollo acordaron aplicar políticas y medidas que conllevarán a una reducción efectiva de los GEI. Dichas reducciones fueron propuestas inicialmente para el período 2008 - 2012, sin embargo, se estableció en la COP 17 (2013) un segundo periodo, 2013 – 2015.

Uno de los principales logros del Protocolo de Kioto frente a la CMNUCC es que, ha establecido compromisos cuantificables para la reducción de los GEI, en lugar de tan sólo fomentar su reducción. LA CMNUCC divide a los países miembros en tres grupos principales de acuerdo a sus compromisos:

1. Anexo I: Conformado por los países industrializados que formaron parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE), además de los países en economías de transición.
2. Anexo II: Conformado por los países de la OCDE que tienen economías desarrolladas.
3. Partes No-Anexo I: Conformado por la mayoría de países en desarrollo.

Es necesario resaltar que los principales emisores de GEI a nivel mundial. China y EE. UU., no han asumido compromisos sólidos que los obliguen a efectuar reducciones determinadas de GEI. Los objetivos del Protocolo pueden ser conseguidos a través de

eventos internos, sin embargo, las partes pueden reducir también los GEI en otros países, a menor costo, a través del uso de tres flexibles mecanismos:

1. Implementación conjunta. Mecanismo que permite a los países desarrollados invertir, conjuntamente, en proyectos que reduzcan las emisiones de GEI con el fin de que puedan cumplir con los compromisos adoptados.
2. Mecanismos de Desarrollo Limpio. Mecanismo que permite a los países desarrollados o sus empresas, realicen proyectos de inversión en países en vías de desarrollo con la finalidad de mitigar la emisión o secuestrar GEI.
3. Comercio Internacional de emisiones. Mecanismo a través del cual se puede negociar la transferencia de las reducciones de carbono entre los países desarrollados, que están basados en la compra de derechos de emisión, a aquellos países que se encuentran por debajo de las cuotas de emisión.

Bolivia, como una muestra de luchar contra las implicaciones negativas del cambio climático y como país altamente vulnerable, ratifica el protocolo de Kioto a través de la Ley de la República N° 1988 de 22 de julio de 1999.

1.3.4 Que es el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y como funciona

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) es un procedimiento contemplado en el Protocolo de Kioto (PK) en el cual países desarrollados pueden financiar proyectos de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) dentro de países en desarrollo, y recibir a cambio Certificados de Reducción de Emisiones aplicables a cumplir con su propio compromiso de reducción. MDL funciona de la siguiente manera: un inversionista privado o el gobierno de un país industrializado puede invertir o proveer financiamiento para un proyecto en un país en vías de desarrollo. Este proyecto debe reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Watch, 2010).

1.3.5 Mercado de carbono internacional

El Mercado Internacional de Carbono es el conjunto de operaciones a través de las cuales se negocian los derechos de emisión, reducción y captura de GEI. En este

mercado se recogen las operaciones de compra y venta de derechos de emisiones (los cuáles pueden surgir de distintos sistemas) entre países en vía de desarrollo y/o industrializados, con fin de poder cumplir los compromisos adoptados en el Protocolo de Kioto

Dicho Mercado tiene como objetivos ayudar a países del Anexo I a cumplir sus obligaciones de reducción de emisiones de GEI y en consecuencia mitigar sus efectos perjudiciales en el ambiente de una manera rentable. Todo ello se debe a que los países del Anexo I pueden comprar y vender derechos de emisión y, por tanto, reducir sus emisiones al costo mínimo (Ramos I. a., 2018)

1.3.6 Tipos de mercado de carbono

Existen dos tipos de mercados de carbono: los de cumplimiento regulado y los voluntarios. El mercado regulado es utilizado por empresas y gobiernos que, por ley, tienen que rendir cuentas de sus emisiones de GEI.

1.3.6.1 Certificados de carbono

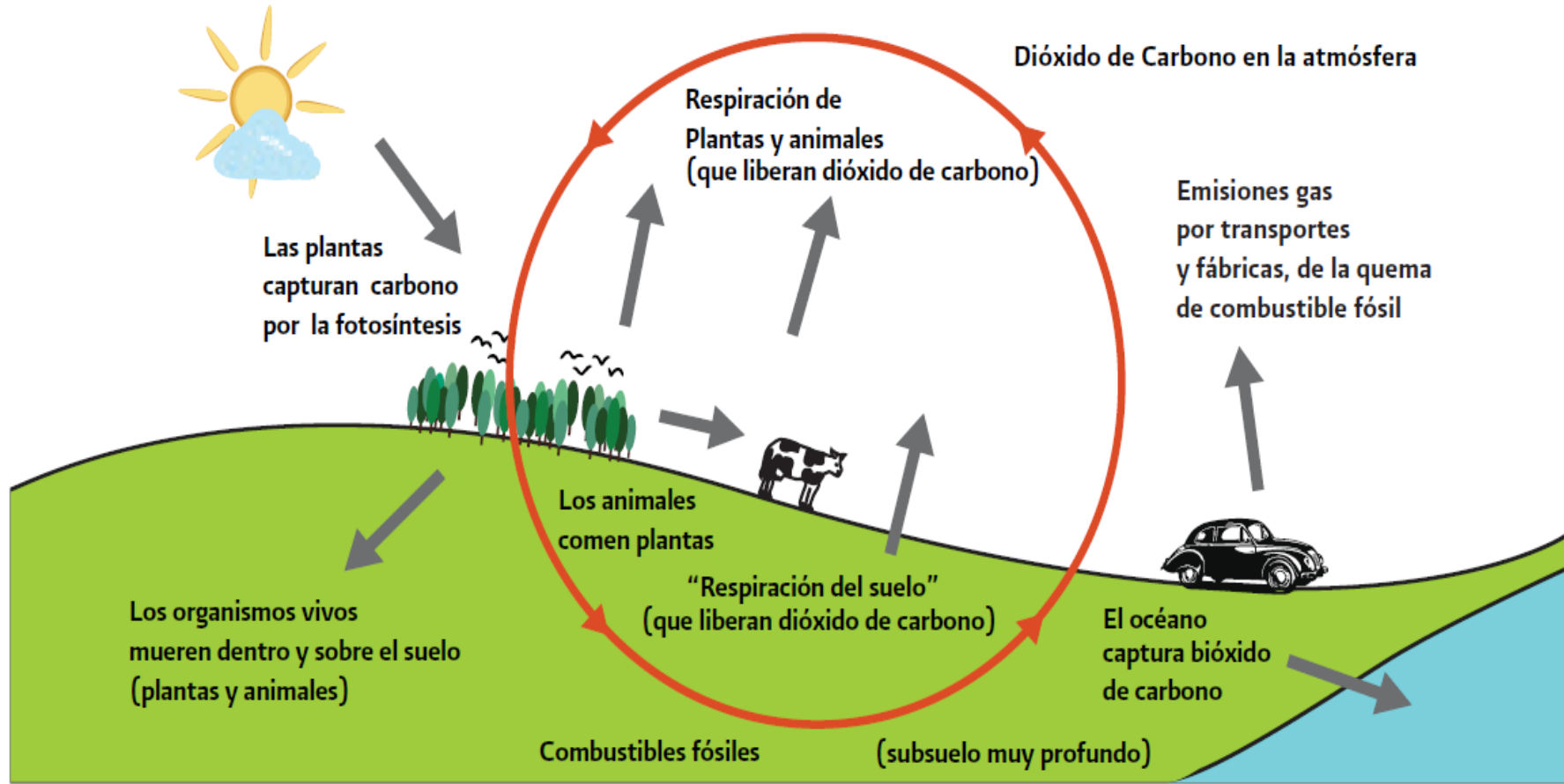
Las reducciones de emisiones de GEI se miden en toneladas de CO₂ equivalente, y se traducen en Certificados de Emisiones Reducidas (CER). Un CER equivale a una tonelada de CO₂ que se deja de emitir a la atmósfera, y puede ser vendido en el mercado de carbono a países industrializados.

1.3.7 El Secuestro de carbono en el mundo

El dióxido de carbono ha estado siempre presente en la atmósfera de la Tierra, juega un importante papel en la regulación del clima terrestre a través de un proceso enfría, si el ciclo de carbono remueve demasiado dióxido de carbono de la atmósfera. Por el contrario, si el ciclo de carbono genera demasiado dióxido de carbono, la tierra se calentará. Como se puede ver el carbono se mantiene en el planeta y también libre en la atmósfera como dióxido de carbono. La cantidad de dióxido de carbono se ha mantenido constante desde la última glaciación, sin embargo, en los últimos años, ésta cifra en la atmósfera ha incrementado. El aumento de dióxido de carbono podría relacionarse con sus fuentes de producción.

La mayor parte del carbono permanece en el árbol hasta que éste es destruido por el fuego o se pudre, en los bosques también existen otros materiales vegetales que contienen carbono como ser: hojarasca, madera muerta y los arbustos, el suelo de igual forma contiene carbono, los científicos creen que los altos niveles de dióxido de carbono en la atmósfera están causando el cambio climático mundial, debido a que los árboles absorben dióxido de carbono cuando están creciendo y otros materiales en los bosques también lo contienen, los bosques ayudan a reducir la cantidad de dióxido de carbono que se libera a la atmósfera. La FAO quiso descubrir cuánto carbono se mantiene en los bosques de todo el mundo. La cantidad de carbono que los árboles almacenan es igual aproximadamente a la mitad de peso de los árboles después de que se les ha extraído toda el agua (FAO, Investigando la Naturaleza, 2008).

Imagen N° 1: Ciclo de carbono



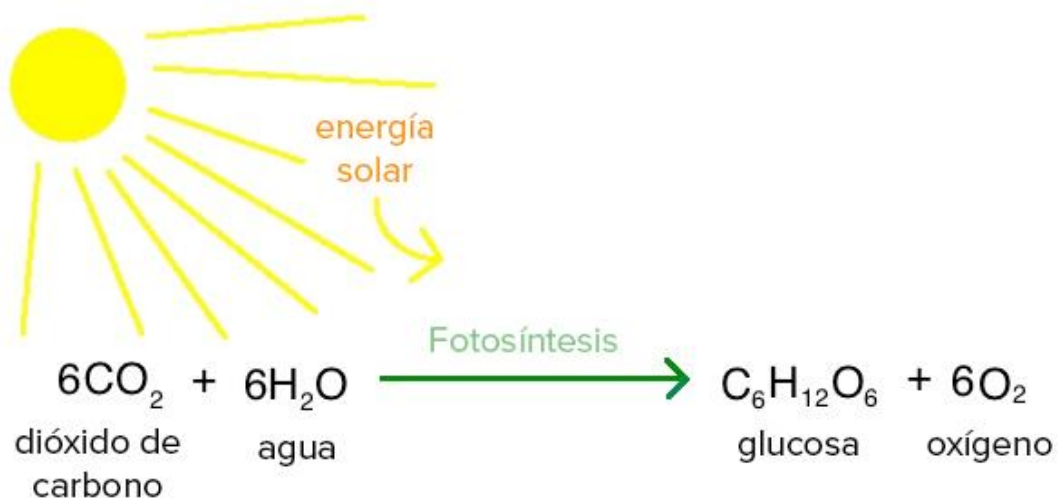
Fuente: FAO,2008

1.3.8 Importancia biológica de la fotosíntesis y la fijación del carbono

La fotosíntesis es el proceso en el cual la energía de la luz se convierte en energía química en forma de azúcares. En un proceso impulsado por la energía de la luz, se crean moléculas de glucosa (y otros azúcares) a partir de agua y dióxido de carbono, mientras que se libera oxígeno como subproducto. Las moléculas de glucosa proporcionan a los organismos dos recursos cruciales: energía y carbono fijo (orgánico).

Van Niel: indicó la similitud existente entre el proceso fotosintético general de las plantas verdes y ciertas bacterias. Se sabía que estas bacterias reducían el CO₂ utilizando energía luminosa y una fuente de electrones muy distinta a la del agua. Este proceso, también es llamado fotosíntesis, pero es anoxigénica, porque no produce como resultado O₂. Así, la ecuación general para el proceso es: (Sotelo, 2014)

Imagen N° 2: Ecuación de la fotosíntesis



Fuente: Sotelo, 2014

Es un proceso que por sus resultados se puede considerar inverso a la respiración (sustancias orgánicas fuertemente reducidas, se transforman en sustancias inorgánicas oxidadas y se desprende energía, CO₂ y H₂O).

La importancia biológica del proceso estriba:

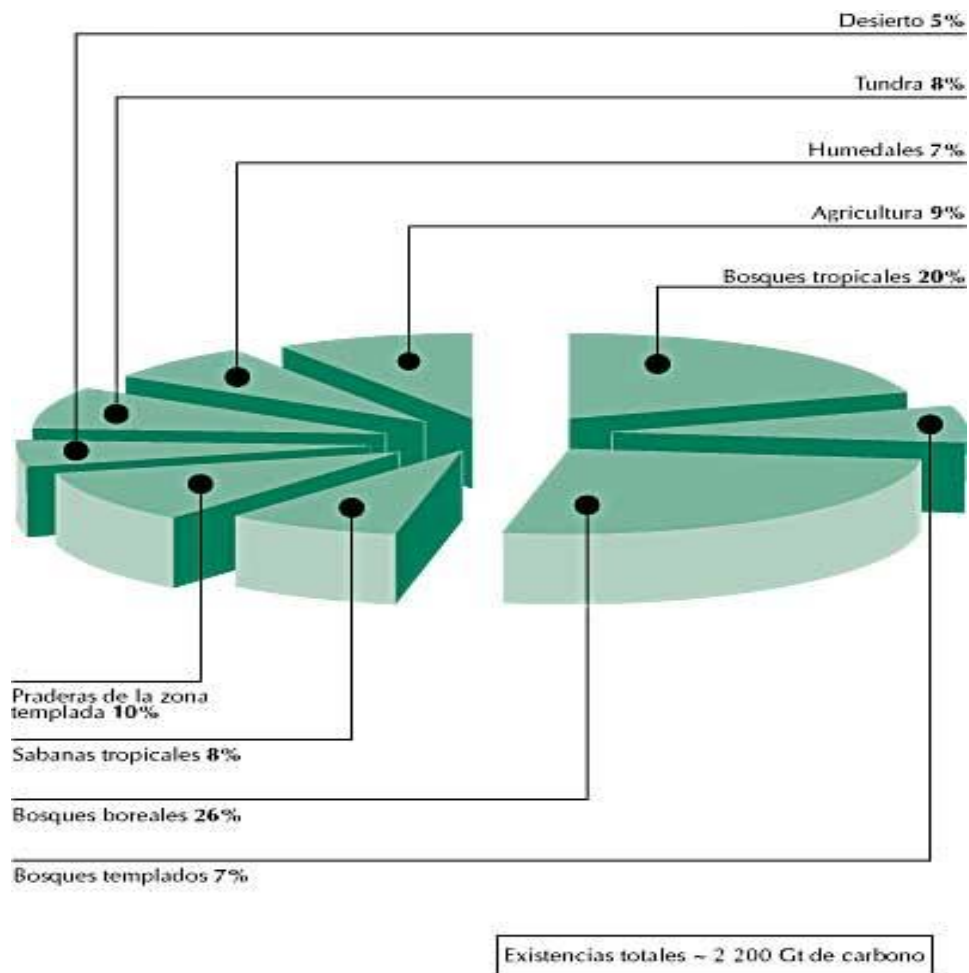
- Es fuente primaria de materia orgánica para el resto de los seres vivos.
- Es fuente de energía.
- Se desprende oxígeno que es utilizado en la respiración aerobia (forma más eficaz de obtener energía)
- Se completa el ciclo de la materia.

1.3.9 Los bosques como proveedores de bienes y servicios ecosistémicos

1.3.9.1 La Función de los bosques en las existencias mundiales de Carbono

El carbono se acumula en los ecosistemas forestales mediante la absorción de CO₂ atmosférico y su asimilación en la biomasa. El carbono se almacena tanto en la biomasa viva (la madera en pie, las ramas, el follaje y las raíces) como en la biomasa muerta (la hojarasca, los restos de madera, la materia orgánica del suelo y los productos forestales). Cualquier actividad que afecte al volumen de la biomasa en la vegetación y el suelo tiene capacidad para retener -o liberar- carbono de la atmósfera o hacia la atmósfera. En conjunto, los bosques contienen más de la mitad del carbono presente en la vegetación terrestre y en el suelo, estimándose su cuantía en 1 200 Gt (ONU, 2001).

Gráfico N° 1: Carbono según ecosistemas



Fuente: ONU 2001

1.3.9.2 El rol de los bosques como sumideros de carbono

La vegetación, a través de la fotosíntesis, transforma energía solar en química absorbiendo CO₂ del aire para fijarlo en forma de biomasa, y libera a la atmósfera oxígeno (O₂). Los bosques, en particular, juegan un papel preponderante en el ciclo global del carbono C ya que (Loguercio, n.d.)

- Almacenan grandes cantidades de C en su biomasa (tronco, ramas, corteza, hojas y raíces) y en el suelo (mediante su aporte orgánico) intercambian C con la atmósfera a través de la fotosíntesis y respiración.

- Son fuentes de emisión de C cuando son perturbados por causas naturales, por ejemplo incendios, avalanchas, etc., o antrópicas, como la quema para habilitar campos a actividades agropecuarias, explotaciones forestales sin conceptos silviculturales, etc.
- Pero también son sumideros (transferencia neta de CO₂ del aire a la vegetación y al suelo, donde son almacenados) cuando se abandonan las tierras perturbadas, que se recuperan mediante la regeneración natural.

1.3.9.3 Los servicios ambientales que ofrecen los bosques.

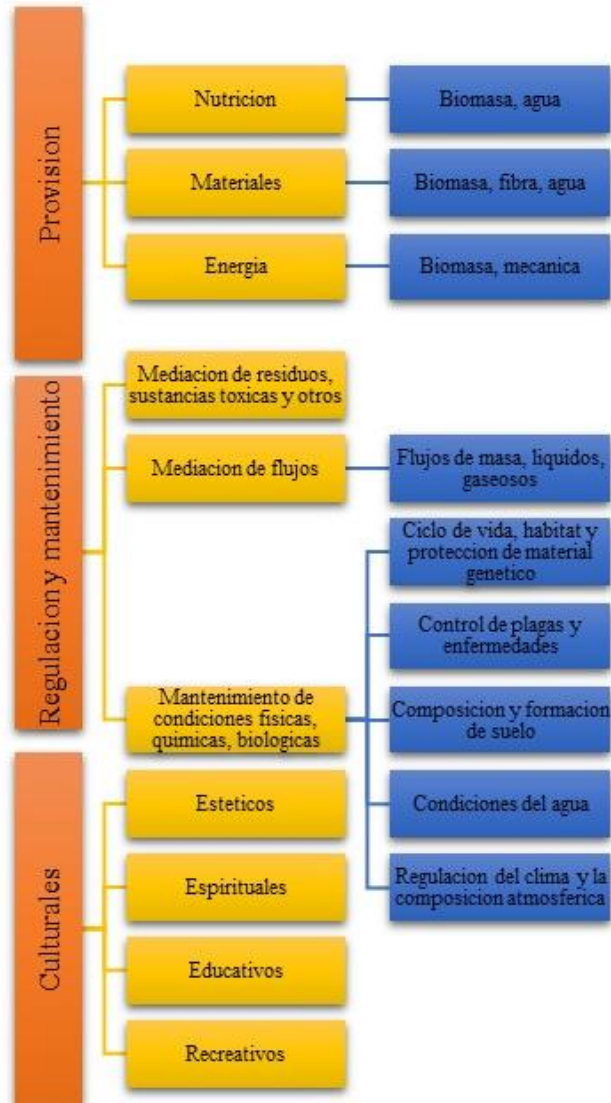
- Secuestro de carbono. Los bosques en pie sirven como depósitos de carbono y los bosques en crecimiento como secuestradores de carbono de la atmósfera.
- Conservación de la biodiversidad. Los bosques tienen una proporción significativa de la diversidad del mundo. La pérdida de estos hábitats constituye una causa que conduce a la pérdida y extinción de especies.
- Protección de cuencas hidrográficas. Los bosques representan un papel importante en la regulación de los flujos hidrológicos y en la reducción de la sedimentación.
- Generación de oxígeno y asimilación de contaminantes.
- Retención del suelo.
- Belleza escénica y otros.

1.3.9.4 Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos son funciones regulatorias, sobre los flujos de materia y energía de los ecosistemas naturales, los cuales ayudan a mantener o mejorar el ambiente o la calidad de vida de los humanos. (Arenas, 2017).

1.3.9.4.1 Clasificación de los servicios ecosistémicos

Gráfico N° 2: Clasificación de los servicios ecosistémicos



Fuente: Arenas, 2017

1.3.9.5 Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos

Son instrumentos que permiten generar, canalizar e invertir en acciones orientadas a la conservación, recuperación y uso sostenible de los ecosistemas, como fuente de servicios ecosistémicos, a través de acuerdos voluntarios entre contribuyentes y retribuyentes.

1.3.9.5.1 Contribuyente del servicio ecosistémicos

- Se considera contribuyente del servicio ecosistémicos: a la persona natural o jurídica, pública o privada, que mediante acciones técnicamente viables contribuye a la conservación, recuperación y uso sostenible de las fuentes de los servicios ecosistémicos.

1.3.9.5.2 Retribuyente por el servicio ecosistémicos.

- Se considera retribuyente del servicio eco sistémico: a la persona natural o jurídica, pública o privada, que, obteniendo un beneficio económico, social o ambiental, retribuye a los contribuyentes por el servicio ecosistémicos.

1.3.9.6 Importancia de los bosques ante el cambio climático

El cambio climático y los bosques están íntimamente ligados. Por una parte, los cambios que se producen en el clima mundial están afectando a los bosques debido a que las temperaturas medias anuales son más elevadas, a la modificación pluvial y a la presencia cada vez más frecuente de fenómenos climáticos extremos.

Al mismo tiempo, los bosques y la madera que producen atrapan y almacenan bióxido de carbono, con lo cual contribuyen considerablemente a mitigar el cambio climático.

Los combustibles fósiles liberan bióxido de carbono al quemarse e incrementan la presencia de este gas en la atmósfera que, a su vez, contribuye al calentamiento del planeta y el cambio climático.

Los árboles y los bosques ayudan a mitigar estos cambios al absorber el bióxido de carbono de la atmósfera y convertirlo, a través de la fotosíntesis, en carbono que "almacenan" en forma de madera y vegetación. Este proceso se denomina "fijación del carbono".

En los árboles el carbono supone en general alrededor del 20 por ciento de su peso. Además de los árboles mismos, el conjunto de la biomasa forestal también funciona como "sumidero de carbono". Por ejemplo, la materia orgánica del suelo de los bosques

-como el humus producido por la descomposición de la materia vegetal muerta- también actúan como depósito de carbono.

