



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

SERFOR Servicio
Nacional
Forestal y
de Fauna
Silvestre



Primer Informe Parcial
del Inventario Nacional
Forestal y de Fauna Silvestre

JOHN LEIGH VETTER
Director Ejecutiva (e)
Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre SERFOR

KIRLA ECHEGARAY ALFARO
Secretaria General

CARLOS ESTUARDO ALBÁN RAMIREZ
Director de la Dirección General de Información y Ordenamiento Forestal y de Fauna
Silvestre SERFOR

ELVIRA GÓMEZ RIVERO
Directora (e) de la Dirección de Inventario y Valoración

2016 – Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre Avenida 7, 229 – Urb. Rinconada
Baja, La Molina, Lima, Perú

ÍNDICE

Resumen Ejecutivo

Capítulo I: Componente Maderable

- I. Introducción
- II. Antecedentes
 - 2.1. Bases técnicas del diseño del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – INFFS
 - 2.2. Clasificación de tipos de bosques y usos de la tierra
 - 2.3. Inventarios forestales previos
 - 2.4. Estudios florísticos
 - 2.5. Inventarios de Carbono
 - 2.6. Estudios de fauna silvestre
- III. Objetivos
- IV. Metodología
 - 4.1. Marco metodológico
 - 4.2. Alcances del estudio
 - 4.3. Área de estudio
 - 4.4. Método
 - 4.4.1. Población, sub poblaciones de interés
 - 4.4.2. Configuración de las parcelas de medición y cálculo del tamaño de la muestra
 - 4.4.2.1. Parcela de medición de la subpoblación o ecozona Selva baja
 - 4.4.2.2. Parcela de medición de las subpoblaciones o ecozonas hidromórficas, selva alta accesible y selva alta difícil
 - 4.4.2.3. Parcela de medición de las subpoblaciones o ecozonas Costa y Sierra
 - 4.4.3. Diseño de muestreo
 - 4.4.4. Toma de datos de campo
 - 4.4.5. Incertidumbre y precisión de otros parámetros estadísticos esperados
 - 4.4.6. Procesamiento y análisis de datos
 - 4.4.7. Variables a calcular
- V. Resultados
 - 5.1. Ecozonas hidromórfica
 - 5.1.1. Composición florística
 - 5.1.1.1. Composición a nivel de familias y especies
 - 5.1.1.2. Índices de biodiversidad a nivel de especies
 - 5.1.1.2.1. Diversidad Alfa (α)
 - 5.1.1.2.2. Diversidad beta (β)
 - 5.1.2. Estructura del bosque
 - 5.1.2.1. Estructura horizontal
 - 5.1.2.2. Estructura vertical
 - 5.1.3. Área basal
 - 5.1.3.1. Área basal por unidad muestral
 - 5.1.3.2. Área basal por clase diamétrica por especie

- 5.1.4. Existencias volumétricas
 - 5.1.4.1. Volumen por unidad muestral
 - 5.1.4.2. Volumen comercial por clase diamétrica por especie
 - 5.1.4.3. Volumen maderable por grupo potencial de mercado
 - 5.1.4.4. Volumen comercial versus especies amenazadas
- 5.1.5. Índice Valor de Importancia – IVI
 - 5.1.5.1. Índice Valor de Importancia – IVI de las familias
 - 5.1.5.2. Índice Valor de Importancia - IVI de las especies
- 5.1.6. Número de brinzales y latizales
- 5.1.7. Perturbaciones y efectos sobre los bosques
 - 5.1.7.1. Perturbación Natural
 - 5.1.7.2. Perturbación Antrópica
- 5.1.8. Condición de los árboles
 - 5.1.8.1. Calidad de fuste de los árboles de especies comerciales y no comerciales
 - 5.1.8.2. Condición fitosanitaria de los árboles de especies comerciales y no comerciales
 - 5.1.8.3. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones)
- 5.1.9. Usos de las especies forestales
- 5.1.10. Parámetros estadísticos obtenidos y precisión de las estimaciones
- 5.2. Selva Baja
 - 5.2.1. Composición florística
 - 5.2.1.1. Composición a nivel de familias y especies
 - 5.2.1.2. Índices de biodiversidad a nivel de especies
 - 5.2.1.2.1. Diversidad Alfa (α)
 - 5.2.1.2.2. Diversidad beta (β)
 - 5.2.2. Estructura del bosque
 - 5.2.2.1. Estructura horizontal
 - 5.2.2.2. Estructura vertical
 - 5.2.3. Área basal
 - 5.2.3.1. Área basal por unidad muestral
 - 5.2.3.2. Área basal por clase diamétrica
 - 5.2.4. Existencias volumétricas
 - 5.2.4.1. Volumen por unidad muestral
 - 5.2.4.2. Volumen comercial por clase diamétrica por especie
 - 5.2.4.3. Volumen maderable por grupo potencial de mercado
 - 5.2.4.4. Volumen comercial versus especies amenazadas
 - 5.2.5. Índice Valor de Importancia – IVI
 - 5.2.5.1. Índice Valor de Importancia – IVI de las familias
 - 5.2.5.2. Índice Valor de Importancia - IVI de las especies
 - 5.2.6. Número de brinzales y latizales
 - 5.2.7. Perturbaciones y efectos sobre los bosques
 - 5.2.7.1. Perturbación Natural
 - 5.2.7.2. Perturbación Antrópica
 - 5.2.8. Condición de los árboles
 - 5.2.8.1. Calidad de fuste de los árboles de especies comerciales y no comerciales
 - 5.2.8.2. Condición fitosanitaria de los árboles de especies comerciales y no comerciales
 - 5.2.8.3. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones)
 - 5.2.9. Usos de las especies forestales

- 5.2.10. Parámetros estadísticos obtenidos y precisión de las estimaciones
- 5.3. Ecozona Costa
 - 5.3.1. Composición florística
 - 5.3.1.1. Composición a nivel de familias y especies
 - 5.3.1.2. Índices de biodiversidad a nivel de especies
 - 5.3.1.2.1. Diversidad Alfa (α)
 - 5.3.1.2.2. Diversidad beta (β)
 - 5.3.2. Estructura del bosque
 - 5.3.2.1. Estructura horizontal
 - 5.3.2.2. Estructura vertical
 - 5.3.3. Área basal
 - 5.3.3.1. Área basal por unidad muestral
 - 5.3.3.2. Área basal por clase diamétrica por especie
 - 5.3.4. Existencias volumétricas
 - 5.3.4.1. Volumen por unidad muestral
 - 5.3.4.2. Volumen comercial por clase diamétrica por especie
 - 5.3.5. Índice Valor de Importancia – IVI
 - 5.3.5.1. Índice Valor de Importancia de las familias
 - 5.3.5.2. Índice Valor de Importancia de las especies
 - 5.3.6. Número de brinzales y latizales
 - 5.3.7. Perturbaciones y efectos sobre los bosques
 - 5.3.7.1. Perturbación Natural
 - 5.3.7.2. Perturbación Antrópica
 - 5.3.8. Condición de los árboles
 - 5.3.8.1. Calidad de fuste de los árboles de especies comerciales y no comerciales
 - 5.3.8.2. Condición fitosanitaria de los árboles de especies comerciales y no comerciales
 - 5.3.8.3. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones)
 - 5.3.8.4. Uso de las especies forestales
 - 5.3.9. Parámetros estadísticos obtenidos y precisión de las estimaciones
- 5.4. Ecozona sierra
 - 5.4.1. Composición florística
 - 5.4.1.1. Composición a nivel de familias y especies
 - 5.4.1.2. Índices de biodiversidad a nivel de especies
 - 5.4.1.2.1. Diversidad Alfa (α)
 - 5.4.1.2.2. Diversidad beta (β)
 - 5.4.2. Estructura del bosque
 - 5.4.2.1. Estructura horizontal
 - 5.4.2.2. Estructura vertical
 - 5.4.3. Área basal
 - 5.4.3.1. Área basal por unidad muestral
 - 5.4.3.2. Área basal por clase diamétrica por especie
 - 5.4.4. Existencias volumétricas
 - 5.4.4.1. Volumen por unidad muestral
 - 5.4.4.2. Volumen comercial por clase diamétrica por especie
 - 5.4.5. Índice Valor de Importancia
 - 5.4.5.1. Índice Valor de Importancia – IVI de las familias
 - 5.4.5.2. Índice Valor de Importancia - IVI de las especies
 - 5.4.6. Número de brinzales y latizales
 - 5.4.7. Condición de los árboles

- 5.4.7.1. Calidad de fuste de los árboles de especies comerciales y no comerciales
- 5.4.7.2. Condición fitosanitaria de los árboles de especies comerciales y no comerciales
- 5.4.7.3. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones)
- 5.4.8. Parámetros estadísticos obtenidos y precisión de las estimaciones

VI. Discusión

- 6.1. Ecozona hidromórfica y selva baja
 - 6.1.1. Composición florística y riqueza de especies
 - 6.1.2. Estructura del bosque
 - 6.1.3. Área basal y volumen
 - 6.1.4. Índice de valor de importancia de familias y especies
 - 6.1.5. Perturbaciones naturales y antrópicas
 - 6.1.6. Calidad de fuste, condición fitosanitaria y estado de los árboles
 - 6.1.7. Usos de las especies forestales
 - 6.1.8. Parámetros estadísticos obtenidos
- 6.2. Ecozona costa
 - 6.2.1. Composición florística y riqueza de especies
 - 6.2.2. Estructura del bosque
 - 6.2.3. Área basal y volumen
 - 6.2.4. Índice de valor de importancia de familias y especies
 - 6.2.5. Perturbaciones naturales y antrópicas
 - 6.2.6. Calidad de fuste, condición fitosanitaria y estado de los árboles
 - 6.2.7. Usos de las especies forestales
 - 6.2.8. Parámetros estadísticos obtenidos
- 6.3. Ecozona sierra
 - 6.3.1. Composición florística y riqueza de especies
 - 6.3.2. Estructura del bosque
 - 6.3.3. Área basal y volumen
 - 6.3.4. Índice valor de importancia de familias y especies
 - 6.3.5. Calidad de fuste, condición fitosanitaria y estado de los árboles
 - 6.3.6. Usos de las especies forestales
 - 6.3.7. Parámetros estadísticos obtenidos

VII. Conclusiones

VIII. Recomendaciones

IX. Referencias Bibliográficas

Capítulo II: Componente Fauna

- I. Introducción
- II. Objetivos
- III. Metodología
 - 3.1. Registro de Fauna Silvestre
 - 3.2. Registro de evidencia directa e indirecta de fauna en la parcela forestal
 - 3.3. Generación de listas y mapas de registros de fauna
- IV. Resultados
 - 4.1. Ecozona Costa
 - 4.2. Ecozona Sierra
 - 4.3. Ecozona Selva Baja
 - 4.4. Ecozona Hidromórfica
- V. Discusión
- VI. Conclusiones
- VII. Recomendaciones
- VIII. Bibliografía

Capítulo III: Estimaciones de los contenidos de carbono de la biomasa aérea

- I. Introducción
- II. Objetivo y alcances
- III. Metodología
 - 3.1. Parámetros considerados en los cálculos
 - 3.2. Cálculos
- IV. Resultados
- V. Discusión
- VI. Conclusiones
- VII. Recomendaciones

Agradecimiento

Bibliografía

Glosario de términos importantes para el INFFS

Siglas y acrónimos

Anexos

Equipo técnico que hizo el reporte parcial del INFFS

Participantes en el diseño del INFFS

Consultas técnicas participativas – grupos regionales

RESUMEN EJECUTIVO

Los inventarios forestales constituyen una de los instrumentos más importantes para el registro de información en la evaluación de recursos forestales, pues muestra el estado situacional de los bosques desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo.

En el marco de los compromisos asumidos por nuestro país en la cumbre de la tierra y en respuesta a una serie de demandas nacionales, nuestro país solicitó apoyo técnico y financiero a FAO para realizar el inventario nacional forestal - INF.

El INF se realizó con una base estadística fiable, con un diseño de muestreo sistemático no alineado. Para tal efecto, nuestro país fue dividido en seis subpoblaciones denominadas ecozonas: 1) ecozona de bosque hidromórfico, 2) ecozona de bosque selva baja, 3) ecozona de bosque selva alta accesible, 4) ecozona de bosque selva alta difícil, 5) ecozona de bosque sierra, y 6) ecozona de bosque costa; según criterios fisiográfico, fisonómico, florístico, capacidad de almacenamiento de carbono y accesibilidad. A partir de estas ecozonas se estableció una rejilla de 1,854 puntos o unidades de muestreo en todo el territorio nacional dividido en 5 paneles con un estimado de ejecución de 20% de unidades muestrales por panel.

Debido a metodología empleada, se registró información de unidades muestrales ubicadas en todo el país independientemente de la presencia o ausencia de bosques. Para representar la superficie de cada ecozona donde se registró y procesó información de los recursos forestales, se utilizó el sistema de clusters donde estaban ubicadas las unidades muestrales. En cada unidad muestral se anotó en una libreta de campo información relacionada con el nivel de perturbación del bosque, clase de uso de bosque, ubicación de los árboles dentro de la sub unidad muestral, diámetro y altura total y comercial de los individuos a partir de un diámetro base determinado de acuerdo con la ecozona levantada. En adición a las variables mencionadas, se registró información sobre la regeneración natural, usos de los árboles, calidad de fuste y estado fitosanitario de los mismos.

El registro de información de campo se inició el año 2013 y estuvo dirigido inicialmente por la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre y luego continuado por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR. En esta primera entrega se ha procesado información de las ecozonas hidromórfica, selva baja, costa y sierra en una superficie total de 57'228,791.76 ha.

El índice de diversidad de los bosques de la amazonía peruana calculada por el índice de Shannon Wiener muestra alta diversidad de especies en los bosques de la ecozona selva baja e hidromórfica a partir de individuos mayores e iguales de 10 cm dap. La densidad de árboles mayores e iguales de 10 cm dap registrados fue de 461 y 407 tallos/ha en las ecozonas de bosque hidromórfico y de selva baja, respectivamente. En los bosques de la ecozona sierra la densidad de tallos mayores o iguales de 5 cm dap fue de 377 tallos/ha y en la ecozona costa se fue de 43 tallos/ha.

El promedio de las existencias volumétricas en los bosques de la selva baja amazónica para árboles ≥ 30 cm dap es de 128 m³/ha y para la ecozona hidromórfica es de 113.28 m³/ha. En las ecozonas costa y sierra el volumen disminuye notoriamente obteniéndose 4.72 y 2.70 m³/ha, respectivamente. El volumen comercial (árboles ≥ 60 cm dap) en los

bosques de selva baja e hidromórfica representa 43% y 49% del volumen total, respectivamente.

El volumen de madera con demanda en el mercado internacional, nacional y regional proveniente de los bosques de las ecozonas hidromórfica y selva baja es de 27.14 y 32.67 m³/ha.

Más del 84% de los árboles de las ecozonas bosque hidromórfico y selva baja presentan fustes con calidad óptima y media. En los bosques de la ecozona costa cerca de 22% de los árboles presentan fustes de calidad óptima, mientras que en la ecozona sierra el 82% de los árboles presentan fuste de calidad óptima. Más del 85% de los árboles registrados en las ecozonas hidromórfica y selva baja están sin daño, en las ecozonas sierra y costa más del 73% de los árboles están sanos.

En todas las ecozonas se ha registrado más de 8 usos de los árboles. En el 95% de las unidades muestrales registradas en la ecozona hidromórfica se reportó algún tipo de aprovechamiento de productos del bosque, destinando cerca de 37% de la madera a construcción rural, 29% a leña y 13% a frutas. En la ecozona selva baja se reportó una cifra similar de aprovechamiento de productos, sin embargo, el 49% de la madera se destina para aserrío, 21% para leña y 18% para construcción rural. En la ecozona costa el mayor porcentaje de aprovechamiento de los árboles se destina a construcción rural (38%), asimismo, 24% se usa como forraje y 12% de los árboles como leña.

Con respecto al contenido de carbono aéreo, los resultados muestran un valor de de 138.9 t C/ha para la ecozona selva baja, mientras que para las ecozonas hidromórfica, sierra y costa alcanzan cifras de 86.5 t C/ha, 27.1 tC/ha y 9.4 t C/ha, respectivamente.

El inventario de fauna silvestre arroja un total de 5,328 registros que corresponden a 902 especies, el mayor porcentaje de especies fue registrado en la ecozona selva baja con 36.8%. A nivel de todas las ecozonas evaluadas, el mayor número de especies corresponde a aves con 662 especies y el menor número a anfibios con 71 especies. Esta base de datos constituye un valioso insumo para determinar y actualizar la distribución de diferentes especies a nivel nacional, datos que pueden servir para enfocar estudios de evaluaciones poblacionales de especies priorizadas como amenazadas. Asimismo, la continuidad de la evaluación permitirá el crecimiento de la base de datos en el SNIFFS, para desarrollar análisis cada vez mas detallados de los mapas de distribución, y que además sirva de plantilla para incorporar registros oportunistas de otras investigaciones y que puedan servir para monitorear el cambio de las distribuciones de especies de interés.



Capítulo I

Componente
Maderable

I. INTRODUCCIÓN

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (UNCED) de 1992 realizada en Río de Janeiro desarrolló un conjunto de “Principios forestales” para el manejo forestal sostenible (MFS) mundial, en consideración a las múltiples funciones y valores de los recursos forestales. Esta Conferencia dio origen a diversas instituciones internacionales de conservación de los bosques; igualmente, al desarrollo e implementación de políticas nacionales para los recursos forestales orientados a mejorar la condición de las poblaciones dependientes de la actividad forestal, reducción de la degradación y deforestación del bosque, y, ampliación de los beneficios de los usos múltiples que genera el bosque.

El Perú es uno de los 10 países con mayor cobertura forestal en el mundo y el segundo en Latinoamérica después de Brasil, en sus bosques habitan una gran diversidad biológica, además su territorio es origen y fuente de suministro de ingentes cantidades de agua dulce proveniente de la gran cuenca amazónica; sin embargo, sus bosques se talan anualmente a una tasa que supera las 113 mil ha, tanto por acción de la agricultura migratoria y la ganadería, como por iniciativas privadas empresariales y por actividades mineras.

En este contexto, para nuestro país es importante que los bosques tengan un mayor impacto en el bienestar de la población, que se amplíen al máximo los beneficios múltiples que el recurso forestal puede ofrecer a la sociedad, que se gestionen los bosques en forma sostenible, con base en información real y actual sobre ellos, que se reduzca la deforestación debido a la agricultura, ganadería, minería y otras causas, y, que se amplíe la reforestación en las áreas de aptitud forestal.

Para hacer frente a estos desafíos, es necesario reforzar en nuestro país la formulación de políticas y planes forestales mediante procesos participativos y multisectoriales; sin embargo, es necesario recordar que se cuenta con limitada información del estado de los bosques y sus recursos (Kessler, 1995), que son la base fundamental para la toma de decisiones, promoción de cambios, evaluación de logros y evolución de tendencias del manejo forestal sostenible. Es por ello que es necesario invertir en información para la gestión y ordenamiento territorial y de los bosques.

La Constitución Política del Perú (1993) establece que los recursos naturales renovables y no renovables son patrimonio de la Nación, y es responsabilidad del Estado promover la preservación, conservación y manejo racional y eficiente de los mismos. Asimismo, los objetivos de desarrollo sostenible del país señaladas en la Política Nacional Forestal como los compromisos adquiridos por el Perú en los temas de Cambio Climático, Biodiversidad y Desertificación, así como en los que se derivan del Tratado Libre Comercio-TLC con los EE.UU. de Norteamérica, hacen imprescindible el desarrollo de su capacidad para adquirir, procesar, administrar y analizar información del recurso forestal.

La legislación en materia forestal y fauna silvestre, la gestión sostenible del recurso forestal y la conservación del ecosistema boscoso están a cargo del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) y del Ministerio del Ambiente (MINAM). El rol del MINAGRI es promover el aprovechamiento sostenible del bosque y del recurso forestal en general, mientras que del MINAM es la conservación de su diversidad y el beneficio múltiple de los ecosistemas forestales, incluyendo los servicios ambientales.

Específicamente, la función del SERFOR como parte del MINAGRI es la de ejecutar de forma permanente y actualizar de forma periódica el inventario nacional y la valoración de la diversidad forestal y de fauna silvestre en coordinación con los gobiernos regionales, gobiernos locales y otras instituciones públicas y privadas.

El objetivo del inventario nacional forestal es "proveer en forma continua información actualizada y confiable para la planificación del manejo sostenible de los recursos forestales de las regiones de la Selva, Sierra y Costa peruanas, colectando, procesando y reportando datos sobre la biomasa, reservas de carbono, deforestación, biodiversidad de árboles y fauna silvestre e información socioeconómica de las poblaciones rurales asentadas en su entorno".

En ese sentido, el SERFOR inició el 2013 el inventario nacional de los recursos forestales y de fauna silvestre en coordinación con el MINAM habiendo hasta la fecha visitado un total de 314 unidades muestrales que corresponden: 122 unidades muestrales a la ecozona Costa; 78 a la ecozona Sierra, 102 unidades muestrales a la ecozona Selva Baja y 14 a la ecozona Hidromórfica.

Sin embargo, por diversos motivos el número de parcelas procesadas y analizadas en el presente informe se redujo debido mayormente a inaccesibilidad y problemas sociales. Por tal motivo, el área efectiva ejecutada quedó establecida de la siguiente manera: ecozona Costa 122 unidades muestrales de las cuales 27 unidades muestrales son con bosque y 95 unidades muestrales sin bosque; ecozona Sierra 75 unidades muestrales, correspondiendo 66 unidades muestrales con bosque y 9 unidades muestrales sin bosque; ecozona selva Baja (76 unidades muestrales) y en la ecozona Hidromórfica (13 unidades muestrales); haciendo un total de 286 unidades muestrales procesadas y analizadas.

II. ANTECEDENTES

2.1. Bases técnicas del diseño del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre-INFFS

El registro de datos de campo del inventario nacional forestal y de fauna silvestre se inició el 2013, no obstante, en los años previos se realizaron algunos ajustes institucionales y de afinamiento de la metodología propiamente dicha, para tal efecto, se desarrolló un proceso participativo a través de reuniones técnicas que involucraron a instituciones nacionales como MINAGRI, MINAM, Gobiernos Regionales, la academia (universidades e Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana- IIAP) sector privado y expertos locales en inventarios.

El proceso fue muy complejo, tomó algunos años y se contó con el asesoramiento del Servicio Forestal de Estados Unidos – USFS y la FAO, ambas instituciones venían colaborando con varios países en dicho propósito y su apoyo para nuestro caso resultó ventajoso. De acuerdo con el documento bases técnicas del diseño del inventario nacional forestal (Barrena *et al.*, 2011) todo el proceso se podría resumir como sigue:

El primer paso fue establecer el desarrollo de la metodología que consistió en la formulación de una guía que fue presentado durante el primer taller de planificación de inventarios realizada en el 2010. Posteriormente con la suscripción del acuerdo entre FAO y nuestro país se organiza dos talleres del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre-INFFS el primero en el 2011 y el segundo en el 2012, donde se establece el diseño del inventario y se recaba las necesidades de información y los objetivos del monitoreo. En forma simultánea, se desarrolló la consultoría para el acopio de información sobre inventarios forestales.

Previo al taller del 2012, el grupo de expertos probó una Herramienta de Diseño para el Inventario y Monitoreo en el diseño del Inventario de Bosques de Producción Permanente – IBPP, lo que permitió que se recomiende la utilización de esta herramienta para el diseño del INFFS. Esta herramienta fue aprobada en dicho taller y ayudó a especificar los requisitos de precisión y a calcular el tamaño de la muestra. Adicionalmente se definió las preguntas genéricas a ser utilizadas por esta herramienta.

Las preguntas genéricas fueron analizadas y priorizadas en reuniones de consulta técnica realizada en varios lugares del país. Como producto de estas reuniones se procesaron y analizaron los resultados de estas consultas lo que permitió priorizar las preguntas genéricas por objetivo de monitoreo lo cual llevó a la definición de los indicadores y variables más importantes. Posteriormente, se ajustó estas variables al diseñar los formularios de campo que fueron utilizados durante la ejecución del trabajo de campo del INFFS.

En forma paralela, los expertos decidieron ensayar otra herramienta de diseño para la planificación y evaluación del INFFS con el fin de determinar no solo el tamaño de la muestra sino también para seleccionar el tamaño y forma de parcela de igual manera que el número de sub-parcelas. Esta nueva herramienta permitió seleccionar la configuración de la parcela más eficiente, es decir, que se cumplan los requisitos estadísticos al menor costo posible, aspecto este que en todo inventario es crucial, basada en el cálculo del volumen y de área basal de varios inventarios realizados en selva y costa del país. Teniendo en cuenta que el INFFS pretende llegar a abarcar toda la variabilidad del recurso forestal del país, el diseño del inventario comprende un sistema de diseños de muestreo apropiados

para las condiciones del recurso forestal del Perú, estimándose los tiempos y costos de las diferentes actividades de campo del inventario para las zonas (sub-poblaciones) en las que se dividió el país.

Desde el punto de vista práctico, el equipo del INFFS consideró que las grandes regiones naturales del país como las poblaciones y cada una de las divisiones identificadas serían las sub poblaciones. De esta manera, se identificó 6 sub poblaciones o ecozonas: i) selva baja, ii) selva alta accesible, iii) selva alta difícil, iv) zona hidromórfica, v) sierra, y vi) costa (figura N°1); cada una de las cuales cuenta con un diseño de muestreo particular según las características del recurso forestal que posee. Con dicha información se procedió a la construcción definitiva de las grillas para cada sub población y a la distribución de las parcelas correspondientes al primer panel.

El INFFS se concibió como un inventario con parcelas de carácter permanente y mediciones anuales con ciclos de medición de 5 años en paneles anuales (un panel comprende el 20% del total de las parcelas). Las parcelas fueron diseñadas espacialmente no alineadas y agrupadas de manera desigual. Ello quiere decir que incorporará la variable tiempo al diseño del INFFS tanto en lo concerniente a la instalación y evaluación de las parcelas de muestreo como del posterior procesamiento de la información.

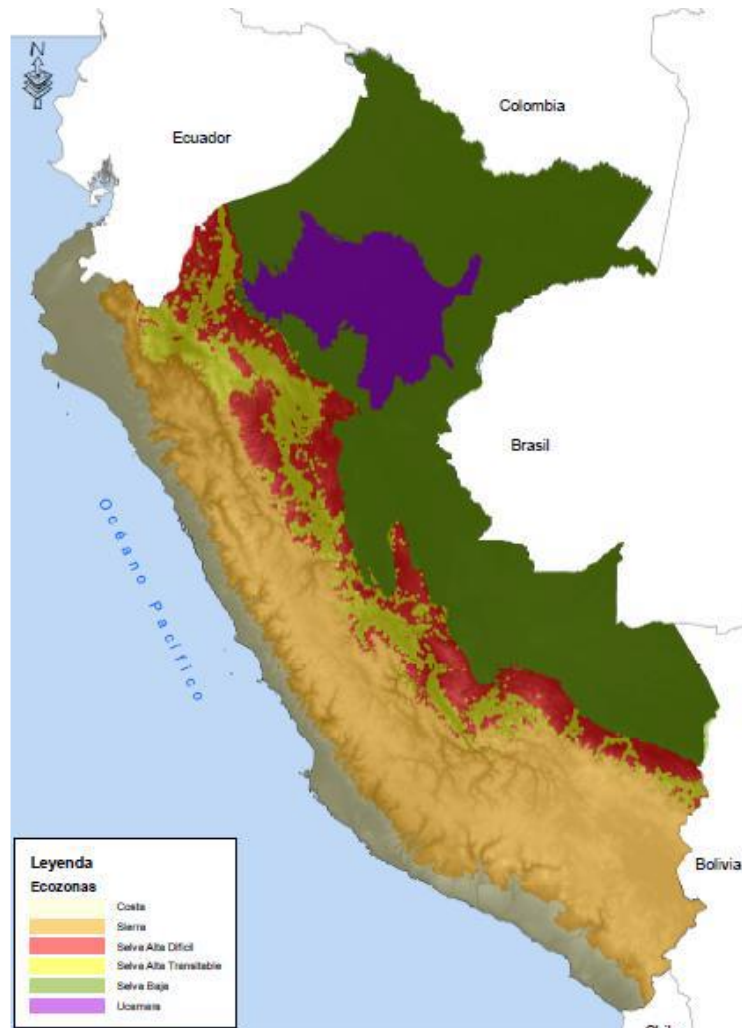
Coincidió con esta apreciación Pekkarinen (2012), quien recomendó que el diseño debe centrarse en inventarios repetidos y que comprenda un diseño sistemático con parcelas en conglomerados. Para asegurar la repetitividad mencionada, un INF debe ser continuo de modo que permita remedir las parcelas y árboles. En base a esta premisa, el Inventario Nacional Forestal del Perú se viene ejecutando bajo un diseño de muestreo sistemático no alineado con estratificación a posteriori tomando como base el área de cada sub población.

Para determinar el número de parcelas empleadas para el registro de datos de campo, es determinante del error de muestreo: cuanto mayor es el número de parcelas, menor es el error de muestreo y, por lo tanto, más precisos y potencialmente exactos serán los resultados (Dauber, 1995); no obstante, considerando la eficiencia del muestreo, se procura tener únicamente la cantidad necesaria de parcelas para conseguir un error aceptable de muestreo. La misma fuente considera que no hay forma científica de decir qué error de muestreo es aceptable, porque se trata de una decisión administrativa, pragmática e incluso política. Depende del nivel de riesgo que se está dispuesto a aceptar y generalmente, para un inventario forestal se planifica un error del 12% al 20% de la media; no obstante, Dauber (1995) considera que el error admisible difiere para cada parámetro forestal (N/ha, G/ha, V/ha) y también de especie a especie.

Las parcelas conglomeradas (donde una parcela consta de varias sub parcelas distanciadas) reducen la variancia entre parcelas así como el número de parcelas necesarias para asegurar una precisión dada. De esta manera las parcelas del INFFS tienen un diseño en forma de "L" compuesto por un conglomerado de sub parcelas circulares para el caso de las sub poblaciones de costa, sierra, selva alta (accesible y difícil) e hidromórfica y de forma rectangular solo para la sub población de selva baja. Al interior de las sub parcelas se realizan las mediciones y evaluaciones de campo. Las sub parcelas tienen un diseño anidado con diferentes mediciones según la variable evaluada. Aguirre *et al.* (2010) sostiene que las parcelas en forma de "L" son adecuadas para el trabajo de campo, pues permiten "navegar" fácilmente entre parcelas donde únicamente es necesario un giro de 90°, y porque permitirían realizar un ajuste flexible del número de parcelas, el

cual podría ser fácilmente aplicado a los lados de la parcela, en caso que se determine necesario.

Los datos sobre los atributos o variables relacionados al bosque, medición de variables dendrométricas clásicas (diámetro, altura), la identificación de las especies arbóreas, y variables cualitativas y cuantitativas se registraron en un juego de 8 formularios que permiten la caracterización del ecosistema forestal en cada punto muestral y también las clases de uso de la tierra por medio del mapeamiento dentro de las subunidades.



*Fuente: Barrena *et al.* (2011)

Figura N°1. Mapa de las sub poblaciones del INFFS

2.2. Clasificación de Tipos de bosques y usos de la tierra

En nuestro país se ha ejecutado numerosos inventarios forestales que han tratado de establecer clasificación y nomenclatura para la vegetación en grandes áreas de la selva peruana, entre estos estudios destacan (Malleux, 1971, 1982) y de Encarnación (1985). El primero fue propuesto con la finalidad de establecer una metodología estandarizada para el uso de fotografías aéreas en la clasificación y cartografiado de formaciones vegetales de la selva peruana, siendo su mayor interés el potencial forestal de los distintos tipos de bosques; mientras que la clasificación de Encarnación (1985) está basada en el conocimiento profundo de la vegetación de Loreto y utiliza la misma nomenclatura vernacular que utilizan los pobladores de la zona.

Los estudios realizados por Malleux (1971, 1982), han servido de base para el Mapa Forestal del Perú 1995 y el Mapa de Cobertura Vegetal del Perú 2015. El primero identificó 27 formaciones vegetales naturales, correspondiendo 24 formaciones a bosques (Perú – Ministerio de Agricultura, 1996), mientras que el Mapa de Cobertura Vegetal ha sido más preciso y ha identificado 56 tipos de uso del suelo, incluido 45 formaciones vegetales boscosas.

Según (Perú – MINAM, 2015) la cobertura vegetal del Perú ocupa una superficie de 103'411,085 ha, correspondiendo 72'266,290 ha a formaciones boscosas, la mayor parte ubicada en la selva baja peruana. Se calcula que estos bosques albergan alrededor de 20,000 especies de plantas superiores, de ellas, unas 6,800 son especies forestales, considerando árboles de porte grande y arbolitos pequeños. Tomando en cuenta solamente a los primeros, el número asciende a algo más de 3,000 especies (Brako y Zarucchi, 1993; Joppa *et al.*, 2010); de estas solo 600 han sido debidamente clasificadas y apenas se aprovechan unas 80

El 61% de los bosques de la selva son para producción forestal y el 21% son de protección. Los bosques de la selva peruana se pueden clasificar como húmedos a muy húmedos tropicales y sub-tropicales. Se considera que representa el 15 % de la Amazonía (Barrena, *et al.*, 2011). Una característica de la Selva es su gran heterogeneidad y biodiversidad.

La selva peruana se clasifica en Selva Baja y Selva Alta. La Selva Baja, ubicada por debajo de los 500 msnm, es la parte menos poblada del Perú. Esta región es donde se realiza la mayor cantidad de extracción forestal, caracterizada por ser selectiva, las especies más representativas de los bosques son: la caoba (*Swietenia macrophylla*), Cedro (*Cedrela odorata*), Ishpingo (*Amburana cearensis*), Lupuna (*Ceiba pentandra*), Cumala (*Virola sp.*), entre otras.

Por su topografía conformada por pendientes suaves, posibilita la presencia de grandes extensiones de áreas inundadas e inundables conformada por grandes extensiones pantanosas con predominancia de palmeras como *Mauritia flexuosa* (aguaje) y *Euterpe precatoria* (huasaí), a las que se denomina de acuerdo con la clasificación utilizada en el Inventario Nacional Forestal como bosques de ecozona hidromórfica.

En el cuadro N° 1 se muestran los principales bosques de la Selva baja siendo el más extenso el Bosque húmedo de colina baja y lomada.

Cuadro N°1. Clasificación de los Bosques de selva baja

Principales bosques de Selva Baja	Superficie (ha)	% Total de Bosque	% de Superficie de Selva Baja
Aguajal	1'654,779	3.59	3.51
Bosque Húmedo de Colina Alta	2'607,836	5.66	5.53
Bosque Húmedo de Colina Baja y Lomada	27'754,801	60.23	58.87
Bosque húmedo de montaña	9,531	0.02	0.02
Bosque Húmedo de Superficie Plana Inclinada	64,059	0.14	0.14
Bosque Húmedo de Terraza Alta	4'732,997	10.27	10.04
Bosque Húmedo de Terraza Baja y Media	7'599,608	16.49	16.12
Bosque Antrópico Secundario	1'660,920	3.60	3.52
Total Bosque	46'084,531	100	97.76
Selva Baja	47'142,813		100

Fuente: UTC, reportado en Barrena *et al.* (2011)

La Selva alta ubicada entre los 500 a 2,000 msnm. La vegetación es muy vigorosa y diversa. Es en esta zona en que se desarrolla la única conífera nativa del Perú: el *Podocarpus* sp. que estuvo presente del norte al centro de la selva alta, está a lo largo de casi toda la ceja de selva, hoy esta conífera se encuentra sobreexplotada.

La Ceja de Selva se sitúa entre los 2,000 a 3,800 msnm, de topografía fuertemente accidentada, son tierras de protección, con vegetación abundante, por la humedad, el porte de los árboles es generalmente pequeño y deforme, presenta gran cantidad de epífitas. La función principal de estos bosques es la protección de las cuencas hidrográficas. Esta vegetación está afectada por el sobrepastoreo y por la agricultura que ocasionan quemadas y talas.

En el cuadro N° 2 se muestran los principales bosques de la Selva Alta siendo el más extenso el Bosque húmedo de montaña.

Como ya se mencionó la Selva Alta fue a su vez subdivida en dos: selva alta accesible y selva alta difícil, por un criterio de accesibilidad, que implica que en la Selva Alta accesible hay mayor probabilidad de deforestación y presencia de bosques secundarios mientras que en la selva alta difícil, esta probabilidad es menor (Marco Metodológico, 2014).

Cuadro N° 2. Clasificación de los bosques de la Selva Alta

Principales bosques de Selva Alta	Superficie (ha)	% Total de Bosque	% de Superficie de Selva Alta
Aguajal	47,885	0.23	0.21
Bosque Húmedo de Colina Alta	520,642	2.50	2.32
Bosque Húmedo de Colina Baja y Lomada	304,088	1.46	1.36
Bosque húmedo de montaña	15'089,650	72.58	67.30
Bosque Húmedo de Superficie Plana Inclinada	15,681	0.08	0.07
Bosque Húmedo de Terraza Alta	111,944	0.54	0.50
Bosque Húmedo de Terraza Baja y Media	294,195	1.42	1.31
Bosque Antrópico Secundario	4'405,775	21.19	19.65
Total Bosque	20'789,860	100	92.73
Selva Baja	22'420,018		100

Fuente: UTC, reportado en Barrena *et al.* (2011)

El mapa de vegetación de América del Sur (UNESCO 1980), divide los pantanos amazónicos en dos categorías: a) bosque tropical ombrófilo pantanoso dominado por palmeras, b) pradera tropical alta inundada.

Los bosques ubicados en zonas hidromórficas ocupan la llanura aluvial de la selva amazónica, desde el nivel más bajo de los grandes ríos hasta aproximadamente los 750 msnm, con una gran concentración en las grandes depresiones como la del Abanico del Pastaza y la de Ucayali entre los ríos Marañón y Ucayali (Reserva Nacional Pacaya y Samiria) en el departamento de Loreto y en menor proporción en la llanura inundable de los ríos Amazonas, Ucayali, Huallaga, Pastaza, Tigre, Napo, Santiago, Putumayo, entre otros. Ocupa una superficie de 5'570,736 ha, que representa el 4.33 % del total nacional. Este bosque se encuentra inundado casi durante todo el año, producto de las inundaciones que generan los ríos durante la creciente sumado a la precipitación pluvial. Los suelos presentan un pobre drenaje y abundante materia orgánica con lenta descomposición (PERU, MINAM, 2015).

Los tipos de bosque encontrados en diferentes proporciones en ambas partes son los siguientes: Aguajal mixto, Bosque ribereño, Bosque de terrazas medias, Bosque de terrazas bajas, aguajal denso, pantanos arbóreos, Bosque de terrazas altas, Pantanos herbáceos, terrazas altas fuertemente disectadas, bosques de colinas. Mientras que en Pastaza predominan los aguajales mixtos (29%) y los bosques ribereños (23%) (Centro de Datos para la Conservación (CDC)-WWF, 2002), en Pacaya Samiria predominan los aguajales densos (18%) con los bosques inundables permanentemente (18%) (Rodríguez *et al.*, 1995). En los aguajales densos y mixtos predomina *Mauritia flexuosa* (aguaje), mientras que en otros tipos de bosques se tiene *Ficus* sp., *Symphonia* sp., *Cecropia* sp., *Inga* sp., entre otros. En el Cuadro N° 2 se muestra los principales bosques de la zona hidromórfica, correspondiendo el más extenso al bosque aguajal. Malleux (1975) señala que en el departamento de Loreto existen 2'893,200 ha de áreas pantanosas y 893,000 ha de aguajales densos; sólo en la Reserva Nacional Pacaya - Samiria, cuya extensión alcanza las 2'156,770 ha, existen 598,970 ha de aguajales densos y 372,145.75 ha de aguajales mixtos (Mejía, 2000).

Los aguajales son frecuentemente clasificados como bosques monotípicos por la densidad y la dominancia de biomasa de *Mauritia flexuosa*, sin embargo, muchos aguajales no son así y se presentan diferentes combinaciones de vegetación denominados por Peters *et al.* (1989) como bosques oligárquicos.

En este bosque dominan comunidades de palmeras de porte arbóreo, alcanzando alturas de hasta 30 m y dap de hasta más de 40 cm. Se incluyen asimismo, comunidades arbóreas de árboles típicas de hábitats inundables como son los "renacales" y "pungales", así como los arbustales inundados (PERU, MINAM 2015).

Puhakka y Kalliola (1993) destaca que los bosques de zonas hidromórficas de la Amazonía peruana se clasifican en: 1) pantanos de palmeras, y, 2) pantanos boscosos. El primero caracterizados por la abundancia de palmas, especialmente de aguaje (*Mauritia flexuosa*) y otras especies comunes como *Geonoma acualis* (palmiche), *Euterpe* sp. (huasai) y *Oenocarpus mapora* (sinamillo), en adición a estas especies, algunos árboles dicotiledóneos pueden también estar presentes, incluyendo *Ficus* (Moraceae) *Symphonia* (Clusiaceae) y *Virola* (Myristicaceae) (Kahn y Mejía, 1991). El segundo grupo incluyen todas las otras formaciones permanentemente inundadas que se encuentran a menudo como zonas transicionales alrededor de otros tipos de pantanos donde la vegetación baja se

convierte en bosque. A menudo la abundancia de palmeras da a estas comunidades una estructura muy particular; sin embargo, las masas boscosas caracterizadas por la dominancia de la punga (*Pseudobombax munguuba*) también forman parte de este tipo de comunidades boscosas. La vegetación pantanosa más extensa corresponde al complejo Marañón, el que ocupa las partes distales del abanico aluvial extendiéndose desde el sureste del Ecuador hacia el Marañón (Puhakka y Kalliola, 1993).

Penn, et. al. (2008) advierte la situación de los aguajales teniendo en consideración la reducción de los individuos hembras por la extracción selectiva de las palmeras productoras de mejores frutos.

En el cuadro N°3 se presenta los principales bosques de la zona hidromórfica siendo el más extenso el bosque húmedo aguajal.

Cuadro N° 3. Clasificación de los bosques de la zona hidromórfica

Principales bosques de la Zona Hidromórfica	Superficie (ha)	% Total de Bosque	% de Superficie de Zona Hidromórfica
Aguajal	4'559,422	54.18	52.59
Bosque Húmedo de Colina Baja y Lomada	724	0.01	0.01
Bosque Húmedo de Terraza Alta	109,328	1.30	1.26
Bosque Húmedo de Terraza Baja y Media	3'558.448	42.28	41.04
Bosque Antrópico Secundario	187,546	2.23	2.16
Total Bosque	8'415,468	100	97.07
Selva Baja	8'669,706		100

Fuente: UTC, reportado en Barrena et al. (2011)

La región Costa es una estrecha franja longitudinal que se extiende desde el Océano Pacífico hasta los 2,000 msnm en la Cordillera de los Andes. Ocupa una extensión que representa el 11.69% de la superficie total de país, con un litoral de más de 3,000 km de longitud. Presenta una cobertura vegetal arbórea rala tipo seco, de porte bajo y ramificado en la zona norte entre los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad. Además se concentra una cobertura vegetal de Bosque seco tipo sabana, Algarrobal ribereño, Bosque seco de piedemonte, Bosque seco de lomadas, Colinas bajas, Montañas y Manglares, las que se complementan con las Lomas estas últimas ubicadas por lo general los departamento de La Libertad, Ancash, Lima, Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna. Tiene buena accesibilidad por la buena infraestructura vial presente en la zona, también facilitada por su topografía fácil de acceso

En esta región se encuentra el Bosque Seco del Noroeste que cubren más de tres millones de hectáreas. El algarrobo (*Prosopis* sp.) es el árbol emblemático de este bosque aunque existen otras especies presentes. La especie representativa del bosque seco tipo sabana es el *Prosopis pallida* (algarrobo), que en muchos sectores se encuentra asociado a especies resistentes a las sequías, principalmente con el *Capparis scabrida* (zapote) y en menor proporción con las siguientes especies: *Capparis ovalifolia* (bichayo), *Acacia macracantha* (faique), *Parkinsonia aculeata* (espinas de cristo), *Cercidium praecox* (palo verde) y *Vallesia glabra* (cun cun).

En la actualidad se extrae madera para leña y para producir carbón vegetal, principalmente de los algarrobos, para usos domésticos. Se considera que el 60% del carbón consumido en Lima proviene de estos bosques (Barrena et al., 2011).

También existen en esta región, cerca de la frontera con Ecuador, aproximadamente 5,829 ha de Manglares, con dos especies de mangle (*Rhizophora* sp.). Los manglares están formados por un conjunto de hasta 40 variedades botánicas, entre las que destaca la especie *Rhizophora mangle*. Estos bosques son actualmente vulnerables por la construcción de pozas langostineras y la excesiva extracción de conchas y cangrejos y la contaminación por desagües domésticos y químicos de la actividad agrícola.

En el centro y sur de la costa existe una formación climática llamada “lomas” de la cual solo quedan algunos relictos. Se distribuyen desde Cerro Illescas (Piura) hasta el extremo sur del Perú. Se localizan al nivel del mar y llegan hasta los 1,000 msnm.

En el cuadro N° 4, se muestran los principales bosques de la Costa siendo los más extensos el Bosque seco tipo sabana y el Bosque seco de montaña.

Cuadro N° 4. Clasificación de los bosques de la Costa

Principales bosques de Costa	Superficie (ha)	% Total de Bosque	% de Superficie de Costa
Algarrobal Ribereño	6,955	0.18	0.05
Bosque Seco de Colina Alta	331,247	8.52	2.20
Bosque Seco de Colina Baja	283,420	7.29	1.89
Bosque Seco de Lomada	167,888	4.32	1.12
Bosque Seco de Montaña	1'297,028	33.34	8.63
Bosque Seco de Piedemonte	213,634	5.49	1.42
Bosque Seco Tipo Sabana	1'300,441	33.43	8.66
Manglar	5,829	0.15	0.04
Lomas	283,492	7.29	1.89
Plantación Forestal	26	-	-
TOTAL BOSQUE	3'889,960	100	25.89
COSTA	15'025,082		100

Fuente: UTC, reportado en Barrena *et al.* (2011)

La Región Andina o Sierra está conformada por la Cordillera de los Andes que atraviesa longitudinalmente el país de sur a norte. Se le considera conformado por tres cadenas montañosas denominadas cordilleras: occidental, central y oriental. La primera de las cuales es la más importante, ya que sus cumbres forman la divisoria continental de las aguas que separan las vertientes del Pacífico y del Atlántico.

Esta región cuenta con menos de un millón de hectáreas de bosques naturales que varían según el piso ecológico. El árbol emblemático de la Sierra es el Quinual (*Polylepis* sp.) que es utilizado por la población local como leña. También existen bosques de Quishuar (*Buddleia incana*), de Aliso (*Alnus jorullensis*), de Tara (*Caesalpineae tinctoria*). El Quishuar es utilizado como “cortina” para dividir campos, también se le utiliza para leña.

En el pasado, la madera de estas especies era utilizada en las minas, actualmente se le utiliza en la construcción de casas, utensilios, ebanistería, además de la leña. En esta región se han plantado más de 725,000 ha principalmente de *Eucalyptus* sp. y de *Pinus* sp. particularmente en los departamentos de Cuzco, Cajamarca, Ancash, Junín, Apurímac y Ayacucho. En Cajamarca se encuentran las plantaciones de Porcón con 12,800 ha, estas plantaciones son manejadas por ADEFOR. Se considera que el 70% a 90% de las plantaciones son de *Eucalyptus* sp.

Estudios realizados revela que el Incremento Medio Anual (IMA) de eucalipto, fluctúa entre 3.5 m³/ha a 10.2 m³/ha en Junín. Por otro lado, el IMA es variable dependiendo de la altitud, suelos, clima y edad, y que varía entre 8 m³/ha a 18 m³/ha; añade que para el Pino el IMA varía de 7 a 15 m³/ha (Jon, 2001) citado por Barrena *et al.* (2011).

En el cuadro N° 5, se muestran los principales bosques de la Sierra siendo el más extensos el Bosque seco de Valle Interandino.

Cuadro N° 5. Clasificación de los bosques de la Sierra

Principales bosques de Sierra	Superficie (ha)	% Total de Bosque	% de Superficie de Sierra
Bosque de Conífera	839	0.11	-
Bosque Relicto Alto Andino	67,277	8.66	0.19
Bosque Relicto Meso Andino	142,029	18.28	0.40
Bosque Seco Tipo Sabana	8,689	1.12	0.02
Bosque Seco de Valle Interandino	484,287	62.35	1.37
Plantación Forestal	73,664	9.48	0.21
TOTAL BOSQUE	776,785	100	2.20
SIERRA	35'263,940		100

Fuente: UTC, reportado en Barrena *et al.* (2011)

2.3. Inventarios forestales previos

Según Linares (2011), el primer inventario forestal en el Perú data del año 1950, ejecutado con el fin de registrar información sobre los bosques de cético en la selva baja del sector Pucallpa-Atalaya en un área de 110,000 hectáreas de bosques inundables en las márgenes de los ríos de la región.

Posteriormente, se efectuaron numerosos inventarios sobre todo en bosque de selva baja, la mayoría para tramitar los permisos de extracción con fines maderables; sin embargo, estos estudios presentan baja fiabilidad.

En el marco de la nueva legislación forestal y de fauna silvestre se ha otorgado concesiones forestales en cuyo ámbito se han desarrollado cerca de 22 inventarios, algunos con alta fiabilidad, sobre todo en aquellas concesiones certificadas, seguido de un grupo de 3 o 4 concesiones que han recibido algún tipo de asistencia profesional-institucional responsable. Todas las demás obtienen un grado medio de confiabilidad (Linares, 2011). La misma fuente señala que el volumen de madera para árboles >30 cm dap muestran valores entre 43.95 y 114.6 m³/ha en bosques de colina alta y colina media respectivamente.

A nivel de vegetación de selva baja, Dancé y Ojeda (1979) muestran valores por tipo de bosques para individuos >10 cm dap, destacando los bosques de colinas clase II y clase III con 282 y 281 individuos/ha, respectivamente; en relación al potencial maderable sobresalen los bosques de colina clase I y clase II con 217 y 212 m³/ha de volumen bruto. Los más bajos valores se presentan en el bosque aluvial clase II con 142 m³/ha de volumen bruto.

Según CDC-UNALM (1993) en la zona Reservada Pacaya-Samiria se distinguen dos tipos de bosques hidromórficos caracterizados por la dominancia de aguaje: aguajal denso con predominancia de aguaje en densidades de 450 a 500 estípites de aguaje/ha, asociada con huasai, aguajillo y azufre caspi; y el aguajal mixto con predominancia de 3 palmeras

existentes en el aguajal denso, pero con densidades de 100 a 150 estípites de aguaje/ha, en menor proporción existen especies arbóreas como azufre caspí, requia, renaco, caupuri, tangarana, cedro masha, cumalilla y otros (Malleux, 1982).

Según Dancé y Ojeda (1979), los aguajales densos están representados mayormente por las especies *Mauritia flexuosa* y *Euterpe precatoria*, añade que en 1 ha se registró 458 individuos mayores de 10 cm de Dap y en aguajales semidensos, 316 individuos/ha mayores de 10 cm de Dap. Más preciso para el tramo Tamishiyacu-Itaya (Loreto) Malleux (1973) ha reportado 276 estípites de aguaje/ha en aguajal denso, encontrando además en la misma área 214 estípites de aguaje/ha en aguajal semidenso, y 84 y 82 estípites de aguajes/ha en terrenos de terraza alta y terraza media, respectivamente.