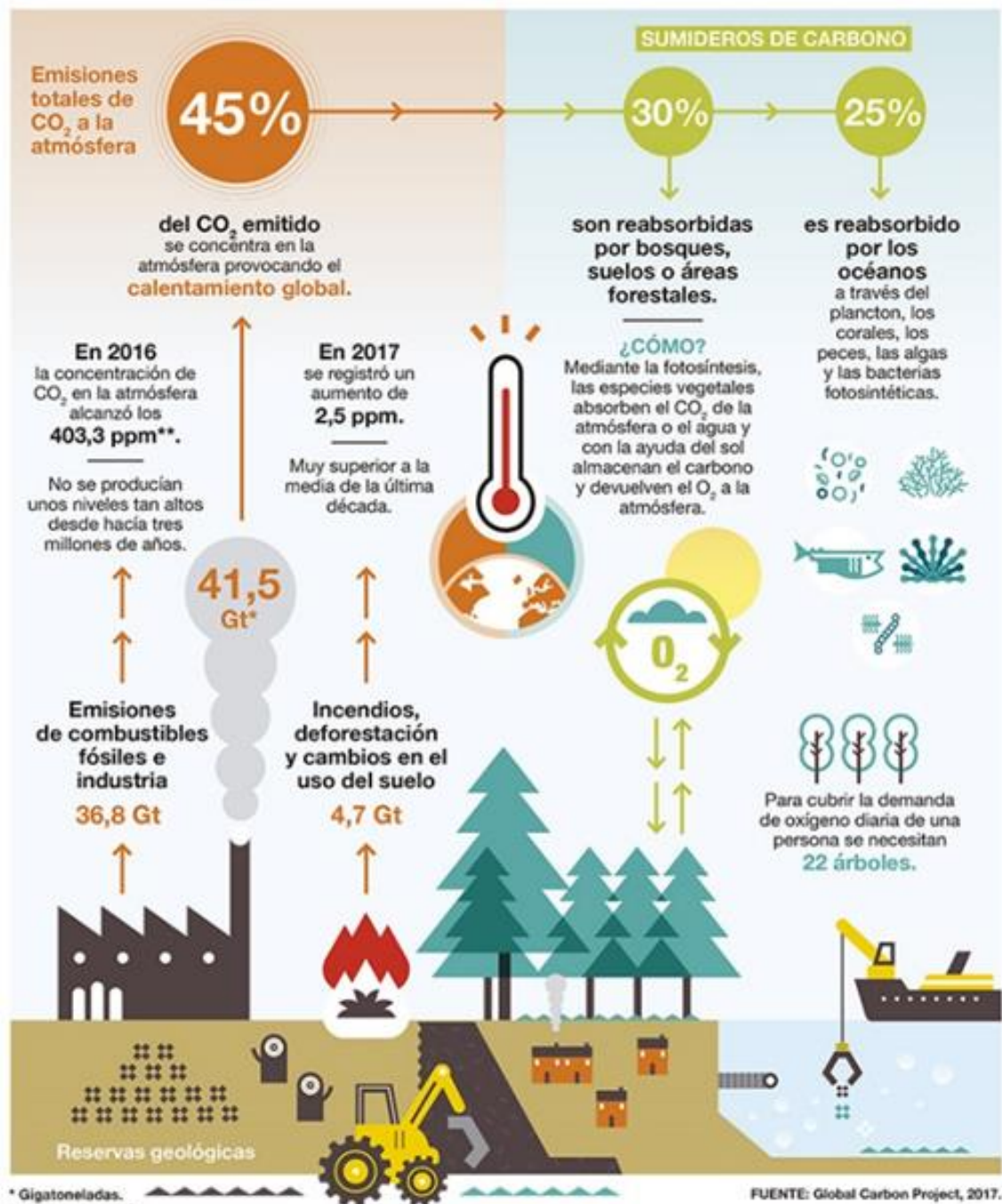
En consecuencia, los bosques almacenan enormes cantidades de carbono. En total, los bosques del planeta y sus suelos actualmente almacenan más de un billón de toneladas de carbono, el doble de la cantidad que flota libre en la atmósfera (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, 2016).

1.3.9.7 Importancia de los sumideros de carbono

La naturaleza cuenta con sus propios recursos para intentar que la temperatura media del planeta no siga aumentando. Uno de ellos son los sumideros de carbono: depósitos naturales —océanos, bosques y suelos— que absorben y capturan el dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera reduciendo su presencia en el aire.

Estos agentes biológicos funcionaron sin alteraciones hasta que el ciclo del carbono, inmutable durante milenios, comenzó a sufrir las consecuencias de la quema de combustibles fósiles y el consiguiente aumento acelerado de la concentración de CO₂ en la atmósfera. Y esta realidad no sólo no se ha mantenido en el tiempo, sino que se ha ido agravando: desde los inicios de la Revolución Industrial hasta nuestros días, la concentración de CO₂ en el aire ha pasado de 278 partes por millón (ppm) a 400 ppm, tal y como advierte la organización Global Carbón Project (2017)

Imagen N° 3: Sumideros de carbono



Fuente: Iberdrola, 2019

Ante este incremento desproporcionado de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) —en 2017 se registraron unos valores de CO₂ en la atmósfera de 405,8 ppm—, los principales sumideros de carbono tan solo son capaces de retirar el 50% de la circulación. (IBERDROLA, 2019) Por lo tanto:

- Se estima que un poco más del 50% del CO₂ antropogénico es absorbido por bosques y océanos.
- Los humedales costeros son capaces de capturar 200 toneladas métricas de carbono al año.
- Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO), la reforestación y la gestión del suelo de forma sostenible podrían suponer una bajada de 9 Gigatoneladas (Gt) de CO₂ en 2030.
- Las turberas —un tipo de humedales ácidos— contienen cerca de un tercio del carbono de los suelos del mundo.

1.3.10 Depósitos de carbono a medir

Según las guías metodológicas IPCC (2006) recomiendan que se deben medir cinco depósitos de carbono, 1. Biomasa aérea (tronco, ramas y follaje de individuos de más de 10 cm. de DAP), 2. Biomasa subterránea (raíces), 3. Biomasa de sotobosque (individuos menores a 10 cm. de DAP y otras plantas), 4. Madera muerta (Árboles y ramas mayores), hojarasca, 5. Carbono orgánico en el suelo y adicionalmente biomasa extraída.

Tomando en cuenta la información existente en Bolivia y la relación costo efectividad para medir todos los depósitos mencionados, estos recomiendan realizar el relevamiento de información en los depósitos 1, 3, 4, 5, es decir no realizar las mediciones de información en los de la biomasa subterránea o en raíces, dado que para alcanzar un buen grado de confiabilidad y representatividad se requiere alto esfuerzo metodológico y económico. (IBIF, 2009)

1.3.10.1 Biomasa aérea

La biomasa aérea es el depósito de carbono constituido por los individuos mayores a 10 cm. de diámetro medido a la altura del pecho (DAP = 1.3 m desde el suelo), incluyendo aquellas plantas que no son árboles (Arbustos, palmeras y bejucos). Por lo tanto, para estimar el stock de carbono almacenado en la biomasa aérea, se deben medir todos los individuos mayores a 10 cm. de DAP, incluyendo arbustos, palmeras y bejucos, siguiendo el método de inventario forestal.

La biomasa aérea representa, en los ecosistemas boscosos, entre 75 y 83% de la biomasa total, es decir la suma de la biomasa en árboles (Mayores y menores a 10 cm. de DAP), palmeras, bejucos y herbáceas. Por otra parte, se estima que la biomasa total contiene aproximadamente el 60% del stock de carbono global, es decir incluyendo madera muerta, hojarasca y suelos (Chave et al. 2003; Malhi y Grace 2000). Esto implica que la biomasa aérea es un excelente estimador del stock de carbono total. Por esta razón, la mayoría de los estudios se han enfocado en este depósito, habiéndose desarrollado varias ecuaciones alométricas que permiten su estimación con alto grado de confiabilidad. La mayor parte de la biomasa está concentrada en la biomasa aérea debido a la presencia de las hojas y su capacidad de capturar el carbono a través de la fotosíntesis. Mediante este proceso bioquímico las plantas captan y utilizan la energía de la luz para transformar el dióxido de carbono atmosférico en materia orgánica que invierten en desarrollar su tronco, ramas, hojas, flores y frutos, de esta manera el carbono queda fijado en cada órgano de la planta.

1.3.10.2 Biomasa en sotobosque

Se denomina sotobosque a la vegetación formada por matas, arbustos y regeneración que crecen bajo las copas de los árboles. Estos individuos tienen un DAP menor a 10 cm. representando el 90% de la cantidad total (Abundancia) de árboles en el bosque, su aporte al depósito de carbono total se estima en 5%, y su aporte al incremento anual de biomasa es equivalente al 20%. Por su alta densidad, para su medición se diseñan sub-parcelas anidadas a las parcelas mayores. Estos datos son importantes para los modelos predictivos sobre la dinámica poblacional y composición del estrato arbóreo.

1.3.10.3 Depósito de carbono en madera muerta, hojarasca y suelo

1.3.10.3.1 Madera muerta

La biomasa de la madera muerta representa la cantidad potencial de emisiones de carbono a la atmósfera debido a su descomposición. Para estimar esta potencialidad se necesitan conocer tres parámetros a) La cantidad de madera muerta por la dinámica natural del bosque, b) La cantidad de madera muerta debida a la intervención (Aprovechamiento de diferente intensidad) y c) La tasa de descomposición de dicha madera muerta que estará influenciada principalmente por la especie y el tamaño de las ramas y troncos. Por lo tanto estas son las variables que se deberán levantar en campo. Especie, tamaño (Tanto largo, como diámetro) y grado de descomposición.

1.3.10.3.2 Residuos por aprovechamiento

Específicamente para monitoreo de REDD (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Evitada, por sus siglas en inglés) es relevante el conocimiento de la cantidad árboles y ramas grandes muertas por efecto del aprovechamiento de madera en comparación con la mortalidad natural. La cantidad de biomasa muerta por el aprovechamiento es dependiente de la severidad o intensidad de intervención al bosque (Jackson et al. 2002; Mostacedo et al. 2006; Nielsen y Westh-Kjellow 2004; Pinard y Putz 1996). En este caso se deben medir, los árboles muertos en pie o caídos y la copa y tocón del árbol extraído.

1.3.10.3.3 Capa de litera u hojarasca

La cantidad y calidad de la hojarasca (producción de hojarasca) junto a los factores ambientales son los principales factores que influyen en la tasa de acumulación de humus y la cantidad de nutrientes liberados. Estos procesos son muy importantes, principalmente en los ecosistemas forestales, los cuales normalmente crecen sobre suelos pobres. La calidad de hojarasca es un reflejo de la composición de la vegetación. Ambas variables (Cantidad y calidad de hojarasca) se ven influenciadas por el tipo de ecosistema (Húmedo, seco) y por la intensidad del aprovechamiento forestal.

La entrada de la hojarasca al piso forestal puede estar influenciada por la tasa de remoción de árboles durante el aprovechamiento de madera, siendo que las variaciones en la disponibilidad de nutrientes es dependiente de la entrada de hojarasca en el piso del bosque, también la biomasa total del bosque dependerá del reciclaje de nutrientes, por lo tanto, la disponibilidad de nutrientes en el suelo será altamente determinante para el establecimiento de la regeneración.

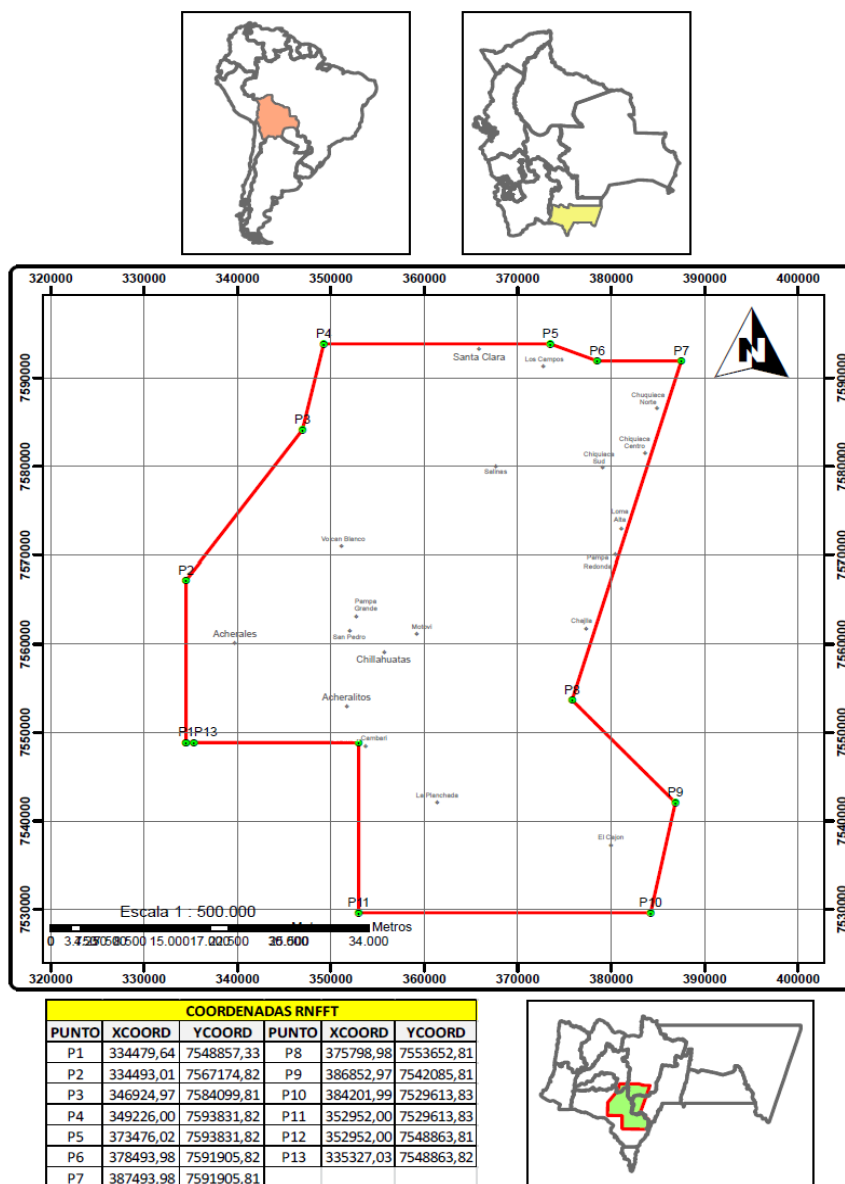
CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

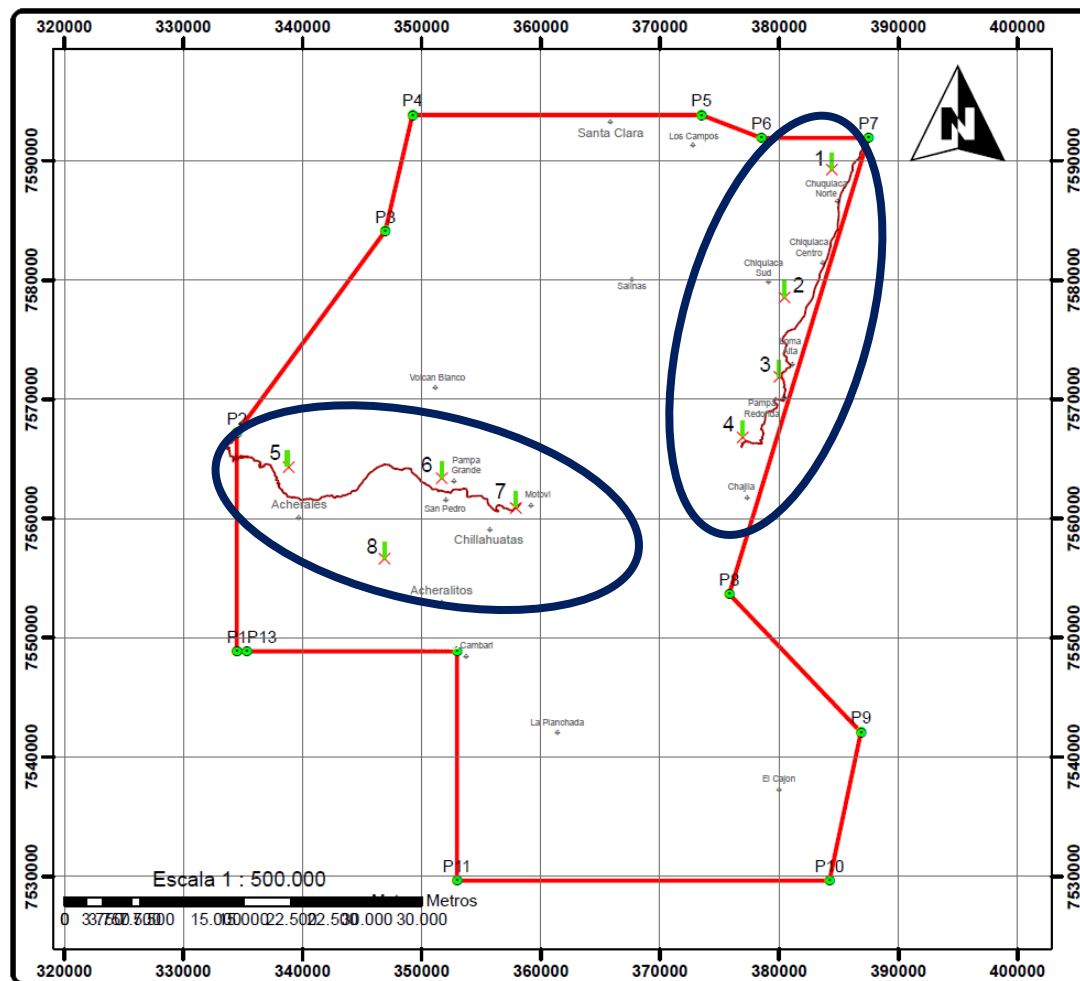
2.1.1 Ubicación

Mapa N° 1: Ubicación del proyecto a nivel Nacional, Departamental y Regional



Fuente: Elaboración propia.

Mapa N° 2: Ubicación de parcelas de muestreo



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 1: Coordenadas de las parcelas de muestreo en la RNFFT

N° Parcela	Coordenadas UTM		Coordenadas geográficas		Altitud (Msm)
	X	Y	Longitud	Latitud	
1	384413	7589262	-64° 7' 5,21"	-21° 47' 46,70"	759
2	380462	7578560	-64° 9' 25,58"	-21° 53' 33,98 "	896
3	379983	7571914	-64° 9' 44,02"	-21° 57' 9,98"	883
4	376934	7566845	-64° 11' 31,68"	-21° 59' 54,04"	910
5	338820	7564356	-64° 33' 41,38"	-22° 1' 3,81"	1920
6	357875	7560929	-64° 22' 38,04"	-22° 3' 1,20"	998
7	351672	7563377	-64° 26' 13,58"	-22° 1' 39,74"	1140
8	346858	7556658	-64° 29' 3,73"	-22° 5' 16,70 "	1888

Fuente: Elaboración propia.

2.1.2 Contexto nacional

Bolivia se encuentra entre los 8 países con mayor diversidad y riqueza biológica del planeta. Su gradiente geográfico, oscila entre los 130 y 6542 m., dando lugar a la existencia de una amplia variedad de regiones y sistemas ecológicos (Navarro 2011) albergando una extraordinaria diversidad de flora, fauna y germoplasma. Entre las ecorregiones representadas en las áreas protegidas de interés nacional, alcanzan especial relevancia, por sus niveles de biodiversidad, los bosques montanos húmedos pluviales de yungas, bosque amazónico húmedo estacional de la llanura, bosque de yungas tucumano-boliviano, bosque subhúmedo estacional de la Chiquitanía y bosque seco del Chaco.

Actualmente el Sistema Nacional de Áreas protegidas (SNAP) está conformado por 22 APs de carácter Nacional, 25 de carácter Departamental y 83 Municipales, haciendo un total de 130 que abarcan el 23% del territorio nacional, constituyendo una muestra de la gran diversidad biológica y cultural del país. (MMAyA, 1012)

La Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquíá es la única área protegida de Bolivia que protege muestras bien conservadas del bosque de Yungas Tucumano – Boliviano (SERNAP 2002). Por su ubicación más austral respecto al resto de los Yungas bolivianos, Tariquíá tiene poblaciones de especies adaptadas a condiciones de clima cambiantes, con mayor rango que el de latitudes más bajas, lo que hace que la variabilidad genética de estas especies sea mayor y por tanto representa una riqueza particular para Bolivia.

2.1.3 Características generales de la RNFFT

Tabla N° 2: Datos generales de la RNFFT

Creación	2 de Agosto de 1.989
Base Legal	D.S. N°22277 en 1.989 y bajo Ley N° 1328 del 23 de abril de 1.992.

Objetivos de Creación	Conservar la biodiversidad del ecosistema de Yungas Andinos (Bosque Nublado) y de sus funciones ecológicas como la producción y purificación de agua de los ríos Bermejo y Grande de Tarija, además de sus funciones económicas.
Estratos de Manejo	Reserva Nacional de Flora y Fauna, equivalente a Reserva de Vida Silvestre de acuerdo al Reglamento General de Áreas Protegidas (RGAP).
Ubicación	Situada al suroeste del departamento de Tarija en las provincias Arce, Cercado, Burnet O'Connor y Gran Chaco, involucra a los municipios de Padcaya, Tarija, Entre Ríos y Caraparí.
Coordenadas Geográficas	Coordenadas geográficas del cuadrante de referencia 21° 45' 17,2" latitud Sur; 64° 36' 10,6" longitud Oeste a 22° 20' 11,3* latitud Sur; 64° 05' 13,1 "longitud Oeste.
Superficie	Según Decreto de Creación: 246.870 ha Según archivos digitales de SIG: 246.608 ha
Accesibilidad	El ingreso al área es muy complicado debido a sus características topográficas. Se puede ingresar desde Tarija hasta Emborozú e ingresar por Sidras o por Bermejo por la región del Cajón. El ingreso al interior de la reserva se realiza por sendas o caminos de herradura, no existen caminos para transporte vehicular.

Fuente: (SERNAP, Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquia, 2019)

2.1.3.1 Características biofísicas del área de estudio

La provincia biogeográfica Tucumano Boliviana, ocupa la cordillera oriental de los Andes del Centro de Bolivia (Departamentos De Cochabamba, Chuquisaca Potosí y Tarija) y Argentina. Incluyendo zonas de puna y altoandina de la cordillera oriental, como los valles y el subandino, pertenecientes a las porciones interandinas de las cuencas de los ríos Grande, Pilcomayo y Bermejo en Bolivia (SERNAP, Plan de Manejo de la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquia - Tarija - Bolivia 2015 - 2025, 2015).

La RNFF Tariquia y su ZEA (Zona Externa de Amortiguación) es caracterizada por sus montañas, serranías y valles profundos, el gradiente altitudinal varía desde los 500 msnm en el sector Este (El Cajón), hasta los 3000 msnm en el sector Oeste (cima de la serranía la Escalera), lo cual determina una amplitud de relieve aproximado de 2800 m. Esta variación de pendientes influye directamente en el gradiente de temperatura y de humedad (Combinado con factores de viento y forma del relieve).

2.1.3.1.1 Clima

Las características climáticas en la Reserva, se encuentran dominadas por efectos topográficos de las serranías que la caracterizan, por ejemplo la serranía que separa el área protegida del valle seco de Tarija (Cordillera oriental) en el extremo oeste de la reserva y otras; modifican la circulación general de los vientos tropicales y subtropicales en altura (SERNAP, Plan de Manejo de la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquia - Tarija - Bolivia 2015 - 2025, 2015).

Las variaciones climáticas en la Reserva son más pronunciadas en el día que en la noche, durante la época seca se presentan cambios más drásticos denominándose baja térmica, producida por el calentamiento de la superficie al Este de los Andes, donde las temperaturas llegan a sobrepasar los 47°C, formando el polo de calor que comprende la región del chaco (SERNAP, Plan de Manejo de la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquia - Tarija - Bolivia 2015 - 2025, 2015).

En las montañas predomina el clima frío templado con temperaturas medias anuales de 10° a 15° centígrados, el centro, el clima es templado-cálido a cálida, con temperaturas medias anuales de 20° a 22° centígrados. (Bluske, 2004).

2.1.3.1.2 Precipitación

La temporada de lluvias en la zona, se inicia en noviembre y tiene una estacionalidad hasta abril, concentrándose en este tiempo del 85% al 95 % del total de las precipitaciones anuales. La temporada seca, se caracteriza por la escases de lluvias, iniciándose en mayo y se extiende hasta octubre, por lo que septiembre- octubre se constituyen en meses críticos por escasez de agua limitando las actividades agrícolas y ganaderas, especialmente en la región del subandino.

El promedio medio anual de las precipitaciones es de 180 mm en el extremo Nor Oeste de la región Altoandina. (4.000 m) De acuerdo a los datos, las máximas precipitaciones dentro de la Reserva presentan un valor de 1908 mm/año; aunque la cantidad de lluvia es mayor en la región sur, disminuyendo hacia el norte, donde se encuentran los sectores más secos, ubicados generalmente detrás de las serranías o de la parte no expuesta a los vientos predominantes (SERNAP, Plan de Manejo de la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquia - Tarija - Bolivia 2015 - 2025, 2015) (Ver anexo 1)

2.1.3.1.3 Temperatura

Debido a la ubicación geográfica, altitud sobre el nivel del mar, grado de exposición al sol u orientación de los flancos de las serranías, dentro de la Reserva y su área de influencia se registran grandes variaciones de temperatura, presentándose las temperaturas máximas extremas y medias más altas durante los meses de octubre a marzo, y temperaturas mínimas extremas y medias más bajas entre los meses de mayo a septiembre; oscilando la temperatura media anual en la parte alta entre 7°C - 8°C y en la parte baja 8°C - 22°C. (SERNAP, Plan de Manejo de la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquia - Tarija - Bolivia 2015 - 2025, 2015). (Ver anexo 2)

2.1.3.1.4 Hidrología

La red hidrográfica de la Reserva y sus Zona Externa de Amortiguación (ZEA) está influenciada por dos sistemas hidrológicos importantes: Río Grande de Tarija y Bermejo, que a su vez reciben aportes de otros afluentes menores.