Kahn y Mejía (1991), en el bajo Ucayali - Loreto, registraron en 1 ha de aguajal 11 especies de palmeras, donde el 90.2% está representado por cuatro especies superiores a 1 m de altura: *Mauritia flexuosa*, *Geonoma acaulis*, *Oenocarpus mapora* y *Euterpe precatoria*; predominando *Mauritia flexuosa* con 645 individuos/ha. La misma fuente agrega que en 1 ha de bosque inundado, se encontró 167 individuos de palmeras de *Mauritia flexuosa* con alturas superiores de 10 m y 478 individuos con alturas entre 1-10 m; y en un bosque de 1 ha de superficie ubicado sobre bosques de quebradas en suelos de terrazas altas registró 32 individuos de la misma especie con alturas mayores de 10 m y 218 individuos entre 1 – 10 m de altura.

En el bosque palmeral de tahuampa ubicado en la parte baja del río Ucayali – Loreto, Freitas (1996) registró en una parcela de una hectárea 490.2 árboles por hectárea, un área basal de 32.66 m²/ha y volumen hasta la base de la copa de 389.87 m³/ha. La misma fuente precisa que el bosque presenta en total 28 familias, cuyos valores de los parámetros mencionados son variables. Las familias Palmae (128.4%) y Euphorbiaceae (35.1%) son las que presentan el mayor peso ecológico (IVI), sobresaliendo claramente la primera, pues se constituye como la de mayor abundancia y dominancia aportando más del 50% de estos atributos. A nivel específico, 3 especies (*Mauritia flexuosa*, *Hura crepitans* y *Euterpe precatoria*) representan más de la mitad del IVI total reportado en dicho tipo de bosque, correspondiendo a cada especie valores de 112.3%, 33.2% y 14.6%, respectivamente. Freitas *et al.* (2006) durante la evaluación de servicios ambientales y secuestro de carbono en bosque aguajal de la Reserva Nacional Pacaya - Samiria utilizando parcelas de 2500 m² encontró 280 estípites de aguaje por hectárea (> 10 cm dap), área basal de 20.91 m²/ha y valor de IVI equivalente a 131.15% en aguajal denso; mientras que en aguajal mixto registró 72 estípites de aguaje por hectárea, área basal de 4.94 m²/ha y valor de IVI de 41.77%.

En el mismo lugar, ProNaturaleza (2005), reportó para dos sectores, una densidad de 157 y 169 individuos/ha de la especie *Mauritia flexuosa* (“aguaje”), la misma que se encuentra asociada a otras palmeras como *Euterpe precatoria* (“huasaí”), *Atalea butyracea* (“shapaja”), *Astrocaryum murumuru* (“huicungo”) y *Socratea exorrhiza* (“cashapona”). También se incluyen algunas especies arbóreas como *Copaifera* sp. (“copaiba”) y *Spondias mombin* (“ubos”). En el sotobosque destacan las especies *Heliconia* sp. (“situli”) y *Bactris* sp. (“ñejilla”).

En bosques hidromórficos de las cuencas de los ríos Morona, Pastaza y Pacaya-Samiria, utilizando parcelas de 0.35 ha y dap igual o superior de 10 cm, registró palmeras con alturas máximas de 29 m y Dap máximo de 95 cm, correspondiendo los más altos valores en IVI para *Mauritia flexuosa* (“aguaje”), *Virola* sp. (“cumala”), *Inga* sp. (“guaba”), *Sterculia apetala* (“huarmi caspí”), *Socratea exorrhiza* (“cashapona”), *Euterpe precatoria* (“huasaí”), *Attalea* sp. (“sebón”), *Mauritella aculeata* (“aguajillo”) y *Ficus* sp. (“oje”) (Ministerio de Agricultura-

Ministerio del Ambiente, 2013). Adicionalmente, en parcelas de 1.0 ha establecidas en la cuenca del río Tahuayo, (MINAM, 2013) encontró mayor IVI en las palmeras: *Attalea butyracea* (“shapaja”), *Mauritia flexuosa* (“aguaje”), *Mauritella aculeata* (“aguajillo”) y la especie arbórea *Hura crepitans* (“catahua”)

El potencial maderable en bosques aguajales y pantanos de la cuenca del río Tahuayo y Nanay registrados en parcelas de 1 ha de superficie, muestran valores de 42.75 y 163.87 m³/ha, respectivamente (MINAM, 2015). La misma fuente agrega que cuatro especies aportan más de la mitad del IVI (*Attalea butyracea* 71%, *Mauritia flexuosa* 47.04%, *Mauritia aculeata* 20.77% y *Hura crepitans* 12%) registrado en la cuenca del río Tahuayo; mientras que en la cuenca del río Nanay las especies (*Mauritia flexuosa* 28.29%, *Virola pavonis* 26.98%, *Hyeronima alchorneoides* 24.40%, *Micrandra spruceana* 18.44%, *Euterpe precatoria* 17.90%, *Hevea guianensis* 15.91%, *Virola flexuosa* 13.21, *Micrandra siphonioides* 13.03%) representan más de la mitad del IVI reportado.

Dancé y Ojeda (1979) indican que en los bosques secos densos de la costa se presentan 155 individuos/ha y 40 m³/ha de volumen bruto, los bosques secos tipo sabana muestran valores inferiores que representan 40 árboles/ha y 8 m³/ha mayores de 10 cm dap, lo que revela que el potencial de estos bosques no es para fines madereros.

El Inventario Nacional Forestal en Sierra desarrollado en Ecuador con el apoyo técnico de FAO, quien ha contribuido significativamente con el desarrollo metodológico de la Evaluación Nacional Forestal del Ecuador - ENF, tanto a nivel nacional como internacional, ajustando la metodología para que forme parte de los acuerdos internacionales sobre la cuantificación de carbono en los bosques (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012).

El inventario se está desarrollando bajo un diseño de muestreo de doble estratificación, el cual consiste en dos fases. Durante la primera fase se selecciona una muestra relativamente grande de forma sistemática en todo el país. Esta muestra servirá para estimar el tamaño o peso de los estratos en relación a la población y la muestra. En la segunda fase se seleccionará una muestra más pequeña para cada estrato. En cada muestra seleccionada se medirá y observará todas las variables de interés a través de las parcelas y/o unidades de muestreo en conglomerado, y a partir de ellas se derivan las estimaciones de cada variable por estrato (Cochran 1977). Este diseño es comúnmente utilizado por muchos inventarios nacionales, entre algunos países que los usan están Suiza y Estados Unidos (Brassel y Lischke, 1999) citado en Ministerio del Ambiente del Ecuador (2012).

También el Inventario Nacional Forestal para Sierra que se desarrolló en Bolivia, cuenta con un diseño de muestreo por conglomerado se siguen los pasos que se detallan a continuación. En esta macro región se consideran los bosques andinos y para su división en regiones se basa en la clasificación del Mapa de Bosques Nativos Andinos de Bolivia, realizada por el Programa de Bosques Nativos y Agroecosistemas Andinos (PROBONA), las cuales se dividen en las siguientes regiones: Puna sureña, puna norteña, prepuna, bosques secos interandinos, chaco serrano, bosque tucumano boliviano (yungas tucumano-bolivianas), yungas. Estas regiones comprenden los departamentos de: el sur de La Paz, parte de Cochabamba y Chuquisaca, Oruro, Potosí y Tarija (Ministerio de Asuntos Agropecuarios, Campesinos y Pesca (2003), citado en Barrena *et al.* (2013).

El Inventario forestal (con fines maderables), se agrupan variables que corresponden a los árboles, ubicación de parcelas y otros aspectos relacionados con vegetación. Considera

información de Fauna, se registra la presencia de animales (mamíferos, reptiles y aves) a través de la identificación de huellas, encuentros casuales y/o reporte de personas del lugar. Incorpora información sobre plantas de importancia (no maderables), además de registrar las especies no maderables que tiene importancia comercial por los subproductos que se obtienen. Finalmente, considera aspectos socioeconómicos, con el objetivo de contar con información relacionada a la influencia de grupos sociales aledaños a la cobertura boscosa, se registran variables relacionadas al uso actual del suelo, producción y mercado y lo aspectos ambientales que están influyendo directamente al bosque (Ministerio de Asuntos Agropecuarios, Campesinos y Pesca (2003), citado en Barrena *et al.* (2013).

2.4. Estudios florísticos

Según Gentry (1988) los bosques de la selva baja peruana son los más ricos del mundo, habiéndose encontrado 300 especies de árboles ≥ 10 cm dap en una hectárea.

Posteriormente, esta cifra fue confirmada por Pitman *et al.* (2004), en el inventario rápido de Ampiyacu, en el interfluvio Amazonas – Napo – Putumayo, donde registraron 1,500 especies, aproximadamente 299 especies por hectárea ≥ 10 cm dap. En los transectos de árboles, las familias más diversas fueron Fabaceae (86 spp.), Lauraceae (45 spp.) y Chrysobalanaceae (38 spp.); *Licania* fue el género más diverso, seguido de *Eschweilera* (Lecythidaceae), *Pouteria* (Sapotaceae), *Inga* (Fabaceae), *Tachigali* (Fabaceae) y dos géneros de Myristicaceae, *Virola* e *Iryanthera*; la diversidad más alta de hierbas se dio en la familia Marantaceae. Por otro lado, las especies dominantes de árboles en tierra firme fueron: *Oenocarpus bataua* (Arecaceae), *Senefeldera inclinata* (Euphorbiaceae), *Eschweilera coriacea* (Lecythidaceae), *Virola pavonis* (Myristicaceae), *Hevea guianensis* (Euphorbiaceae), *Protium amazonicum* (Burseraceae) y varias especies del género *Iryanthera* (Myristicaceae); sobresaliendo la dominancia de *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) en bosques pantanosos.

Con el fin de contribuir a la implementación de áreas de conservación en la selva baja peruana, se desarrollaron números inventarios florísticos rápidos, entre los principales se mencionan: Vriesendorp *et al.* (2004), en Megantoni, ubicado en la parte central de la cuenca del río Urubamba, en tres sitios muestreados ubicados entre los 700-2,200 m de altitud, registraron 1400 especies ≥ 10 cm dap. En los transectos de árboles, las familias más diversas fueron Rubiaceae (92 especies), Melastomataceae (64), Asteraceae (53), Araceae (52), Fabaceae (52), y Piperaceae (49); mientras que al nivel de género se registran 33 especies de *Psychotria* (Rubiaceae) así como de *Miconia* (Melastomataceae), 25 especies de *Peperomia*, 24 especies de *Piper* (Piperaceae), y por lo menos 15 especies diferentes de *Pleurothallis* y *Maxillaria* (Orchidaceae).

Del mismo modo, en las cuencas de los ríos Nanay-Mazán-Arabela (Vriesendorp *et al.* 2007), registraron en tres sitios muestreados, 1,100 especies ≥ 10 cm dap; las familias más diversas fueron Annonaceae, Lauraceae, Menispermaceae, Myristicaceae, Fabaceae y Sapotaceae. El rango de la diversidad de palmeras en los tres sitios fue desde un número promedio en el Alto Mazán (22 spp.) y Alto Nanay (25), hasta bajo en el Panguana (18). A nivel de género, la riqueza de *Matisia*, *Eschweilera*, *Rudgea*, *Psychotria*, *Tachigali*, y *Machaerium* fue alta en los tres sitios. Ciertos géneros fueron especialmente ricos en un lugar, por ejemplo *Guatteria* en el Alto Mazán, *Micropolis* en el Alto Nanay y *Ficus*, *Paullinia* e *Inga* en el Panguana. Especies de *Parkia*, *Brownea*, *Gloeospermum*, y *Dilkea* fueron sorprendentemente abundantes en los tres lugares, sin embargo no particularmente ricos en especies. Se resata el registro de tres especies nuevas para el Perú: *Touroulia*

amazonica (Quiinaceae), una especie de *Quararibea* y *Tacca parkeri* (Taccaceae); cinco especies probablemente nuevas para la ciencia: *Calyptanthus* (Myrtaceae), *Anomospermum* (Menispermaceae), *Tachigali* sp, *Dipteryx* sp. (Fabaceae); y especies con distribución restringida *Ruellia chartacea* (Acanthaceae) y *Wettinia drudeii* (Arecaceae). Asimismo, también se identificaron especies que forman distribuciones: *Lepidocaryum tenue*, *Rinorea lindeniana*, *R. viridifolia* y varias especies de Rubiaceae (*Rudgea*, *Coussarea*).

Según MINAM (2015), los aguajales del departamento de Loreto son formaciones boscosas homogéneas y presentan 37 familias, 106 géneros y 171 especies distintas ≥ 10 cm dap en parcelas cuadradas de 1 ha; añade que las 6 familias con mayor número de especies son: Fabaceae (28 especies), Euphorbiaceae (13 especies), Annonaceae y Malvaceae (10 especies cada una) y Crysobalanaceae y Myristicaceae (9 especies cada una). La misma fuente destaca que el cociente de mezcla encontrado en la cuenca del río Tahuayo es de 0.20, mientras que en la cuenca del río Nanay este valor disminuye a 0.13. De la misma forma el Índice de Diversidad Alfa de Fisher para el río encontrado es de 36.46 y 28.10 para las cuencas del río Tahuayo y río Nanay, respectivamente.

La riqueza florística del Palmeral de tahuampa del bajo río Ucayali está compuesta por 50 géneros y 58 especies distribuidos en 28 familias, considerando el conjunto de árboles con diámetros ≥ 10 cm en 1 hectárea de muestreo (Freitas 1996). La misma fuente agrega que las familias representadas por el mayor número de géneros son Leguminosae con 7 y Palmae con 4 para los conjuntos diamétricos mayores o iguales que 5 y 10 cm respectivamente. Los géneros que registran el mayor número de especies son *Eschweilera* e *Inga* con 4 cada una.

Otro estudio más detallado efectuado por Freitas *et al.* (2006a), muestra una riqueza florística sustentada por su IVI simplificado de 200% con una abundancia de 519 individuos distribuidos en 22 especies, donde *Mauritia flexuosa* predomina sobre las otras, seguido por Aguajillo (*Mauritiella aculeata*), copal caspi (*Protium decandrum*), quinilla (*Pouteria* spp.) y brea caspi (*Symphonia globulifera*), en aguajales densos. En aguajal mixto reportó 604 individuos, donde aguajillo es la especie predominante, seguido por aguaje, renaco, cumala, azufre caspi, entre otras.

El inventario de bosques hidromórficos ubicados en el río Yavarí y Yavarí Mirín mediante parcelas de muestreo de 0.5 ha, reportan la presencia de un grupo de árboles y palmeras más abundantes: *Symphonia globulifera* (“azufre caspi”), *Ruptiliocarpon* cf. *caracolito* (“cedro masha”), *Euterpe precatoria* (“huasaí”), *Mauritia flexuosa* (“aguaje”), *Virola surinamensis* (“cumala caupuri”), *Attalea butyracea* (“shapaja”), *Eriotheca macrophylla* (“punga”), *Ilex* sp. (“timareo”), *Campsiandra* cf. *angustifolia* (“Huacapurana”), *Guatteria* aff. *multivenia* (“carahuasca lanuda”), *Socratea exorrhiza* (“casha pona”) y *Buchenavia* sp. (“yacushapana”) (Pitman *et al.*, 2003).

En la provincia Alto Amazonas - Loreto, se registró las siguientes especies del bosque “aguajal”: *Mauritia flexuosa* (“aguaje”), *Hura crepitans* (“catahua”), *Euterpe precatoria* (“huasaí”), *Minuartia guianensis* (“huacapú”), *Oenocarpus bataua* (“hungurauí”), *Naucleopsis glabra* (“capinurí”), *Attalea butyracea* (“shapaja”), *Caraipa valioi* (“aceite capi”), *Iryanthera elliptica* (“cumala colorada”), *Socratea exorrhiza* (“casha pona”), *Micropholis venulosa* (“balatilla”), *Crudia glaberrima*, *Pouteria guianensis* (“balata”), *Attalea maripa* (“conta”), *Micropholis obscura*, *Bactris hirta* (“ñejilla”), *Mollia gracilis* (“coto vara”), *Bactris*

maraja (“ñejilla”), *Myrcia fallax* (“Luichimapiche”), *Naucleopsis concinna* (“misho chaqui”), *Eschweilera bracteosa* (“machimango), entre otras (Zárate, 2015).

Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005) identificaron 85 especies, 58 géneros y 34 familias en parcelas de medición de 1 ha instaladas en los bosques secos del noroeste peruano. Siendo la familia Fabaceae la más representativa ya que sus especies se distribuyen en la mayoría de ambientes evaluados. Además registraron desde 31 hasta 458 ind/ha ≥ 10 cm dap en cada parcela de medición evaluada. Asimismo para todos los casos encontraron la clásica estructura forestal de “J” invertida. Con respecto a la diversidad alfa, el índice de diversidad de Shannon varió de 1.17 a 3.03, mientras que el índice de Simpson varió de 0.07 a 0.44 y el índice Alfa de Fisher estuvo en el rango 1.41-9.96. Por otro lado *Ceiba trichistandra*, especie dominante por su volumen, es representativa de estos bosques, aun que su densidad es de sólo 3.38 ind/ha.

En los bosques estacionalmente secos de Chaparri en Chiclayo, Linares-Palomino & Ponce-Alvarez (2009) registraron 24 especies (19 géneros y 12 familias). El género más diverso fue *Capparis* y la familia más diversa fue Fabaceae. Siguiendo una curva de acumulación de especies determinaron que el muestreo fue casi completo en un área de 0.8 ha. Encontraron 1,255 ind/ha ≥ 1 cm dap, de los cuales 425 fueron árboles, 676 arbustos y 155 cactus arbóreos, lo que representó un área basal de 11.74 m²/ha. La mayoría de los individuos (57%) estuvieron dentro de la clase diamétrica inferior (1-4.9 cm) lo que indicó que la estructura horizontal mostró la forma de “J” invertida. Las especies con el IVI mas alto fueron *E. ruizii*, *L. huasango*, *C. lutea*, *B. graveolens* y *Ditaxis dioica*.

Aguirre-Mendoza *et al.* (2006) reportaron 313 especies leñosas (que alcanzan los 3 m de altura) pertenecientes a 65 familias para los bosques estacionalmente secos del Perú y Ecuador. De estas 103 son reportadas para ambos países, 136 sólo para Ecuador y 74 sólo para Perú. Registraron 66 especies leñosas endémicas, que representan poco más del 21% del total de especies encontradas, de las cuales 19 están restringidas para el Perú.

Linares-Palomino *et al.* (2010) estudiaron la diversidad y endemismo de las especies maderables en los bosques estacionalmente secos del Pacífico Ecuatorial. Registraron 193 especies en Perú y Ecuador, 272 para Ecuador (79 sólo para Ecuador) y 234 para Perú (41 reportadas sólo para Perú). La familia con mayor cantidad de especies fue Fabaceae (70 especies), seguido de Malvaceae (19 especies), Boraginaceae, Cactaceae y Moraceae (12 especies cada uno). Identificaron 67 especies, las cuales son endémicas para Ecuador (17 especies), Perú (16 especies) o la región del Pacífico Ecuatorial (34 especies).

Linares-Palomino y Ponce (2005) reportaron una riqueza de 6-25 especies ≥ 10 cm dap con 5-14 familias representadas en los bosques estacionalmente secos de Cerros de Amotape. La familia más diversa fue Fabaceae con tres a seis especies. La densidad de ind/ha varió de 55 a 524 en las parcelas de medición evaluadas. Además el área basal varió de 2.31 a 22.79 m²/ha. La distribución horizontal por clases diamétricas mostró el patrón clásico de la curva de “J” invertida. La distribución vertical demostró que la mayoría de árboles está en las primeras dos clases de altura, es decir menos de 5 m y entre 5-10 m. Con respecto a la diversidad alfa el índice de Simpson varió de 0.095 a 0.490, mientras que Shannon varió de 1.080 a 2.545 y el Alfa de Fisher varió entre 1.309 y 5.471.

Linares-Palomino *et al.* (2012) registraron 68 especies leñosas (≥ 5 cm dap) en los bosques estacionalmente secos de Tumbes. La familia más diversa fue Fabaceae con 16 especies, seguida de Capparaceae, Malvaceae y Rubiaceae con 4 especies cada una. Las curvas de

acumulación de especies se estabilizaron luego de muestrear 15 subparcelas de 0.04 ha (0.6 ha). Todas las parcelas de medición evaluadas mostraron la distribución horizontal típica de J-invertida. El área basal varió de 4.5 a 21.9 m² ha⁻¹, siendo las clases diamétricas inferiores las que más contribuyeron al área basal total.

Rasal *et al.* (2011) en cinco transectos de 10 x 50 m (2,500 m² de área de muestreo), encontraron en la zona de la Menta – Piura, 162 individuos (648/ha), entre árboles y arbustos, con un DAP ≥ 1.0 cm, correspondiendo a 18 especies, 16 géneros y 15 familias. El mayor número de individuos correspondió a *Cordia lutea* con 38, seguido de *Bursera graveolens* con 22, *Tecoma stans* con 20, *Coccoloba ruiziana* con 15 y *Eriotheca ruizii* con 14 individuos. La misma fuente señala que la zona de Timbes del mismo departamento fueron determinados 190 individuos (760/ha), entre árboles y arbustos, con un DAP ≥ 1.0 cm, correspondiendo a 23 especies, 22 géneros y 19 familias. El mayor número de individuos correspondió a *Cordia lutea* con 95, seguido de *Erythrina smithiana* con 15, *Bursera graveolens* con 10 y *Cestrum auriculatum* y *Cassia* sp. con 8 individuos, respectivamente.

2.5. Inventarios de Carbono

La variación de la productividad de los bosques puede ser explicada por la variación en la interceptación de luz y esta función se encuentra relacionada principalmente con el área foliar de la hoja, la disponibilidad de nutrientes, la disponibilidad de agua, la evapotranspiración y otros factores. Honorio y Baker (2010) mencionan cinco reservorios de carbono forestal y tres de ellos se estiman en base a ecuaciones alométricas (biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta) y son la base para la estimación de volumen, biomasa y carbono en todos los tipos de uso de la tierra.

Algunos estudios afirman que la captura de carbono, disminuye con la altura, pero la falta de información acerca de esto impide afirmar esta suposición. Al respecto, Cummings *et al.* (2002), realizaron cuantificaciones en los bosques amazónicos del sureste de Brazil (Porto Velho, Jamari y Ariquemás), para tipo de bosques abiertos, densos y ecotonos (sabanas), donde encontró producción de biomasa promedio de 313 ton/ha, 377 ton/ha, 350 ton/ha por tipo de bosque respectivamente; Nascimento & Laurance (2002), quienes cuantificaron la biomasa seca aérea de un bosque en la amazonia central (Manaos), encontrando que en promedio dicho bosque contenía 397.7 ton.ha⁻¹ donde el aporte de fustales corresponde al 81% seguido de restos caídos de madera, (7.0%), pequeños árboles, arbustos y plantas (<10 cm DAP; 5.3%), lianas (2.1%), y las palmas sin tallo (0.3%).

En selva alta y sistemas andinos, Girardin *et al.*, (2010), evaluaron un transecto que se extiende desde bosques de tierras bajas (<800 m), a través de pre-montano (800-1,200 m), montano bajo (1,200-2,200 m) y el bosque montano superior (2,200-3,400 m), examinaron los patrones espaciales de la dinámica del Carbono en la biomasa aérea y subterránea. Se encontró que en las raíces finas los valores de biomasa aumentaron de 1.50 t C/ha en 194msnm a 4,95 ± 0.62 t C/ha en 3,020 msnm, alcanzando un máximo de 6.83 ± 1.13 t C/ha en el lugar de elevación 2020 msnm. Los valores de biomasa aérea disminuyeron de 123.50 t C/ha en 194 msnm a 47.03 t C/ha en 3,020 msnm. La media anual de la productividad subterránea fue mayor parcelas de las tierras bajas más fértiles (7.40 ± 1.00 t C/ha año) y osciló entre 3.43 ± 0.73 y 1.48 ± 0.40 t C/ha año en el premontano y parcelas de montaña.

Para Colombia se cuenta con los estudios de Herrera *et al.* (2001) realizados en la cuenca media del río Porce, ellos cuantificaron el aporte de la biomasa herbácea y leñosa pequeña

como proporción de la biomasa aérea, así como la necromasa vegetal; obtuvieron ecuaciones de aporte de biomasa con base en el área basal de los individuos mediante métodos directos; encontraron que la vegetación herbácea y leñosa pequeña aporta 0.291 t C/ha y representa el 26% del carbono total sobre el suelo, la hojarasca fina 2.7 t C/ha y los detritos 2.8 t/ha que corresponden al 2.4% respectivamente del contenido total, los árboles muertos en pie corresponden al 1.8%, el carbono total promedio es de 111.123 t C/ha en bosques primarios intervenidos.

De otro lado, en un transecto altitudinal que va de pie de monte a ceja de montaña, afirma que los contenidos de biomasa disminuyen con la altura, en caso se evalúen solamente árboles con diámetros mayores, sin embargo, el número de ramas menor de 1 cm incrementa y por ende la acumulación de biomasa se podría dar a ese nivel.

Acerca de los bosques de Costa y Sierra, se conoce muy poco; será necesario incrementar nuestro conocimiento, así como mejorar las capacidades para desarrollar estimaciones.

2.6. Estudios de fauna silvestre

La alta diversidad de la Amazonía peruana, no está limitada únicamente a plantas. Varios lugares poseen el récord mundial para especies de aves (554 spp. en Tambopata, Madre de Dios, (Parker, 1991), mamíferos (>122 spp. en Balta, Ucayali, Patton *et al.* 1982), reptiles (141 spp. en Iquitos, Loreto, Dixxon y Soini 1975 y 1976) y mariposas (1209 spp. en Tambopata, Emmel, 1992), citados en Gentry y Ortiz (1993).

A nivel nacional, nuestro país cuenta con 1,849 especies de aves (Plenge, 2016), 580 especies de anfibios (Frost, 2014), 452 especies de reptiles (Uetz y Hallermann, 2014) y 508 especies de mamíferos (Pacheco *et al.*, 2009).

Otros estudios a nivel de Amazonía dan cuenta del registro de varias especies nuevas para la ciencia y nuevos registros para el país, por ejemplo Pitman *et al.* (2004), en el inventario rápido de Ampiyacu, en el interfluvio Amazonas – Napo – Putumayo, registraron 64 especies de anfibios y 40 de reptiles. Entre los anfibios, encontraron una diversidad especialmente alta en los géneros *Osteocephalus* (ocho especies) y *Eleutherodactylus* (13 especies); siendo la diversidad de *Osteocephalus* la más alta jamás registrada para una sola región. Asimismo, se inventariaron una especie de *Osteocephalus* y una especie de *Oscacilia* (caecilidos o culebra ciega) nuevas para la ciencia. Entre los reptiles se registró la especie *Rhinobothryum lentiginosum*, una falsa coral muy pocas veces registrada para el Perú, mientras que de los caimanes sólo al *Paleosuchus trigonatus*.

Del mismo modo, Vriesendorp *et al.* (2004), en el inventario rápido Megantoni, ubicado en la parte central de la cuenca del río Urubamba, registraron en tres sitios muestreados ubicados entre los 700 – 2,200 m de altitud, 32 especies de anfibios y 19 de reptiles. Reportan especies en elevaciones inesperadas como *Phrynopus* más abajo y *Epipedobates macero* más arriba); así como algunas con extensiones de su rango geográfico, como es *Syncope* hacia al sur. Resalta el hallazgo de 12 especies nuevas para la ciencia (7 anuros, 4 lagartijas, y 1 serpiente).

El mismo año, (Pitman, 2004), en el río Ampiyacu, ubicado en el interfluvio Amazonas – Napo – Putumayo, registraron 362 especies de aves, la mayoría de amplia distribución; al considerar que la zona nororiental de la Amazonía (centro Napo) ha sido identificada como un área de endemismo. Asimismo, registraron cinco especies de aves de distribución

restringida: un picaflor “topacio de fuego” *Topaza pyra*, el “paujil de Salvin” *Crax salvini*, el “cuco-terrestre piquirrojo” *Neomorphus pucherani*, el “hormiguerito de Dugand” *Herpsilochmus dugandi* y el “tororoi ocrelistado” *Grallaria dignissima*; y algunas especies muy poco conocidas en el Perú: “tirano-pigmeo de casquete” *Lophotriccus galeatus*, “atrapamoscas diadema” *Conopias parva*, “hormiguerito de ala ceniza” *Terenura spodioptila*, “ayaymama” *Nyctibius bracteatus*, “periquito rabadilla púrpura” *Touit purpurata* y “tororoi variegado” *Grallaria varia*. También registraron 60 especies de mamíferos, de las cuales 39 especies son mamíferos no voladores y 21 especies son mamíferos voladores. Los mamíferos no voladores encontrados representan nueve órdenes, 18 familias, 36 géneros y 39 especies; mientras que los murciélagos, pertenecientes al orden Chiroptera, se encontraron tres familias, cinco subfamilias, 12 géneros y 21 especies. Entre las especies registradas, el “pichico” *Saguinus nigricollis* tiene la distribución más restringida. Por otro lado, se registró, una baja densidad del “mono aullador” *Alouatta seniculus*, posiblemente por alta presión de cacería; siendo notoria, la alta densidad de “sachavaca” *Tapirus terrestris* y de “huanganas” o “pecarí de labios blancos” (*Tayassu pecari*) en la zona del río Yaguas.

Vriesendorp *et al.* (2004), en el inventario rápido Megantoni, ubicado en la parte central de la cuenca del río Urubamba, registraron en tres sitios muestreados ubicados entre los 700-2.200 m de altitud, 378 especies; resaltando la alta densidad de pavas y de guacamayos, así como 32 especies de mamíferos grandes y medianos, distribuidos en 7 órdenes y 17 familias.

Bravo y Borman (2008), en un inventario rápido del área de conservación Güeppi-Cuyabeno, entre el interfluvio Napo-Putumayo, registraron 46 especies de mamíferos medianos y grandes.

De las 508 especies de mamíferos registradas por Pacheco *et al.* (2009) para nuestro país, 89 especies se encuentran distribuidas en el Bosque Seco Ecuatorial (60) y el Bosque Pluvial del Pacífico (65), según su distribución por ecorregiones (Brack-Egg 1986), formando parte del grupo de ecorregiones moderadamente diversas. De estas 03 son endémicas de estos ecosistemas.

Gilmore *et al.* (2010), en el inventario rápido Maijuna, en el interfluvio Yanayacu - Napo y río Algodoncillo - Putumayo, registraron 66 especies de anfibios y 42 de reptiles. De las especies encontradas, 28 (21 anfibios y 7 reptiles) tienen distribución restringida a la región noroeste de la Amazonía, que comprende Loreto, Ecuador, el sur de Colombia y el extremo noroeste de Brasil. Asimismo, se identificó una especie de rana del género *Pristimantis* que posiblemente sea nueva, así como el segundo registro para Perú, de la rana arbórea *Osteocephalus fuscifascies*, con una extensión de más de 300 kilómetros al sur en su rango de distribución. Es importante destacar que de acuerdo a los registros, se encontró una mayor diversidad de anfibios en áreas con menor perturbación y cercanas a cabeceras de cuenca. Por otro lado, también registran aves de caza, especialmente “paujiles” (*Nothocrax urumutum* y *Mitu salvini*) y “trompeteros” (*Psophia crepitans*), siendo el “paujil” posee además un fuerte valor socioeconómico en su estudio de valoración económica en el río Algodón.

Gilmore *et al.* (2010), en el inventario rápido Maijuna, en el interfluvio Yanayacu - Napo y río Algodoncillo - Putumayo, registraron 32 especies; de las cuales 9 son primates, 7 carnívoros, 5 roedores, 4 ungulados, 4 edentados, 2 marsupiales y 01 cetáceo; asimismo reporta 10 especies de quirópteros; mientras que para la misma zona Aquino *et al.* (2007)

reportan 23 especies de mamíferos, siendo los más importantes a nivel comercial el “sajino” *Pecari tajacu*, “huangana” *Tayassu pecari*, “sachavaca” *Tapirus terrestris* y el “venado colorado” *Mazama americana*.

Pacheco *et al.* (2011), en la cuenca media del río Tambopata, encontró 76 especies; siendo los quirópteros y los roedores los órdenes más diversos (67.5%). Los índices de diversidad (Shannon - Wiener y Simpson) de los mamíferos menores muestran una correlación negativa y moderada con la altitud; mientras que la Abundancia Relativa de los murciélagos tuvo una fuerte correlación negativa respecto de la altitud. Por otro lado 3 marsupiales, 1 roedor y 5 quirópteros se destacan por ser los primeros registros para el departamento de Puno.

En el Ene-Campuya-Algodón, Pitman *et al.* (2013), registraron 68 especies de anfibios, 60 de reptiles y 43 especies de primates. Los anfibios se encuentran representados en su mayoría por especies de distribución restringida a la porción noroeste de la Amazonía; se destaca el primer registro para el Perú de la rana venenosa *Ameerega bilinguis*, anteriormente conocida solamente de Ecuador; así como extensiones de rango considerables para tres especies de rana: *Allobates insperatus*, *Chiasmocleis magnova* y *Osteocephalus mutabor*. Por otro lado, encontraron una comunidad rica de reptiles: 22 lagartijas, 31 serpientes, 3 tortugas, 2 caimanes y 1 amphisbaena. También registraron 319 especies, especialistas en bosques de suelos pobres, además de registrar poblaciones saludables de especies de caza. Los registros más importantes de especialistas en bosques de suelos pobres son el Tirano-Pigmeo de Casquete (*Lophotriccus galeatus*), Hormiguero de Cabeza Negra (*Percnostola rufifrons*) y una especie nueva de hormiguero (*Herpsilochmus* sp. nov.); esta última se encuentra en proceso de descripción basado en un espécimen de la cuenca del Apayacu, registrado en inventarios anteriores en la cuenca del Putumayo; siendo endémica para esta zona. En cuanto a las especies de caza, sobresalen el Paujil de Salvin (*Mitu salvini*), pucacunga o Pava de Spix (*Penelope jacquacu*) y Trompetero de Ala Gris (*Psophia crepitans*). Entre los primates destacan huapo negro (*Pithecia monachus*), pichico (*Saguinus nigricollis*), machín blanco (*Cebus albifrons*), así como especies amenazadas por la sobrecaza en otras áreas de Loreto, como mono choro (*Lagothrix lagotricha*), sachavaca (*Tapirus terrestris*), sajino (*Pecari tajacu*) y huangana (*Tayassu pecari*). Asimismo, se resalta el registro del perro de monte (*Speothos venaticus*) y del perro de orejas cortas (*Atelocynus microtis*).

Pitman *et al.* (2013), en el inventario rápido Ene-Campuya-Algodón, registraron 68 especies de anfibios y 60 de reptiles. Los anfibios se encuentran representados en su mayoría por especies de distribución restringida a la porción noroeste de la Amazonía; se destaca el primer registro para el Perú de la rana venenosa *Ameerega bilinguis*, anteriormente conocida solamente de Ecuador; así como extensiones de rango considerables para tres especies de rana: *Allobates insperatus*, *Chiasmocleis magnova* y *Osteocephalus mutabor*. Por otro lado, encontraron una comunidad rica de reptiles: 22 lagartijas, 31 serpientes, 3 tortugas, 2 caimanes y 1 amphisbaena.

Pitman *et al.* (2004), en el inventario rápido de Ampiyacu, en el interfluvio Amazonas – Napo – Putumayo, registraron 362 especies de aves, la mayoría de amplia distribución; al considerar que la zona nororiental de la Amazonía (centro Napo) ha sido identificada como un área de endemismo. Asimismo, registraron cinco especies de aves de distribución restringida: un picaflor “topacio de fuego” *Topaza pyra*, el “paujil de Salvin” *Crax salvini*, el “cuco-terrestre piquirrojo” *Neomorphus pucherani*, el “hormiguero de Dugand” *Herpsilochmus dugandi* y el “tororoi ocrelistado” *Grallaria dignissima*; y algunas especies

muy poco conocidas en el Perú: “tirano-pigmeo de casquete” *Lophotriccus galeatus*, “atrapamoscas diadema” *Conopias parva*, “hormiguerito de ala ceniza” *Terenera spodioptila*, “ayaymama” *Nyctibius bracteatus*, “periquito rabadilla púrpura” *Touit purpurata* y “tororoi variegado” *Grallaria varia*.

Vriesendorp *et al.* (2004), en el inventario rápido Megantoni, ubicado en la parte central de la cuenca del río Urubamba, registraron en tres sitios muestreados ubicados entre los 700-2.200 m de altitud, 378 especies; resaltando la alta densidad de pavas y de guacamayos.

Vriesendorp *et al.* (2007), en el inventario rápido Nanay-Mazán-Arabela, registraron 372 especies; encontrando una correlación positiva con el tipo de suelo; sitios con suelos más ricos, registraron mayor cantidad de especies de aves; lo contrario reporta el IIAP (2000), encontrando 475 especies de aves especialista en suelos pobres. Es importante resaltar que otras especies conocidas ampliamente del norte del Perú, como el Hormiguero de Máscara Blanca (*Pithys castanea*), el Saltarín Negro (*Xenopipo atronitens*) y la Tangara Hombriroja (*Tachyphonus phoenicius*) no han sido encontradas en el norte de Loreto.

Gilmore *et al.* (2010), en el inventario rápido Maijuna, en el interfluvio Yanayacu - Napo y río Algodoncillo - Putumayo), registraron 364 especies, muy semejante a lo encontrado por Pitman. Los autores reportan la ampliación de rango al este del río Napo para dos especies: *Neopipo cinnamomea* y *Platyrinchos platyrinchos*. Además, se registraron varias especies con rango restringido: seis especies endémicas de la Amazonía noroccidental y 12 especies adicionales presentes sólo al Norte del río Amazonas en el Perú. Por otro lado, también registran aves de caza, especialmente “paujiles” (*Nothocrax urumutum* y *Mitu salvini*) y “trompeteros” (*Psophia crepitans*), siendo el “paujil” posee además un fuerte valor socioeconómico en su estudio de valoración económica en el río Algodón.

Otros estudios sobre mamíferos en los bosques secos se centran principalmente en las áreas protegidas por el estado. Hurtado (2015) realiza un inventario sobre los macromamíferos en el margen nor-oriental del Parque Nacional Cerros de Amotape, donde se registraron 22 especies. Este trabajo confirma la presencia de la “chosna” (*Potos flavus*) en el lado occidental de los Andes peruanos. De acuerdo al tipo de bosque, Hurtado (2014) menciona que la abundancia de macromamíferos varía significativamente ($p < 0.01$) con el tipo de bosque mientras que la estacionalidad fue menos determinante. El “venado colorado” (*Mazama americana*) y el “sajino” (*Pecari tajacu*) se registran casi exclusivamente en los Bosques de Transición (BT) y en los Bosques Tropicales del Pacífico (BTP). Además, el “zorro de sechura” (*Lycalopex sechurae*) y el “venado de cola blanca” (*Odocoileus virginianus*) se registran solamente en el Bosque Seco Ecuatorial, el “armadillo de nueve bandas” (*Dasybus novemcinctus*), el “majaz” (*Cuniculus paca*), el “agutí centroamericano” (*Dasyprocta punctata*) y la “tayra” (*Eira barbara*) se encuentran sólo en el BT y BTP. Por otro lado, la “zarigüeya orejinegra” (*Didelphis marsupialis*) y el “zorro de sechura” (*Lycalopex sechurae*) fueron las especies más raras en el Parque. Así mismo, considera extinta localmente al “jaguar” (*Panthera onca*), “oso andino” (*Tremarctos ornatus*) y “mono ardilla” (*Saimiri sciureus*).

En el grupo de los “murciélagos” (Orden Chiroptera) los estudios fueron centrados también en los Bosques secos del Parque Nacional Cerros de Amotape, estos fueron realizados por, Cadenillas (2010), Arias *et al.* (2009), Pacheco *et al.* (2007). Cadenillas (2010) y Pacheco *et al.* (2007) registran en base a estudios de campo y revisión bibliográfica 42 especies de murciélagos, sin embargo presumen la presencia de hasta 52 especies para el Área Natural

Protegida y en general para los bosques secos del norte del Perú. Arias *et al.* (2009) investiga sobre la dieta de los murciélagos nectarívoros de esta área protegida.

Otra zona representativa de los bosques secos es el Área de Conservación Privada Chaparri, Chiclayo, esta área protegida registra 14 especies de mamíferos, donde destacan el Oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) y el Gato montés (*Leopardus colocolo*); y al Oso hormiguero norteño (*Tamandua mexicana*) como especies amenazadas (Williams y Plenge 2005).

Las aves de los bosques secos fueron evaluadas también dentro de áreas protegidas, una de los trabajos se sitúa en el Santuario Histórico de los bosques de Pomac, donde registran 106 especies de aves (Angulo *et al.* 2014). El ACP Chaparri registra en su ámbito 119 especies de aves (Williams y Plenge 2005).

Chávez-Villavicencio (2013), realiza un listado de 104 especies de aves para el área urbana de la ciudad de Piura, de las cuales 13 son endémicas del Área de Endemismos de Aves Tumbesino

Las especies más representativas de los bosques secos son la Pava aliblanca *Penelope albipennis* y la cortarrama peruana *Phytotoma raymondii*, ambas son endémicas de estos bosques y están con algún grado de amenaza, a demás de estar protegidas por la legislación nacional e internacional, la primera se encuentra en Peligro crítico y la segunda en la categoría de En Peligro (UICN 2015).

La fauna herpetológica de la costa peruana y e los bosque secos ecuatoriales, son bastantes conocidos. Existen diversos trabajos realizados en estos ecosistemas. Los primeros trabajos realizados son las descripciones de las especies más comunes de estas zonas. Una de las primeras revisiones para la herpetofauna de la costa peruana y de los bosques secos ecuatoriales lo realiza Schmidt y Walker (1943) listando a las serpientes de la costa peruana; para las lagartijas la realiza Schmidt (1957) para el Género Dicrodon, y en general para la Familia Teiidae a Harvey *et al.* (2012), citados por Carrillo e Icochea (1995).

El trabajo más completo sobre la herpetofauna de los bosques secos ecuatoriales lo publica Venegas (2005), quien reporta 06 especies de anfibios y 33 de reptiles, sin embargo, es escasa la información de la dinámica de las poblaciones. En el Perú, la realizó Carrillo e Icochea (1995), quien lista a las especies de reptiles del Perú, su distribución biogeográfica y por departamentos.

III. OBJETIVO

Proveer en forma continua información actualizada y confiable para la planificación del manejo sostenible de los recursos forestales de las regiones de la Selva, Sierra y Costa peruanas, incluyendo los bosques naturales y plantaciones, colectando, procesando y reportando datos sobre la biomasa, reservas de carbono, deforestación biodiversidad de árboles y fauna silvestre e información socioeconómica de las poblaciones rurales asentadas en su entorno”.

IV. METODOLOGÍA

La metodología aplicada en el Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (INFFS) es resultado en Marco del Proyecto “Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático en el Perú”. Ejecutado entre los años 2012-2015 por convenio entre el Estado Peruano y la FAO con participación de los Ministerios de Ambiente y de Agricultura y Riego, con la participación activa de los Gobiernos Regionales y la Iniciativa Peruana del Sector Forestal del Programa de Cooperación del Servicio Forestal de Estados Unidos de América. La meta nacional es mejorar la sostenibilidad ecológica, social y económica de los bosques y recursos forestales e incrementar sus beneficios para los medios de vida rurales y su rol en la mitigación y adaptación al cambio climático en el Perú.

La metodología del INF está propuesto para ser aplicado a nivel nacional, tomando como división las ecozonas utilizadas en el INFFS las cuales son: zona hidromófica, selva baja, selva alta (accesible y difícil), sierra y costa¹.

4.1. Marco metodológico

El “Marco metodológico del Inventario Nacional Forestal” es resultado de un trabajo articulado entre profesionales e instituciones concededoras del proyecto Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible del Perú ante el Cambio Climático. El marco metodológico del Inventario Nacional Forestal, permite conocer los conceptos bases utilizados para explicar y aplicar la metodología (Aprobada y validada por el grupo técnico el 12 diciembre del 2012).

En primer lugar se desarrolló el contexto, marco de referencia y los alcances de los conceptos y definiciones. En segundo lugar, se considera una aproximación de definiciones más directamente vinculadas al INFFS y los requerimientos de los diferentes usuarios. También se utilizó criterios definidos para la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales de la FAO (FAO, 2010), tales como porcentaje mínimo de cobertura arbórea, altura de los árboles, área mínima y ancho mínimo.

El INF define **bosque** como un “ecosistema predominantemente arbóreo que debe tener una superficie mayor de 0.5 ha, con un ancho mínimo de 20 metros y presentar una cobertura de copas mínima del 10 %. La vegetación predominante está representada por árboles de consistencia leñosa que tienen una altura mínima de 2 metros en su estado adulto para Costa y Sierra, y 5 metros para la Selva amazónica. En su concepción integral comprende el relieve, suelo, agua, plantas, fauna silvestre y los microorganismos que condicionan asociaciones florísticas, edáficas, topográficas y climáticas con capacidad funcional auto-sostenible para brindar bienes y servicios. En el caso del bosque denso está estructurado en varios estratos”.

Las estimaciones del INFFS son reportadas para el área total de bosque, subdivididas en los tipos de bosque y clases de uso de la tierra más importantes. Para ello, se construyó una clasificación basada en el mapa nacional de cobertura vegetal (Ministerio del Ambiente de Perú, 2012).

¹ Para más información revisar la memoria descriptiva de las ecozonas o sub-poblaciones del INF (2014).

La clasificación del INFFS sigue un orden jerárquico y tiene cuatro niveles:

- Nivel 1: Clasifica el uso de la tierra en dos categorías generales, “bosque” y “no-bosque”. La clasificación se basa en la definición de bosque para el INFFS.
- Nivel 2: Separa las categorías del nivel 1 según su origen natural o antrópico.
- Nivel 3: Para las categorías de “bosque”, el criterio de clasificación se basa en la condición climática, mientras que para las categorías de “no-bosque” en un criterio fisiológico.
- Nivel 4: Para las categorías de “bosque” y de “no-bosque natural”, la clasificación se basa en criterios fisiográficos y florísticos”. Para las categorías de “no bosque antrópico”, el criterio es el uso actual específico.

Una de las ventajas de esta clasificación es que permite la estimación de variables en categorías de bosque o usos de la tierra de diferentes niveles, pero vinculadas entre sí. Las categorías específicas están contenidas en categorías de niveles más generales. Otra ventaja es que la clasificación considera categorías fuera de los bosques (no bosque), situación que deja abierta la posibilidad de recopilar información sobre recursos en otros usos de la tierra. Esta información podrá mejorar los cálculos de emisiones y absorciones de carbono forestal. Por otro lado, el levantamiento de información en campo se realiza solo en áreas con bosque, existe la probabilidad que las brigadas encuentren usos diferentes del bosque, estas áreas deberán ser asignadas a una de las categorías de no-bosque para mejorar el conocimiento del cambio, principalmente en áreas con mosaicos de bosques secundarios, tierras en abandono y áreas de producción agropecuaria. Estos datos, además de ser parte del informe de resultados, pueden servir para apoyar clasificaciones supervisadas en análisis de cobertura mediante teledetección, y también puede ser utilizada para estimar la precisión de diversos mapas.

Uno de los esfuerzos interinstitucionales más resaltantes de los últimos años es el Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (INFFS), una herramienta de carácter continuo y multipropósito del Ministerio del Ambiente y Ministerio de Agricultura y Riego, que permite conocer y valorar los bosques peruanos en toda su magnitud, y es que los bosques no sólo deben ser identificados como fuente de recursos maderables sino como un ecosistema que alberga una gran biodiversidad de especies, convirtiéndose en un hábitat para cientos de comunidades y en un proveedor de servicios ambientales indispensables para la sociedad en general.

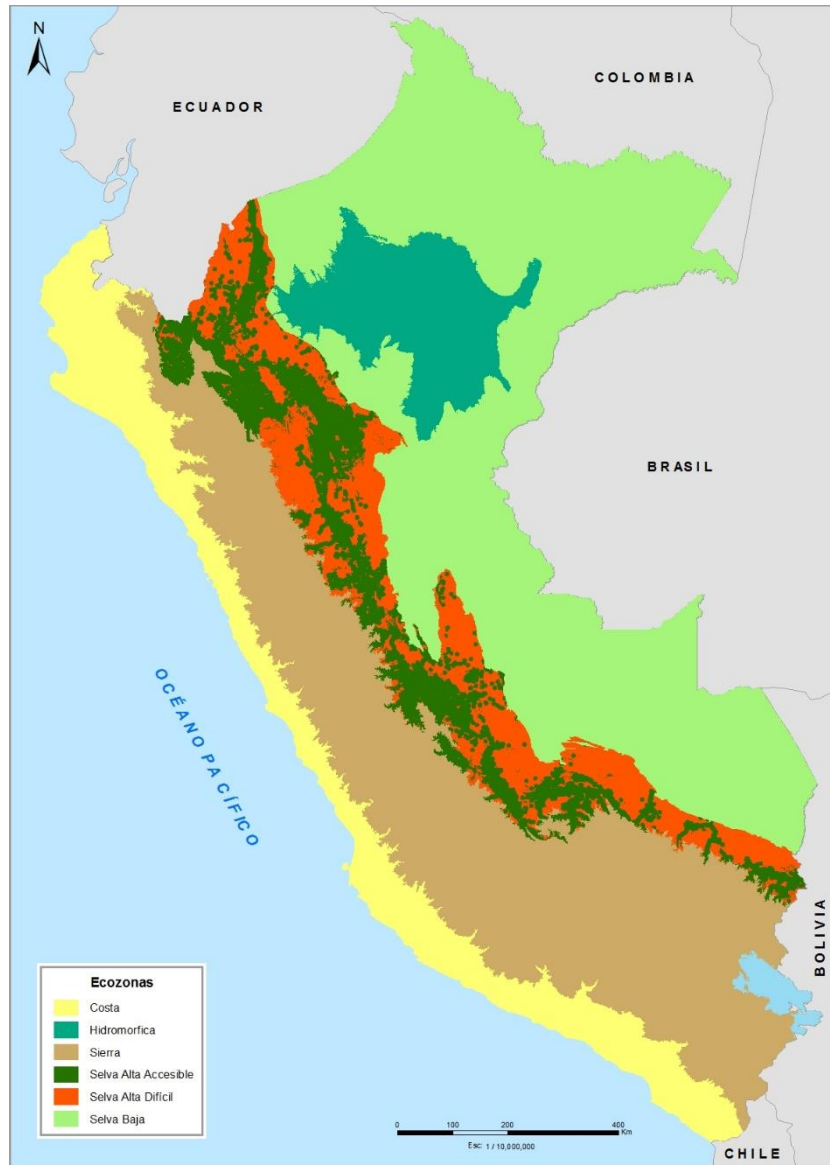
Asimismo, servirá como documento orientador para realizar inventarios complementarios y especializados por personas naturales y jurídicas de derecho público o privado vinculadas a la gestión del patrimonio forestal y de fauna silvestre y de otros recursos biológicos de su competencia.

4.2. Alcances del estudio

El Inventario Nacional Forestal tiene un alcance nacional (Figura N° 2), que permite la mejor planificación y toma a decisiones en cuanto a la gestión de los bosques en el territorio nacional, desde la planificación hasta el levantamiento de información en la costa, sierra y selva peruana. Finalmente, los resultados del INFFS sirven como herramienta para la gestión de los bosques con la finalidad de la implementación de políticas públicas referidas al sector forestal.

4.3. Área de estudio

El área de estudio a presentar en el presente reporte parcial comprende 4 de las 6 subpoblaciones o ecozonas, establecidas por el Inventario Nacional Forestal. Cada subpoblaciones fue definida en base a cinco criterios: fisiográfico, fisonómico, florístico, capacidad de almacenamiento de carbono y accesibilidad.



Fuente: Proyecto Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible del Perú ante el Cambio Climático.

Figura N° 2. Mapa de Ecozonas o Subpoblaciones del Inventario Nacional Forestal

4.4. Método

Para definir la población de interés, la configuración de las parcelas y el diseño de muestreo del INFFS, se establecieron las siguientes condiciones:

- Debe responder a las necesidades de información definidas en el Marco Metodológico.
- Debe considerar las limitantes de accesibilidad del país.
- Debe responder a un monitoreo permanente de los bosques.
- Debe facilitar la movilización de los recursos económicos, humanos y logísticos.