La cuenca del Río Grande de Tarija ocupa el 71% del territorio de la Reserva, tiene como tributarias a 14 subcuencas de las cuales las más importantes son: río Chiquiaca, Pampa Grande, Volcán Blanco, Cambarí y Salinas (Tabla 2). También tiene otros tributarios que se encuentran en las cuencas Chimisca, Nogal, Papa Chacra, San Nicolás. En el extremo sur de la Reserva, se sitúa la cuenca del Bermejo que ocupa sólo 9% menor extensión territorial en relación al Río Tarija, involucrando a las cabeceras de las cuencas de los ríos Emborozú, Salado y San Telmo. (SERNAP, Plan de Manejo de la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquia - Tarija - Bolivia 2015 - 2025, 2015)

Tabla N° 3: Cuencas de los principales sistemas fluviales de la RNFFT

Subsistema	Cuenca	Superficie de las cuencas dentro la reserva (ha)	Porcentaje %
Grande de Tarija	Chiquiacá	30623	12,4
	Pampa Grande	28924	11,7
	Volcán Blanco	24442	9,9
	Cambarí	21326	8,6
	Salinas	20856	8,4
	Quebrada Lajitas	10786	4,34
	Chimisca	6350	2,6
	Nogal	3186	1,3
	Pampa Chacra	2661	1,1
	San Nicolás	74	0,0
	Afluentes Río Grande de Tarija	74597	30,2
Bermejo	Emborozú	9506	3,8
	Salado	8027	3,2
	San Telmo	5843	2,4
Total		247201	100

Fuente: SERNAP, 2015

Los recursos hídricos de mayor importancia para las poblaciones en el área de influencia de la Reserva de Tariquía se localizan en las siguientes subcuencas:

- Subcuenca Salinas: la disponibilidad de tierras de cultivo y posibilidades de trasvase de las aguas a las cuencas vecinas del subsistema del Pilcomayo, promueven el desarrollo agrícola bajo riego en la región.
- Subcuenca alta: Área potencial identificada para riego, junto a la cuenca vecina de Palos Blancos, las localidades planifica realizar el riego de áreas agrícolas.
- Subcuenca San Telmo: Es una de las fuentes de agua para el riego del triángulo de Bermejo (4000 ha) y para el abastecimiento de agua potable de pobladores locales.
- Subcuenca Orozas: Existe importante déficit de agua para el riego, especialmente en la cuenca alta. Se tienen planificados programas de riego.

2.1.3.1.5 Fisiografía

La RNFFT se caracteriza por la presencia del bloque Andino hacia el oeste, con serranías altas y bajas de orientación predominantemente norte-sur, como moderadamente disectadas, accidentadas y con valles angostos. Las altitudes varían desde 500 m en la parte subandina, 3430 m en el extremo oeste. Por sus características está influenciada por formaciones montañosas bajas a medianas, por un clima regional estacional y por sistemas ecológicos determinados por la mezcla de elementos biogeográficos amazónicos y chaqueños (SERNAP, Plan de Manejo de la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquía - Tarija - Bolivia 2015 - 2025, 2015) (Ver anexo 3)

2.1.3.1.6 Suelos.

La característica principal de los suelos según Coro, 1983 en Gonzales (1996) son pedregosos a rocosos, con escaso material fino en zonas altas, tanto en la zona central y este, son muy variables, encontrándose suelos arenosos, limosos y arcillosos pasando por todas las texturas intermedias. En la parte Noroeste los suelos presentan diferencias

estructurales de acuerdo a su ubicación y formación; dentro del valle, van desde arenosos (En lugares menos desarrollados) hasta terrazas aluviales jóvenes, en el pie de monte se encuentran suelos más desarrollados: franco, franco-arcillosos, franco limosos; y suelos muy arcillosos en lugares con mayor altura. (SERNAP, Plan de Manejo de la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquia - Tarija - Bolivia 2015 - 2025, 2015)

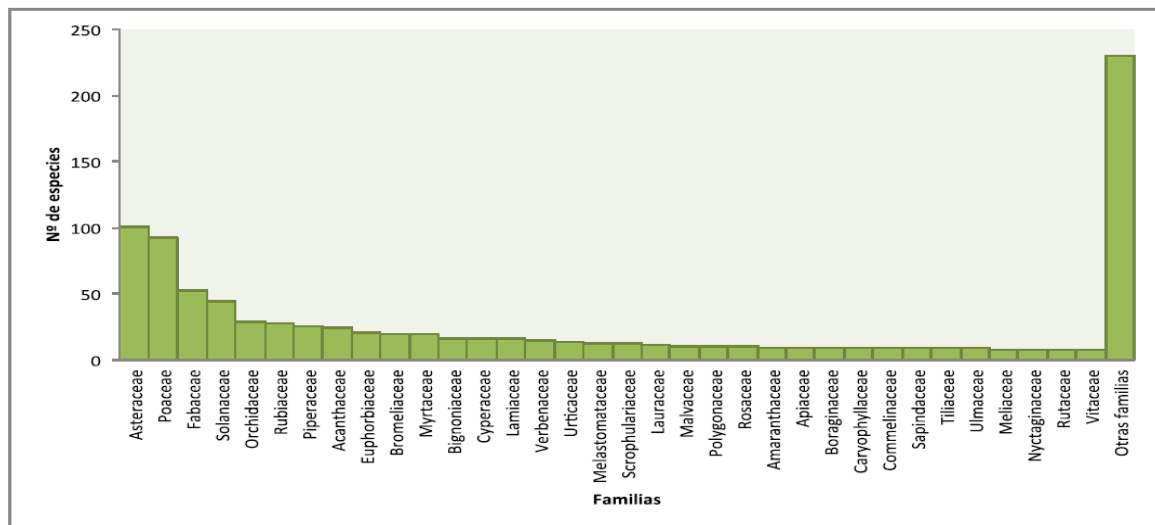
2.1.3.1.7 Vegetación y flora

2.1.3.1.7.1 Flora

La flora de la Reserva, está relacionada con la provincia biogeográfica del Gran Chaco, Puna Occidental y en menor grado con la del Cerrado y Paranaense. Donde los bosques húmedos y subhúmedos son los que presentan mayor diversidad de especies de flora, aunque estos sean aún menores a otros bosques húmedos encontrados en las regiones de los yungas y amazonia de Bolivia (SERNAP, Plan de Manejo de la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquia - Tarija - Bolivia 2015 - 2025, 2015).

Según datos registrados por Paniagua (1999), Morales y Sarmiento (1999), complementado con registros del presente trabajo, el área protegida tiene un total de 1035 especies de plantas vasculares, distribuidas en 120 familias. Del total de las especies 123 corresponden o están incluidas dentro del grupo de Pteridophytas (helechos) y 912 especies corresponden a plantas superiores (Angiospermas y Gimnospermas), donde destacan las familias por su número de especies: Asteraceae (102 spp), Poaceae (92 spp), Fabaceae (53 spp), Solanaceae (44 spp) y Orchidaceae (29 spp). (Estas 5 familias dominantes que en conjunto agrupan a la tercera parte de todas las especies representando solamente al 5% de familias de plantas vasculares de la Reserva. (Ver anexo 4)

Imagen N° 4: Relación N de especies/familias de plantas vasculares de la RNFFT



Fuente: (SERNAP, Plan de Manejo de la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquia - Tarija - Bolivia 2015 - 2025, 2015)

2.1.3.1.7.2 Vegetación

Los resultados obtenidos en el diagnóstico de campo reflejan que los bosques subandinos húmedos muestran la mayor riqueza y diversidad de especies (I.Shannon=3,6), seguida de los bosques subandino subhúmedos (I. Shannon=3,3) y del bosques montanos húmedos (I. Shannon=2,25) según escala de valores de I. Shannon que es del 1 al 5 por lo tanto se tienen valores intermedios donde indica que hay elevados valores de diversidad. Por tanto estos ecosistemas son los más importantes respecto al número de especies, y claves para mantener la dinámica y los procesos ecológicos de la biodiversidad regional (SERNAP, Plan de Manejo de la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquia - Tarija - Bolivia 2015 - 2025, 2015).

A continuación se presentan la descripción de cada tipo de vegetación y algunas consideraciones acerca de su estado de conservación:

- **Bosque montano húmedo. Comunidad de *Podocarpus parlatorei*–
*Crinodendron tucumanum***

Bosques húmedos de fisonomía siempre verde con dosel superior de 15-25 m de altura; ocupa laderas de fuertes pendientes, pequeños valles y colinas inter-montanas, donde desarrollan mayor altura los árboles dominantes. Los suelos pueden variar desde muy

profundos en áreas de baja pendiente hasta muy superficiales y pedregosos en laderas montañas de fuerte pendiente.

Dentro de esta formación de vegetación, se desarrollan franjas continuas entre los 1800-2500 m entremezcladas con elementos de colindantes tanto en su límite inferior como superior, sin embargo son distintivos y abundantes algunos elementos florísticos que caracterizan esta unidad como el Pino de cerro (*Podocarpus parlatorei*) y el Nogal (*Juglans australis*)

Estructuralmente este bosque tiene varios estratos, donde el dosel superior puede llegar a medir hasta 25 m de altura con fustes gruesos mayores a 50 cm. de DAP y copas del dosel semi abiertas a abiertas, las especies dominantes en este nivel son el pino de cerro (*Podocarpus parlatorei*), el Nogal (*Juglans australis*) y el Cedrillo (*Cedrela lilloi*). El dosel medio con árboles de entre 10-15 m conformados por las siguientes especies: *Siphoneugena occidentalis*, *Myrcianthes pseudomato*, *Crinodendron tucumanum*, *Xylosma pubescens*, *Ilex argentina*, *Eugenia pungens*, *Cinammomum porphyria*, *Ternstroemia congestiflora*, *Roupala meisneri*, *Tabebuia lapacho*, *Oreopanax steinbachianus*, *Oreopanax kuntzei*, *Nectandra sp*, *Clethra scabra*.

El sotobosque denso menor a 3 m conformado por las siguientes especies: *Randia spinosa*, *Viburnum seemenii*, *Rubus bogotensis*, *Dunalia brachycantha*, *Iochroma australe*, *Cestrum strigillatum*, *Abutilon grandiflorum*. En los doseles, fustes y ramas son comunes, comunidades de plantas epifitas que caracterizan la fisonomía interna del bosques donde la bromeliacea *Tillandsia usneoides* asemeja un manto colgante en gran parte de los árboles, acompañada de cactaceas colgantes como *Rhipsalis lorentziana*, *Acanthorhipsalis monacantha* y la piperaceae *Peperomia arifolia*.

- **Bosque subandino húmedo. Comunidad de *Blepharocalyx salicifolius* – *Cordia trichotoma***

Ocupan laderas como fondos de valles de las serranías medias del subandino, donde transicionan en su límite inferior con bosques chaco serrano formando ecotonos notorios entre bosques húmedos, subhúmedos y secos entre los 800-1000 m. Cabrera y

Willink, 1973. Estructuralmente estos bosques presentan varios estratos difíciles de diferenciar:

El dosel superior puede alcanzar fácilmente los 30-35 m de altura, es denso y está conformado por diferentes especies que varían en abundancia según su posición topográfica (Ladera, fondo de valle y cresta), las especies dominantes son: *Cedrela fissilis*, *Cordia Trichotoma*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Tipuana tipu*, *Diatenopteryx sorbifolia*, *Juglans australis*, *Lonchocarpus lilloi*, *Tabebuia lapacho*.

El dosel medio es poco denso y abierto con especies como *Myrcianthes pseudomato*, *Myrcianthes mato*, *Cupania vernalis*, *Myroxylon peruiferum*, *Parapiptadenia excelsa*, *Dendropanax arboreus*, *Ficus maroma*. El dosel inferior y sotobosque está formado por *Chrysophyllum gonocarpum*, *Coccoloba tiliácea*, *Cyphomandra betacea*, *Sambucus peruviana*, *Adenaria floribunda*, *Terminalia triflora*, *Celtis sp*, *Allophylus edulis*, *Inga saltensis*, *Piper amalago*, *Prockia crucis*.

En áreas más expuestas de crestas y laderas de exposición Este se pueden encontrar elementos florísticos de ambientes más secos como *Anadenanthera colubrina*, *Caesalpinia pluviosa* y *Cereus tacuaralensis*. Una de las principales características de estos bosques es la elevada humedad ambiental que genera verdaderas comunidades de epifitas que le dan una fisonomía bastante peculiar a estos bosques, las epifitas están formadas por las especies: *Tillandsia usneoides*, *T. Tenuiflora*, *Tillandsia máxima*, *Rhipsalis tucumanensis*, *Peperomia arifolia*, *Oncidium bifolium*, *Laelia lundii*, *Pleurothallis luteola*, *Campylocentrum grisebachii*, *Pleurothallis obovata*, *Isochilus linearis*.

- **Bosques subandino subhúmedos. Comunidad de Tipuana tipu-Parapiptadenia excelsa**

Bosques subhúmedos que se encuentran entre los 1000-1500 m. ocupan laderas de serranías altas y medias del subandino, donde transicionan en su límite inferior con los bosques húmedos. Florística y estructuralmente son similares a la anterior formación,

la única diferencia es que tienen mayor densidad las especies semidecíduas como el cebil (*Anadenanthera colubrina*), el chari (*Parapiptadenia excelsa*) y la Tipa (*Tipuana tipu*)

Como en el caso de la anterior formación estos bosques presentan varios estratos que son muy difíciles de diferenciar, el dosel superior puede alcanzar fácilmente los 25-30 m de altura, la diversidad de especies es alta, el dosel es semiabierto con árboles de hojas mayormente semidecíduas y está conformado por varias especies que varían en su abundancia según su posición topográfica (Ladera, cresta)

Las especies dominantes: *Anadenanthera colubrina*, *Cedrela fissilis*, *Cordia Trichotoma*, *Tipuana tipu*, *Diatenopteryx sorbifolia*, *Juglans australis*, *Lonchocarpus lilloi*, *Tabebuia lapacho*. El dosel medio poco denso y abierto con especies como *Myrcianthes pseudomato*, *Myrcianthes mato*, *Cupania vernalis*, *Myroxylon peruiferum*, *Parapiptadenia excelsa*, *Dendropanax arboreus*, *Ficus maroma*. El dosel inferior y sotobosques formado por *Chrysophyllum gonocarpum*, *Coccoloba tiliácea*, *Adenaria floribunda*, *Terminalia triflora*, *Celtis sp*, *Allophylus edulis*, *Inga saltensis*, *Piper amalago*, *Prockia crucis*.

- **Bosques subandinos seco. Comunidad de *Myroxylon peruiferum-Loxopterygium grisebachii***

Bosques deciduos a semidecíduos (subhúmedos), que se encuentran en las últimas serranías del subandino por debajo de los 1000 m. ocupan laderas de exposición norte y este, donde los niveles de insolación son mayores, esta situación limita la presencia a especies de amplia distribución en bosques secos, tanto de valles como del Chaco y la Chiquitanía.

Estructuralmente pueden diferenciarse 2 estratos, el dosel superior que no supera los 15-20 m de altura, con copas abiertas y deciduas, conformado por las siguientes especies: *Anadenanthera colubrina*, *Caesalpinia pluviosa*, *Eriotheca roseorum*, *Ruprechtia triflora*, *Myroxylon peruiferum*, *Enterolobium contortisiliquum*,

Parapiptadenia excelsa, *Astronium urundeuva*, *Amburana cearensis* y *Loxopterygium grisebachii*.

El sotobosque muy abierto con bastantes lianas que le dan una fisonomía muy particular, donde la presencia del cactu columnar *Cereus tacuaralensis* denota una fuerte afinidad a bosques deciduos o xerofíticos.

Este tipo de bosque ocupa áreas pequeñas y actualmente presentan buen estado de conservación, ya que las fuertes pendientes y las características dasométricas de bosques limitan su aprovechamiento para fines forestales o agrícolas.

- **Áreas antrópicas y/o vegetación secundaria**

Estas zonas presentan mosaicos heterogéneos de áreas perturbadas con niveles variados de sucesión vegetal en medio de áreas de cultivos y ganadería extensiva. Esta situación ha condicionado la ocurrencia de especies de rápido crecimiento o invasoras en gran parte de su extensión en forma de manchas dispersas, donde la cobertura vegetal original por influencia antropogénica, se convirtió en matorrales de bajo dosel hasta herbazales ralos, en algunos casos de carácter espinoso, compuestos generalmente por especies arbustivas y pastos tolerantes, cuya dispersión está relacionada a la ganadería extensiva.

Algunas especies como la tusca (*Acacia aroma*) y el espinillo (*Acacia albicorticata*) se ven favorecidas porque sus frutos son alimentos de herbívoros locales y sus semillas diseminadas por vía endozoica. Entre las especies de vegetación secundaria, se puede mencionar: *Dodonea viscosa*, *Baccharis salicifolia*, barba de chivo (*Clematis sericea*), mata-caballo (*Cestrum parqui*), coca cabra (*Capparis tweddiana*), garabata (*Bromelia serra*).

2.1.3.1.8 Potencial ecológico forestal

A diferencia del potencial forestal propiamente dicho que solamente contempla las características forestales medidas a través de parámetros dendrológicos (diversidad, altura, densidad, área basal, volumen, abundancia, etc). El potencial forestal ecológico se refiere a “Las distintas capacidades actuales de las diferentes zonas de un

determinado territorio para sostener adecuadamente el desarrollo de bosques naturales en equilibrio con las condiciones ambientales existentes en cada zona. Y se diagnostica utilizando el concepto de factores limitantes; es decir, todos aquellos factores del medio que de forma crítica o principal son responsables de las limitaciones naturales a la biomasa, altura, diversidad y estructura del bosque”. (Navarro, 2008).

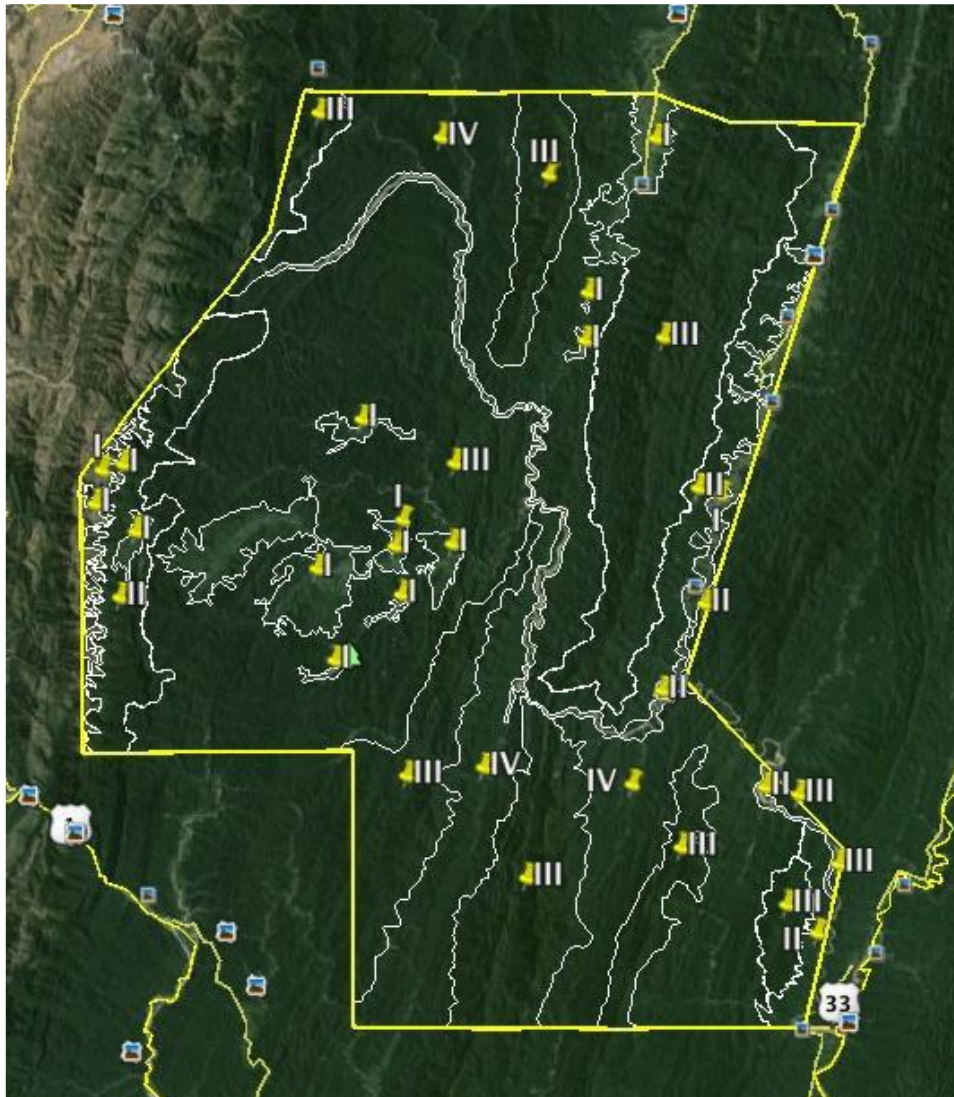
En este sentido, los resultados obtenidos, se presentan bajo la siguiente clasificación:

- **Estratos I. Las zonas con potencialidad muy baja a inexistente,** corresponden básicamente a zonas de bosques con pobre representación de especies forestales, limitantes severas o muy degradados y en algunos casos transformados hacia otros sistemas de uso. Estas áreas cubren extensiones considerables en el municipio y están fuertemente impactados por diversas actividades y se presentan como mosaicos heterogéneos de vegetación sucesional en diferentes estados de desarrollo, ocupa un área aproximado de 16778,02ha. En esta estratos se incluyen aquellas áreas que por sus características propias no tienen propiedades para sostener bosques como los pajonales altoandinos. Estas áreas tienen diferentes tipos de usos, de los cuales el más predominante es la agricultura y ganadería extensiva.
- **EstratosII. Las zonas con potencial medio,** están distribuidas en dos zonas distintas dentro el área protegida. La primera ocupa las montañas altas por encima de los 1800-2000 msnm. Estas zonas presentan limitantes ambientales severas como altas pendientes, además de haber sufrido fuertes impactos de explotación de especies forestales. Ocupa un área de 27295,45ha. Entre las especies más importantes tenemos al Pino de Cerro (*Podocarpus parlatorei*), El Nogal (*Juglans australis*), Durasnillo (*Prunus tucumanensis*), Aliso (*Alnus acuminata*). El segundo sector se encuentra en las partes más bajas de las serranías en el subandino, estas zonas son predominantemente más secas y muchas de ellas han sufrido impactos severos en el recurso forestal, además de tener fuertes limitantes de humedad, suelo y pendientes. Entre las especies más importantes tenemos al Cebil (*Anadenanthera colubrina*), Morado

(*Machaerium scleroxylon*), Cuta (*Phyllostylon rhamnoides*) y Mara valluna (*Loxopterigyum grisebachii*)

- **Estratos III. Las zonas con potencial alto a medio**, están representadas por áreas boscosas de carácter semicaducifolio y están distribuidos a lo largo de las serranías altas a colinas medias a suaves. En extensión ocupa un área de 134828,10ha, estas áreas presentan limitantes ambientales importantes por efecto de la pendiente, que limita la retención de agua en los primeros horizontes del suelo, lo que limita los volúmenes o biomasa forestal, por otro lado el bioclima es menos húmedo y las especies con mayor potencial forestal han sido diezmadas por actividades forestales no planificadas y extracción ilegal. Entre las especies que presentan mayor abundancia y densidad están: el Cebil (*Anadenanthera colubrina*), Chari (*Parapiptadenia excelsa*), Tipa (*Tipuana tipu*), Lanza Blanca(*Cordia trichotoma*), Quina colorada (*Myroxylon peruiferum*), Cedreillo (*Cedrela lilloi*).
- **EstratosIV. Las zonas con potencial alto**, ocupan un bloque casi homogéneo con pequeños fragmentos, ocupan un área de 68440,95 ha. estas áreas están restringidas a zonas boscosa, presentan un bioclima más húmedo y paisajes de colinas suaves a leves del subandino hasta fondos de valles y pequeños glacis de piedemonte. La riqueza de especies forestales es alta e importante con árboles valiosos como el Cedro (*Cedrela fissilis*), Lanza Blanca (*Cordia trichotoma*), la Tipa (*Tipuana tipu*), Roble (*Amburana cearensis*), Nogal (*Juglans australis*), Lapacho (*Tabebuia lapacho*), (*Lonchocarpus lilloi*), Laurel blanco (*Nectandra angusta*).

Mapa N° 3: Potencial ecológico forestal de la RNFFT



Fuente: SERNAP, 2015

7.1.1. Comunidades que se encuentran dentro de la RNFFT

La RNFFT se encuentra dentro del Departamento de Tarija, involucra las Provincias de Arce, O'Connor y Cercado.

Tabla N° 4: Comunidades dentro de la RNFFT

Municipio	Distrito	Cantón	Comunidad RNFFT
Padcaya	Distrito 8	Tariquia	Acherales
			San José
			Puesto Rueda
			Pampa Grande
			San Pedro
			Chillahuatas
			Volcán Blanco
			Motovi
			Cambari
	Acheralitos		
	Distrito 10		La Planchada
Distrito 11		El Cajón	
Entre Ríos	Distrito 3	Salinas	Los Campos
			Lagunillas
			La Misión
	Distrito 4	Chiquiaca	Chiquiaca Norte
			Chiquiaca Centro
			Chiquiaca Sud
			Loma Alta
			Pampa Redonda
			Chajllas
Cercado			Tipas

Fuente: (SERNAP, Plan de Manejo de la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquia - Tarija - Bolivia 2015 - 2025, 2015)

2.2 MATERIALES

- GPS, cámara fotográfica.
- Bolsas plásticas para muestras.
- Cintas métricas.
- Cinta adhesiva.
- Martillos y clavo.
- Pala y palitas jardineras, machetes.
- Marcadores, tiza.
- Mapas y planillas de campo.
- Sierra.
- Cordón para marcar área.

2.3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1 Enfoque de investigación

- **Cuantitativa.** Usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías (Sampieri, 2014). Se aplicara el siguiente metodo porque se realizara la recolección de datos de campo y muestreo para la determinación de la biomasa, el recuento y cómputo de la información, realización de gráficos y tablas para su posterior análisis.
- **Cualitativa.** Utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación (Sampieri, 2014). Nos permitirá conocer las características de las unidades de vegetación del área de estudio, asimismo el reconociendo de los diferentes estratos vegetativos del área.

2.3.2 Tipo de investigación

- **Exploratoria.** Los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes (Sampieri, 2014). Ya que no existe información sobre el secuestro de carbono del área estudiada y nos servirá para familiarizarnos con el tema de estudio.
- **Descriptiva.** El método descriptivo es uno de los métodos cualitativos que se usan en investigaciones que tienen como objetivo la evaluación de algunas características de una población o situación en particular (Okdiario, 2019). Debido a que se realizara la descripción de las propiedades y características del secuestro de carbono, biomasa, cantidad de carbono y cantidad de dióxido de carbono para posteriormente estimar el valor económico de los diferentes estratos de vegetación de la Reserva Nacional de Flora y Fauna.

2.3.3 Técnica de investigación

- **Técnica documental.** Permite la recopilaciones de información para enunciar las teorías que sustentan el estudio de los fenómenos y procesos (Ramos G. M., 2013) Nos permitirá revisar la información secundaria del área de estudio y documentos que sirvan para el enriquecimiento y desarrollo del trabajo. Los instrumentos que utilizarán citas bibliográficas, libros y textos, revistas y otros que necesarios para el desarrollo de la presente investigación.
- **Técnica de observación.** Permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad objetiva (Ramos G. M., 2013). Ya que se realizará el inventario forestal de la vegetación del área de estudio y toma de muestra tanto de vegetación como del suelo. Los instrumentos a utilizar serán: Planillas de campo, mapas, cámara fotográfica, GPS.

2.3.4 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación será la no experimental, ya que se realizará la observación del fenómeno tal como se dan en su contexto natural, no se genera ninguna situación, si no que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación. (Sampieri, 2014)

2.3.5 Población y muestra

2.3.5.1 Población

La superficie de la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquía es de 246.870 ha = $24787 \cdot 10^5 \text{ m}^2$.

2.3.5.2 Tamaño mínimo de muestra requerido

El área de estudio es de aproximadamente 246870 ha o $24787 \cdot 10^5 \text{ m}^2$. Como el método implica medir porciones de terreno y no especies individualmente, el tamaño de la muestra fue determinada probabilísticamente (Mecanismo de sorteo para que cada

unidad de muestreo posea la misma probabilidad de ser seleccionada) mediante la siguiente fórmula general (ICRAF, 2009)- (Pece, 2011):

$$n = \frac{N\sigma^2 Z_\alpha^2}{e^2(N - 1) + \sigma^2 Z_\alpha^2}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra.

N = Tamaño de la población.

σ = Desviación estándar de la población.

e = Margen de error máximo admitido.

Z_α : desviación del valor medio que aceptamos para lograr el nivel de confianza deseado. A mayor nivel de confianza menor nivel de error. En función del nivel de confianza que busquemos, usaremos un valor determinado que viene dado por la forma que tiene la distribución de Gauss. Los valores más frecuentes son:

- Nivel de confianza 95 % -> $Z=1.96$

- Nivel de confianza 97 % -> $Z=2.17$

- Nivel de confianza 98 % -> $Z=2.38$

- Nivel de confianza 99 % -> $Z=2.575$

Se admite un valor de 0,5 para la desviación estándar de la población ya que no se tienen datos de estudios previos a la investigación. Se usó un nivel de confianza del 98 % (Z_α : 2.38) con el fin de aumentar la precisión y exactitud del estudio frente al 95% que es normalmente usado en las investigaciones.

- Así con un nivel de confianza del 98%, el error máximo admitido fue 2 % (e: 0.02).

$$n = \frac{24787 \cdot 10^5 \times (0,5)^2 \times (2,38)^2}{(0,02)^2 \times (24787 \cdot 10^5 - 1) + (0,5)^2 \times (2,38)^2}$$

$$n = 3540,24 \text{ m}^2$$

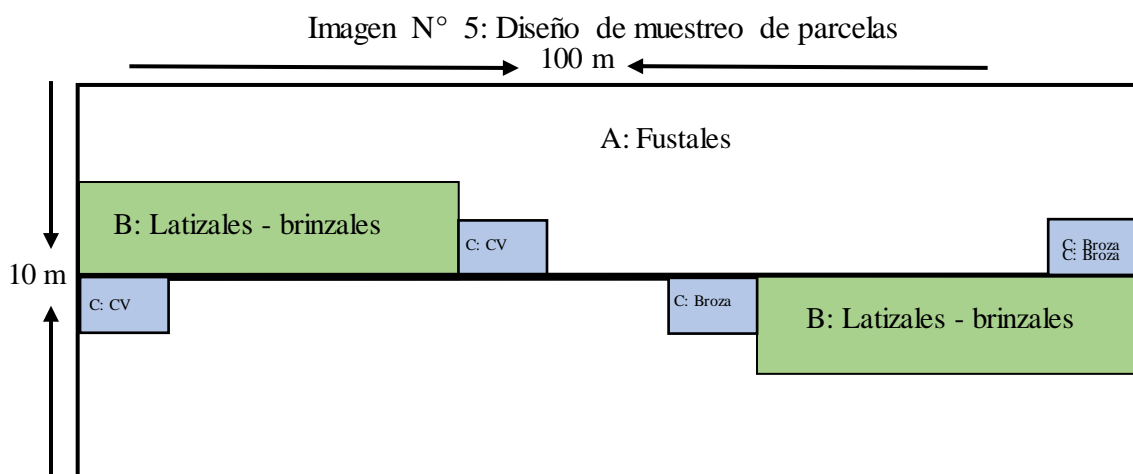
Por lo tanto, el tamaño mínimo requerido para el muestreo fue igual a 3.540,24 m²

2.3.5.3 Determinación del número de parcelas de muestreo

Tomando en cuenta la superficie mínima para muestreo se plantea la realización de 8 parcelas con dimensiones de 10m x 100m, donde se realizará un muestreo total de 8000 m² dentro de la RNFFT.

2.3.5.3.1 Tamaño y diseño de parcelas de muestreo

La metodología para definir el área mínima de muestreo y tipo de muestreo de la vegetación, se basará en la metodología de transectos ya que es utilizado por su rapidez con que mide y por la mayor heterogeneidad con que se muestrea la vegetación. Asimismo el Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal recomienda que para evaluar la vegetación arbórea con DAP mayor a 10 cm. se deben tomar transectos 10 x 100 m (BOLFOR, 2000)



Fuente: BOLFOR, 2000

De la parcela propuesta se tomara de 2 a 3 muestras como subparcelas, las mismas que tendrán las siguientes características:

- **Transecto A (Fustales):** Parcelas de 10 m x 100 m donde evaluarán los árboles vivos y muertos con un DAP mayor a 10 cm. a una altura de 130 cm. del nivel del suelo.

- **Transecto B (Latizales):** Parcelas de 4x25 m y sirven para muestrear árboles menores a 10 cm. de DAP y mayores a 2 m. de altura.
- **Transectos C (Herbáceo):** son de tamaño mucho menor 1x1 m. y servirán para el muestreo de broza y la herbácea.

2.3.5.4 Diseño de muestreo

- Muestreo aleatorio estratificado. En este tipo de muestreo la población en estudio se separará en subgrupos o estratos que tienen cierta homogeneidad. (BOLFOR, 2000)
- Transectos. Un Transecto es un rectángulo situado en un lugar para medir ciertos parámetros de un determinado tipo de vegetación. El tamaño de los transectos puede ser variable y depende del grupo de plantas a medirse. (BOLFOR, 2000)

Por lo tanto se aplicará el muestreo aleatorio estratificado con transectos.

En base a planos existentes (Información secundaria) se realizó la identificación de las áreas de muestreo tomando en cuenta de obtener mayor información representativa del área de estudio como así también la accesibilidad a los puntos de muestreo.

Tabla N° 5: Coordenadas de parcelas de muestreo.

N° Parcela	Comunidad	Coordenadas UTM		Altitud (Msnm)
		X	Y	
1	Chiquiacá Norte	384413	7589262	759
2	Chiquiacá Centro	380462	7578560	896
3	Loma Alta	379983	7571914	883
4	Pampa Redonda	376934	7566845	910
5	Guardiana	338820	7564356	1920
6	Motovi	357875	7560929	998
7	Pampa Grande	351672	7563377	1140
8	Acheralito	350550	351672	1888

Fuente: Elaboración propia.

2.3.6 Variables a registrar en el campo

Las variables que se tomaron en cuenta fueron adaptadas de la Guía para la instalación y evaluación de parcelas permanentes de muestreo (Bolfor)

- Nombre común.
- Diámetro a la altura del pecho (1,30 desde el suelo). (Ver anexo 5 - 7)
- Altura total.
- Altura Comercial en metros.

2.4 ESTRUCTURA METODOLÓGICA

2.4.1 Fase de gabinete

- Recopilación de información secundaria que ayudarán al desarrollo del proyecto.
- Diseño de las planillas de campo que se utilizarán para el inventario forestal (Arbórea, arbustiva, herbácea) (Anexo 6 - 7)

2.4.2 Fase de campo

De acuerdo a los siguientes puntos:

- Reconocimiento del área de estudio.
- Instalación de parcelas de muestreo que consiste en la demarcación de las parcelas utilizando materiales para identificar el área y posteriormente realizar el inventario forestal de la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea. La instalación de las parcelas se realizará en base imagen N° 4.
- Para el inventario forestal de los fustales que tienen DAP > 10 cm. se tomará en cuenta variables como ser: nombre común, diámetro altura pecho, altura comercial.

- Para el inventario de latizales y brinzales (DAP < 10 cm), se tomarán en cuenta variables como ser: nombre común y el número de tallos que tengan cada individuo.
- Herbácea- broza. De las sub parcelas de 1 m. * 1 m. se realizó la toma de muestras de la parte herbácea y broza, donde en situ se ejecutó el pesado de los materiales encontrados en 1 m² (Imagen N° 4) para ser posteriormente enviadas al laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Ciudad de Tarija.

2.4.3 Fase pos campo

- Procesamiento y sistematización del inventario forestal de campo (Cálculo)
- Cálculo de la biomasa en base a la información recolectada de la parte arbórea, arbustiva y herbácea, aplicando ecuaciones alométricas propuestos por diferentes autores en el área de estudio y los resultados de laboratorio.
- Cálculo del stock de carbono del estrato arbóreo, arbustivo, herbáceo a través de ecuaciones propuesto por diferentes autores en área de estudio.
- Valoración económica en base a los resultados del stock de carbono y precios actuales del mercado internacional de carbono.
- Elaboración del documento final en base a observaciones y correcciones.
- Se realizará la participación en 1 o 2 reuniones con el directorio del Sernap con la finalidad de socializar o hacer la entrega del documento de investigación, el cual servirá de apoyo para mejorar la gestión ambiental del plan de manejo de la RNFFT 2015 – 2025.

2.5 PROCESO METODOLÓGICO – ECUACIONES ALOMÉTRICAS A UTILIZAR

Teniendo en cuenta que la presente investigación es conservacionista se utilizará el método no destructivo o indirecto para el estudio de la biomasa y contenido de carbono del área de estudio calculados por medio de análisis de regresión entre las variables

colectadas en terreno e inventarios forestales (Schlegel, 2002). Asimismo para el cálculo de biomasa y estimación económica de carbono se adaptarán ecuaciones alométricas utilizadas en la provincia de Salta y de la facultad de Ingeniería del Perú (Silvina Manrique, 2009) (Valenzuela, 2015) y (Ramos I. a., 2018)

2.5.1 Fustales

Para realizar el inventario forestal se instalarán transectos rectangulares con dimensiones de 10m *100m (1000 m²) donde se realizará el muestreo de la parte arbórea, donde se realizará la medición del diámetro (DAP) de los árboles a una altura del pecho o 130 cm. (Anexo 5 -7)

2.5.1.1 Cálculo de diámetro

Con la finalidad de tener el diámetro de los árboles y para esto se aplicará los siguientes cálculos matemáticos con las siguientes ecuaciones. (BOLFOR, 2000)

$$DAP = CAP \div \pi \quad \text{Ecu. 1}$$

Donde:

DAP: Diámetro de árbol a la altura del pecho (130 cm.)

P: Longitud de circunferencia del árbol a 130 cm.

π : 3,1415

2.5.1.1.1 Determinación de la biomasa

Para la estimación de la biomasa se aplicarán ecuaciones alométricas en este caso se utilizarán ecuaciones adaptadas. (Segovia, 2017)

1) Biomasa aérea de árbol vivo

- Para la estimación de la biomasa para la provincia O'Connor se tomó la ecuación alométrica propuesta por Brown (1997) tomando en cuenta que la precipitación media anual de 900 mm. (bosque seco) Ecuación utilizada para el Chaco Argentino.

$$Y = \text{Exp}^{-1,996+2,32 * \ln (DAP)} \quad \text{Ecu. 2}$$

Donde:

Y: Biomasa aérea de árboles (Kg.)

DAP: Diámetro altura pecho a 130 cm.

- Para la estimación de la biomasa en el Municipio de Padcaya se utiliza la ecuación propuesta para Bolivia por Dauber (2002) para bosques húmedos, por lo tanto se utiliza la siguiente ecuación:

$$BA = \text{EXP}[-2,409 + 0,952 * \ln ((DM * (DAP)^2 * He))] \quad \text{Ecu. 3}$$

Donde:

BA: Biomasa aérea kg/árbol.

DM: Densidad de la madera (g/cm³)

DAP: Diámetro altura pecho.

He: Altura estimada (m)

2) Biomasa aérea de árboles en parcela

$$B_{AAP} = (\sum BAA) / A_p \quad \text{Ecu. 4}$$

Donde:

BAAP: biomasa aérea de árboles en parcela (kg ha⁻¹)

$\sum BAA$: sumatoria de la biomasa aérea de árboles (Kg)

A_p : área de parcela (ha) (= 0.1 ha)

3) Conversión (kg a t)

$$BAAP = (\bar{X}BAAP) \times (1/1000) \quad \text{Ecu. 5}$$

Donde:

BAAS: biomasa aérea de árboles en parcela (t ha⁻¹)

$(\bar{X}BAAP)$: promedio de biomasa aérea de árboles en parcela (kg. ha⁻¹)

(1/1000) Factor de conversión de Kg a t.

4) Biomasa subterránea de árboles en parcela

Para la estimación de la biomasa de raíces arbóreas se utilizará la ecuación alométrica formulada por (Cairns et. Al 1997), válida para todos los tipos de bosques naturales.

$$B_{SAP} = e^{[-1,085 + 0,9256 * \ln(BAAP)]} \quad \text{Ecu. 6}$$

Donde:

BSAS: biomasa subterránea de árboles en parcela (t ha⁻¹).

ln = logaritmo natural.

e: número de Euler.

BAAP: biomasa aérea de árboles en parcela (t ha⁻¹)

5) Biomasa total de árboles en parcela

$$B_{TAP} = (B_{AAP} + B_{SAP}) \quad \text{Ecu. 7}$$

Donde:

B_{TAE}: Biomasa total de árboles (t ha⁻¹)

BAAP: Biomasa aérea de árboles en parcela (t ha⁻¹)

BSAP: Biomasa subterránea de árboles en parcela (t ha⁻¹)

2.5.1.1.2 Determinación del carbono

a) Determinación del stock de carbono

$$C_A = (B_{TAP}) * (FC) \quad \text{Ecu. 8}$$

Donde:

CA: Carbono almacenado por árboles en la parcela (t ha⁻¹)

B_{TAP}: Promedio de biomasa total árboles en parcelas (t ha⁻¹)

FC: fracción de carbono (Según IPCC = 0,5)

Una vez que se determine la cantidad de carbono se procederá a determinar la cantidad de CO₂ almacenado mediante la relación de pesos moleculares: C = 15,99 g/mol O = 12,01 g/mol.

$$CO_{2A} = (C_A) * (3,67) \quad \text{Ecu. 9}$$

Donde:

CO_{2A}: CO₂ Almacenado por los árboles en la parcela (t ha⁻¹).

CA: Carbono almacenado por los árboles en la parcela (t ha⁻¹).

3,67: Relación de peso molecular de CO₂ y C

2.5.1.2 Valoración económica

Para realizar la estimación económica del secuestro del carbono se utilizará precios del mercado (SENDECO2, 2019). Para este cálculo se utilizará la fórmula general de los gases de efecto invernadero:

a) Para realizar la estimación económica del secuestro de carbono aportado por los árboles existentes se aplicará la siguiente ecuación:

$$VEAP = (tCO_{2e}) * (\rho) * (F_c) \quad \text{Ecu. 10}$$

Donde:

VEA: Valor económico del secuestro de carbono aportado por los árboles en parcela (\$ ha⁻¹).

tCO_{2e}: Toneladas de CO₂ equivalente almacenado por los árboles en la parcela (t ha⁻¹).

ρ: Precio de CO₂ en el mercado (\$ ha⁻¹).

F_c: Factor de conversión de (\$ ha⁻¹).

2.5.2 Cálculo realizado para latizales y brinzales

Para el inventario de los arbustos se instalarán subparcelas con dimensiones de 4m. * 25m. Dentro de las parcelas para latizales con diámetro de 5 a 10 cm. a 130 cm. y brinzales con DAP menor a 5 cm. y que tengan altura mayor a 30 cm. de los cuales se sacará un promedio de las ramas a la altura medida para luego multiplicar por el número de ramas encontradas del arbusto.

2.5.2.1.1 Cálculo de diámetro

Para obtener el diámetro representativo del arbusto se utilizara la siguiente ecuación:

$$\Sigma D = \frac{(\bar{X}C) * (\#R)}{\pi} \quad \text{Ecu. 11}$$

Donde:

ΣD : sumatoria de diámetros de ramas de arbusto o diámetro.

$\bar{X}C$: promedio de las longitudes de las circunferencias de ramas de arbusto a la altura (Latizal - Brinzal)

$\#R$: número de ramas a la altura (Latizal - Brinzal)

π : pi (= 3.1415).

2.5.2.1.2 Determinación de la biomasa

a) Biomasa aérea de arbusto

Para obtener la biomasa aérea para arbusto se usará la ecuación alométrica general para arbustos de baja y media altura propuesta según adaptación (Ramos I. A., 2018)

$$B_{AA} = e^{-2,45 + 2,08 * \ln(\Sigma D)} \quad \text{Ecu. 12}$$

Donde:

$BAAP$: biomasa aérea de arbusto en parcela (Kg)

ΣD : sumatoria de diámetros de ramas de (latizal - brinzal) (o diámetro representativo del arbusto)

ln = Logaritmo natural.

E = Número de Euler.

b) Biomasa aérea de arbustos en parcela

$$B = (\sum BAAP / Ap) \quad \text{Ecu. 13}$$

Donde:

B: biomasa aérea de arbusto en parcela (kg. m²)

Σ BAAP: sumatoria de biomasa aérea de arbustos en parcela (Kg)

Ap: área de parcela (ha) (= 100 m²).

c) Biomasa t. ha

$$BAAp = (B/1000) * (10000/Ap) \quad \text{Ecu. 14}$$

Donde:

BAAp: biomasa aérea de arbustos en parcela (t ha⁻¹).

B: biomasa aérea de arbusto en parcela (kg. m²).

Factor 1000 = Conversión de las unidades de la muestra de kg. m² / t. m²

Factor 10000 = Conversión del área (m²) a hectárea

2.5.2.1.3 Determinación del carbono

b) Determinación del stock de carbono

$$C_A = (BAAp) * (FC) \quad \text{Ecu. 15}$$

Donde:

CA: Carbono almacenado por arbustos en la parcela (t ha⁻¹)

BAAp: Promedio de biomasa total arbustos en parcela (t ha⁻¹)

FC: fracción de carbono (Según IPCC = 0,5)

Una vez que se determine la cantidad de carbono se procederá a determinar la cantidad de CO₂ almacenado mediante la relación de pesos moleculares: C = 15,99 g/mol O = 12,01 g/mol.

$$CO_{2A} = (C_A) * (3,67) \quad \text{Ecu. 16}$$

Donde:

CO_{2A}: CO₂ almacenado por los arbustos en la parcela (t ha⁻¹)

CA: Carbono almacenado por los arbustos en la parcela (t ha⁻¹)

3,67: Relación de peso molecular de CO₂ y C

2.5.2.1.4 Valoración económica

Para realizar la estimación económica del secuestro del carbono se utilizará precios del mercado (SENDECO₂, 2019). Para este cálculo se utilizará la fórmula general de los gases de efecto invernadero:

a) Para realizar la estimación económica del secuestro de carbono aportado por los arbustos existentes se aplicará la siguiente ecuación:

$$VEAR = (tCO_{2e_a}) * (\rho) * (F_c) \quad \text{Ecu. 17}$$

Donde:

VEA: Valor económico del secuestro de carbono aportado por arbustos (\$ ha⁻¹)

tCO_{2e}: Toneladas de CO₂ equivalente almacenado por los arbustos en la parcela (t ha⁻¹)

ρ = Precio de CO₂ en el mercado (\$ ha⁻¹)

F_c = Factor de conversión de (\$ ha⁻¹)

2.5.3 Cálculo realizados para muestra de broza y herbácea

Para el cálculo de biomasa de broza (hojarasca, ramas caídas y detritos) se utilizó una subparcela dentro de la parcela establecida de 1m *1m, donde se realizará la colecta de los residuos en su interior, para luego realizar de pesaje de aproximadamente 20 g, la

misma que será guardada en bolsas plásticas para luego ser enviada al laboratorio para el proceso de secado en horno – estufa durante 48 horas. Se realizará el mismo procedimiento anteriormente mencionada para herbácea con la diferencia que se debe cortar al ras del suelo para obtener la muestra. Este procedimiento se realizará para la determinación entre la cantidad de peso húmedo y peso seco de la subparcelas para obtener la biomasa, por lo tanto se realizará la extracción de dos muestras por parcela. Por lo tanto se utilizará la misma fórmula para hojarasca que para hierbas y herbácea.

2.5.3.1.1 Determinación de la biomasa

a) Biomasa de Broza y herbácea en subparcela

$$B_{brp} = \frac{(W_{fbrsm}/W_{Sbrsm}) * (W_{fbrsp})}{A_{sp}} \quad \text{Ecu. 18}$$

Donde:

B_{brp} : Biomasa (Broza – Herbácea) en su-parcela (kg/m^2)

W_{fbrsm} : Peso fresco de sub-muestra de la broza – herbácea en subparcela (kg)

W_{Sbrsm} : Peso seco de sub-muestra de la broza – herbácea en subparcela (kg)

W_{fbrsp} : peso fresco de la broza – herbácea en subparcela (kg)

A_{sp} : Área de subparcela (m^2) (4 m^2).