4.4.1. Población, sub poblaciones de interés

En la aplicación de las teorías estadísticas del muestreo es importante definir la población en donde se seleccionará la muestra para medir los atributos de interés (Cochran, 1977). En inventarios forestales la mayoría de atributos de interés están referidos los árboles ubicados en un área determinada. Es por ello, que los árboles se miden en pequeñas áreas denominadas parcelas de medición y la población de interés se puede referir al área o superficie de tierra de dimensión conocida en la cual se seleccionan las muestras o parcelas de medición (Betchold y Patterson, 2005).

Los inventarios forestales involucran principalmente la medición de árboles, las mediciones en campo se desarrollan a través de una muestra. Esto significa que los árboles se miden en pequeñas áreas que se denominan “parcelas de medición”. La suma del área de las parcelas de medición de un inventario forestal, constituyen una muestra del área total de la cual se quiere obtener una estimación. En términos estadísticos, esta área total de la cual se quiere obtener información se denomina “población”.

La población de interés del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (INFFS) es la superficie continental del territorio nacional, en donde, se estiman los cambios en la cobertura y biomasa de bosques en relación a otros usos de la tierra, a través de un área de muestreo. La ventaja de esta población de interés es la posibilidad de incorporar mediciones en usos de la tierra diferentes al bosque y para futuras mediciones de carbono de árboles fuera del bosque, siendo este recurso potencialmente importante.

Este enfoque ha sido implementado en varios países, por ejemplo, en Nicaragua se realizaron mediciones de árboles fuera del bosque y se ha estimado que cerca del 25% de la biomasa aérea total del país está contenida en este recurso (Instituto Nacional Forestal de Nicaragua, 2009). En Zambia (Zambia Forestry Department, Ministry of Tourism, Environment and Natural Resources, and FAO, 2008) y Kenia (FAO, 2008) se están implementando inventarios integrados de recursos naturales, donde se han incorporado mediciones de recursos agrícolas y ganaderos.

Debido a la complejidad ecosistémica de los bosques del Perú y a las diversas condiciones de accesibilidad, también se determinaron 6 subpoblaciones de interés. El objetivo es optimizar el diseño de muestreo en cada una de ellas. La optimización depende de la variabilidad estadística, los costos de levantamiento de campo, y los niveles de accesibilidad.

Las 6 subpoblaciones, también llamadas ecozonas², se definieron con base en cinco criterios: fisiográfico, fisonómico, florístico, capacidad de almacenamiento de carbono y accesibilidad. (Ministerio de Agricultura y Riego, *et al.* 2014). Las características principales se describen a continuación y se muestran en la figura N° 1 (Mapa de Ecozonas o Subpoblaciones del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre):

- Selva baja, predominan los bosques de selva de la Amazonía peruana entre 100 y 500 msnm.
- Hidromórfica, determinada por el abanico del río Pastaza, predominan zonas de bosques inundables, más homogéneos y por sus condiciones inundables se espera un mayor almacenamiento de carbono en suelos.
- Selva alta accesible, predomina el bosque de selva entre 500 hasta 3,800 msnm no más lejos de 20 km de infraestructura humana o áreas deforestadas.
- Selva alta difícil, predomina el bosque de selva entre 500 hasta 3,800 msnm más lejos de 20 km de infraestructura humana o áreas deforestadas.
- Sierra, zona de los Andes desde los 2,000 msnm desde la zona de costa, llegando hasta 6,000 msnm y bajando en la zona oriental hasta los 3,800 msnm. Predominan coberturas de pajonal altoandino y páramos. Los bosques son de porte bajo de tipo relictos altos y mesoandinos homogéneos con fuertes intervenciones, complementada con los bosques secos de valles interandinos
- Costa, zona predominantemente desértica entre los 0 hasta los 2,000 msnm, con presencia de bosques secos, distribuidos principalmente al norte del país.

El marco muestral del INFFS es el conjunto infinito de puntos que existen en la población de interés que pueden ser seleccionados para ubicar las parcelas donde se realizarán las mediciones y observaciones biofísicas.

4.4.2. Configuración de las parcelas de medición y cálculo del tamaño de la muestra

Las parcelas del INFFS tendrán 03 configuraciones distintas, el diseño en forma de “L” compuesto por un conglomerado de sub parcelas circulares para el caso de las sub poblaciones de costa, sierra, selva alta (accesible y difícil) e hidromórfica y de forma rectangular solo para la sub población de selva baja. Las sub parcelas tienen un diseño anidado con diferentes mediciones según la variable evaluada. El motivo principal por lo que se usa las tres configuraciones son para reducir la variancia entre parcela así como el número de parcelas necesarias para asegurar una precisión dada.

A continuación se describen las tres configuraciones de parcelas de medición del INF, que resultaron del procedimiento descrito en el documento del Marco Metodológico (MINAGRI *et al.* 2014).

² Para más información revisar la memoria descriptiva de las ecozonas o sub-poblaciones del INF.

4.4.2.1. Parcela de medición de la subpoblación o ecozona Selva baja

Consiste en un conglomerado de subparcelas dispuestas en forma de "L" (figura N° 3). Un eje tiene dirección Norte y una longitud de 385 m, mientras que el otro tiene dirección Este y una longitud de 425 m. La superficie total de la parcela (P) es de 7,000 m², equivalente a 0.7 ha, dividida en 7 subparcelas (SP) rectangulares de 50 metros de largo por 20 metros de ancho, equivalentes a 0.1 ha cada una. La distancia entre subparcelas es de 75 m.

En las siete subparcelas se medirán los árboles mayores de 30 cm de dap. Cada subparcela está constituida por dos (2) unidades de registro (UR) con dimensiones de 25 metros de largo por 20 metros de ancho, equivalente a 500 m² o 0.05 ha. En las unidades de registro de números pares se medirán los fustales, definidos como árboles en formación entre 10 y 29.9 cm de dap.

La regeneración se medirá en subparcelas anidadas en las UR2 de las subparcelas 2, 4 y 6. Los latizales, es decir los árboles en crecimiento con DAP menor a 10 cm y una altura mayor de 3 m, se medirán en subparcelas (Sp-la) de 10 por 10 metros, equivalente a 100 m² o 0.01 ha. Los brinzales o árboles en crecimiento con alturas entre 1 y 2.99 m se medirán en subparcelas (Sp-br) de 2.8 m de radio, equivalente a 25 m² o 0.0025 ha.

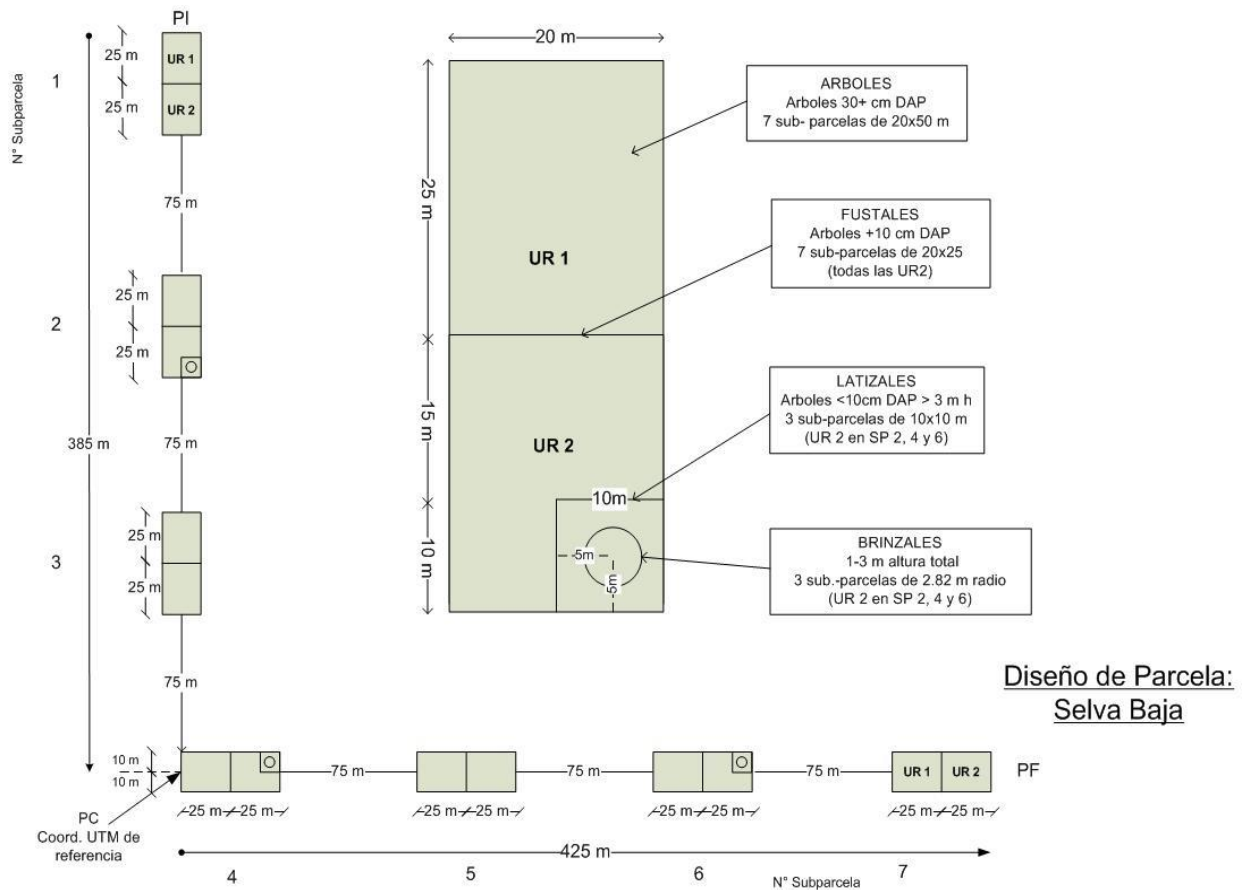


Figura N° 3. Configuración de la parcela de medición para ecozona selva baja

4.4.2.2. Parcela de medición de las subpoblaciones o ecozonas hidromórfica, selva alta accesible y selva alta difícil

En la figura N° 4 se muestra el diseño de las parcelas de medición para las ecozonas de Selva alta accesible, Selva alta difícil y Zona hidromórfica. Se trata de un conglomerado de subparcelas dispuestas en forma de "L", con un eje de dirección Norte y 276.2 m de longitud y otro de dirección Este con la misma longitud. La superficie total de la parcela (P) es de 5.000 m², equivalente a 0.5 ha, dividida en 10 subparcelas (Sp) circulares de 12.62 metros de radio, equivalentes a 500 m² o 0.05 ha, donde se medirán los árboles mayores de 30 cm de DAP. La distancia entre subparcelas es de 30 m.

En las subparcelas 1, 3, 5, 7 y 9 se medirán los fustales o árboles en formación entre 10-29.9 cm DAP. La regeneración se medirá en subparcelas anidadas dentro de las subparcelas 3, 5 y 7. Los latizales, es decir árboles en crecimiento con dap menor a 10 cm y una altura mayor de 3 m, se medirán en subparcelas (Sp-la) de 5.64 m de radio, equivalente a 100 m² o 0.01 ha. Los brinzales o árboles en crecimiento con alturas entre 1 y 2.99 m se medirán en subparcelas (Sp-br) de 2.8 m de radio, equivalente a 25 m² o 0.0025 ha, a 45 grados del centro de las subparcelas 3, 5 y 7.

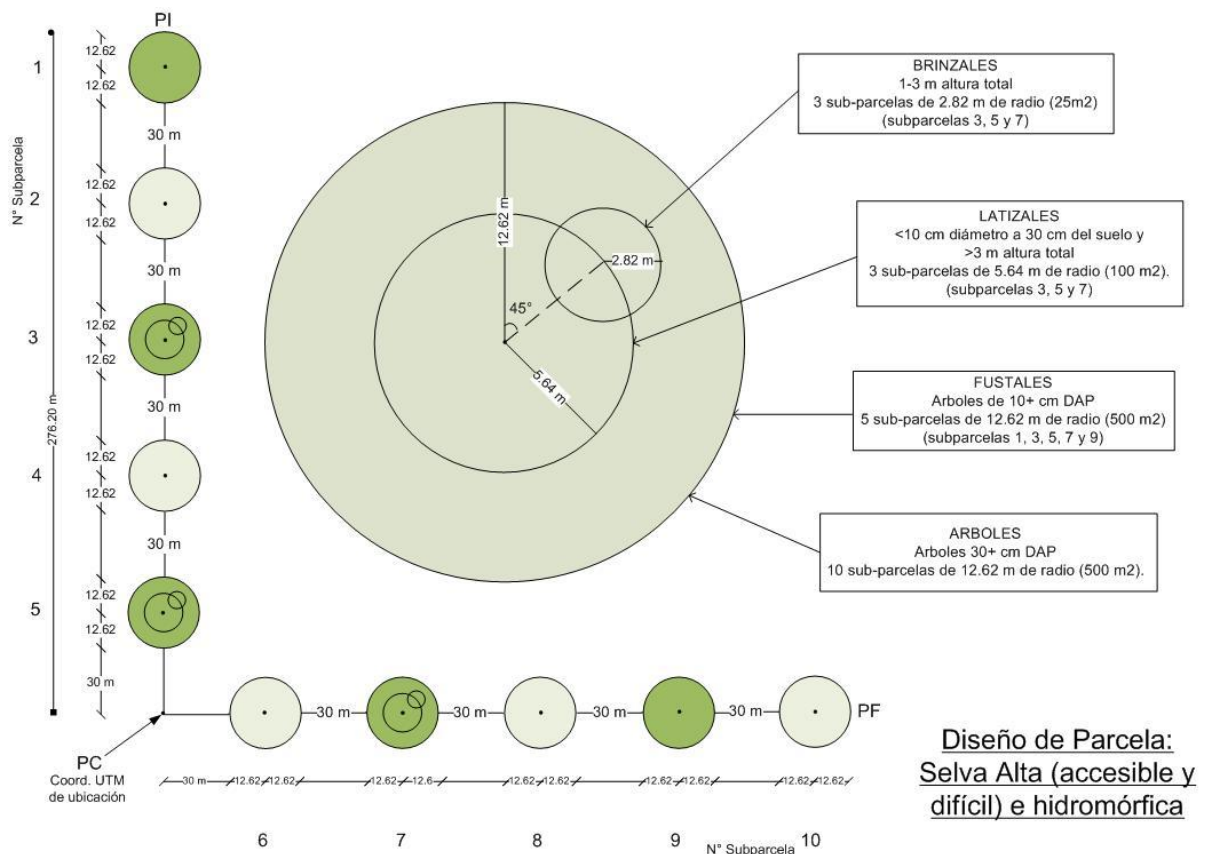


Figura N° 4. Configuración de la parcela de medición para las subpoblaciones hidromórfica, selva alta accesible y selva alta difícil.

4.4.2.3. Parcela de medición de las subpoblaciones o ecozonas Costa y Sierra

La diferencia entre este diseño y el anterior radica en las dimensiones de los árboles a medir en cada tipo de subparcela. En la figura N° 5 se muestra el diseño de las parcelas, el cual consiste en un conglomerado en forma de "L", con un eje de dirección Norte y una longitud de 276.2 m y otro de dirección Este con la misma longitud. La superficie total de la parcela (P) es de 5,000 m² equivalente a 0.5 ha, dividida en 10 sub-parcelas (Sp) circulares de 12.62 metros de radio, equivalentes a 500 m² o 0.05 ha, donde se medirán los árboles mayores de 10 cm de dap. La distancia entre subparcelas es de 30 m.

En las subparcelas 1, 3, 5, 7 y 9 se medirán los fustales, que se definen como árboles en crecimiento entre 5-9.99 cm dap. En las subparcelas (Sp) 3.5 y 7 se ubican las parcelas de dimensiones más pequeñas, donde se medirá la regeneración.

Los latizales, es decir árboles en crecimiento con diámetro menor a 5 cm medidos a una altura con respecto al suelo de 30 cm y una altura entre 1 y 3 m, se medirán en subparcelas (Sp-la) de 5.64 m de radio, equivalente a 100 m² = 0.01 ha. Los brinzales o árboles en crecimiento con alturas entre 0.3 y 1 m se medirán en subparcelas (Sp-br) de 2.8 m de radio, equivalente 25 m² o 0.0025 ha, a 45 grados del centro de las subparcelas 3, 5 y 7.

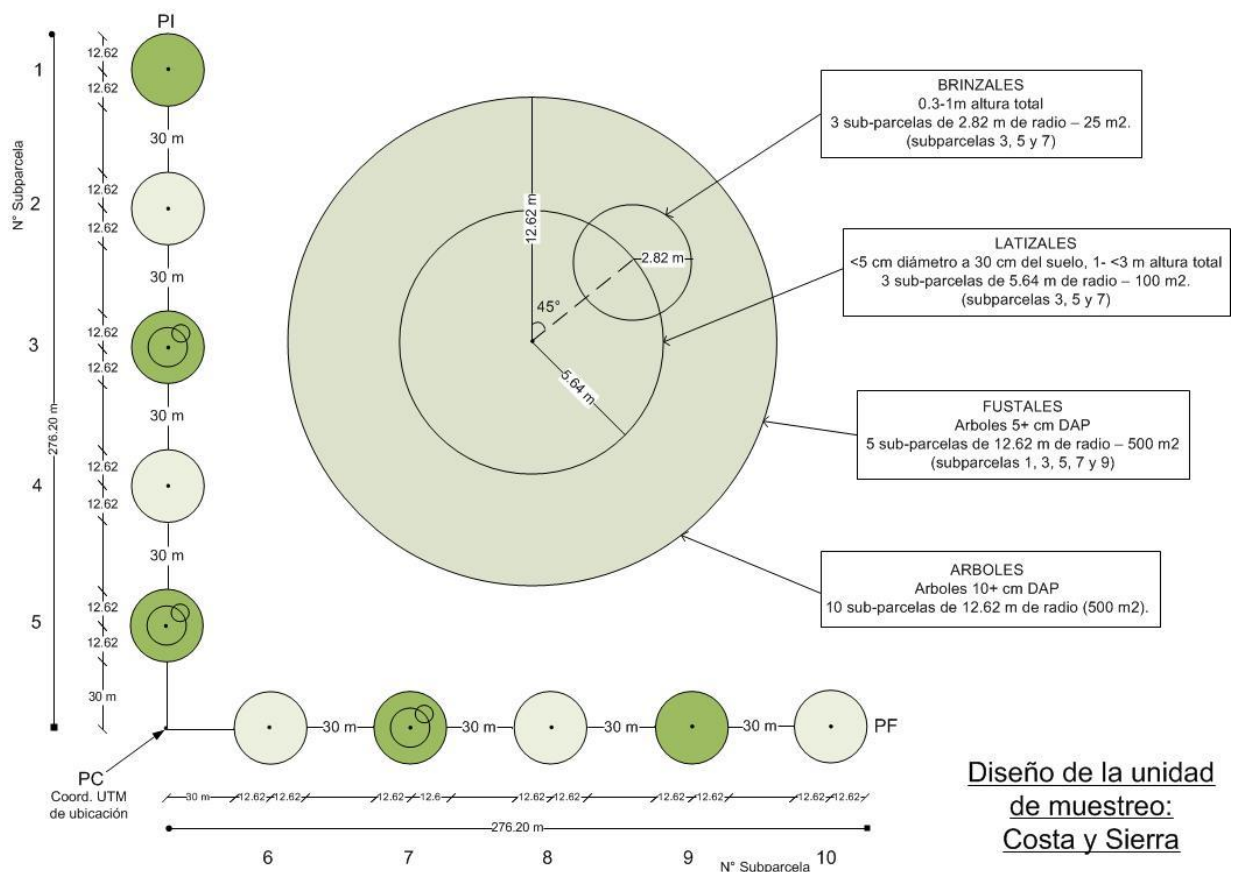


Figura N° 5 Configuración de la parcela de medición para costa y sierra.

Para el Tamaño de la muestra se calculó para cada subpoblación. Este proceso consiste en determinar la cantidad de parcelas de medición que se necesitan para alcanzar las metas de precisión³ de cada atributo de interés en el área de reporte⁴ determinada para cada subpoblación. Se utilizó la siguiente ecuación:

$$n = (t \text{ CV \%} / E\%)^2$$

n= tamaño muestra

t= valor tabular

CV%= coeficiente de variación

E%= error esperado

El atributo de interés que requiere mayor número de parcelas es el que determina el tamaño de muestra para la subpoblación.

El tamaño de muestra o número de parcelas de medición por ecozona resultó de un proceso analítico sobre múltiples combinaciones de forma y tamaño de parcela, su varianza hipotética, costo de levantar diferentes tipos de parcelas y la precisión esperada. Para el efecto, se desarrolló una herramienta de planificación, diseño y evaluación del INFFS⁵, la cual, además de apoyar el diseño, permitirá evaluar la metodología, tanto para ajustar el diseño, como para integrar más variables de interés en el futuro.

El método de selección de la muestra del INFFS es innovador por el hecho de que es eficiente en costos y precisión, y además no utiliza una estratificación previa por tipos de bosque como se realiza frecuentemente en inventarios de una sola medición⁶. En efecto, la estratificación previa hace más eficiente este tipo de inventarios porque homogeniza la varianza dentro de cada estrato basado en tipos de bosque, sin embargo, para inventarios continuos o periódicos, como el INFFS, complica sustancialmente el cálculo, debido a que los bosques son estratos cuya superficie puede cambiar con el tiempo. Sin embargo, es de notar que el método sí toma en cuenta el área de bosque para determinar el número de muestras que se requieren para alcanzar la precisión deseada en cada ecozona o subpoblación, lo que permitirá producir información confiable por tipo de bosque, utilizando técnicas como la estratificación a posteriori y el análisis con múltiples fuentes, que combina información de sensores remotos.

³ Detallado en Marco metodológico, 2014. (pag. 33)

⁴ El área mínima de reporte de las subpoblaciones de Costa, Sierra, Hidromórfica y Selva alta difícil es el área total de bosque estimada en cada una ellas. Para Selva baja es el área de bosque estimada de los bosques de terraza y para Selva alta accesible es el área de los bosques de montaña, basado en el mapa de cobertura vegetal (Ministerio del Ambiente del Perú, 2009)

⁵ Desarrollada conjuntamente con científicos del Servicio Forestal de Estados Unidos

⁶ Esta herramienta forma parte del soporte tecnológico desarrollado por FAO dentro de la iniciativa Open Foris.

4.4.3. Diseño de muestreo

El diseño de un muestreo estadístico tiene como objetivo seleccionar las muestras que representan a cada subpoblación y en su conjunto a la población de interés. De esta forma el diseño de muestreo del INFFS es “*sistemático, espacialmente no alineado, distribuido en paneles con submuestras agrupadas en unidades de tamaño desigual*” (Minagri *et al.*, 2014). Se busco el método más eficiente de distribución espacial de las unidades de muestreo para minimizar los costos y el error de estimación (McRoberts R., Tomppo E., Czaplewski R., 2014).

En el proceso de configuración de las parcelas de medición y cálculo del tamaño de la muestra (Minagri, *et al.*, 2014), se describió el cálculo del tamaño de la muestra que se requiere para alcanzar las metas de precisión de cada subpoblación. El resultado de este cálculo se muestra en el cuadro N° 6, donde cada subpoblación presenta diferente tamaño de muestreo influenciado por: las metas de precisión, la variabilidad de los principales atributos, la configuración de la parcela, el área de bosque asignada para responder a las metas de precisión, la accesibilidad y los costos de levantamiento de campo.

La suma total de muestras para toda la población es de 7,293. La mayoría de puntos de muestreo se ubican en Sierra (5,545 distanciadas cada 8 km). Para esta subpoblación se determinó de alta importancia la medición de los bosques relictos y plantaciones forestales. Ambos tipos son bosques de poca superficie y distribución dispersa, por lo que para capturarlos con la muestra, ésta debe ser más intensa.

La superficie mínima de reporte presentada del cuadro N° 6, se refiere al área mínima que es posible reportar a la meta de precisión fijada (Desarrollado en el punto 4.4.1.) Para las subpoblaciones Hidromórfica, Costa, Sierra y Selva alta difícil corresponde a la misma área de bosque estimada en el mapa de cobertura vegetal (Ministerio del Ambiente del Perú, 2009). Para Selva baja corresponde a la superficie de bosque de terrazas y para Selva alta accesible a la superficie estimada de bosques de montaña.

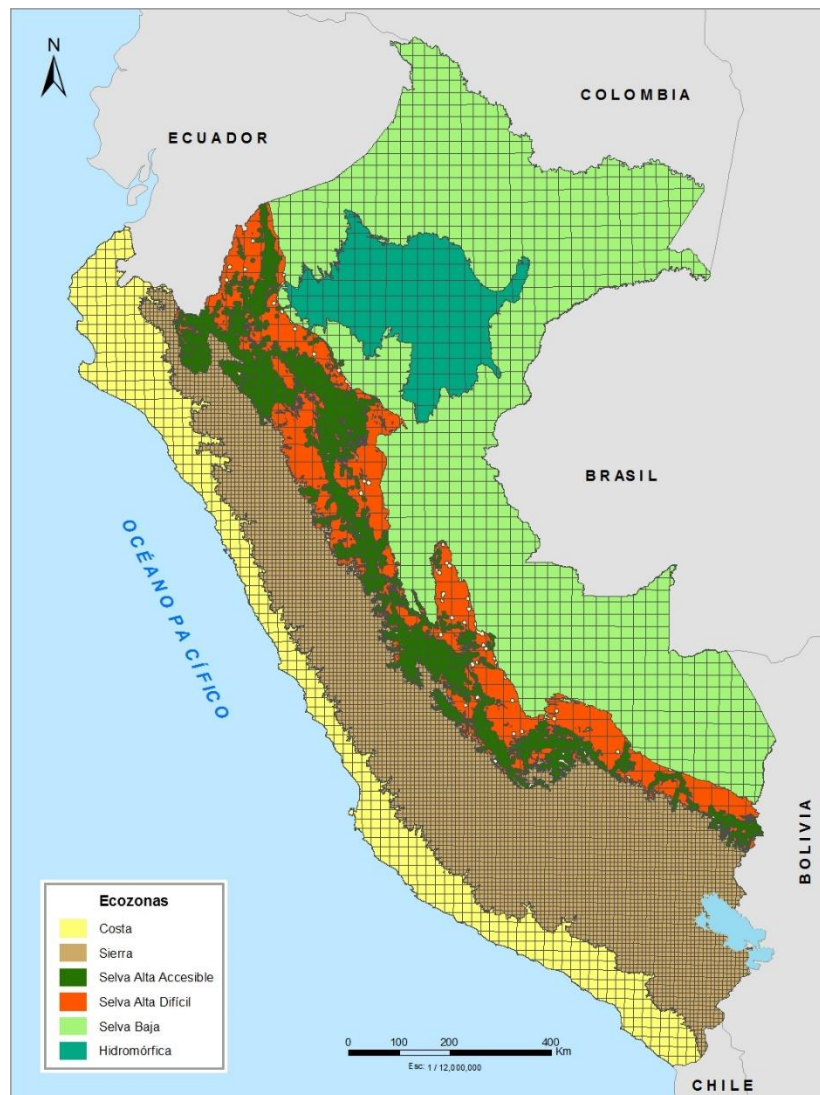
Cuadro 6. Tamaño de la muestra por subpoblación y distancia promedio de las parcelas.