NOTA. Se debe tomar en cuenta que las muestra será enviada al laboratorios para el secado y cálculo del respectivo de materia seca total.

b) Biomasa t. ha

$$BAAp = (B/1000) * (10000/A_{sp}) \quad \text{Ecu. 19}$$

Donde:

$BAAp$: biomasa aérea de (Broza – herbácea) en parcela (t ha^{-1})

B: Promedio de biomasa aérea (Broza – herbácea) en parcela (kg. m²)

Factor 1000 = Conversión de las unidades de la muestra de kg. m² / t. m²

Factor 10000 = Conversión del área (m²) a hectárea

2.5.3.1.2 Determinación del carbono

c) Determinación del stock de carbono

$$C_A = (BAAp) * (FC) \quad \text{Ecu. 20}$$

Donde:

CA = Carbono almacenado por la muestra broza – herbácea en la su-parcela (t ha⁻¹).

BAAp = Biomasa total por la muestra broza – herbácea (t ha⁻¹).

FC = Fracción de carbono (Según IPCC = 0,5)

Una vez que se determine la cantidad de carbono se procederá a determinar la cantidad de CO₂ almacenado mediante la relación de pesos moleculares: C = 12,01 g/mol O = 16,00 g/mol

$$CO_{2A} = (C_A) * (3,67) \quad \text{Ecu. 21}$$

Donde:

CO_{2A}: CO₂ almacenado por la muestra broza – herbácea en la sub-parcela (t ha⁻¹).

CA: Carbono almacenado por la muestra broza – herbácea en la su-parcela (t ha⁻¹).

3,67: Relación de peso molecular de CO₂ y C

2.5.3.1.3 Valoración económica

Para realizar la estimación económica del secuestro del carbono se utilizará precios del mercado (SENDECO2, 2019). Para este cálculo se utilizará la fórmula general de los gases de efecto invernadero:

- a) **Para realizar la estimación económica del secuestro de carbono aportado por los arbustos existentes se aplicará la siguiente ecuación:**

$$\text{VEBCV} = (\text{tCO}_{2\text{ea}}) * (\rho) * (\text{Fc}) \quad \text{Ecu. 22}$$

Donde:

VEBCB: Valor económico del secuestro de carbono aportado por la muestra broza – herbácea (\$ ha⁻¹)

tCO_e: Toneladas de CO₂ equivalente almacenado por la muestra broza – herbácea en la parcela (t ha⁻¹)

ρ: Precio de CO₂ en el mercado (\$ ha⁻¹)

Fc: Factor de conversión de (\$ ha⁻¹)

2.5.4 Valoración económica total

Para la estimación económica total del servicio de secuestro de carbono en la RNFFT se realizará aplicando la siguiente sumatoria:

$$\text{VETC} = \text{VEA} + \text{VEAR} + \text{VEB} + \text{VECV} + \dots \quad \text{Ecu. 23}$$

VETC= Valor económico total del servicio de secuestro de carbono por la RNFFT (Bs ha⁻¹)

VEA= Valor económico total del servicio de secuestro de carbono aportado por árboles en la RNFFT (Bs ha⁻¹)

VEAR= Valor económico total del servicio de secuestro de carbono aportado por arbusto en la RNFFT (Bs ha⁻¹)

VEB= Valor económico total del servicio de secuestro de carbono aportado por la broza en la RNFFT (Bs ha⁻¹)

VECV= Valor económico total del servicio de secuestro de carbono aportado por la muestra herbácea en la RNFFT (Bs ha⁻¹)

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En función al trabajo de campo realizado el mismo que ha sido tabulado y sistematizado nos permitirá responder a los objetivos específicos planteados.

3.1 Cuantificación de biomasa por estratos

3.1.1 Inventario forestal

Se procedió a la ubicación de las parcelas, donde luego se procedió a realizar el inventario forestal dentro de las parcelas (fustales, latizales, brinzales, broza, herbácea) de acuerdo a la ubicación realizada en gabinete, donde se registró la siguiente información insertada en el cuadro siguiente, que nos permitirá responder a los diferentes objetivos planteados.

- El inventario forestal se realizó de manera satisfactoria en compañía de un baquiano (Comunario del área) donde se realizó el llenado de las planillas con la información requerida como ser: Nombre común, diámetro altura pecho, altura total, altura comercial y otros datos necesarios. (Anexo 7)

Tabla N° 6: Especies encontradas a través del inventario forestal

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Usos
1	Afata	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab.ex.Steudel	
2	Aguay	<i>Crysophyllum gonocarpum</i> Engler	Fruto comestible
3	Arrayán	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Fruto comestible, medicinal, cercos
4	Barroso	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (H.B.K.) O.Berg	Maderable comercial
5	Bejuco	Arrabidaea corallina	Artesanías
6	Blanquillo	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meissner	Cercos
7	Canelo	<i>Drimys winteri</i>	
8	Cascarilla	<i>Croton</i> sp.3	
9	Cebil	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Maderable comercial
10	Cedrillo	<i>Cedrela fisilis</i>	
11	Cedro	<i>Cedrela</i> sp.1	Maderable comercial
12	Ceiba	<i>Eritrina falcata</i>	
13	Chanchal	<i>Trichilia</i> sp.1	

14	Chari	<i>Piptadenia sp.</i>	Cercos
15	Chirimoya silvestre	<i>Bimelia sp.</i>	Fruto comestible
16	Condor	<i>Cupania sp.</i>	Cercos
17	Dominguillo	<i>Randia sp.1</i>	
18	Duraznillo	<i>Ilex sp.</i>	
19	Guayabo	<i>Eugenia sp.1</i>	Fruto comestible
20	Guayabo de mono	<i>Eugenia pungens Berg.</i>	
21	Hediondilla	<i>Cestrum albotomentosum</i> Dammer ex Francey	Medicinal
22	Itapalla	<i>Heliocarpus americanus</i>	Medicinal
23	Jarquilla	<i>Acacia sp.</i>	
24	Jaya	<i>Cordia tricótoma</i>	
25	Kello	<i>Terminalia triflora Lillo</i>	
26	Lanza	<i>Cordia tricótoma</i>	
27	Laurel	<i>Ocotea sp.</i>	Cercos
28	Laurel blanco	<i>Nectandra sp.</i>	Cercos
29	Laurel negro	<i>Phoebe porphyria (Griseb.)Mez</i>	Cercos
30	Lecheron	<i>Sebastiania brasilensis Sprengel.</i>	
31	Manzana	<i>Ruprechtia apetala</i>	Fruto comestible
32	Mataco	<i>Achatocarpus praecox</i>	
33	Membrillo	<i>Ruprechtia apetala</i>	Medicinal
34	Mocan	<i>Scutia buxifolia Reissek</i>	
35	Mololo	<i>Sambucus peruviana H.B.K.</i>	
36	Naranja Agria	<i>Citrus sp.</i>	Fruto comestible
37	Nogal	<i>Juglans australis Griseb.</i>	Maderable, comestible
38	Palo hierba	<i>Citronella apogon (Griseb.) R.A.</i> Howard	
39	Perilla	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	Cerco

40	Pino	<i>Podocarpus parlatorei Pilger</i>	Maderable comercial
41	Puca	<i>Vassobia sp.</i>	
42	Quina blanca	<i>Lonchocarpus lilloi</i> (Hassler) Burk.	Maderable comercial
43	Quina colorada	<i>Myroxylon peruiferum L.</i>	Maderable comercial
44	Sauco	<i>Fagara sp.2</i>	Medicinal, cercos
45	Sauquillo	<i>Fagara sp.1</i>	Medicinal
46	Sombra de toro	<i>Acanthosyris falcata Griseb.</i>	
47	Suiquillo	<i>Dyatenopteryx sorbifolia</i> Raldkofer	
48	Supa	<i>Xilosma sp.</i>	Cerco
49	Tabaquillo	<i>Solanum verbascifolium</i>	
50	Tala	<i>Celtis spinosa</i>	Fruto comestible
51	Tetón	<i>Fagara nigrescens</i>	Medicinal, cercos
52	Timboy	<i>Enterolobium contortisiliquum M.</i>	
53	Tipa blanca	<i>Tipuana tipu</i>	
54	Vilcaran	<i>Piptadenia sp.</i>	Cercos
55	Yuruma	<i>Rapanea sp.</i>	
56	Zapallo	<i>Pisonia zapallo Griseb.</i>	

Fuente: Recopilación de información de diferentes textos forestales.

Se han encontrado especies de valor comercial, medicinal, comestible y artesanal, y de acuerdo a la legislación la RNFFT la misma por ser un área protegida de Bolivia no se puede realizar la comercialización en el mercado externo, pero si pueden ser aprovechables para el uso doméstico de la zona de acuerdo a usos y costumbres.

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de individuos encontrados en el inventario forestal:

Tabla N° 7: Número de individuos según estratos

Estratos	N° de individuos
----------	------------------

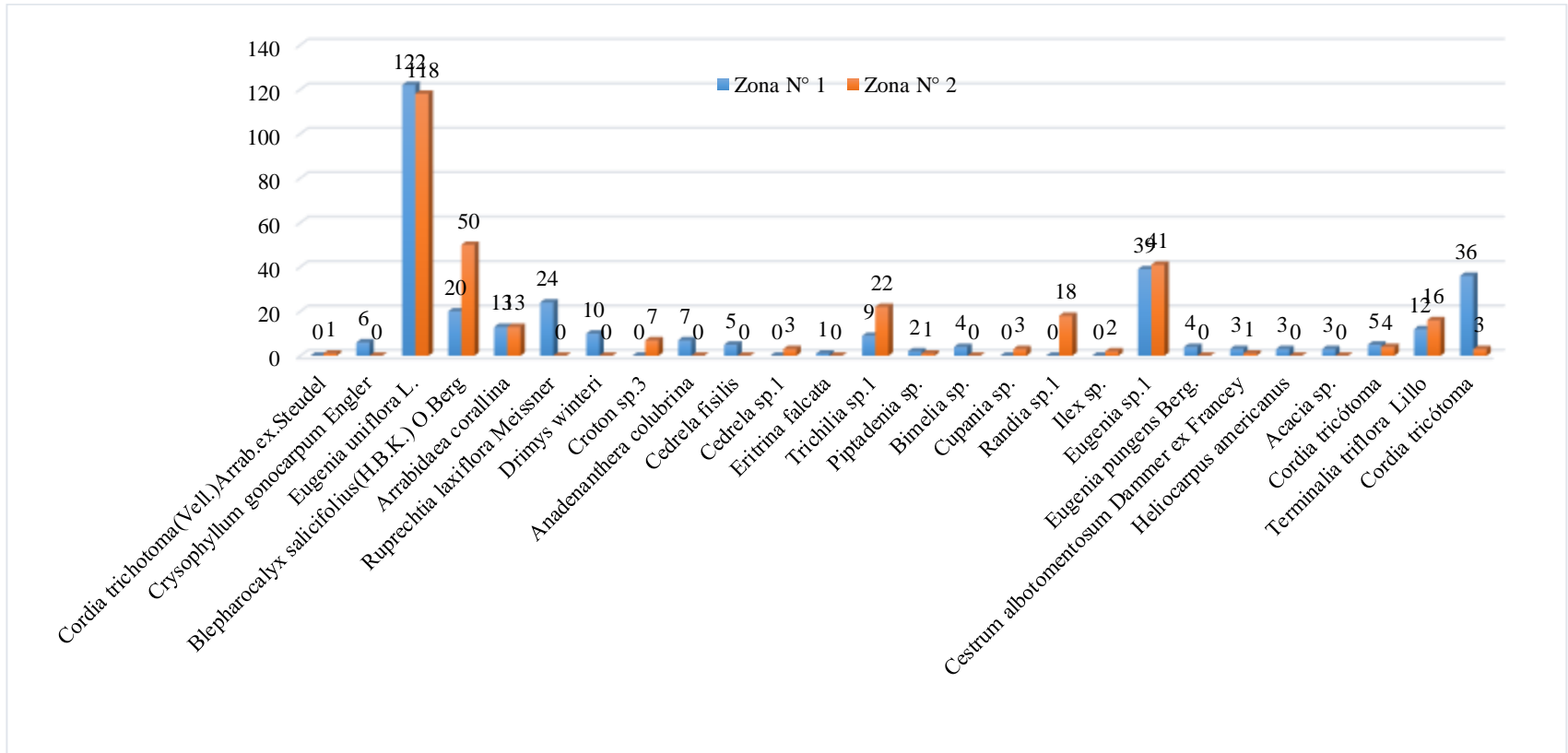
Fustales	955
Latizales	893
Brinzales	524
Broza	8
Herbácea	8

Fuente: Elaboración propia (Inventario forestal)

3.1.2 Determinación de densidades y otros datos importantes sobre el área de estudio

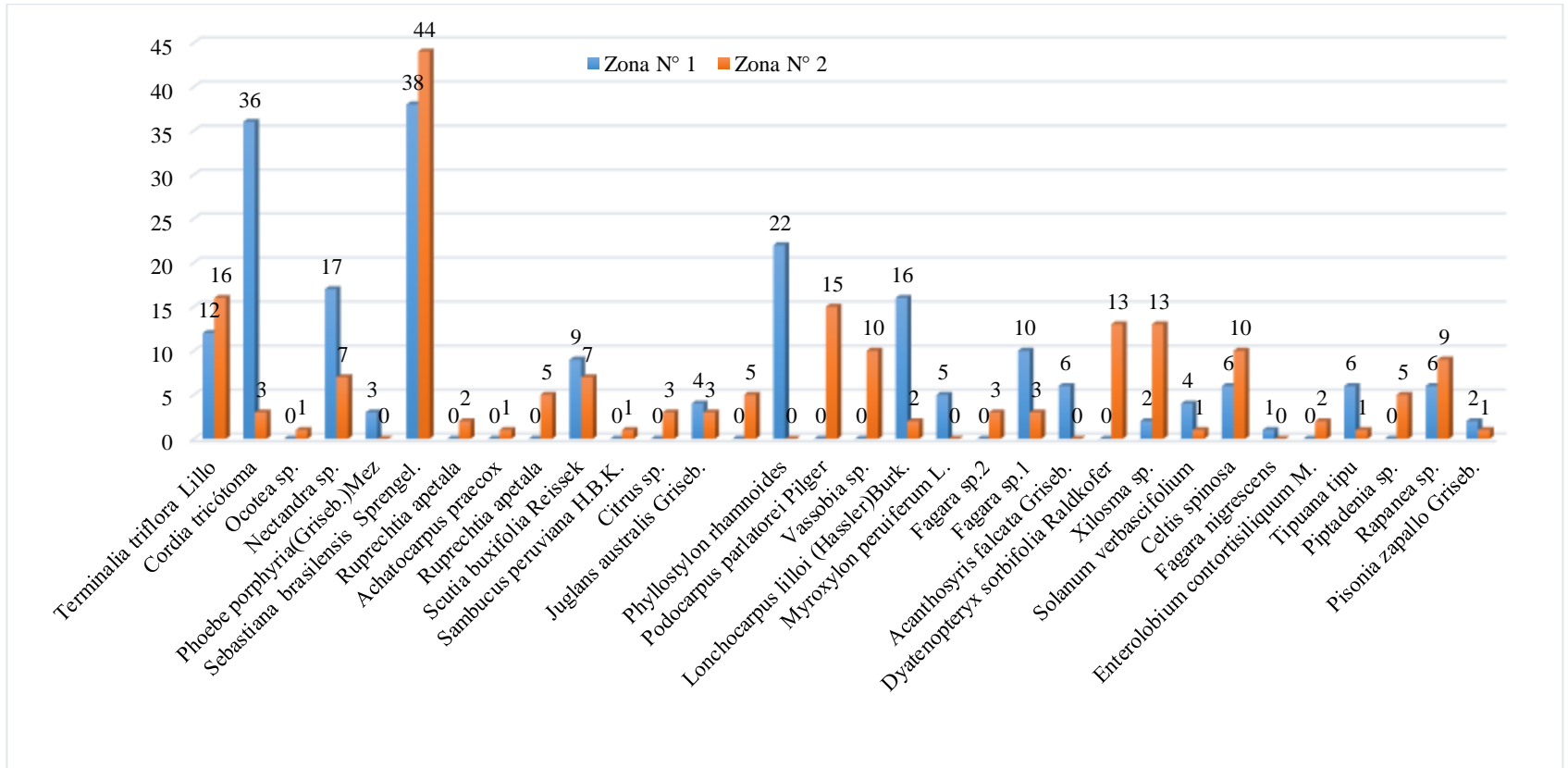
Tomando en cuenta el inventario forestal se obtuvo 56 especies en el área de estudio ubicada dentro de la RNFFT y de acuerdo al procesamiento de los datos se pudo conocer las especies con mayor abundancia, frecuencia y dominancia en el área de estudio, por lo tanto, se obtuvieron los siguientes resultados:

Gráfico N° 3: Número de especies encontradas en la RNFFT (Zona N° 1 - Zona N° 2)



Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal.

Gráfico N° 4: Número de especies encontradas en la RNFFT (Zona N 1 - Zona N 2)



Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal.

En la gráfico N° 3 y 4 se puede observar las especies y la abundancia de cada de las especies encontradas en la RNFFT tanto en la Zona N° 1 – Zona N° 2 de estudio, donde las tres especies con mayor cantidad de individuos en la especie Eugenia Uniflora (Arrayan), Eugenia sp.1 (Guayabo), Sebastiana brasilensis (Lecheron)

Tabla N° 8: Dominancia, frecuencia e importancia

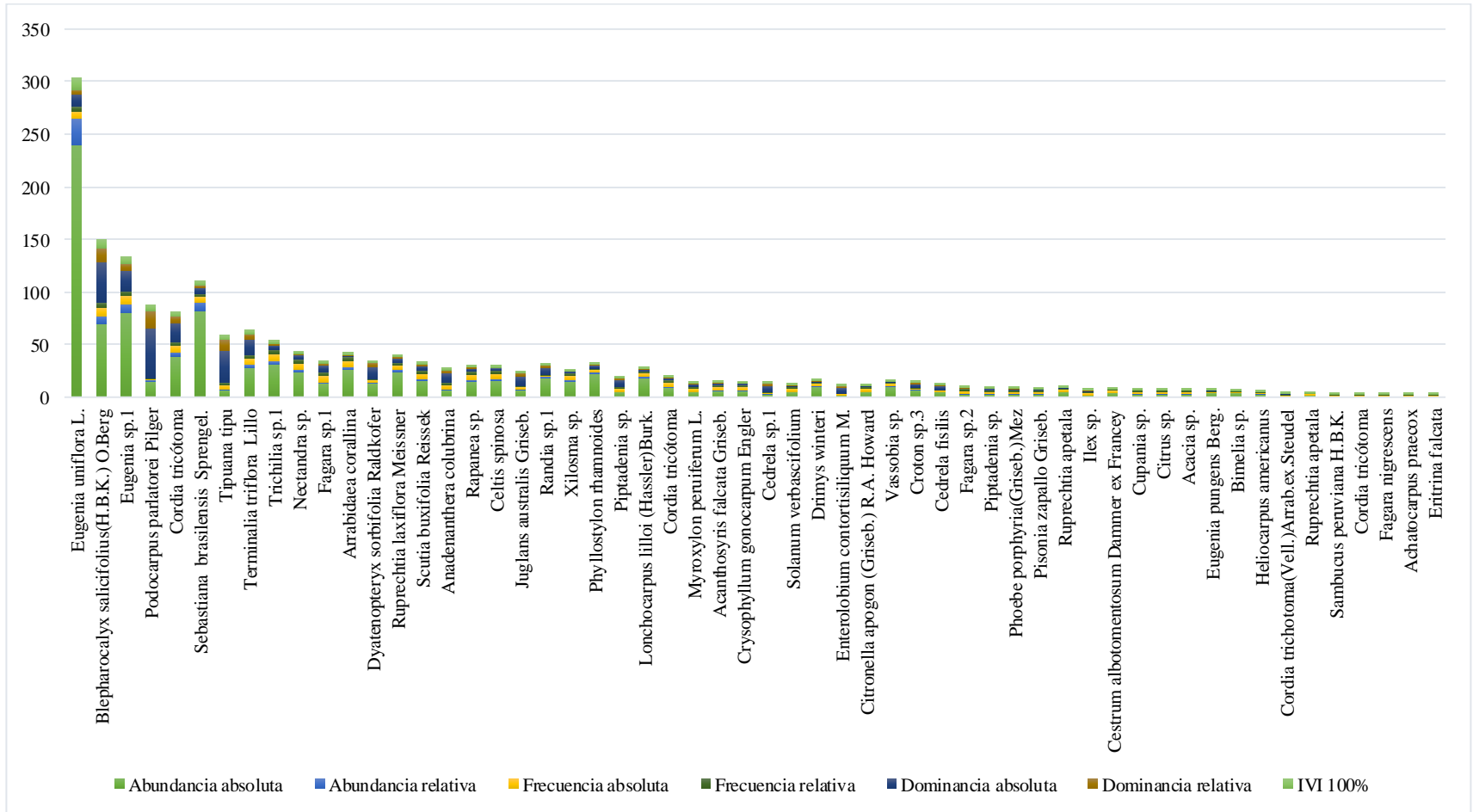
Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	IVI 100%
Arrayán	<i>Eugenia uniflora L.</i>	240,0	25,1	7,0	4,2	12,1	4,0	11,1
Barroso	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (H.B.K.) O.Berg	70,0	7,3	8,0	4,8	38,6	12,8	8,3
Guayabo	<i>Eugenia sp.1</i>	80,0	8,4	8,0	4,8	19,3	6,4	6,5
Pino	<i>Podocarpus parlatorei</i> Pilger	15,0	1,6	1,0	0,6	47,8	15,9	6,0
Lanza	<i>Cordia tricótoma</i>	39,0	4,1	6,0	3,6	18,1	6,0	4,6
Lecherón	<i>Sebastiana brasilensis Sprengel.</i>	82,0	8,6	5,0	3,0	5,7	1,9	4,5
Tipa blanca	<i>Tipuana tipu</i>	7,0	0,7	4,0	2,4	30,4	10,1	4,4
Kello	<i>Terminalia triflora Lillo</i>	28,0	2,9	6,0	3,6	14,8	4,9	3,8
Chanchal	<i>Trichilia sp.1</i>	31,0	3,2	7,0	4,2	4,2	1,4	2,9
Laurel blanco	<i>Nectandra sp.</i>	24,0	2,5	6,0	3,6	4,1	1,3	2,5
Sauquillo	<i>Fagara sp.1</i>	13,0	1,4	6,0	3,6	6,2	2,1	2,3
Bejuco	<i>Arrabidaea corallina</i>	26,0	2,7	6,0	3,6	1,4	0,5	2,3
Suiquillo	<i>Dyatenopteryx sorbifolia Raldkofer</i>	13,0	1,4	2,0	1,2	11,4	3,8	2,1
Blanquillo	<i>Ruprechtia laxiflora Meissner</i>	24,0	2,5	4,0	2,4	4,1	1,4	2,1
Mocan	<i>Scutia buxifolia Reissek</i>	16,0	1,7	5,0	3,0	4,3	1,4	2,0
Cebil	<i>Anadenanthera colubrina</i>	7,0	0,7	4,0	2,4	8,9	2,9	2,0

Yuruma	<i>Rapanea sp.</i>	15,0	1,6	5,0	3,0	3,0	1,0	1,8
Tala	<i>Celtis spinosa</i>	16,0	1,7	5,0	3,0	2,0	0,7	1,8
Nogal	<i>Juglans australis Griseb.</i>	7,0	0,7	2,0	1,2	9,2	3,0	1,7
Dominguillo	<i>Randia sp.1</i>	18,0	1,9	1,0	0,6	6,8	2,3	1,6
Supa	<i>Xilosma sp.</i>	15,0	1,6	4,0	2,4	1,5	0,5	1,5
Perilla	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	22,0	2,3	2,0	1,2	2,6	0,9	1,5
Vilcaran	<i>Piptadenia sp.</i>	5,0	0,5	3,0	1,8	6,1	2,0	1,4
Quina blanca	<i>Lonchocarpus lilloi (Hassler)Burk.</i>	18,0	1,9	3,0	1,8	1,7	0,6	1,4
Jaya	<i>Cordia tricótoma</i>	9,0	0,9	4,0	2,4	1,9	0,6	1,3
Quina colorada	<i>Myroxylon peruiferum L.</i>	5,0	0,5	3,0	1,8	2,1	0,7	1,0
Sombra de toro	<i>Acanthosyris falcata Griseb.</i>	6,0	0,6	3,0	1,8	1,8	0,6	1,0
Aguay	<i>Crysophyllum gonocarpum Engler</i>	6,0	0,6	3,0	1,8	1,7	0,6	1,0
Cedro	<i>Cedrela sp.1</i>	3,0	0,3	1,0	0,6	6,2	2,0	1,0
Tabaquillo	<i>Solanum verbascifolium</i>	5,0	0,5	3,0	1,8	0,8	0,3	0,9
Canelo	<i>Drimys winteri</i>	10,0	1,0	2,0	1,2	1,0	0,3	0,9
Timboy	<i>Enterolobium contortisiliquum M.</i>	2,0	0,2	1,0	0,6	5,1	1,7	0,8
Palo hierba	<i>Citronella apogon (Griseb.) R.A. Howard</i>	5,0	0,5	3,0	1,8	0,5	0,2	0,8
Puca	<i>Vassobia sp.</i>	10,0	1,0	2,0	1,2	0,6	0,2	0,8
Cascarilla	<i>Croton sp.3</i>	7,0	0,7	1,0	0,6	3,3	1,1	0,8
Cedrillo	<i>Cedrela fisilis</i>	5,0	0,5	1,0	0,6	3,6	1,2	0,8
Sauco	<i>Fagara sp.2</i>	3,0	0,3	3,0	1,8	0,6	0,2	0,8
Chari	<i>Piptadenia sp.</i>	3,0	0,3	2,0	1,2	1,6	0,5	0,7
Laurel negro	<i>Phoebe porphyria(Griseb.)Mez</i>	3,0	0,3	2,0	1,2	1,4	0,5	0,7
Zapallo	<i>Pisonia zapallo Griseb.</i>	3,0	0,3	2,0	1,2	1,1	0,4	0,6

Membrillo	<i>Ruprechtia apetala</i>	5,0	0,5	2,0	1,2	0,1	0,0	0,6
Duraznillo	<i>Ilex sp.</i>	2,0	0,2	2,0	1,2	0,7	0,2	0,5
Hediondilla	<i>Cestrum albotomentosum</i> <i>Dammer ex Francey</i>	4,0	0,4	2,0	1,2	0,1	0,0	0,5
Condor	<i>Cupania sp.</i>	3,0	0,3	2,0	1,2	0,4	0,1	0,5
Naranja Agria	<i>Citrus sp.</i>	3,0	0,3	2,0	1,2	0,2	0,1	0,5
Jarquilla	<i>Acacia sp.</i>	3,0	0,3	2,0	1,2	0,1	0,0	0,5
Guayabo de mono	<i>Eugenia pungens Berg.</i>	4,0	0,4	1,0	0,6	0,5	0,2	0,4
Chirimoya silvestre	<i>Bimelia sp.</i>	4,0	0,4	1,0	0,6	0,2	0,1	0,4
Itapalla	<i>Heliocarpus americanus</i>	3,0	0,3	1,0	0,6	0,1	0,0	0,3
Afata	<i>Cordia</i> <i>trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.</i>	1,0	0,1	1,0	0,6	0,4	0,1	0,3
Manzana	<i>Ruprechtia apetala</i>	2,0	0,2	1,0	0,6	0,1	0,0	0,3
Mololo	<i>Sambucus peruviana H.B.K.</i>	1,0	0,1	1,0	0,6	0,2	0,1	0,3
Laurel	<i>Cordia tricótoma</i>	1,0	0,1	1,0	0,6	0,1	0,0	0,2
Tetón	<i>Fagara nigrescens</i>	1,0	0,1	1,0	0,6	0,0	0,0	0,2
Mataco	<i>Achatocarpus praecox</i>	1,0	0,1	1,0	0,6	0,0	0,0	0,2
Ceiba	<i>Eritrina falcata</i>	1,0	0,1	1,0	0,6	0,0	0,0	0,2
TOTAL		955,0	100,0	168,0	100,0	301,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal.

Gráfico N° 5: Abundancia, frecuencia e importancia



Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal

En la tabla N° 8 y gráfico N° 5 nos indica que según la información obtenida del inventario forestal la especie *Eugenia Uniflora L.* (Arrayan) tiene mayor abundancia absoluta de 240 individuos y abundancia relativa de 25,1 con una frecuencia absoluta de 7 repeticiones y una frecuencia relativa de 4,1 con una dominancia absoluta de 12,1 y una dominancia relativa de 4,0 y un valor de importancia de 11,1%, en segundo lugar la especie de *Blepharocalyx Salicifolius* (Barroso) con una abundancia absoluta de 70 individuos y abundancia relativa de 7,33 con una frecuencia absoluta de 8 y frecuencia relativa de 4,8 asimismo tiene una dominancia absoluta de 38,6 y una dominancia relativa de 12,8 y un valor de importancia del 8,3% y en último lugar se encuentra la especie *Eritrina Falcata* (Ceiba) el cual tiene una abundancia absoluta de 1 individuo y abundancia relativa de 0,10 asimismo tiene una frecuencia absoluta de 1 y frecuencia relativa de 0,60 con una dominancia absoluta de 0,015 y dominancia relativa de 0,01 y un valor de importancia de 0,2%.

Se puede atribuir estos valores, debido a que las especies dominantes son características del bosque Tucumano Boliviano de la zona según el Diagnóstico de la RNFFT 2015 – 2025, algunas especies como ser: *Blepharocalyx salicifolius* (Barroso), *Cordia trichotoma* (Lanza), *Juglans australis* (Nogal), *Cedrela fissilis* (Cedro), *Lonchocarpus lilloi* (Quina blanca), *Tabebuia lapacho* (Lapacho), *Tipuana tipu* (Tipa blanca), son consideradas como indicadoras y características de los ecosistemas Boliviano - Tucumano a nivel global.

3.1.3 Determinación de la biomasa

Para la determinación de la biomasa se dividieron en dos zonas para que la muestra sea más representativa del área de estudio de la RNFFT, por lo tanto el área correspondiente al Municipio de Entre Ríos (Zona N° 1) se realizó el inventario forestal en el Distrito IV que forma parte de la RNFFT donde las comunidades de estudio fueron: Chiquiacá Norte, Chiquiacá Centro, Loma Alta y Pampa Redonda, asimismo las comunidades tomadas en cuenta para el inventario forestal correspondiente al Municipio Padcaya (Zona N° 2) que forman parte de la RNFFT fueron Guardiania, Motovi, Pampa Grande y Acheralito, después del procesamiento y

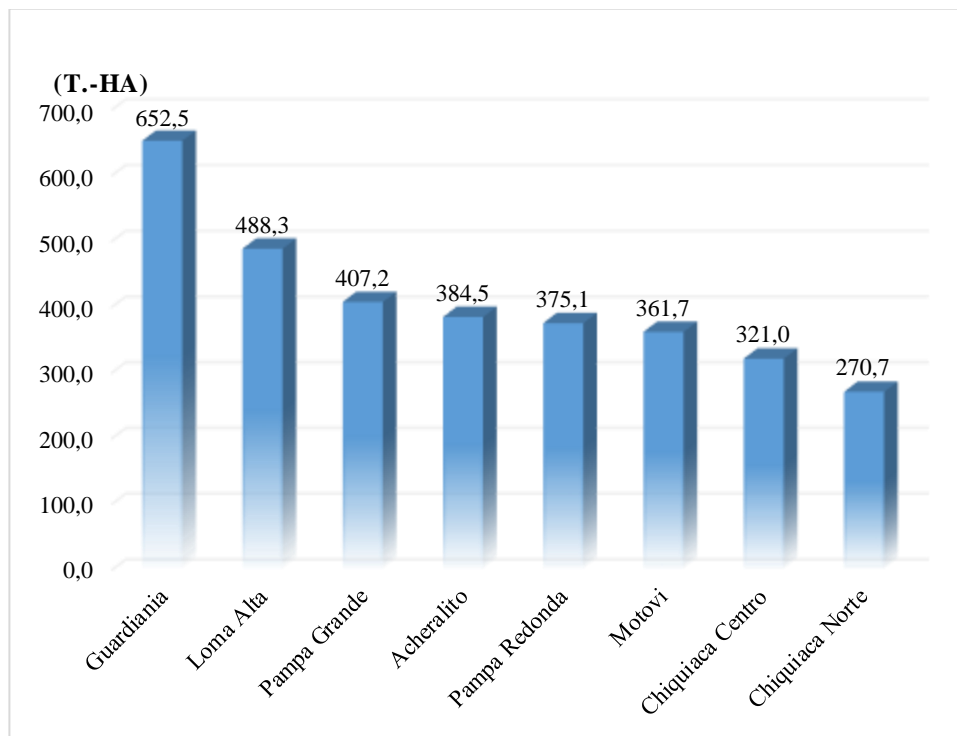
sistematización de la información se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla de cálculos ver anexo N° 10):

Tabla N° 9: Determinación de biomasa

Biomasa (t. - ha)								
Parcela	Ubicación	Fustales	Latizales	Brinzales	Broza	Herbácea	Total (t.-ha)	% Biomasa (t. ha)
5	Guardiania	415,4	219,9	10,1	0,3	6,8	652,5	20,0
3	Loma Alta	248,8	215,5	18,6	1,4	3,9	488,3	15,0
7	Pampa Grande	257,1	128,2	11,3	4,2	6,5	407,2	12,5
8	Acheralito	189,2	178,5	10,8	3,6	2,4	384,5	11,8
4	Pampa Redonda	202,6	162,4	6,1	1,9	2,1	375,1	11,5
6	Motovi	118,1	225,9	13,2	3,6	0,9	361,7	11,1
2	Chiquiaca Centro	186,4	115,5	12,9	1,4	4,9	321,0	9,8
1	Chiquiaca Norte	130,4	126,6	10,1	2,1	1,4	270,7	8,3
Total		1.748,0	1.372,4	93,0	18,6	29,0	3.261,0	100

Fuente: Inventario Forestal de campo.

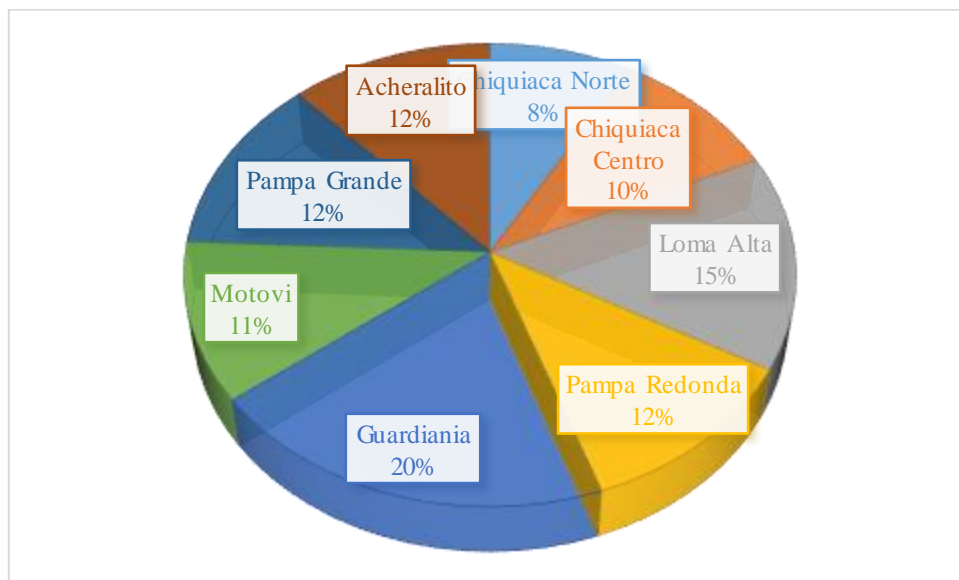
Gráfico N° 6: Biomasa total de vegetación según parcela



Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

En la tabla N° 9 y gráfico N° 6 muestran la biomasa calculada en base al inventario forestal de campo realizado en la RNFFT y laboratorio dentro de las parcelas. En primer lugar se encuentra la parcela 5 (Guardiania) posee mayor cantidad de biomasa (652,5 t. ha⁻¹) esto se puede dar ya que se encontraron pino de monte (*Podocarpus parlatorei* Pilger) los mismos que presentaban elevados diámetros y altura comercial asimismo fue el único lugar donde se pudo presenciar esta especie, seguido de la parcela 2 (Loma Alta) tiene una biomasa de (488,3 t. ha⁻¹) al igual que la anterior parcela presenta especies con diámetros y alturas elevadas y como tercer lugar la parcela 7 (Pampa Grande) que tiene una biomasa de (407,2 t. ha⁻¹).

Gráfico N° 7: Porcentajes de biomasa de parcelas



Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

En la tabla N° 9 y gráfico N° 7 se puede observar el porcentaje existente de biomasa en base a las parcelas de muestreo, la parcela de Guardiania es la que cuenta con un 20% de biomasa, Loma Alta con un 15%, Pampa Redonda, Pampa Grande y Acheralito con un 12%, Motovi con un 11%, Chiquiacá Centro con un 10% y Chiquiacá Norte con el 8%. La flora de las zonas de estudios tienen la capacidad de captar el CO₂ atmosférico y a través de procesos fotosintético metaboliza para la obtención de azúcares y otros compuestos que requiere una planta para su desarrollo y su ciclo vital

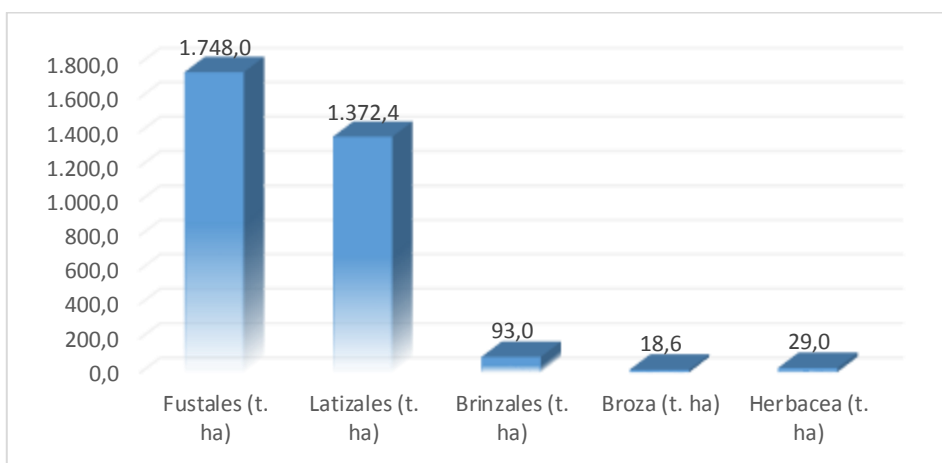
donde el CO₂ es convertido en biomasa y esta al descomponerse se convierte en parte del suelo. Por lo tanto, se puede ver la importancia que tiene la conservación de la de la vegetación de la zona de estudio.

Tabla N° 10: Porcentaje de biomasa según estratos.

	Fustales	Latizales	Brinzales	Broza	Herbácea	Total Biomasa (t. ha)
Estratos	1.748,0	1.372,4	93,0	18,6	29,0	3.261,0
Porcentaje	53,6	42,1	2,9	0,6	0,9	100,0

Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

Gráfico N° 8: Biomasa de vegetación según estrato (t. ha⁻¹)

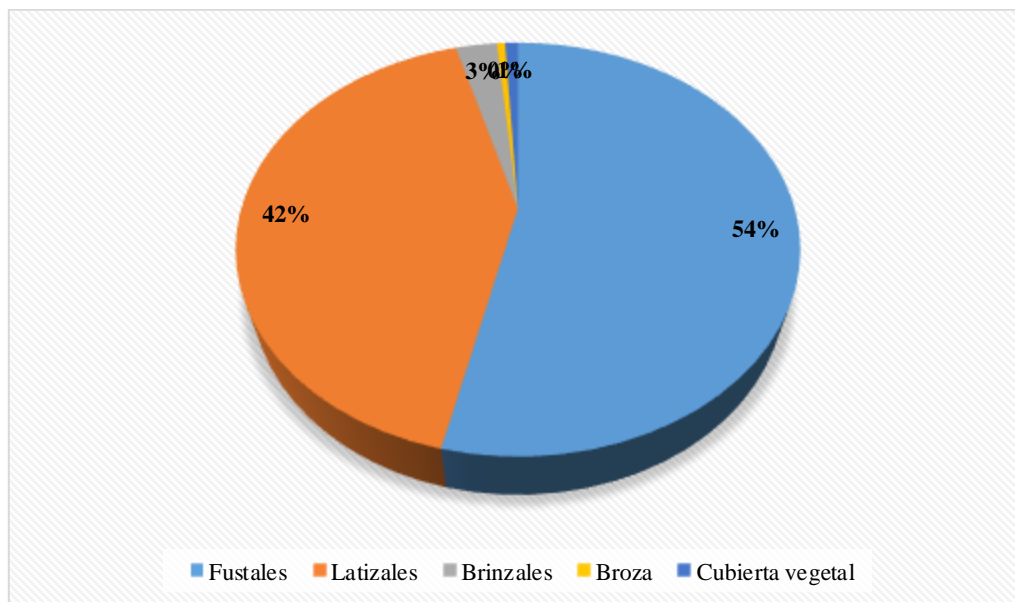


Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

En la tabla N° 10 el gráfico N° 8 se puede conocer que los fustales (DAP > 10 cm) son los que tienen mayor biomasa con un valor de 1.748,0 t. ha⁻¹ tienen mayor cantidad de biomasa debido a la diámetro de fuste y la gran diversidad de especies tomando en cuenta la densidad, los latizales (DAP >5 <10 cm) con una biomasa de 1.372,4 t. ha⁻¹ se pudo presenciar una baja cantidad de arbustos en la zona, los brinzales (DAP < 5 cm) que se encontraron en la sub parcela fueron considerables obteniendo una valor de 92,9 t. ha⁻¹, de la broza (materia orgánica en proceso de descomposición) se obtuvo una biomasa de 18,6 t. ha⁻¹ y la hierba o herbácea se obtuvo una biomasa de 29,0 t. ha⁻¹. Por lo tanto, se puede observar que los fustales mayor cantidad de producción de biomasa, los latizales y brinzales como se encuentran en etapa de crecimiento estos a

través del tiempo absorberán grandes cantidades de CO₂ por lo tanto es conveniente no alterar los ecosistemas naturales existentes.

Gráfico N° 9: Porcentaje de biomasa según estratos



Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

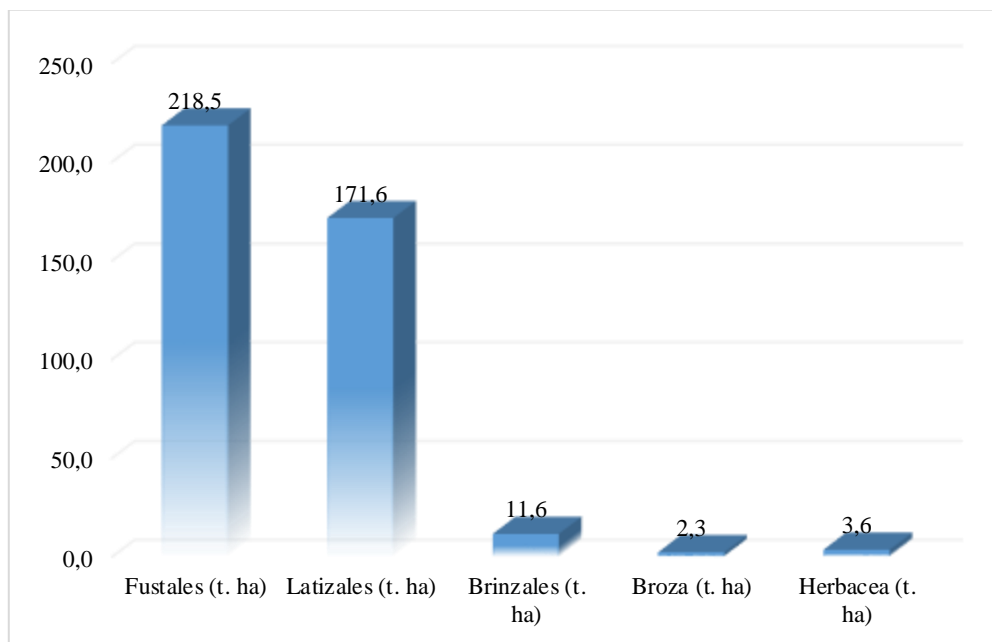
En base a la tabla N° 9 y gráfico N° 9 según los estratos estudiados se puede observar que el 54% de la biomasa están en los fustales, un 42% en los latizales, el 3% en los brinzales, el 0,6 % en la broza y el 0.9 % en la herbácea. Como se puede observar las mayores cantidades de biomasa están en los fustales como en los latizales, esto se debe a que los latizales son árboles con DAP > 10 cm. y con alturas considerables mientras que los latizales y brinzales todavía se encuentran en etapa de crecimiento, pero con el tiempo su biomasa aumentará a medida que absorban CO₂, la biomasa de la broza al descomponerse llega a formar parte de la materia orgánica del suelo en forma de humus.

Tabla N° 11: Promedio de biomasa de vegetación según parcelas de muestreo.

Fustales (t. ha)	Latizales (t. ha)	Brinzales (t. ha)	Broza (t. ha)	Herbácea (t. ha)	Total (t. ha)
218,5	171,6	11,6	2,3	3,6	407,6

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 10: Promedio de biomasa de vegetación según parcelas de muestreo (t.-ha⁻¹)



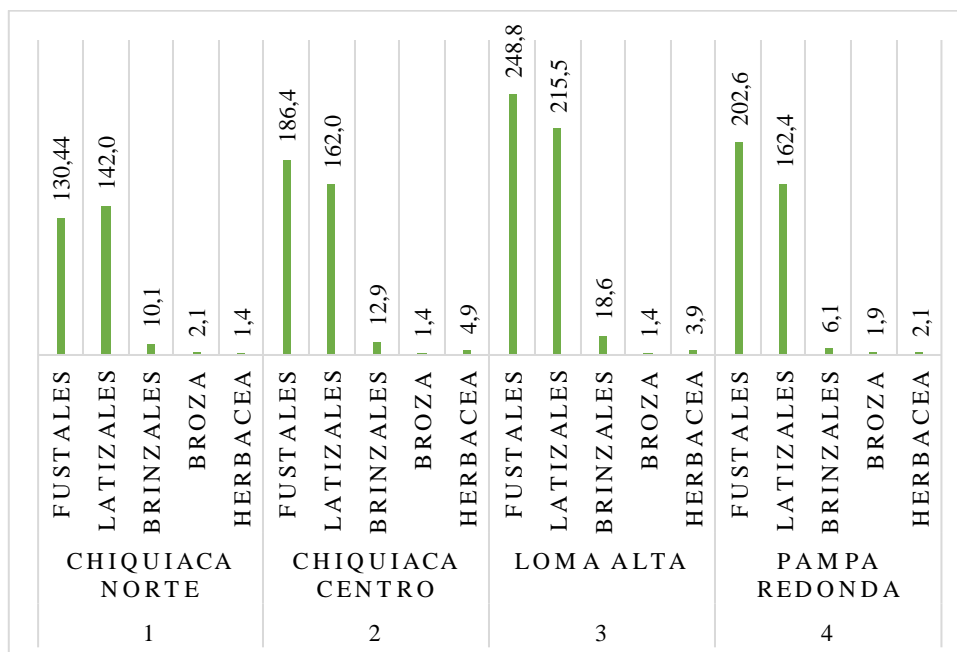
Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

Para conocer la biomasa de una parcela se calculó el promedio tomando en cuenta las 8 parcelas de muestreo donde se obtuvieron los siguientes resultados que están en la tabla N° 11 y se obtuvo una biomasa total de 407,6 (t.-ha⁻¹), asimismo en la gráfica N° 10 se puede observar que la estratos de fustales son los que tienen mayor cantidad de biomasa.