Ecozona o subpoblación	Total de parcelas de muestreo	Distancia promedio parcelas (km)
Selva baja	808	24
Hidromórfica	91	31
Selva alta accesible	288	20
Selva alta difícil	101	34
Costa	460	19
Sierra	5,545	8
Total población	7,293	

Una vez determinado el tamaño de la muestra, se procedió a la selección geográfica de los puntos de muestreo. El proceso desarrollado combina características de muestreo sistemático y muestreo al azar, comúnmente llamado muestreo sistemático no alineado. En cada subpoblación se construyeron cuadrículas como se muestra en la figura N° 6 cuyo tamaño depende del número de muestras necesarias en cada subpoblación (Cuadro 6). Para calcular la longitud de la cuadrícula se utilizó la siguiente fórmula:

$$d = \sqrt{a/n}$$

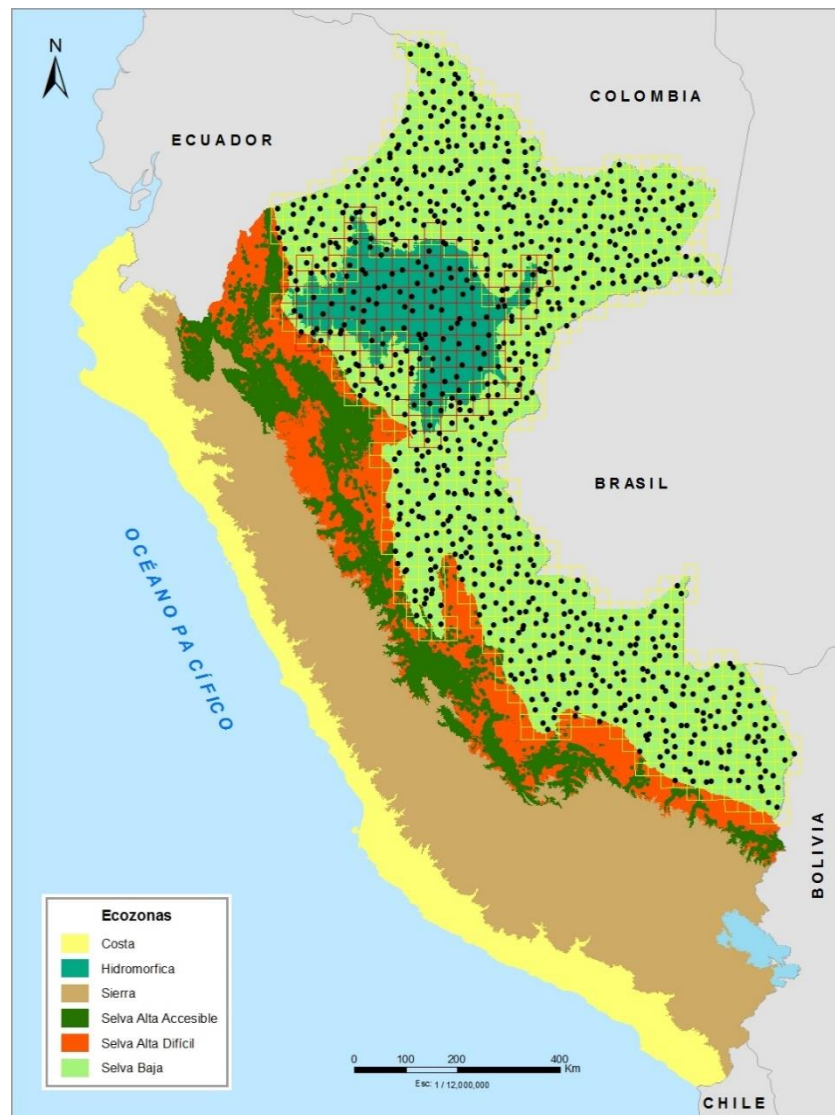
d= distancia o longitud de la cuadrícula
a=área de la subpoblación
n=número de muestras requeridas.



Fuente: FAO, 2014

Figura N° 6. Cuadrículas del INF para la selección de muestras por subpoblación

En la última columna del cuadro N° 1, se presenta el resultado de la longitud de la cuadrícula para cada subpoblación. Dentro de cada celda de la cuadrícula se seleccionó un punto al azar, como se muestra en la figura N° 7.



Fuente: FAO, 2014.

Figura N° 7. Selección de muestra aleatoria dentro de cada cuadrícula

La distribución de muestras final se muestra en la figura N° 8, donde cada punto representa el vértice o punto central de la parcela de medición. Las siguientes características del diseño responden a las condiciones establecidas en (Minagri *et al.*, 2014). Durante el Taller de criterios para la metodología y diseño del Inventario Nacional Forestal (Ramírez, 2012), se discutieron las siguientes opciones sobre la distribución temporal de la muestra para inventarios permanentes:

- Inventarios periódicos, existe un período de tiempo entre cada medición (ejemplo, cada 5 años).
- Inventario continuo, las mediciones son anuales a partir de una sub-muestra de la población (ejemplo, 20% cada año en un período de 5 años).

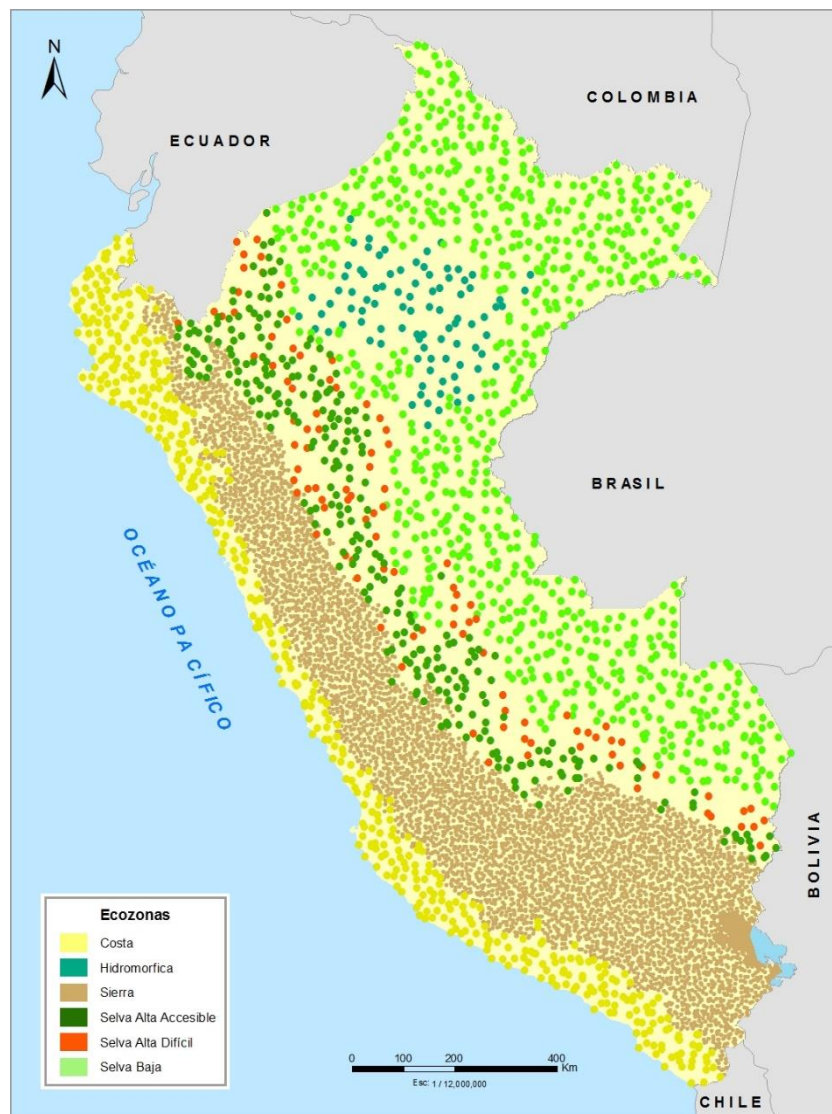
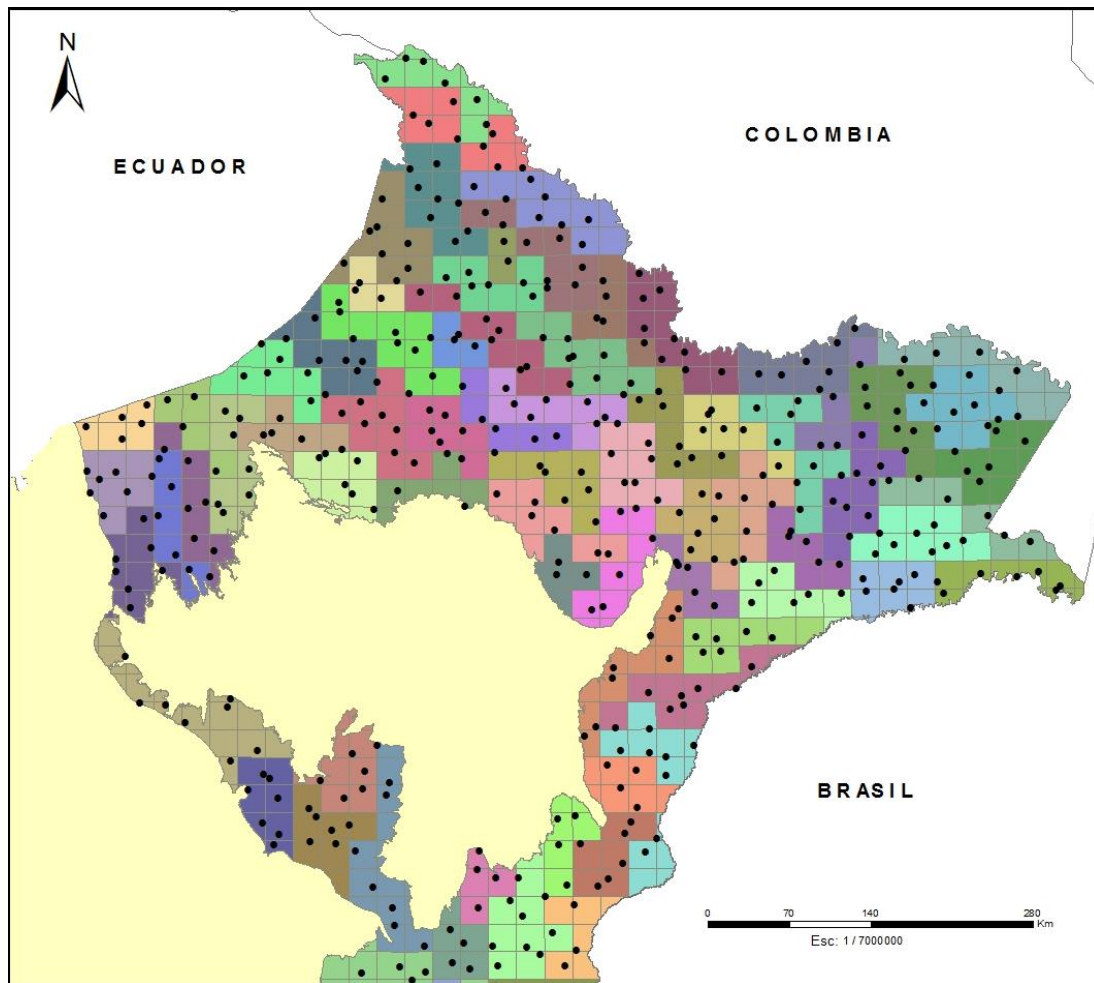


Figura N° 8. Ubicación de muestras del INF

Para el INFFS se decidió por un inventario continuo porque facilita el proceso de institucionalización, la planificación de presupuesto, la construcción de capacidades, la permanencia del aprendizaje de los recursos humanos y facilidad de movilización de recursos económicos, logísticos y humanos. Los inventarios continuos son ejecutados en Austria, Finlandia, Francia, Suecia y Estados Unidos (Köhl y Scott, 1998), citado en Minagri *et al.*, (2014). Para inventarios continuos se deben construir paneles, que consisten en submuestras que pueden ser medidas de forma independiente y equivale a toda la población Czaplowski y Thompson (2009) citado en Minagri *et al.*, (2014). La selección o distribución de la submuestra en los paneles puede ser de dos formas (Pekkarinen, 2011), citado en Minagri *et al.*, (2014):

- Distribución según zonas o regiones.
- Distribución sistemática en todo el país.

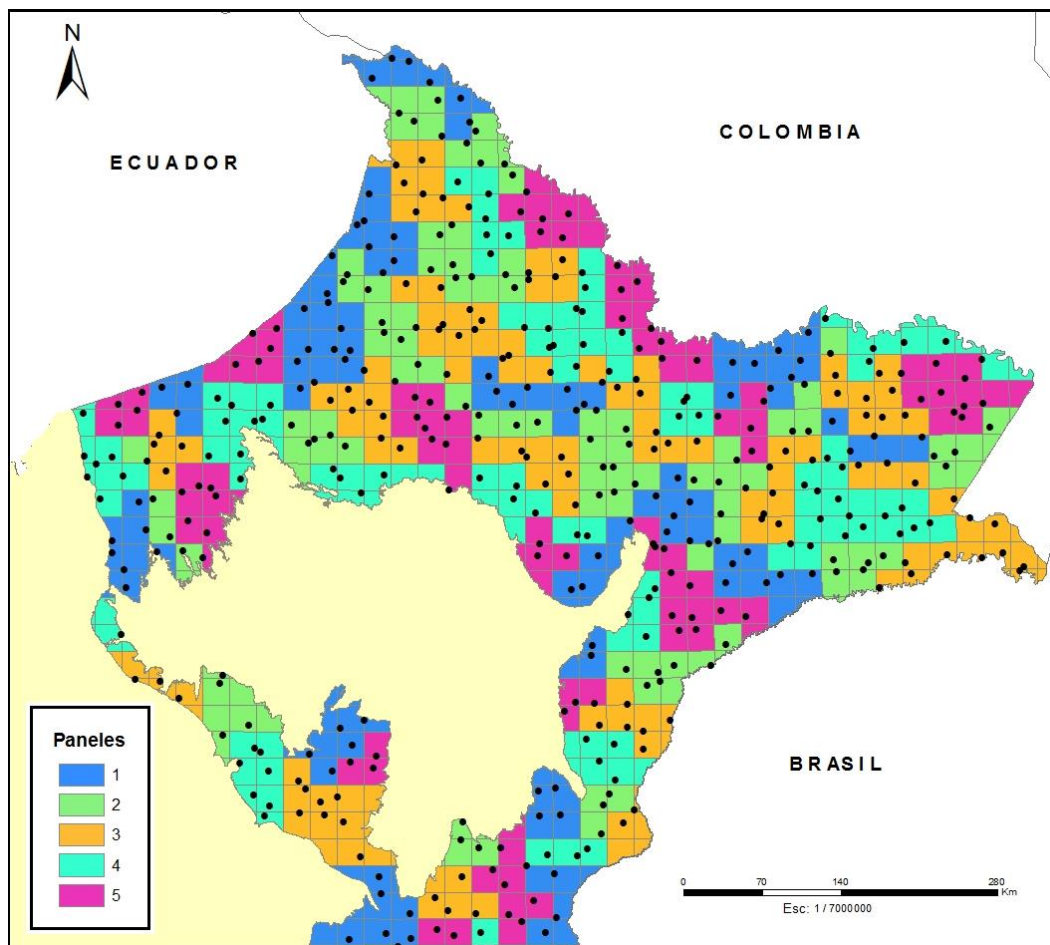
La primera opción tiene la ventaja de facilitar la logística, pero tiene la desventaja que cada zona o región tiene que esperar cinco años para actualizar su información y un financiamiento incierto puede resultar en un inventario nacional incompleto. La segunda opción, al inicio es logísticamente más desafiante; sin embargo, se obtendrían datos nacionales desde el primer año facilita la institucionalización en regiones, porque continuamente se están realizando mediciones, por ende también facilita la permanencia del aprendizaje a nivel regional. Para el INFFS se decidió por paneles con distribución sistemática de las sub-muestras. Cada panel tiene aproximadamente 20% de la muestra total en cada sub-población. Se espera que un panel se mida cada año, por lo que un ciclo de levantamiento del INFFS sería de cinco años. La selección de sub-muestras de forma sistemática puede ser individual o en grupos. La primera opción puede resultar logísticamente menos eficiente, especialmente en condiciones de difícil accesibilidad. Por esta razón para optimizar la formación de los paneles, se agruparon las unidades de muestreo con base en la planificación logística del trabajo de campo, de tal forma que cada grupo de parcelas se pueda medir en un viaje de una o dos brigadas en un mes laboral como tiempo máximo. Durante la agrupación también se considera la homogeneización de la muestra según la presencia de bosque, es decir, en las zonas de borde de bosque y en zonas con bosques fragmentados, los grupos deberían contener un número balanceado de parcelas con bosque y parcelas sin bosque. Para formar los grupos se utiliza información de las vías de accesos, delimitación de cuencas, fisiografía, hidrografía y presencia de bosque. En la figura N° 9 se muestra un ejemplo de la agrupación de parcelas para la subpoblación de Selva baja en el departamento de Loreto.



Fuente: FAO, 2014.

Figura N° 9. Ejemplo del agrupamiento de parcelas de medición en la ecozona de selva baja, Región Loreto.

El diseño de grupos de parcelas se comporta como un muestreo bi-etápico, donde los grupos son las unidades primarias y las parcelas de medición son las unidades secundarias. Por esta razón, durante los primeros cinco años de medición se deberá utilizar un estimador insesgado para sub-muestreo de unidades de tamaño desigual (Cochran, 1977). Durante los primeros paneles, los errores de muestreo serán más altos por tratarse de un porcentaje de la muestra. Sin embargo, en el transcurso de los cinco paneles, las precisiones de los datos irán mejorando y al finalizar el primer ciclo, este problema no existirá porque a partir de este momento se tendrá la muestra completa. Para construir los paneles se buscó una distribución homogénea de los grupos de parcelas en cada subpoblación (Figura N° 10).



Fuente: FAO, 2014.

Figura N° 10. Ejemplo de la distribución de paneles para la ecozona de selva baja, región Loreto.

El diseño temporal y espacial seleccionado tiene muchas ventajas logísticas y administrativas, ya que permiten distribuir los costos totales del INFFS en cinco años y la movilización de fondos por parte del Estado peruano. Por otro lado, la distribución sistemática de grupos de parcelas en todo el territorio, facilita el manejo de recursos humanos en las unidades operativas de campo de las regiones, además obliga a planificar actividades anualmente, por lo que el personal estaría continuamente desarrollando sus capacidades en esta temática. Otra ventaja muy importante es la disponibilidad de información anual, ya que los datos estarían en actualización continua, a diferencia de los inventarios periódicos, donde el país o región subnacional esperarían por cinco años para la actualización de la información.

Es importante notar que el diseño no utiliza una estratificación previa por tipos de bosque como ocurre con frecuencia en inventarios de una sola medición⁷. En efecto, la estratificación previa hace más eficiente este tipo de inventarios porque homogeneiza la varianza dentro de cada estrato basado en tipos de bosque. Sin embargo, para inventarios continuos o periódicos, como en el caso del INFFS, complica sustancialmente el cálculo debido a que los bosques son estratos cuya superficie puede cambiar con el tiempo.

⁷ Como los inventarios para planes de manejo o los de bosques de producción permanente.

No obstante, para mejorar el análisis de los datos, se recomienda utilizar técnicas como la estratificación a posteriori o el desarrollo de modelos geoestadísticos, el cual utiliza datos de varias fuentes (campo y sensores remotos).

Definido el número total de muestras, el siguiente paso fue el análisis de cobertura de las parcelas de medición. En la etapa de diseño se había realizado un análisis rápido de bosque/no bosque para determinar el tamaño final de la muestra. Sin embargo, como parte del procedimiento de muestreo se realizó un el análisis con las parcelas definitivas, utilizando una aplicación desarrollada en Google Earth⁸, donde se determinó que en 1,874 parcelas al menos una sub-parcela tiene alta probabilidad de estar ubicada en bosque (Figura N° 10), siendo este el número final de parcelas que serán medidas en el campo.

En el Cuadro N° 7, se presenta la distribución de las parcelas a visitar por ecozona.

Cuadro N° 7. Número de unidades muestrales del INFFS a ser visitadas en campo

Ecozona/subpoblación	Total de parcelas de muestreo	Parcela a visitar Bosque + duda	Parcelas Programadas reajustadas
Selva baja	808	803	804
Hidromórfica	91	87	88
Selva alta accesible	288	262	261
Selva alta difícil	101	101	101
Costa	460	112	112
Sierra	5545	511	488
Total población	7293	1876	1854

Cuadro N° 8. Lista de las unidades muestrales que fueron ejecutadas durante el periodo 2013-2015.

Ecozona	Parcelas ejecutadas por paneles y ecozonas					Total
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 4	Panel 5	
Costa	30	0	0	0	0	30
Sierra	78	10	0	0	1	89
Selva Alta difícil	0	0	0	0	0	0
Selva Alta accesible	0	0	0	0	0	0
Selva Baja	96	6	0	0	0	102
Hidromórfica	14	0	0	0	0	14
Total general	218	16	0	0	1	235

En el cuadro N° 8, se presenta la lista de unidades muestrales que fueron ejecutadas durante el periodo 2013-2015 excluyendo las unidades muestrales que no contaban con bosque, allí puede observarse que se han incluido parcelas del panel 2 y 5, a pesar de no haberse culminado aquellas del panel 1.

En el cuadro N° 9, se presenta el número unidades muestrales evaluadas incluyendo las unidades muestrales consideradas como “no bosque”, el número de clusters donde están ubicadas las unidades muestrales y la superficie que representan.

⁸ Esta herramienta forma parte del soporte tecnológico desarrollado por FAO dentro de la iniciativa Open Foris.

Cuadro N° 9. Superficie de las unidades muestrales ejecutadas incluyendo las áreas consideradas como “no bosque”.

Ecozonas	Número de unidades muestrales	Número de clusters	Superficie evaluada (ha)
Costa	122	11	1'584,485.18
Hidromórfica	13	5	1'425,221.69
Selva baja	76	15	5'213,775.71
Sierra	75	53	1'989,258.87
Total	286	84	10'212,741.45

Fuente: Elaboración propia

4.4.4. Toma de datos de campo

El levantamiento de información en campo se realiza por medio de parcelas de medición forestal distribuidas sistemáticamente en la superficie del territorio nacional. Debido a las diversas condiciones de relieve del país, se determinaron 6 sub-poblaciones de interés ecozonas: Selva baja, Selva alta accesible, Selva alta difícil, Sierra, Costa e Hidromórfica.

Los inventarios forestales involucran principalmente la medición de árboles. Su enfoque permite evaluar el estado del bosque, la fauna silvestre y las comunidades cercanas al bosque. Las mediciones de campo se desarrollan a través de una muestra que se obtiene de un análisis de variabilidad y optimización de costos. Las parcelas de medición a ser visitadas se seleccionan mediante un estudio con imágenes satélite.

Para hacer frente a los altos costos que implica ejecutar una evaluación de campo con alta confiabilidad, se divide el total de parcelas del país en cinco partes llamadas paneles. Cada panel se medirá en un año y constituye una sub-muestra de toda la población, facilitando el manejo de recursos financieros para la medición y evaluación de cambios a lo largo del tiempo. La recopilación de datos en campo del INFFS se realiza en dos momentos, el primero durante el acceso a la parcela hasta el punto central o vértice de las parcelas. En este recorrido se recopila la siguiente información:

1. Datos sobre uso de la tierra, donde se describe la clase de uso actual y se colecta un punto de GPS, esta información se recopila para los análisis de cobertura mediante sensores remotos.
2. Datos sobre avistamientos y rastros de fauna silvestre.

El INFFS constituye un proceso permanente que implica actividades de diseño, planificación, ejecución, seguimiento y actualización periódica, a cargo del SERFOR, quien coordina con el MINAM, el SERNANP, los gobiernos regionales y otras instituciones públicas y privadas en las diferentes fases, de acuerdo a sus competencias, según corresponda. La Dirección de Inventario y Valoración, la ejecución del INFFS comprende las siguientes etapas:

- Planificación de la ejecución del INFFS: consiste en la programación temporal y presupuestal de la meta de trabajo. En esta etapa es fundamental la participación de los gobiernos regionales. Antes de iniciar a la recolección de datos en el campo, se debe contar con un mapa de ubicación de las parcelas de muestreo con los detalles

que fueran pertinentes, de acuerdo a la relación indicada en la sección en la sección correspondiente (Elaboración de mapas).