Tabla N° 12: Biomasa de vegetación según parcelas de muestreo (Zona N° 1)

Parcela	Comunidad	Estratos	Biomasa (t.-ha⁻¹)
1	Chiquiacá Norte	Fustales	130,4
		Latizales	142,0
		Brinzales	10,1
		Broza	2,1
		Herbácea	1,4
2	Chiquiacá Centro	Fustales	186,4
		Latizales	162,0
		Brinzales	12,9
		Broza	1,4
		Herbácea	4,9
3	Loma Alta	Fustales	248,8
		Latizales	215,5
		Brinzales	18,6
		Broza	1,4
		Herbácea	3,9
4	Pampa Redonda	Fustales	202,6
		Latizales	162,4
		Brinzales	6,1
		Broza	1,9
		Herbácea	2,1

Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

Gráfico N°11 Biomasa de vegetación según parcelas de muestreo (Zona N° 1) t. ha⁻¹

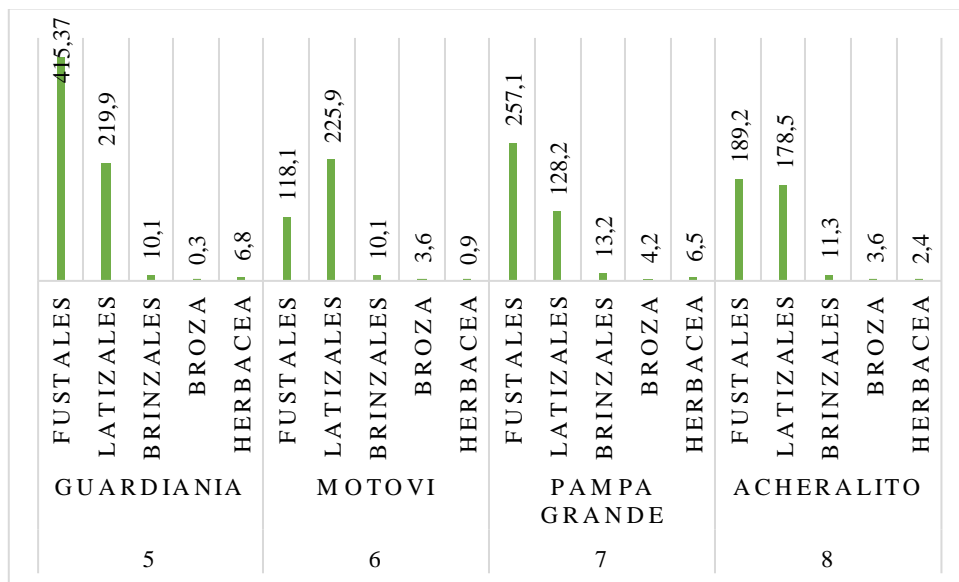
Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

En el tabla N° 12 y gráfico N° 11 se puede observar la biomasa según parcelas ubicadas en la RNFFT (Zona N° 1) donde se puede ver que en la parcela 3 (Loma Alta) existe mayor concentración de biomasa en fustales 248,8 t. ha⁻¹, latizales 215,5 t. ha⁻¹, brinzales 18,6 t. ha⁻¹, broza con 1,4 t. ha⁻¹ y herbácea 3,9 t. ha⁻¹ siendo la parcela con mayor cantidad de acumulación de biomasa esto se puede dar a que se encontraron mayor cantidad de especies o los individuos tienen mayores valores referente a diámetro y altura, la parcela 4 (Pampa Redonda) presenta valores de fustales 202,6 t. ha⁻¹, latizales 162,7 ha⁻¹, brinzales 6,1 ha⁻¹, broza 1,9 ha⁻¹, herbácea 2,1 ha⁻¹ en segundo lugar, en tercer lugar se encuentra la parcela 2 (Chiquiacá Centro) con valores de fustales 186,4 ha⁻¹, latizales 162,0 ha⁻¹, brinzales 12,9 ha⁻¹, broza 1,4 ha⁻¹, herbácea 4,9 ha⁻¹ y en último lugar la parcela 1 (Chiquiacá Norte) con valores fustales 130,4 ha⁻¹, latizales 142 ha⁻¹, brinzales 10,1 ha⁻¹, broza 2,1 ha⁻¹, herbácea 1,4 ha⁻¹. Asimismo, según la bibliografía se pudo determinar que la zona N° 1 de estudio es un bosque seco con una precipitación media anual de 900 mm.

Tabla N° 13 Biomasa de vegetación según parcelas de muestreo (Zona N° 2)

Parcela	Comunidad	Estratos	Biomasa (t.-ha⁻¹)
5	Guardiana	Fustales	415,4
		Latizales	219,9
		Brinzales	10,1
		Broza	0,3
		Herbácea	6,8
6	Motovi	Fustales	118,1
		Latizales	225,9
		Brinzales	10,1
		Broza	3,6
		Herbácea	0,9
7	Pampa Grande	Fustales	257,1
		Latizales	128,2
		Brinzales	13,2
		Broza	4,2
		Herbácea	6,5
8	Acherlito	Fustales	189,2
		Latizales	178,5
		Brinzales	11,3
		Broza	3,6
		Herbácea	2,4

Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

Gráfico N°12 Biomasa de vegetación según parcelas de muestreo (Zona N° 2) t. ha⁻¹

Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

Según la tabla N° 13 y gráfico N° 12 del inventario forestal en la zona N° 2 se obtuvieron los siguientes resultados, la parcela 5 (Guardiania) presenta mayor cantidad de biomasa con valores de fustales 415,3 t. ha⁻¹, latizales 219,9 t. ha⁻¹, brinzales 10,1 t. ha⁻¹, broza 0,3 t. ha⁻¹, herbácea 6,8 t. ha⁻¹, la parcela 7 (Pampa Grande) con valores de fustales 257,1 t. ha⁻¹, latizales 128,2 t. ha⁻¹, brinzales 13,2 t. ha⁻¹, broza 4,2 t. ha⁻¹, herbácea 6,2 t. ha⁻¹, en tercer lugar se encuentra la parcela 8 (Acheralito) con valores de fustales 189,2 t. ha⁻¹, latizales 178,5 t. ha⁻¹, brinzales 11,3 t. ha⁻¹, broza 3,6 t. ha⁻¹, herbácea ha⁻¹, y en último lugar la parcela 6 (Motovi) con valores de fustales 118,1 ha⁻¹, latizales 225,9 t. ha⁻¹, brinzales 10,1 t. ha⁻¹, broza 3,6 t. ha⁻¹, herbácea 0,9 t. ha⁻¹. Resaltar que en la parcela 5 se hallaron pinos de monte con DAP elevados ya que estos se desarrollaron en un ecosistema natural donde no han sido perturbados. La zona N° 2 es un bosque subhúmedo el cual tiene mayor precipitación en la zona.

3.2 Cuantificación del carbono almacenado

3.2.1 Estimación de carbono almacenado en parcelas

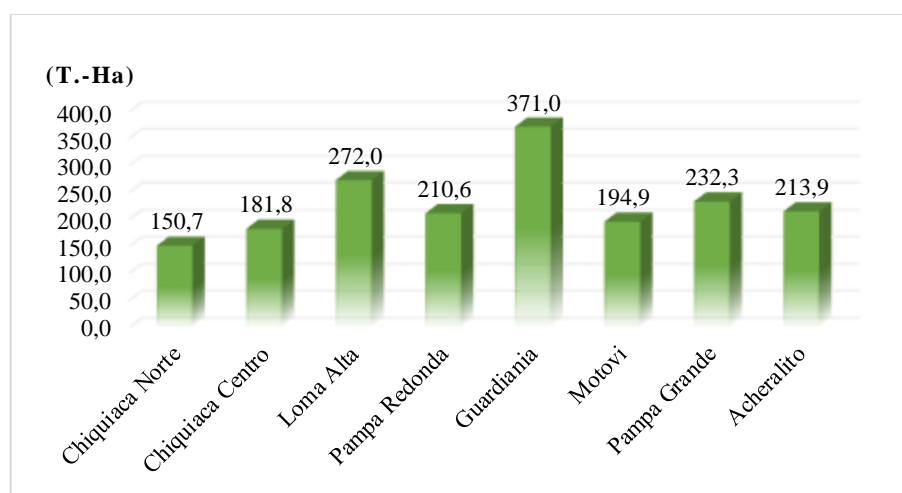
Se realizaron los cálculos correspondientes para la determinación del carbono almacenado en las parcelas de muestreo, donde se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla de cálculos ver anexo N° 10):

Tabla N° 14 Total de stock de carbono en parcelas

Stock de carbono (t. – ha ⁻¹)								
Parcela	Ubicación	Fustales	Latizales	Brinzales	Broza	Herbácea	Total (t.-ha)	% Stock de carbono (t. ha)
5	Guardiania	252,5	109,9	5,0	0,2	3,4	371,0	20,3
3	Loma Alta	152,3	107,7	9,3	0,7	1,9	272,0	14,9
7	Pampa Grande	157,3	64,1	5,6	2,1	3,3	232,3	12,7
8	Acheralito	116,2	89,2	5,4	1,8	1,2	213,9	11,7
4	Pampa Redonda	124,4	81,2	3,0	0,9	1,0	210,6	11,5
6	Motovi	73,1	112,9	6,6	1,8	0,5	194,9	10,7
2	Chiquiaca Centro	114,51	57,8	6,4	0,7	2,5	181,8	9,9
1	Chiquiaca Norte	80,6	63,3	5,0	1,1	0,7	150,7	8,3
Total		1.070,8	686,2	46,5	9,3	14,5	1.827,2	100,0

Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

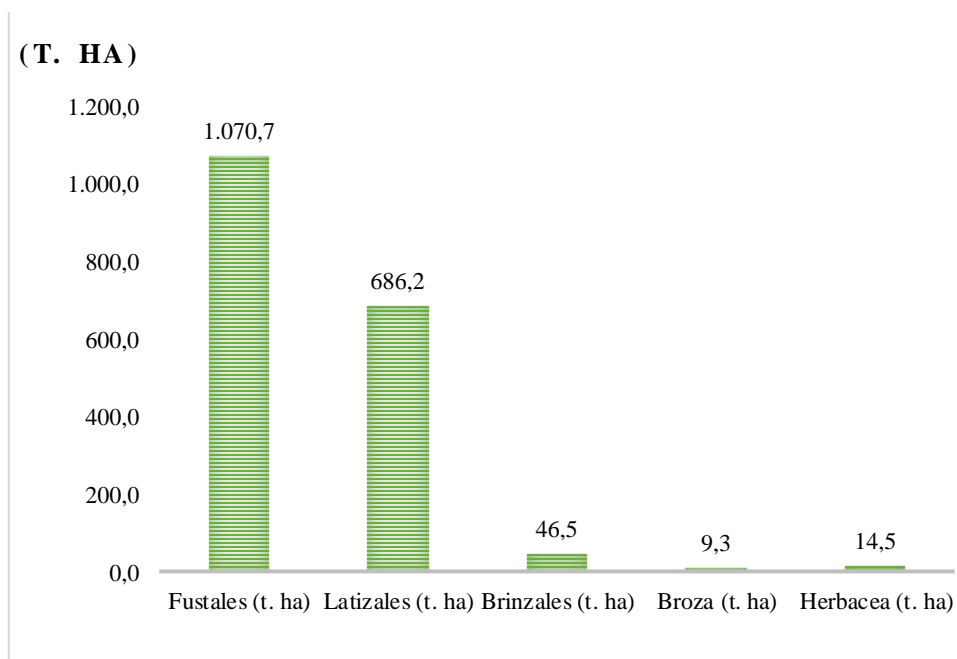
Gráfico N° 13: Total de stock de carbono en parcelas



Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

En la tabla N° 14 y gráfico N° 13 se puede observar el stock de almacenamiento de carbono en base a la biomasa anteriormente calculado, por lo tanto se obtuvieron los tres primeros valores más elevados referente a almacenamiento de carbono: En la parcela 5 (Guardiania) es la que tiene mayor captación de carbono con $371,0 \text{ t. ha}^{-1}$, en segundo lugar la parcela 3 (Loma Alta) con un valor de $272,0 \text{ t. ha}^{-1}$, en tercer lugar se encuentra la parcela 7 (Pampa Grande) $232,3 \text{ t. ha}^{-1}$.

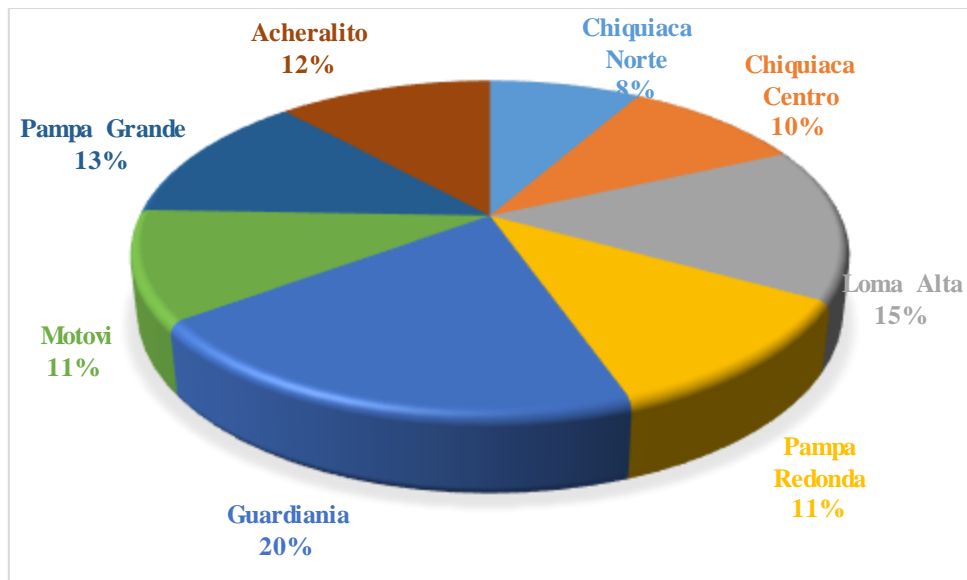
Gráfico N° 14 Total de stock de carbono según estratos t. ha^{-1}



Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

Según tabla N° 14 y gráfico N° 14 se puede observar que los estratos con mayor capacidad de almacenamiento de carbono son los fustales y los latizales de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados: Fustales con $1.070,7 \text{ t. ha}^{-1}$, y latizales con $686,2 \text{ t. ha}^{-1}$ esto se debe a la gran variedad de especies encontrados en parcelas de estudio, asimismo se obtuvieron valores bajos como ser en los brinzales $46,5 \text{ t. ha}^{-1}$, broza $9,3 \text{ t. ha}^{-1}$ y herbácea $14,5 \text{ t. ha}^{-1}$.

Gráfico N° 15: % de biomasa según parcelas muestreo



Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

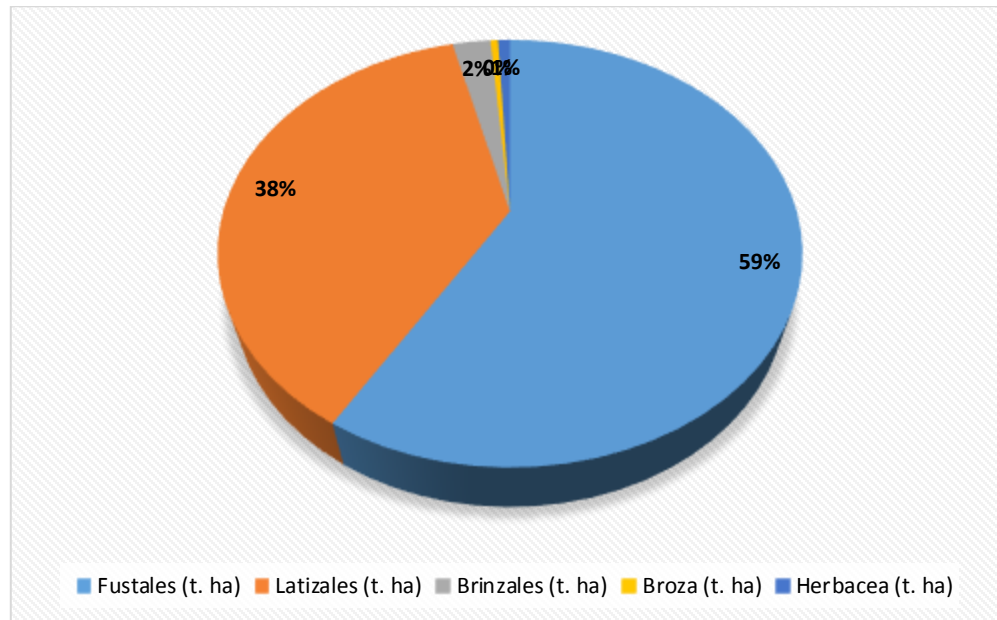
Según tabla N° 14 y gráfico N° 15 los mejores almacenadores de stock de carbono es en la parcela de Guardiania se tiene el 20%, Loma Alta con el 15%, Pampa Grande con el 13%, Acheralito con el 12%, Motovi y Pampa grande con el 11%, Chiquiacá Centro con el 10% y Chiquiacá Norte con el 8%.

Tabla N° 15 Porcentaje de stock de carbono según estratos

	Fustales (t. ha)	Latizales (t. ha)	Brinzales (t. ha)	Broza (t. ha)	Herbácea (t. ha)	Total, Stock de carbono (t. ha)
Stock de carbono	1.070,7	686,2	46,4	9,2	14,5	1.827,2
%	59	38	2,5	0,5	0,7	100,0

Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

Gráfico N° 16: Porcentaje de stock de carbono según estratos



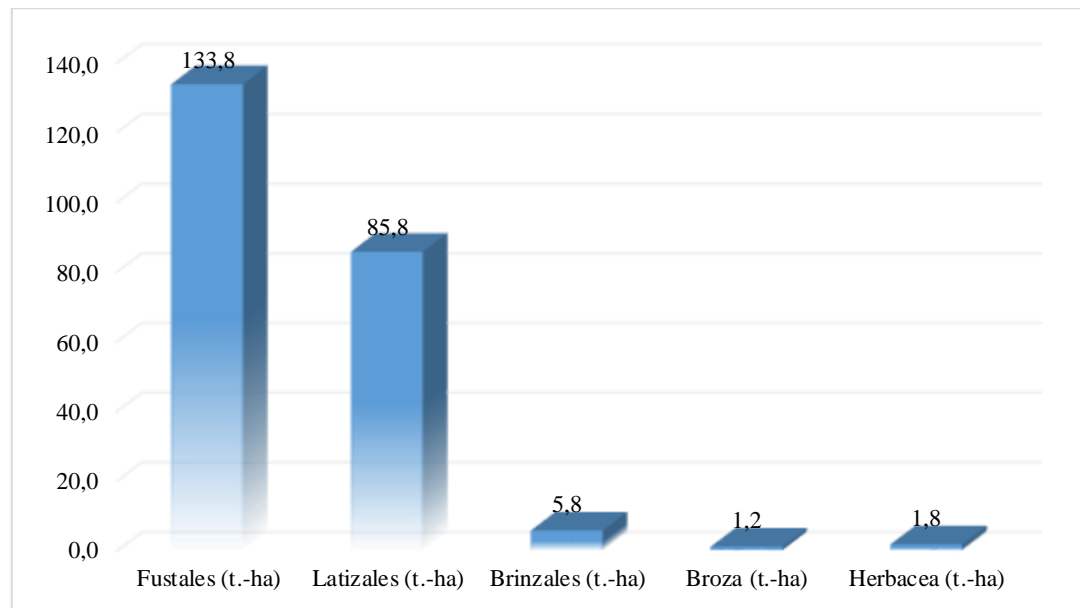
Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

Según tabla N° 15 y gráfico N° 16 la mayor cantidad de almacenamiento de carbono el 59% corresponde a los fustales ya que estos tienen diámetros >10 cm y alturas relativamente elevadas, los latizales con un valor del 38% en las parcelas, los brinzales con un valor de 2,5%, la broza con un valor de 0,5 y la herbácea con un valor de 0,7%. Como se puede observar los valores más elevados son para los fustales y latizales. Ya que los fustales al contar con mayor ramificación en su estructura estos almacenan mayor cantidad de carbono al absorber mayores cantidades de CO₂.

Tabla N° 16 Promedio de stock de carbono según parcelas de muestreo

Fustales	Latizales	Brinzales	Broza	Herbácea	Total (t.-ha ⁻¹)
133,8	85,8	5,8	1,2	1,8	228,4

Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

Gráfico N° 17: Promedio de stock de carbono segun parcelas por estratos (t. ha⁻¹)

Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

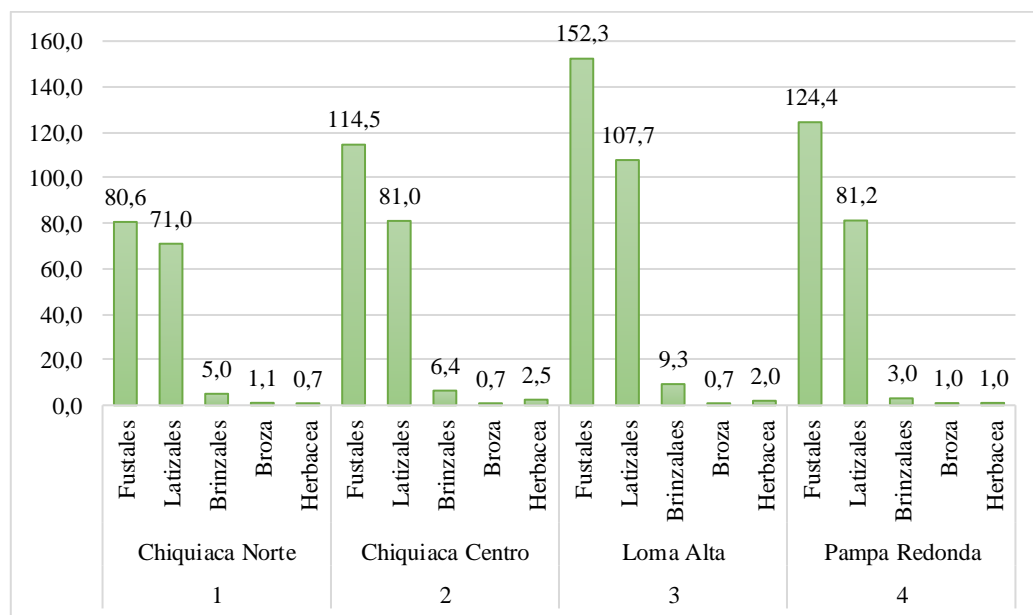
En la tabla N° 16 y gráfico N° 17 se realizó el cálculo del promedio de biomasa, tomando en cuenta el inventario forestal de las 8 parcelas en la RNFFT en base a los cálculos de los diferentes estratos se pudo conocer que una hectárea tiene aproximadamente 227,8 t. ha⁻¹, asimismo según el Protocolo de Mediciones de Stock de Carbono en Bolivia realizado por el Instituto Boliviano de Investigación Forestal, indica que para bosques antiguos (200 años o más de edad) el valor del carbono debe ser de 185 t. ha⁻¹ – 500 t. ha⁻¹, pero si el valor supera los 500 t. ha⁻¹ se debe revisar los datos por lo tanto según los cálculos el resultado se encuentra dentro del rango permitido. Asimismo, se puede observar que los fustales son los que tienen mayor cantidad de biomasa ya que al ser un bosque relativamente natural estos pueden desarrollarse de una manera satisfactoria.

Tabla N° 17 Stock de carbono según estratos (Zona N° 1)

Parcela	Comunidad	Estratos	Stock "C" (t. ha⁻¹)
1	Chiquiacá Norte	Fustales	80,6
		Latizales	71,0
		Brinzales	5,0
		Broza	1,1
		Herbácea	0,7
2	Chiquiacá Centro	Fustales	114,5
		Latizales	81,0
		Brinzales	6,4
		Broza	0,7
		Herbácea	2,5
3	Loma Alta	Fustales	152,3
		Latizales	107,7
		Brinzales	9,3
		Broza	0,7
		Herbácea	2,0
4	Pampa Redonda	Fustales	124,4
		Latizales	81,2
		Brinzales	3,0
		Broza	1,0
		Herbácea	1,0

Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

Gráfico N° 18: Stock de carbono según estratos (Zona N° 1) t. ha⁻¹



Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

En la tabla N° 17 y gráfico N° 18 se puede observar el stock de carbono de la RNFFT según los estratos en base al inventario forestal realizado en las parcelas: En la zona N° 1 de estudio, se tienen mayor almacenamiento de stock de carbono en la parcela 3 (Loma Alta) donde en los fustales se obtuvieron valores de 152, t. ha⁻¹, latizales 107,74 t. ha⁻¹, brinzales 9,30 t. ha⁻¹, broza 0,71 t. ha⁻¹, herbácea 1,97 t. ha⁻¹, en segundo lugar la parcela 4 (Pampa Redonda) donde se obtuvieron los siguientes valores fustales 124,37 t. ha⁻¹, latizales 81,18 t. ha⁻¹, brinzales 3,04 t. ha⁻¹, broza 0,95 t. ha⁻¹ y herbácea 1,04 t. ha⁻¹.