- Socialización de acciones del INFFS: consiste en la comunicación de las acciones planificadas a las autoridades regionales, locales y población in situ (comunidades nativas, comunidades campesinas, ribereños, pobladores locales) vinculadas al ámbito de las unidades muestrales.
- Capacitación: proceso que se organiza para lograr que el personal a cargo de las evaluaciones de campo adquiera destreza y conocimiento en la metodología del INFFS, que le permita realizar la toma de datos con mayor eficacia y asegurar la calidad de los datos. Por otro lado, las capacitaciones son realizadas a las brigadas conformadas por profesionales y personal contratado por la empresa ejecutora del Inventario. SERFOR como autoridad forestal socializa e instruye en el uso de las herramientas, equipos y formularios para el recojo de datos en campo. Las evaluaciones técnicas se realizan de miembros de la brigada individuales. Los puntos en conocimientos y habilidades de recolección de datos se hacen para asegurar que los niveles más altos se están cumpliendo. Si en algún momento la precisión del crucero cae por debajo de los niveles mínimos de tolerancia, se deberá planificar rápidamente un entrenamiento correctivo para asegurar un nivel aceptable de trabajo de calidad.
- Levantamiento de datos: es la etapa donde se realiza la toma de datos en campo de las parcelas definidas en la etapa de planificación. Es necesario contar con formularios claros y sencillos para recolectar los datos de campo durante el inventario. Se requiere establecer una forma de evaluación de personal con la finalidad de que los datos registrados en los formularios sean claros y correctos, las cuales son: El Inventario Nacional Forestal se han desarrollado dos libretas de campo: una conformada por 8 formularios (1-7 y 10) y otra con 2 formularios (8-9). Esta estructura responde a las necesidades de información y la secuencia lógica del trabajo de campo que se realiza. Los formularios previstos se listan en el cuadro N° 10
- Control de calidad: es el conjunto de normas y procesos para asegurar un nivel deseado de calidad de los datos del INFFS, mediante procedimientos identificados, definidos, documentados y aplicados. Este proceso busca mejorar la confiabilidad de los resultados informados. Actualmente, el control de calidad es realizado por el equipo de profesionales del SERFOR, en donde se asegura que el levantamientos de datos del INFFS por la Empresa contratista responsable del levantamiento de información se le pueda aplicar y establecer medidas de control.

Las brigadas realizan el levantamiento de datos en base a formularios establecidos y se definen reglas de validación y consistencia (Brigadas de Verificación de Hot Check, 10% en Brigadas de Verificación de Cold Check y 10% en Brigadas de Verificación de Blind check y estudios especiales); así como el seguimiento de los datos de los equipos de campo a través del control interno en las brigadas. Finalmente, el control de calidad de las brigadas permite mejorar el registro de los datos en función a tiempos y costos, necesarios para verificar la Planificación del levantamiento de campo y para facilitar el ingreso de futuras mediciones incluye control interno de brigadas (forman parte la lista de chequeo de materiales y formularios) y las Visitas de verificación (Brigadas de Verificación Hot, Cold y Blind Check).

Cuadro N° 10. Descripción de formularios de campo para el levantamiento del INFFS, 2013-2018

Formulario	Descripción
1	Bitácora de acceso a la parcela: Se describen los hitos principales de acceso al punto de inicio de la parcela
2	Ubicación de la parcela: Se dan referencias de ubicación del punto central y marca permanente. Se describen además las categorías de uso de la tierra.
3	Estado de uso actual de la tierra: Se registran datos acerca del estado y cambio de uso de la tierra y perturbaciones a la vegetación. También, se describen la estructura y sucesión del bosque.
4	UR1 Medición de árboles vivos, muertos en pie y tocones: Para las subparcelas 1, 3, 5, 7 y 9: Se anotan los parámetros dasométricos de los árboles vivos, muertos en pie y tocones, con DAP mayor o igual a 10 cm. Se grafica el área efectiva de medición, en caso de no estar cubierta íntegramente por bosques. Para las subparcelas 2, 4, 6, 8 y 10: Se anotan los parámetros dasométricos de los árboles vivos, muertos en pie y tocones, con DAP mayor o igual a 30 cm de DAP. También se grafica el área efectiva de medición, en caso de no estar cubierta íntegramente por bosques. Para todas las parcelas: Medición de árboles vivos, muertos en pie y tocones: Se anotan los parámetros dasométricos y condiciones de los árboles vivos, muertos en pie y tocones, mayores a 10 cm de DAP. Se grafica el área efectiva de medición, en caso de no estar cubierta íntegramente por bosques.
5	Latizales: Se anota el conteo por especie de los individuos con DAP menor a 10 cm y altura menor a 3 m.
6	Brinzales: Se anota el conteo por especie de los individuos con altura de 1 a 3 m.
7	Miembros de la brigada: Se anotan los datos correspondientes a todos los miembros que conformaron la brigada, en las distintas posiciones que ocupan en ella. Personas de contacto: Se anotan los datos correspondientes a todas las personas que fueron contactadas para el acceso a la parcela.
8	Registro de fauna: Se registra evidencias de fauna silvestre, asociadas a la categoría de uso de la tierra donde sean avistadas.
9	Registro de pendientes: Se anota la caracterización del relieve de la línea eje de la parcela, en sentido norte y este, en términos de pendiente por tramo (se sugiere cada 5m).
10	Lista de chequeo de Control Interno de Brigadas

Fuente: Instructivo de Campo-Ecozona Selva Baja, 2014.

4.4.5. Incertidumbre y precisión de otros parámetros estadísticos esperados

Para el cálculo de las incertidumbres se requiere de estimaciones de la varianza de los parámetros estimados. Las incertidumbres son usadas para construir intervalos de confianza y se presentan generalmente como un porcentaje respecto del parámetro estimado. Como los intervalos construidos son simétricos, es decir la diferencia entre el límite superior y el parámetro estimado es igual a la diferencia entre y el límite inferior y el parámetro estimado, se puede calcular la incertidumbre como:

$$I = \frac{LS - \hat{O}}{\hat{O}}$$

Donde:

I: Incertidumbre o error relativo de muestreo

LS: es el límite superior del intervalo de confianza

\hat{O} : es la estimación del parámetro evaluado

Para inventarios forestales el cálculo de la incertidumbre se realiza generalmente usando una confianza del 95%. En tal sentido, el 95% de las estimaciones de los límites inferior y superior del intervalo de confianza contendrán al verdadero valor del parámetro estimado.

El equipo técnico del inventario nacional forestal y de fauna silvestre ha determinado las incertidumbres para las distintas variables a calcular por ecozonas, tal como se presenta en el cuadro N° 11.

Cuadro N° 11. Estimación de la incertidumbre esperada para las distintas variables del inventario nacional forestal y de fauna silvestre

Variables	Costa	Sierra	Selva baja	Selva Alta acces.	Selva A. difícil acceso	Hidro-mórfica
Densidad de árboles/ha (≥ 30 cm dap)	10.7%	10.7%	3.3%	7.1%	9.6%	10.0%
Área basal/ha	12.0%	12.0%	3.8%	8.3%	11.6%	12.0%
Volumen/ha	10.9%	10.9%	3.3%	7.3%	10.1%	10.4%
Densidad de fustales/ha ($10 \leq \text{dap} < 30$)	17.7%	17.7%	5.8%	10.5%	17.5%	17.2%
Latizales/ha (> 3 m de altura < 10 cm dap)	15.6%	15.6%	5.2%	10.5%	14.0%	14.3%
Brinzales/ha (1-3 m de altura)	16.9%	16.9%	6.0%	12.1%	18.1%	18.4%

4.4.6. Procesamiento y análisis de datos

En el procesamiento de datos se lleva a cabo el registro o transcripción de los datos colectados en formularios en papel a pantallas de registro de datos, mediante interfaces similares a los formularios de campo, durante el ingreso de datos se prevé aplicar validaciones de tipo de dato, rangos de valores permitidos y el control entre preguntas registradas al formulario. Todos los datos registrados se encuentran almacenadas en las herramientas como el Open Foris de la FAO, denominadas Collect, para computadoras convencionales; y Collect Mobile, para colectores portátiles de datos (FAO, 2014).

Por otro lado, se realiza la limpieza y análisis de consistencia de datos colectados basado en la tolerancia a parámetros validados. La limpieza consiste en la identificación de datos vacíos, valores extremos, inconsistencias y datos que escapen a los rangos establecidos, así como registros que no cumplan con las reglas de validación y consistencia, se podrán

completar los datos faltantes y se realizarán cálculos de indicadores para consultas posteriores. Se establecerán cruces entre variables para ver la consistencia de la base de datos y se actualizará los archivos en la base de datos del INFFS, permite realizar consultas estadísticas, geoespaciales y generar reportes consolidados, se podrá exportar a los formatos más conocidos y se integrarán con otros sistemas.

Luego de tener la base de datos limpias se realiza cálculo de variables o indicadores. En el caso de **Potencial maderable** se califica el potencial forestal, utilizamos la categorización propuesta por ONERN (1975) en base a registros de árboles iguales o mayores a 25 cm de DAP (cuadro N° 12), cabe destacar que estas categorías no discriminan categorías comerciales de la madera.

Cuadro N° 12. Categorías de potencial forestal.

Categorías	Potencial	Volumen (m ³ /ha)
I	Excelente	> de 150
II	Muy bueno	149.9-120
III	Bueno	119.9-90
IV	Regular	89.9-60
V	Pobre	< de 60

Fuente: ONERN (1975)

Las especies maderables fueron organizadas en cuatro grupos según su potencial comercial de acuerdo con la escala establecida en el boletín informativo del PRMRFFS y que fueron utilizadas para categorizar las especies maderables del inventario de los bosques de producción permanentes de las zonas 7 y 8 de Loreto (Perú - Minagri, 2015). Las especies registradas en el inventario han sido categorizadas de la siguiente manera: a) especies con potencial mercado de exportación, b) especies con potencial mercado nacional, c) especies con potencial mercado regional, y, d) especies sin demanda comercial.

Adicionalmente en el caso del Protocolo de Carbono que es una visión nacional se desarrollan los cálculos bajo la herramienta de cálculo de carbono desarrollada por el Ministerio del Ambiente para efectos de reportes nacionales, regionales y de proyectos específicos.

El análisis de resultados se refiere a (1) desarrollo de preguntas demasiado complejas, (2) agregación, expansión y estimaciones (3) Incompatibilidades para la integración. En el análisis de los resultados permite mostrar datos reales de los bosques a nivel nacional, cumpliendo con los objetivos del inventario. Finalmente, la elaboración de informes y publicación del primer reporte parcial del INFFS.

4.4.7. Variables a calcular

Las variables a calcular son las siguientes:

a) **Distribución por clases diamétricas**

Selva baja e Hidromórfica

$$Y = Ke^{-ax}$$

Para los bosques de selva baja y zona hidromórfica se debe establecer clases diamétricas para los árboles mayores de 10 cm de DAP con intervalos de 10 cm y clasificar los árboles individuales en cada clase diamétrica según corresponda, cuya máxima clase diamétrica dependerá del diámetro máximo de los árboles registrados en ambas ecozonas, ejemplo:

10 – 19.9 cm
20 – 29.9 cm
30 – 39.9 cm
40 – 49.9 cm
50 – 59.9 cm
60 – 69.9 cm
70 – 79.9 cm
80 – 89.9 cm
>90

* Nota: La intención de incluir en la distribución por clases diamétricas a partir de 10 cm de dap es con el fin de evaluar el comportamiento de la curva de distribución.

Costa y Sierra

$$Y = Ke^{-ax}$$

Para los bosques de costa y sierra se debe establecer clases diamétricas para los árboles mayores de 5 cm de DAP con intervalos de 5 cm y clasificar los árboles individuales en cada clase diamétrica según corresponda, cuya máxima clase diamétrica dependerá del diámetro máximo de los árboles registrados en ambas ecozonas, ejemplo:

05 – 09.9 cm
10 – 14.9 cm
15 – 19.9 cm
20 – 24.9 cm
30 – 34.9 cm
35 – 39.9 cm
40 – 44.9 cm
45 – 49.9 cm
50 – 54.9 cm
55 – 59.9 cm
60 – 64.9 cm
65 – 69.9 cm
>70

* Nota: La intención de incluir en la distribución por clases diamétricas a partir de 5 cm de dap es con el fin de evaluar el comportamiento de la curva de distribución.

b) Índice Valor de Importancia (IVI)

$$IVI = \text{densidad relativa} + \text{frecuencia relativa} + \text{dominancia realtiva}$$

Cada una de las variables del IVI debe calcularse tanto para árboles (≥ 30 cm dap) como para fustales ($10 \leq \text{dap} < 30$). Este análisis debe hacerse para las especies y familias existentes en cada ecozona.

Densidad

Según Curtis y McIntosh (1950, 1951), citado en Nebel *et al.* (2000) y Lamprecht (1990) la densidad o abundancia relativa se calcula con la siguiente fórmula:

$$Ab\% = (ni / N) \times 100$$

Donde:

ni = Número de individuos de la i ésima especie

N = Número de individuos totales en la muestra.

La fórmula detallada es la siguiente:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{número de individuos de la especie}}{\text{número de individuos de la muestra}} \cdot 100$$

Frecuencia

$$FrA = (Fi / Ft) \times 100$$

Donde:

FrA : Frecuencia absoluta

Fi : Número de parcelas en que la especie i está presente

Ft : Número total de parcelas

Con este insumo se calculará solo la frecuencia relativa.

Según Curtis y McIntosh (1950, 1951), Lamprecht (1990) la frecuencia relativa se calcula con la siguiente fórmula:

$$Fr\% = (FrAni / FrAt) \times 100$$

Donde:

$FrAni$ = Frecuencia absoluta de la i ésima especie

$FrAt$ = Total de las frecuencias en el muestreo

La fórmula detallada es la siguiente:

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{número de unidades muestra que contiene a la especie}}{\text{unidades de muestra para todas las especies de la muestra}} \cdot 100$$

Dominancia

$$Da = Gi/Gt$$

Donde:

G_i = Área basal en m² para la iésima especie

G_t = Área basal en m² de todas las especies

Dominancia relativa (D%)

$$D\% = (DaS / DaT) \times 100$$

Donde:

DaS = Dominancia absoluta de una especie

DaT = Dominancia absoluta de todas las especies

La fórmula detallada es la siguiente:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{área basal de la especie}}{\text{área basal total de la muestra}} \cdot 100$$

c) Composición florística

Diversidad Alfa (riqueza): Expresa el número total de especies presentes en un determinado lugar, sin tomar en cuenta el valor de importancia o abundancia de las mismas.

Índice de Shannon Wiener

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

H' : Índice de Shannon Wiener

p_i : Abundancia relativa de cada especie

\ln : Logaritmo natural o neperiano

Estudios analizados con este índice presentan valores entre 0.5 y 5, aunque su valor normal está entre 1.5 y 3.5, rara vez sobrepasa 4, valores inferiores a 1.5 se consideran bajos y superiores a 3.5 son altos. No tiene límite superior, en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice

Índice de equidad de Pielou (J')

Equidad de Pielou, basado en el índice de diversidad de Shannon–Wiener, la división entre $\ln(S)$ intenta compensar el efecto de la riqueza de especies. La equidad mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que uno corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

$$J' = H' / \ln(S)$$

Donde:

J' = Índice de equidad de Pielou.

H' = Índice de Shannon-Wiener.

S = riqueza de especies.

Diversidad Beta (similaridad): La similaridad de los tipos de bosque con respecto a la composición es estimada usando los coeficientes de Jaccard y Sorensen (Villareal *et al.* 2006)

Coeficiente de similitud de Jaccard (I_j)

$$I_j = c / a + b - c$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

El intervalo de valores para este índice va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los sitios tienen la misma composición de especies, es decir, que son similares.

Índice de Sørensen (coeficiente de similitud-cualitativo) o de Czekanowski

$$I_s = (2 c / a + b) * 100$$

Donde:

a : número de especies en el sitio A

b : número de especies en el sitio B

c : número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas

d) Área Basal

$$AB = \frac{\pi}{4} x dap^2$$

Donde:

AB: área basal del tallo

dap: diámetro a la altura del pecho o diámetro a 1, 30 m del suelo.

$$AB = 3.1416 (dap/2)^2 \text{ o } AB = 0.7854 x dap^2$$

e) Volumen Maderable

Selva baja e Hidromórfica

Existe diversidad de fórmulas para determinar volumen comercial. Esta es una de las más simples y utilizadas: (según el Manual Base de BPP, la que es muy similar a la que se empleará en las ecozonas selva baja e hidromórfica).

$$V = \frac{\pi}{4} x dap^2 x Hc x ff$$

Donde:

V: Volumen comercial (m³)

dap: diámetro a la altura del pecho (m)

Hc: altura comercial (m)

ff: Factor de forma (0.65)

π : 3.1416

Costa y Sierra

En las ecozonas Costa y Sierra se utilizará la misma fórmula utilizada para selva baja e hidromórfica, teniendo en cuenta las particularidades de los árboles, también evaluará el valor del factor de forma a utilizar.

$$V = \frac{\pi}{4} x dap^2 x Hc x ff$$

Donde:

V: Volumen (metros cúbicos)

dap: Diámetro a la altura del pecho (m)

Hc: Longitud del fuste, altura comercial, incluye longitud de rama principal (metros).

ff: Se evaluará el valor del factor de forma más adecuado a utilizar

V. RESULTADOS

5.1. Ecozona hidromórfica

5.1.1. Composición florística

5.1.1.1. Composición a nivel de familias y especies

Durante el trabajo de campo fueron medidos 1714 individuos ≥ 10 cm dap (promedio de 131.84 ± 24.32 ind/unidad muestral), de los cuales se identificaron 43 familias (promedio de 17.76 ± 4.25 por unidad muestral), en 132 especies (promedio de 22.30 ± 7.44 por unidad muestral) (cuadro N° 13).

En el estrato arbóreo (≥ 30 cm dap) fueron medidos 434 individuos (33.38 ± 8.14 individuos por unidad muestral) correspondientes a 29 familias (promedio de 9.76 ± 2.79 por unidad muestral), en 69 especies (promedio de 10 ± 2.87 por unidad muestral).

El mayor número de individuos ≥ 10 cm dap está representado por árboles (1534 promedio 118 ± 24.32), mientras que las palmeras constituyen 180 individuos (promedio 13.84 ± 12.80). El estrato arbóreo (≥ 30 cm dap) está conformado por 374 árboles (promedio de 28.76 ± 6.66) y 60 palmeras (promedio de 4.61 ± 6.33).

Las familias con mayor número de especies ≥ 10 cm dap en las trece unidades muestrales fueron: Fabaceae (18 especies), Arecaceae (11 especies), Malvaceae (11 especies), Moraceae (8 especies), mientras que las restantes 38 familias tienen menos de 8 especies por familia. Las especies más abundantes fueron *Cecropia* spp. (134 individuos), *Cecropia mebranacea* (73 individuos) y *Eschweilera* spp. (73 individuos). Asimismo, la unidad muestral 127 fue la más diversa con $H' = 3.11$ y la que menor diversidad presentó fue la unidad muestral 73 ($H' = 0.71$).

Cuadro N° 13. Número de individuos, especies y familias encontradas en trece unidades muestrales del bosque de la zona hidromórfica. Se muestran los promedios con su error de muestreo absoluto.

Variable	Unidades muestrales													Total	Promedio/error absoluto
	UM 11	UM 12	UM 27	UM 29	UM 59	UM 60	UM 73	UM 89	UM 101	UM 102	UM 123	UM 127	UM 131		
N° de individuos															
(≥ 10 cm dap)	182	173	119	170	115	40	111	133	86	125	153	130	177	1714	131.84 \pm 24.30
(≥ 30 cm dap)	12	56	39	33	33	23	18	55	32	43	18	39	33	434	33.38 \pm 8.14
N° de árboles															
(≥ 10 cm dap)	182	101	80	153	90	40	111	119	86	123	153	123	173	1534	118 \pm 24.23
(≥ 30 cm dap)	12	18	29	33	28	23	18	51	32	43	18	36	33	374	28.76 \pm 6.66
N° de palmeras															
(≥ 10 cm dap)	0	72	39	17	25	0	0	14	0	2	0	7	4	180	13.84 \pm 12.81
(≥ 30 cm dap)	0	38	10	0	5	0	0	4	0	0	0	3	0	60	4.61 \pm 6.33
N° de familias															
(≥ 10 cm dap)	11	18	19	21	19	8	6	19	18	25	12	24	31	43	17.76 \pm 4.25
(≥ 30 cm dap)	4	8	11	8	14	6	4	17	11	15	3	14	12	29	9.76 \pm 2.79
N° de especies															
(≥ 10 cm dap)	7	28	26	25	25	13	7	13	13	38	13	41	41	132	22.30 \pm 7.44
(≥ 30 cm dap)	3	12	14	10	9	9	5	8	7	18	4	16	15	69	10 \pm 2.87

Fuente: Elaboración propia

La unidad muestral 11 albergó la mayor cantidad de individuos ≥ 10 cm dap (182); mientras que en la unidad muestral 60 se registró la menor cantidad (40). En el estrato arbóreo (≥ 30 cm dap), la unidad muestral 12 acogió la mayor cantidad de individuos (56), en el extremo opuesto, 12 individuos fueron observados en la unidad muestral 11.

5.1.1.2. Índices de biodiversidad a nivel de especies

5.1.1.2.1. Diversidad Alfa (α)

El Índice de Shannon – Wiener expresa la diversidad de especies en un determinado hábitat mostrando sensibilidad al cambio en el número de especies (Villarreal *et al.* 2006). Estudios analizados con este índice presentan valores entre 0.5 y 5, aunque su valor normal está entre 1.5 y 3.5, valores inferiores a 1.5 se consideran bajos y superiores a 3.5 son altos. No tiene límite superior, en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Gentry (1995) en los trabajos que realizó analizó sus datos con \log_2 , actualmente se usa \ln , el presente estudio fue analizado con \ln . Al respecto, Condit *et al.* (1996) señala que este índice de diversidad captura las diferencias de diversidad en muestras pequeñas de mejor manera la riqueza de especies, pese a ser dependiente del tamaño de la muestra.

Se ha estimado también el Índice de equidad de Pielou, este índice intenta compensar el efecto de la diversidad de especies ya que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

La diversidad Alfa en general de las 13 unidades muestrales, calculado con el índice de Shannon – Wiener para individuos ≥ 10 cm dap, muestra valor de 3.42 con una equidad de 0.70, valores considerados como normales para las condiciones de bosque tropical. Independientemente para cada unidad muestral, los valores resultaron diferentes, así la diversidad de la unidad muestral 127 tiene el valor de 3.11, siendo el mayor y el más diverso de las 13 unidades muestrales evaluadas con una equidad de 0.84.

La unidad muestral 131 tiene un valor de 3.04, siendo la segunda más diversa, con una equidad de 0.82. En la unidad muestral 123 el valor de la equidad fue mayor (1.00) y la diversidad (1.97), como se podrá notar el valor de la equidad nos indica que la distribución de especies fue mejor en esta parcela aunque el valor de la diversidad no fue alta. Las unidades muestrales 73 y 89 poseen índices de diversidad de 0.71 y 0.99, con una equidad de 0.36 y 0.39, respectivamente, siendo las unidades muestrales menos diversas y con menor distribución de especies (Cuadro N° 14).

Para determinar las razones por las cuales varían los valores del índice de Shannon-Wiener, hemos recurrido al ajuste de los valores obtenidos a una distribución normal a través del método gráfico. El criterio discriminatorio es principalmente de tipo exploratorio, dado que no es posible obtener errores dentro del grupo. Para la interpretación de los resultados se trabaja con el supuesto de que los índices de diversidad entre unidades muestrales encontrados a través del Índice de Shannon-Wiener se ajustan a una distribución normal, lo cual es cierto dado que se utilizó la Prueba de Normalidad de Anderson Darling obteniéndose un P-valor de 0.459, lo que indica que los datos pueden cumplir con el supuesto de normalidad a un nivel de significación del 10%.

Los valores presentados en el cuadro N°13, se puede observar que las parcelas UM 73 y UM 89 tienen valores bajos (0.72 y 0.99 respectivamente) del índice de Shannon, lo cual puede pensarse que tienen un comportamiento inusual respecto a la mayoría de los índices. También se puede detectar un valor alto del índice en la parcela UM 127 (3.11) (Figura N° 11).

Cuadro N° 14. Índice de diversidad de Shannon – Wiener (H') de las unidades muestrales

Unidad Muestral	N° de Especies	Índice de Shannon – Wiener (H')	Índice de equidad de Pielou (J')
11	7	1.54	0.79
12	28	2.70	0.81
27	26	2.86	0.88
29	25	2.36	0.73
59	25	2.23	0.69
60	13	2.21	0.86
73	7	0.71	0.36
89	13	0.99	0.39
101	13	1.65	0.85
102	38	2.97	0.82
123	13	1.97	1.00
127	41	3.11	0.84
131	41	3.04	0.82
Total		3.42	0.70

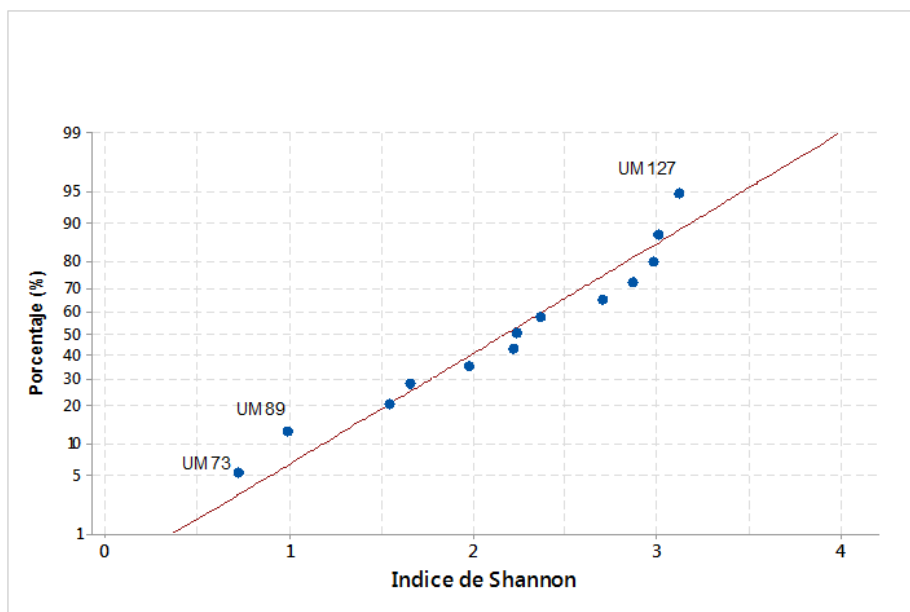


Figura N° 11. Gráfico Q-Q plot para determinar la normalidad en los valores del índice de Shannon-Wiener

5.1.1.2.2. Diversidad beta (β)

La similaridad entre unidades muestrales con respecto a la composición florística se ha estimado usando los coeficientes de Jaccard y Sørensen tal como fue descrita por Greig-Smith (1983) y Sørensen (1948), citados por Nebel *et al.* (2000)

Ambos índices fueron estimados para individuos ≥ 10 cm dap. El índice de Sørensen fue calculado con datos de abundancia, presencia y ausencia de especies entre unidades muestrales; está basado en datos cualitativos y permite identificar las semejanzas existentes entre las unidades de muestreo, a partir de datos cualitativos (presencia ausencia de especies) (Villareal *et al.* 2006). Relaciona la similitud en la composición de especies de dos unidades muestrales, cuyos valores se encuentran entre 0 cuando las especies no son compartidas entre ambos sitios, y 1 si el sitio de estudio tiene la misma composición (Magurran, 2004), en nuestro caso, para tener mejores interpretaciones los datos fueron transformados a porcentajes.