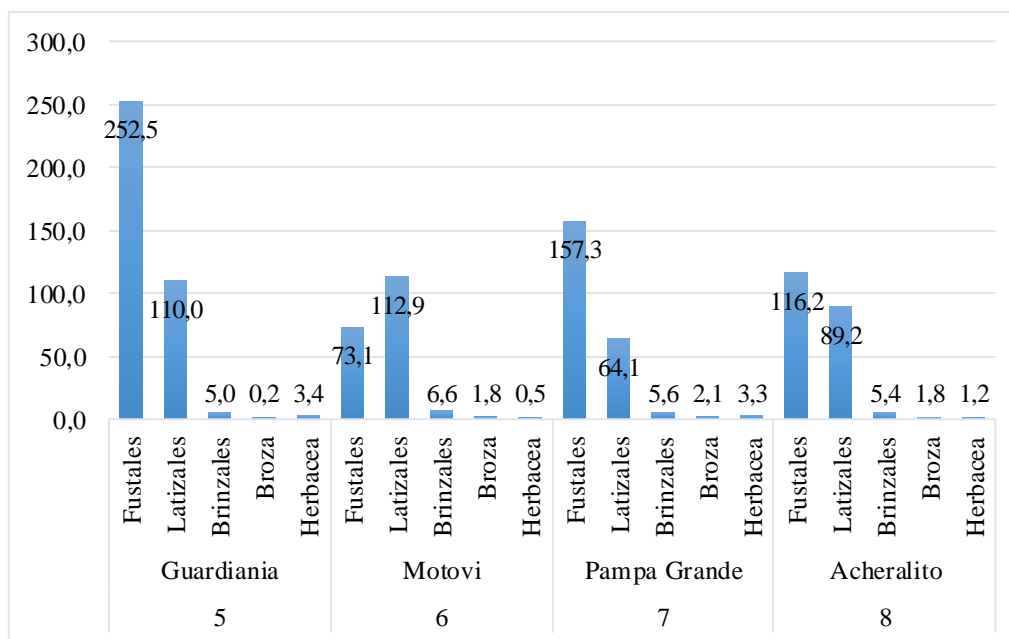
Tabla N° 18 Stock de carbono según estratos (Zona N° 2) t. ha⁻¹

Parcela	Comunidad	Estratos	Stock "C" (t. ha ⁻¹)
5	Guardiana	Fustales	252,5
		Latizales	110,0
		Brinzales	5,0
		Broza	0,2
		Herbácea	3,4
6	Motovi	Fustales	73,1
		Latizales	112,9
		Brinzales	6,6
		Broza	1,8

		Herbácea	0,5
7	Pampa Grande	Fustales	157,3
		Latizales	64,1
		Brinzales	5,6
		Broza	2,1
		Herbácea	3,3
8	Acherallito	Fustales	116,2
		Latizales	89,2
		Brinzales	5,4
		Broza	1,8
		Herbácea	1,2

Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

Gráfico N° 19 Stock de carbono según estratoss (Zona N° 2) t. ha⁻¹



Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

En la tabla N° 18 y gráfico N° 19 la parcela con mayor cantidad de almacenamiento de stock de carbono es la parcela 5 (Guardiania) con valores en fustales de 252,5 t. ha⁻¹, latizales 110 t. ha⁻¹, brinzales 5,0 t. ha⁻¹, broza 0,2 t. ha⁻¹, herbácea 3,4 t. ha⁻¹, en segundo lugar la parcela 7 (Pampa Grande) con valores en el fuste de 157,3 t. ha⁻¹, latizales 64,1 t. ha⁻¹, brinzales 5,6 t. ha⁻¹, broza 2,1 t. ha⁻¹ y la herbácea con 3,3 t. ha⁻¹, en tercer lugar se encuentra la parcela 8 (Acherallito) y por último la parcela 6 (Motovi).

3.2.2 Estimación de dióxido de carbono (CO₂) almacenado

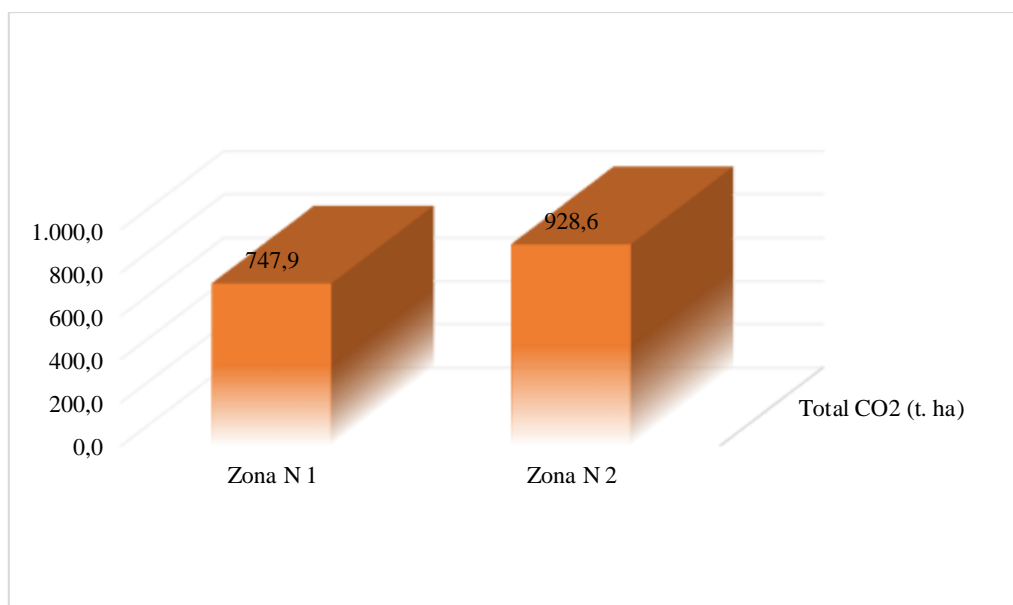
La estimación de dióxido de carbono se realizó mediante la siguiente ecuación (Tabla de cálculos ver anexo N° 10). Una vez realizados los cálculos correspondientes se obtuvieron los siguientes resultados. (Zona N° 1 y Zona N° 2)

Tabla N° 19 CO₂ almacenado (t. ha⁻¹)

Municipio	Fustales	Latizales	Brinzales	Broza	Herbácea	Total, CO ₂ (t. ha)
Zona N° 1	432,8	284,4	21,8	3,1	5,7	747,9
Zona N° 2	549,6	345,2	20,8	5,4	7,7	928,6

Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

Gráfico N° 20: Total de CO₂ almacenado por zonas de estudio (t. ha⁻¹)

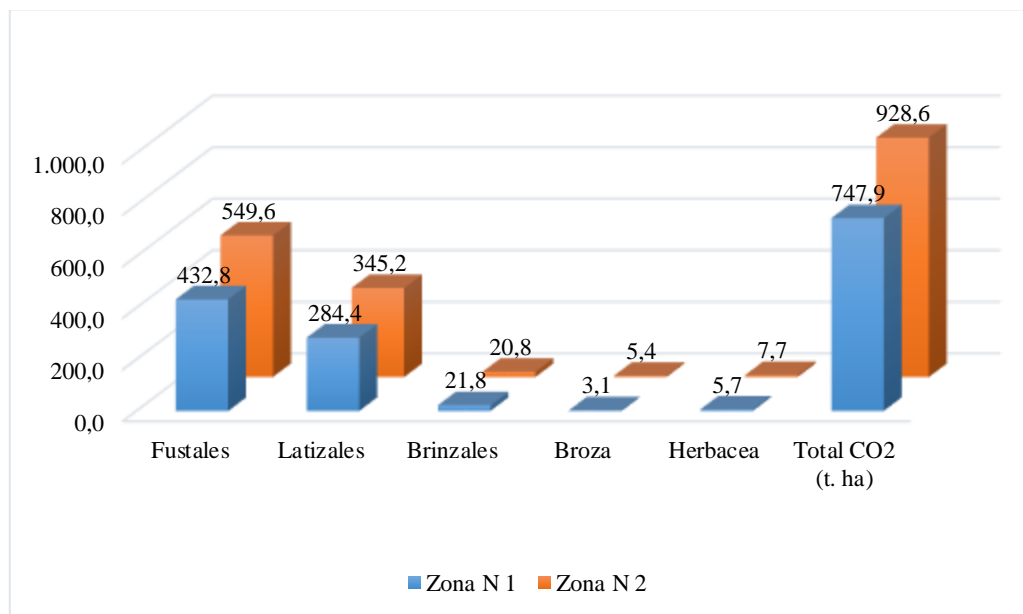


Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

Según tabla N° 19 y gráfico N° 20 se puede observar que en la zona N° 2 existe mayor cantidad de almacenamiento de dióxido de carbono con valores de 928, 626 (t. ha⁻¹) esto se puede dar debido a que se encontró mayores diámetros en los fustales como también en latizales, brinzales y mayor cantidad de materia orgánica como de herbácea, otro factor importante es que la zona tienen mayores cantidades de humedad, la zona N° 1 se tienen valores de 747,865 (t. ha⁻¹) tienen menor cantidad de almacenamiento

de carbono se puede atribuir este resultado a que esta área de la RNFFT tienen menor cantidad de precipitación que afecta directamente a la humedad aunque en esta zona se tuvieron mayores cantidad de individuos en relación zona N° 2.

Gráfico N° 21 CO₂ almacenado por zonas de estudio según estrato (t. ha⁻¹)



Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo.

En el gráfico N° 21 se puede observar el almacenamiento de dióxido de carbono por zonas de estudio y según los estratos (Fustales, latizales, brinzales, broza, herbácea), por lo tanto en la zona N° 2 se tiene mayores cantidades de almacenamiento de dióxido de carbono en comparación a la zona N° 1, esto se puede dar a debido a diferentes factores como ser: la humedad, precipitación, altura, tipo de suelo, perturbación y otros que pudieran afectar al desarrollo natural del bosque. Asimismo, se puede deducir la RNFFT tiene la capacidad de captar a 838,2 t. ha⁻¹ de dióxido de carbono.

3.3 Estimación del valor económico

3.3.1 Estimación del valor económico por parcelas

La valoración económica se realizó tomando en cuenta los diferentes resultados obtenidos en base a cálculos de las estratos fustales, latizales, fustales, brinzales, broza

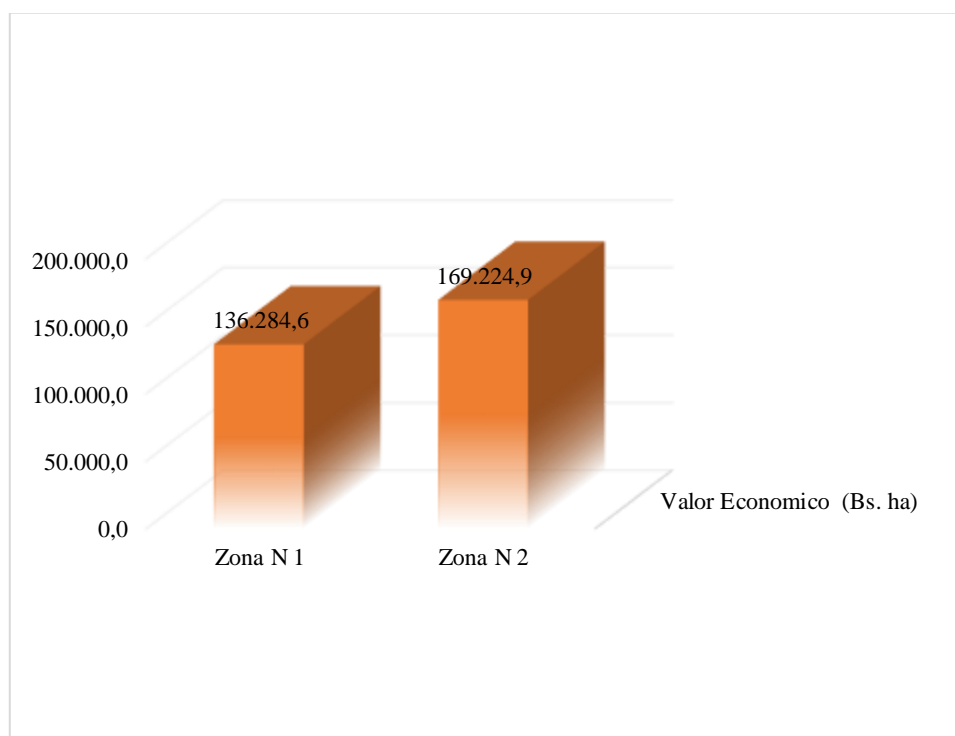
y la herbácea (Tabla de cálculos ver anexo N° 10): Donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla N° 20 Valoración económica (Bs. ha⁻¹)

Municipio	Fustales	Latizales	Brinzales	Broza	Herbácea	Valor Económico (Bs. ha)
Zona N° 1	78.872,2	51.828,7	3.981,2	570,5	1.032,0	136.284,6
Zona N° 2	100.152,2	62.905,8	3.791,0	981,5	1.394,3	169.224,9
Total						305.509,4

Fuente: Elaboración propia en base a inventario forestal de campo

Gráfico N° 22 Valoración económica total Bs. ha⁻¹ (Zona N° 1 – Zona N° 2)

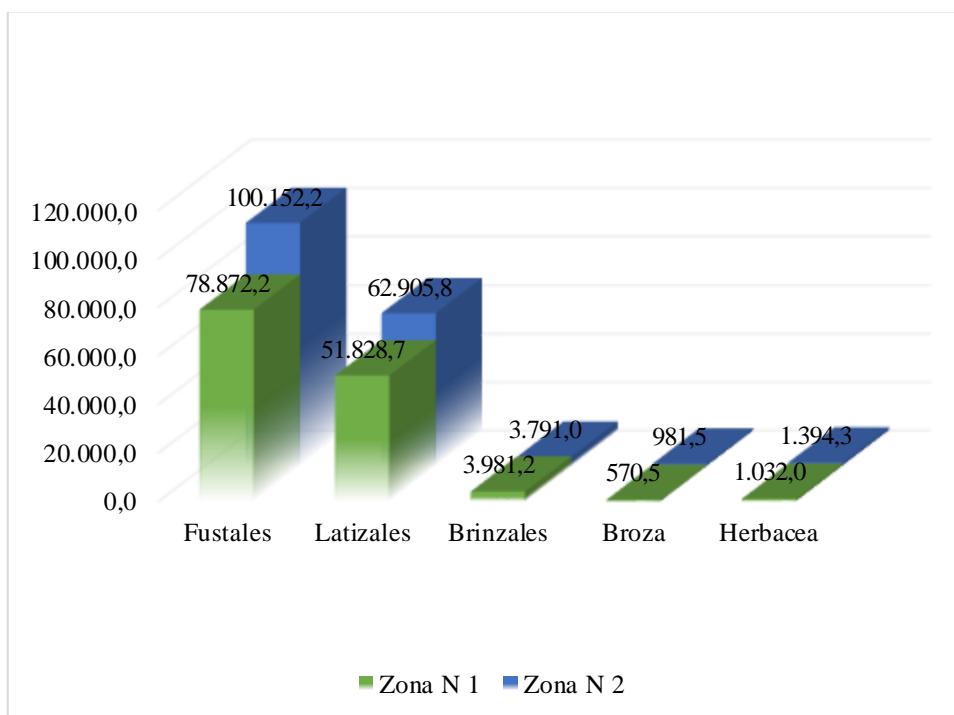


Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 20 y gráfico N° 22 muestra que en la zona N° 2 la cual se encuentra dentro de la RNFFT existe mayor valoración económica de secuestro de carbono donde se tiene un valor de 169.224,9 (Bs. ha⁻¹) y la zona N° 1 con un valor de 136.284,6 (Bs. ha⁻¹), como se puede observar los valores económicos por el secuestro de carbono son

elevados y tomando en cuenta la gran extensión de la RNFFT se podría gestionar recursos económicos para la conservación y protección del mismo, además que la vegetación son reguladores del clima y ayudan a purificar el oxígeno que es de vital importancia para los seres vivos, por lo tanto se debe considerar la reforestación y cuidado de los recursos naturales.

Gráfico N°23 Valoración económica según estrato (Zona N° 1 - Zona N° 2) (Bs. ha⁻¹)



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 20 El Gráfico N° 23 nos muestran los resultados de la valoración económica por hectárea, cálculos realizados en base a fórmulas alométricas, por lo tanto según sus características donde en la zona N° 2 se puede observar que los fustales tienen mayor valoración económica con un total: fustales 100.152,2 (Bs. ha⁻¹), latizales 62.905,8 (Bs. ha⁻¹), brinzales 3.791,0 (Bs. ha⁻¹), broza 981,5 (Bs. ha⁻¹) y la herbácea 1.394,3 (Bs. ha⁻¹). Asimismo, que se observa que la zona N° 1 fustales tienen mayor valoración económica con un total: fustales 78.872,2 (Bs. ha⁻¹), latizales 51.828,7 (Bs. ha⁻¹), brinzales 3.981,2 (Bs. ha⁻¹), broza 570,5 (Bs. ha⁻¹) y la herbácea 1.031,9 (Bs. ha⁻¹)

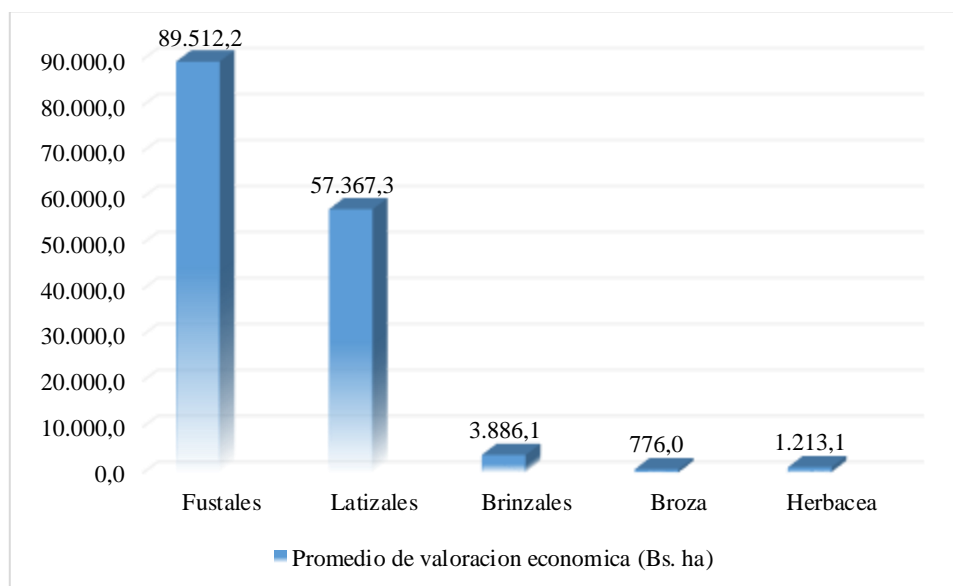
Para realizar el cálculo por el área total de la RNFFT se realizó un promedio de base al área de estudio y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla N° 21 Promedio de valoración económica (Bs. ha⁻¹)

Promedio de valoración económica (Bs. ha)	Fustales	Latizales	Brinzales	Broza	Herbácea	Valor Económico total promedio (Bs. ha)	Valor económico total promedio (\$us. ha)
	89.512,2	57.367,3	3.886,1	776,0	1.213,1	152.754,7	22.833,3

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 24 Promedio de valoración económica según estratos ((Zona N° 1 - Zona N° 2 Bs. ha⁻¹)



Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el cálculo general de valoración económica de la RNFFT se procedió a calcular la biomasa, stock de carbono, dióxido de carbono almacenado para llegar al cálculo económico, donde se procedió a sacar un promedio de los resultados arrojados tanto en zona N° 1 y zona N° 2 donde se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla N° 21 y gráfico N° 24 nos indica que una hectárea en la RNFFT realizar el

secuestro de dióxido de carbono de 838,2 t. ha⁻¹ el mismo que está valorado en Bs. 152.759,7 ha⁻¹.

Tabla N° 22 Valoración económica de la RNFFT (Bs. ha⁻¹)

Promedio de valor económico (Bs. ha)	Área de la RNFFT (ha)	Valoración económica total de la RNFFT (Bs.)
152.754,7	232.870,0	35.571.989.397,4

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizado los cálculos anteriormente mencionados se procedió a realizar la valoración económica de secuestro de carbono de la RNFFT, donde en la tabla N° 22 en base al promedio del valor económico por hectárea y al área total actual de la reserva que es de 232.870,0 ha de la RNFFT indica que es de Bs. 35.571.989.397,4

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Sobre la base del análisis de los resultados obtenidos, se formularon las siguientes conclusiones:

- La cuantificación de la biomasa obtenida se lo realizó en base al inventario forestal de campo donde se identificaron 56 especies donde: Fustales DAP > 10 cm. con 955 individuos, latizales DAP > 5 cm. - < 10 cm. con 893 individuos, brinzales < 5 cm. con 524 individuos y la toma de 16 muestras de 20 gramos de broza y herbácea.
- Se realizó la determinación de la biomasa en base al inventario forestal anteriormente mencionado donde aplicando fórmulas alométricas se obtuvieron los siguientes resultados: fustales con un valor de 1.748,0 (t. – ha⁻¹) el cual representa el 54% de la biomasa total, latizales con un valor de 1.372,4 (t. – ha⁻¹) representa el 42% de la biomasa, brinzales con un valor de 93 (t. – ha⁻¹) representa el 3% de la biomasa, broza 18,6 (t. – ha⁻¹) representa el 0,5% de la biomasa y la herbácea con un valor de 29,0 (t. – ha⁻¹) que representa el 1% de la biomasa. Asimismo, realizando un cálculo promedio tomando en cuenta las 8 parcelas muestreadas se pudo conocer la biomasa promedio por hectárea es de 407,6(t. ha⁻¹).
- La cuantificación del carbono almacenado se obtuvieron los siguientes resultados: Las parcelas con mayor cantidad de almacenamiento de carbono fue Guardiania con un valor de 371,0 t. ha⁻¹, en segundo lugar, la parcela 3 (Loma Alta) con un valor de 272,0 t. ha⁻¹, en tercer lugar, se encuentra la parcela 7 (Pampa Grande) 232,3 t. ha⁻¹. Asimismo los estratos con mayor capacidad de almacenamiento de carbono son los fustales con 1.070,4 t. ha⁻¹ el cual representa al 59% del stock de carbono, y latizales con 686,2 t. ha⁻¹ el cual

representa al 38% del stock de carbono esto se debe a la gran variedad de especies encontrados en parcelas de estudio, asimismo se obtuvieron valores bajos como ser en los brinzales $46,5 \text{ t. ha}^{-1}$ que representa al 2,5% del stock de carbono, broza $9,3 \text{ t. ha}^{-1}$ representa el 0,5% y la herbácea con un valor de $14,5 \text{ t. ha}^{-1}$ que representa el 0,7% del stock de carbono. De esta manera y tomando en cuenta las 8 parcelas muestreadas se sacó un promedio de stock de carbono donde se determinó que por hectárea se tiene $228,4 \text{ (t.-ha}^{-1}\text{)}$. Asimismo, se puede deducir la RNFFT tiene la capacidad de captar a $838,2 \text{ t. ha}^{-1}$ de dióxido de carbono.

- La valoración económica del servicio de secuestro de carbono aportado por los diferentes estratos tomando en cuenta el mercado internacional Europeo se obtuvo los siguientes resultados: Para la zona N° 1 y zona N° 2 de estudio se tiene un valor económico de $305.509,4 \text{ (Bs. ha}^{-1}\text{)}$, con un promedio en base a las 8 parcelas que arroja como resultado que una hectárea de la RNFFT tiene un valor de $152.754,710 \text{ (Bs. ha}^{-1}\text{)}$ o $22.833,290 \text{ (\$us. ha}^{-1}\text{)}$, por lo tanto la RNFFT tomando en cuenta toda su área tiene un costo de $35.571.989.397,3 \text{ Bs.}$
- Se realizó de manera satisfactoria la socialización del documento finalizado con información técnica sobre el servicio de secuestro de carbono con el directorio de la RNFFT.

4.2 RECOMENDACIONES

- Proponer proyectos de reforestación a diferentes instituciones para ayudar mejorar la producción de biomasa en la RNFFT, al mismo tiempo aumentará almacenamiento de carbono y captación de CO_2 por parte de la cobertura vegetal.
- Realizar muestreos en el área de estudio tomando en cuenta las diferentes estaciones del año con la finalidad de observar el flujo de biomasa y carbono, mediante el establecimiento de parcelas permanentes de monitoreo.

- Realizar investigaciones con la finalidad de promover, incentivar y motivar la protección de la flora y fauna de la RNFFT y así disminuir los desmontes ilegales.
- Para mejorar la información se recomienda realizar un estudio de suelos de la RNFFT con el objetivo de determinar la biomasa, stock de carbono y valoración económica de los suelos.
- Proponer proyectos a organismos internacionales en base al protocolo de Kioto, con la finalidad de promover la conservación y preservación de los recursos naturales de la RNFFT.
- Realizar investigaciones para conocer que especies en la zona son los que tienen mayor almacenamiento de carbono.