Por otro lado, el Índice de Jaccard expresa el grado en que las dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. Da igual peso a todas las especies sin importar su abundancia y por ende da importancia incluso a las especies más raras (Villareal *et al.* 2006). Es utilizado para datos cualitativos. Al igual que el Índice de Sørensen, el intervalo de valores para este índice va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los sitios tienen la misma composición de especies, es decir, que son similares.

Cuadro N° 15. Similitud de especies entre las 13 unidades muestrales evaluadas en la ecozona hidromórfica. Los valores sombreados en la diagonal representa el número de especies en cada parcela, los valores por encima de la diagonal son las especies comunes entre unidades muestrales y por debajo de la diagonal son los índice de Sørensen expresado en porcentaje.

Unidades Muestrales	Unidades Muestrales												
	11	12	27	29	59	60	73	89	101	102	123	127	131
11	7	2	3	2	1	2	0	0	0	3	2	5	3
12	11	28	12	12	12	3	1	5	4	6	1	12	5
27	18	44	26	9	9	3	0	4	2	6	3	11	6
29	13	45	35	25	10	2	1	4	5	7	1	13	10
59	13	45	35	40	25	2	1	6	4	5	0	9	5
60	20	15	15	11	11	13	4	0	0	3	1	3	2
73	0	6	0	6	6	40	7	1	1	2	2	1	2
89	0	24	21	21	32	0	10	13	5	5	0	8	3
101	0	20	10	26	21	0	10	38	13	8	0	6	4
102	13	18	19	22	16	12	9	20	31	38	6	13	15
123	20	5	15	5	0	8	20	0	0	24	13	3	5
127	21	35	33	39	27	11	4	30	22	33	11	41	14
131	13	14	18	30	15	7	8	11	15	38	19	34	41

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro N° 15, se observa que la mayor similitud se reportó entre las unidades muestrales 12 con 29 y 12 con 59 (45% de similitud cada uno), con 12 especies compartidas entre parcelas dominado por *Virola* spp. Entre las parcelas 12 y 27 se encontró una similitud de 44% con 12 especies compartidas, dominado también por *Virola* spp. Asimismo, entre las unidades muestrales 29 y 59 se encontró una similitud de 40% con 10 especies compartidas, dominado por *Eschweilera* spp. La tendencia al agrupamiento entre pares de parcelas es confirmada por el Índice de similitud de Jaccard (Figura N° 12).

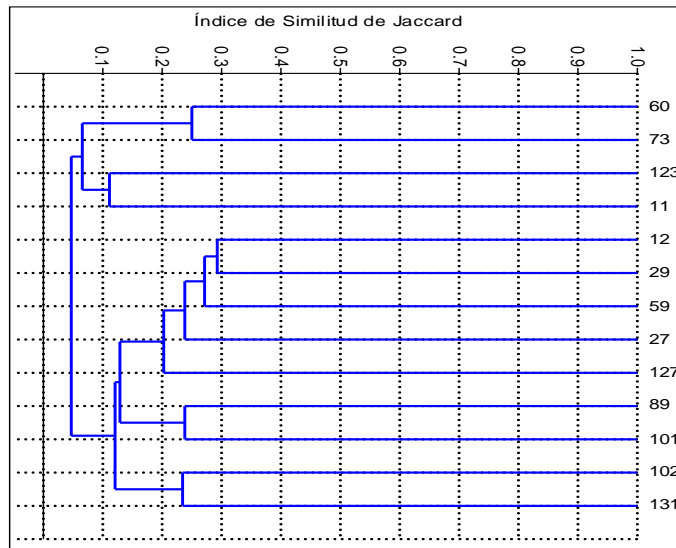


Figura N° 12. Similitud de especies entre las 13 unidades muestrales evaluadas. Los valores de la derecha representan las unidades muestrales, donde se puede apreciar la similitud entre pares de unidades muestrales como la 12 con la 29, la 12 con la 59, el 29 con la 59.

5.1.2. Estructura del bosque

5.1.2.1. Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal a través de las distribuciones diamétricas nos permite inferir el estado demográfico de las masas boscosas y sus posibles problemas de conservación. En principio una distribución de tamaños en forma de “J” invertida, es decir, con una mayor proporción de las clases de tamaño pequeño (que suponemos corresponde a los árboles más jóvenes) aseguraría el reclutamiento y la regeneración de la población.

En la Figura N° 13 se presenta la distribución diamétrica del número de árboles hectárea ≥ 10 cm dap, configurando la típica “J” invertida.

La estructura horizontal de los árboles del bosque hidromórfico, refleja una mayor distribución de individuos en las clases diamétricas menores y menor abundancia en los diámetros mayores. En total se contó hasta 461 tallos por hectárea, el 85.5% de los tallos corresponden a fustales ($10 \leq \text{dap} < 30$) y el resto al estrato arbóreo (≥ 30 dap). Las especies más abundantes en el grupo fustales son: *Cecropia* spp., *Cecropia membranacea*, *Oxandra* sp. *Eschweilera* spp. e *Inga* spp. que representan el 28% del total en este grupo. En el estrato arbóreo las especies *Mauritia flexuosa*, *Cecropia* spp. y *Cecropia membranacea* son las que presentan mayor número de individuos y representan el 21% del total.

En la clase diamétrica de 10-19.90 cm las especies más abundantes son: *Cecropia* spp., *Cecropia membranacea*, *Oxandra* sp. *Eschweilera* spp. e *Inga* spp. y representan el 25% del número total de individuos por hectárea.

Las especies *Cecropia* spp. y *Cecropia membranacea* son las más abundantes en la clase diamétrica 20-29.9 cm y congregan cerca del 25% del total registrado en esta clase diamétrica.

Las especies más abundantes en la clase diamétrica 30-39.9 cm son: *Mauritia flexuosa*, *Cecropia spp.* y *Cecropia membranacea*, juntos representan más de 28% del total de la clase diamétrica.

En la clase diamétrica 40-49.9 cm la especie *Mauritia flexuosa* también sobresale y representa más de 12% del número de individuos por hectárea registrado en esta clase diamétrica.

Las especies *Cecropia spp.*, *Ficus spp.*, *Tapura sp.*, *Parkia spp.* y *Virola pavonis* son las más abundantes en cuanto a número de individuos por hectárea en la clase diamétrica 50-59.9 cm y representan el 24% del total registrado en esta clase diamétrica.

En la clase diamétrica 60-69.9 cm las especies *Virola sp.*, *Abarema auriculata* y *Minuartia guianensis* son las más abundantes y representan más del 28% del total de individuos presentes en esta clase diamétrica.

La especie *Hura crepitans* es la más abundante en la clase diamétrica 70-79.9 cm y constituye más de 16% del total registrado en esta clase diamétrica. En la clase diamétrica mayor de 80 cm también sobresale esta especie como la más abundante junto con *Ochroma pyramidale*, *Ficus insípida* y *Erythrina sp.*

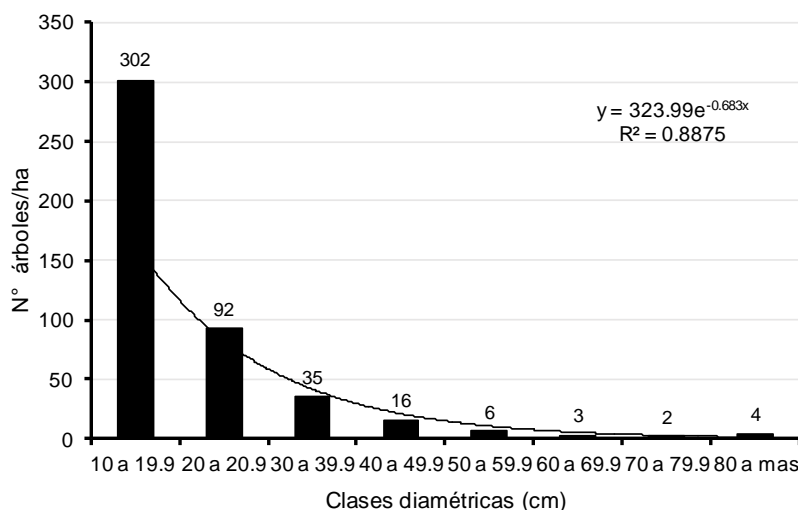


Figura N° 13. Distribución diamétrica de árboles por hectárea en la ecozona hidromórfica

En el Cuadro N° 16, se presenta las doce primeras especies forestales con mayor número de árboles por hectárea que representan más de 40% del total general. Sobresalen de este grupo las especies *Cecropia spp.*, *Cecropia membranacea* y *Eschweilera spp.* con más del 18% del total general.

En el grupo de fustales ($10 \leq dap < 30$), las especies *Cecropia spp.*, *Cecropia membranacea*, *Oxandra spp.* y *Eschweilera spp.*, aportan juntos más del 28% del total reportado en esta ecozona. A nivel de árboles ($dap \geq 30$) destaca la especie *Mauritia flexuosa* con 6 estípites por hectárea.

Cuadro N° 16. Promedio del número de árboles por hectárea por clase diamétrica en general y por grupos (fustales y árboles) de las 12 primeras especies forestales

Especie	Número de pies/ha por clase diamétrica								Número de pies/ha por grupos		
	10 a 19.9	20 a 20.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a mas	Total general	10≤Dap<30	≥30
<i>Cecropia</i> spp.	21	13	3	1	0	0	0	0	38	34	4
<i>Cecropia membranacea</i>	15	10	3	1	0	0	0	0	29	25	4
<i>Eschweilera</i> spp.	13	5	1	1	0	0	0	0	20	18	2
<i>Inga</i> spp.	13	3	2	1	0	0	0	0	18	16	2
<i>Oxandra</i> sp.	16	3	0	0	0	0	0	0	19	19	0
<i>Virola</i> spp.	10	3	1	0	0	0	0	0	15	13	2
<i>Mauritia flexuosa</i>	0	0	4	2	0	0	0	0	6	0	6
<i>Socratea exorrhiza</i>	11	0	0	0	0	0	0	0	11	11	0
<i>Piptocoma</i> sp.	9	0	0	0	0	0	0	0	9	9	0
<i>Maclura tinctoria</i>	7	1	0	0	0	0	0	0	8	8	0
<i>Tapura</i> sp.	4	1	0	0	0	0	0	0	7	6	1
<i>Euterpe precatoria</i>	6	1	0	0	0	0	0	0	7	7	0
Demás especies*	93	29	9	6	3	2	1	3	146	122	24
Otros**	83	23	12	4	2	1	1	2	128	106	22
Total general	302	92	35	16	6	3	2	4	461	394	67

* Son las especies que no se han considerado por presentar menor abundancia

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

5.1.2.2. Estructura vertical

Con el fin de caracterizar la estructura vertical de los individuos del bosque hidromórfico hemos establecido categorías de alturas tomando como referencia la altura máxima de los individuos en general. En ese sentido, Killeen *et al.* (1998), propone clasificar las alturas de los árboles a intervalos de 5 m, permitiendo de esta manera describir la distribución de las especies en cuatro estratos: sotobosque (<5 m), subdosel (5-14.90 m), dosel (15-24.80) y emergente (>25). Alternativamente, La Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal – IUFRO distingue para los bosques tropicales tres estratos o pisos y los clasifica de la siguiente manera: superior (emergente) altura mayor a 2/3 de la altura superior de vuelo, medio (dosel) entre 2/3 y 1/3 de la altura superior del vuelo, inferior (sotobosque) altura menor a 1/3 de la altura superior del vuelo (Lamprecht, 1990).

En nuestro caso, hemos establecido arbitrariamente siete clases altimétricas de cinco metros cada uno y anotamos la abundancia de árboles de las especies por cada clase altimétrica, llegando de esta manera a determinar las especies más abundantes por cada clase altimétrica.

En la figura N° 14 se presenta la distribución altimétrica de los árboles ≥10 cm dap de las 13 unidades muestrales registradas. La mayor cantidad de árboles se encuentra en la clase de 4-9.9 m (37%), el menor número de árboles se encuentra en la clase de 35-39.9 m (0.11%), el 15% de las especies están presentes en las clases altimétricas de 5 a 25 m de altura, siendo consideradas como especies de distribución vertical continua (Lamprecht, 1990). Entre las especies valiosas desde el punto de vista comercial cuyas alturas son superiores a 25 m de altura figuran *Virola* spp., *Pouteria* sp., *Ficus insipida*, *Maquira coriacea*, *Ochroma pyramidale* y *Ceiba* sp.

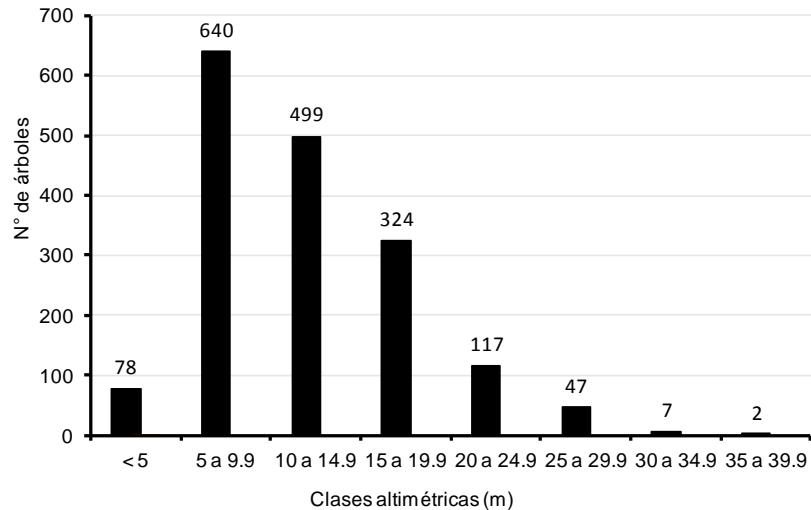


Figura N° 14. Distribución del número de árboles por clase altimétrica

La especie *Cecropia* spp. es la más abundante en las clases altimétricas 5-9.9 m (40), 10-14.9 m (49), 15-19.9 m (36) y de 20-24.90 m (7), seguido de *Cecropia membranacea* que presenta 16, 44, 18 y 17 individuos en las mismas clases altimétricas, adicionalmente, esta última especie es la más abundante en las clases altimétricas <5 m y de 25-29.9 m con 3 y 8 individuos, respectivamente. A nivel general, los estratos horizontales están claramente definidos en toda la zona hidromórfica. El árbol más alto corresponde a la especie *Jacaranda* sp. con 38 m de altura total y está ubicada en la unidad muestral 59.

El análisis a nivel de unidades muestrales la clasificación por clases altimétricas de los árboles es variado. Así en la unidad muestral 11 la clase altimétrica donde están la mayor cantidad de individuos corresponde al rango entre 5-9.9 m de altura, las especies más abundantes son *Oxandra* sp., *Piptocoma* sp. y *Cecropia* spp. y representan más del 54% del total de árboles presentes en esta unidad muestral; sin embargo, el árbol más alto está representado en la clase diamétrica de 20-24.90 m y corresponde a un árbol aislado de *Cecropia* spp. Esta unidad muestral presenta sus horizontes claramente definidos

En la unidad muestral 12 la distribución de los individuos en las clases altimétricas fue más variada, destacando *Mauritia flexuosa* con mayor presencia en las distintas clases diamétricas. Así en la clase altimétrica de 5-9.9 m fue la especie más frecuente, muy por debajo le sigue la especies *Virola* spp.; en la clase altimétrica de 10-14.9 m predomina *Mauritia flexuosa* seguido muy de cerca por *Mauritiela aculeata* y *Socratea exorrhiza*; en la clase altimétrica de 15-19.90 m predomina con mayor abundancia *Mauritia flexuosa* sobre las otras especies, confirmado su abundancia en la clase altimétrica de 25-29.90 m. El individuo más alto de esta unidad muestral también correspondió a esta especie (29 m).

En la unidad muestral 27 la especie *Inga* spp. es la más abundante en toda la unidad muestral; sin embargo, la mayor abundancia de individuos está presente en la clase altimétrica de 10-14.90 m con más del 20% del total de individuos, siendo las especies más abundantes en esta clase altimétrica *Attalea* sp. e *Inga* spp.; el árbol más alto en esta unidad muestral corresponde a *Mauritia flexuosa* con 24 m de altura.

La unidad muestral 73 es mucho más homogéneo en cuanto a predominancia de especies por su altura total, destaca la especie *Cecropia membranacea* del resto como el árbol más

alto de la unidad muestral con 26 m de altura, confirmando su presencia en las clases de altura 5-9.9 m, 10-14.9 m (donde es más abundante), 15-19.9 m y 25-29.9 m, solo en la clase altimétrica 5-9.9 es flanqueada por la especie *Maclura tintórea*.

La unidad muestral 29 muestra a la especie *Eschweilera* spp. como la más abundante en la clase altimétrica 5-9.9 m, seguido muy por debajo por las especies *Socratea exorrhiza* y *Virola* spp., no obstante representa más del 35% del total; en la clase altimétrica de 10-14.9 m la especies más abundantes son *Socratea exorrhiza*, *Virola* spp. y *Esweilera* spp. El árbol más alto corresponde a un árbol no identificado conocido con el nombre común de “moena sin olor” con 25 m de altura total.

La unidad muestral 59 es mucho más heterogéneo en cuanto a abundancia de los individuos por clases altimétricas, la clase altimétrica con mayor presencia de individuos de especies es la 15-19.90 m donde están presente las especies *Eschweilera* spp., *Inga* spp., *Apeiba* sp., *Astrocaryum murumuru*, *Euterpe precatória* y *Hevea* sp.; sin embargo, la clase diamétrica 5-9.9 m es la que presente mayor abundancia de especies con más de 30% del total registrado, la especie *Inga* spp. es la más abundante en esta clase altimétrica. El árbol más alto en esta unidad muestral corresponde a la especie *Jacaranda* sp. con 38 m de altura total y está ubicada en un islote de tierra alta dentro de la ecozona hidromórfica.

La unidad muestral 60 muestra mayor abundancia de individuos en la clase altimétrica 25-29.9 m y representa más del 27% del total, la especie más abundante corresponde a *Cecropia membranacea*, siendo la más alta junto con *Ficus insipida* con 28 m de altura cada uno.

La unidad muestral 102 es bastante heterogénea en cuanto a abundancia de los individuos por clases altimétricas, la clase altimétrica de 10-14.9 m es la más variada de todas y representa más del 34% del total, las especies más representativas de esta clase altimétrica son *Eschweilera* spp., *Tapura* sp. y *Abarema* sp. En la clase altimétrica 5-9.9 m sobresale con mayor abundancia la especie *Montrichardia arborescens*; en la clase altimétrica 15-19.9 m la más abundante es *Guatteria* spp. El árbol más alto está representado por un solitario árbol de *Maquira coriácea* con 25 m.

La unidad muestral 89 muestra mayor abundancia de individuos en la clase altimétrica de 15-19.9 m, representando más del 32% del total de los individuos presentes en esta unidad muestral. La especie más abundante es *Iriartea deltoidea* y está presente en las clases altimétricas 10-14.9 m y de 15-19.9 m. El árbol más alto está representado por la especie conocida con el nombre común de “puca lupuna” de la familia Malvaceae con 24 m de altura.

La unidad muestral 101 presenta mayor abundancia de individuos en la clase altimétrica de 5-9.9 m con más de 40% del total presentado en esta unidad muestral. Las especies *Eschweilera* spp. y *Pseudolmedia* sp. son las más abundantes en esta clase altimétrica; la primera de las nombradas también es abundante en las clases altimétricas 10-14.9 m y 15-19.9 m. El árbol más alto en esta unidad muestral corresponde a *Ceiba* sp. con 21 m de altura.

La unidad muestral 131 muestra a la clase altimétrica de 5-9.9 m como la más abundante con más de 33% del total registrado en esta unidad muestral. La especie más abundante en la clase altimétrica de 5-9.9 m es *Clidemia* sp., en la clase altimétrica de 10-14.9 m las especies más abundantes son *Cecropia* spp., *Inga* spp. y *Triplaris weigeltiana*. En la clase

altimétrica de 15-19.90 m la más abundante es *Cecropia* spp., en la clase altimétrica 20-24.9 m corresponde a la especie *Eschweilera* spp. El árbol más alto registrado en esta unidad muestral es *Pouteria* sp. con 25 m de altura total.

La unidad muestral 123 presenta mayor abundancia en la clase altimétrica 5-9.9 m con más del 37% del total encontrado en esta unidad muestral. La especie *Cecropia* spp. es las más abundante en las clases altimétricas de 5-9.9 m, 10-14.9 m, 15-19.9 m y 20-24.9 m.; sin embargo, el árbol más alto de esta unidad muestral corresponde a la especie *Enterolobium* sp. con 28 m de altura.

La unidad muestral 127, las especies *Eschweilera* sp., *Euterpe precatoria*, *Hura crepitans*, *Tabernaemontana* sp., son las más abundantes en la clase altimétrica de 5-9.9 m, en la clase altimétrica de 10-14.9 m las más abundantes son *Inga* spp., *Casearia* sp., *Cecropia* spp. y *Protium* sp.; en la clase altimétrica de 20-24.9 m predomina la especie *Cecropia* spp. como la más abundante, en la clase altimétrica de 25-29.9 m destaca como la más abundante la especie *Tapura* sp. El árbol más alto corresponde a la especie *Ceiba samauma* con 33 m de altura total.

5.1.3. Área basal

5.1.3.1. Área basal por unidad muestral

En el cuadro N° 17, se presenta el área basal estimado en m²/ha, total y por unidad muestral. El área basal total encontrado en las 13 unidades muestrales para individuos ≥10 cm dap es de 277.31 m²/ha (promedio de 21.33 ±3.68 m²/ha). La unidad muestral 89 albergó la mayor cantidad de área basal con 30.54 m²/ha y el menor valor está representado en la unidad muestral 60 con 10.88 m²/ha. En árboles ≥30 cm el área basal total es de 156.57 m²/ha (promedio de 12.04 ±3.34 m²/ha). El mayor valor en área basal se presenta en la unidad muestral 89 (22.70 m²/ha), la más baja en la unidad muestral 11 con solo 2.66 m²/ha.

Cuadro N° 17. Área basal (m²/ha), total y por unidad muestral por grupos (fustales y árboles)

Umbrales	Área basal por unidad muestral (m ² /ha)													Total/promedio	
	UM 11	UM 12	UM 27	UM 29	UM 59	UM 60	UM 73	UM 89	UM 101	UM 102	UM 123	UM 127	UM 131		
(≥10 cm dap)	16.54	26.03	20.82	26.47	21.11	10.88	15.65	30.54	13.86	26.22	17.79	22.7	28.83	277.31	Prom 21.33 ±3.68
(≥30 cm dap)	2.66	15.05	12.88	13.7	12.93	9.44	4.99	22.7	8.81	18.12	6.19	14.97	14.07	156.57	Prom 12.04 ±3.34

Fuente: Elaboración propia

5.1.3.2. Área basal por clase diamétrica por especie

En el Cuadro N° 18, se presenta las doce primeras especies forestales con mayor área basal promedio (m²/ha) ordenadas por clases diamétricas para individuos ≥10 cm dap.

Cuadro N° 18. Promedio del área basal (m²/ha) por clase diamétrica por grupos (fustales y árboles) de las 12 primeras especies forestales

Especie	Área basal (m ² /ha) por clase diamétrica								Área basal (m ² /ha) por grupos		
	10 a 19.9	20 a 20.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a mas	Total general	10≤dap<30	≥30
<i>Cecropia</i> spp.	0.355	0.634	0.239	0.091	0.067	0.000	0.000	0.000	1.386	0.989	0.397
<i>Cecropia membranacea</i>	0.283	0.442	0.238	0.161	0.033	0.000	0.000	0.000	1.156	0.724	0.432
<i>Eschweilera</i> spp.	0.213	0.248	0.141	0.099	0.038	0.051	0.000	0.000	0.790	0.461	0.329
<i>Inga</i> spp.	0.208	0.145	0.143	0.116	0.035	0.000	0.000	0.000	0.646	0.353	0.294
<i>Oxandra</i> spp.	0.266	0.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.384	0.384	0.000
<i>Virola</i> spp.	0.167	0.122	0.120	0.070	0.000	0.095	0.000	0.000	0.573	0.289	0.284
<i>Mauritia flexuosa</i>	0.000	0.000	0.390	0.211	0.039	0.000	0.000	0.000	0.640	0.000	0.640
<i>Socratea exorrhiza</i>	0.181	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.181	0.181	0.000
<i>Piptocoma</i> sp.	0.116	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.116	0.116	0.000
<i>Maclura tinctoria</i>	0.091	0.049	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.151	0.140	0.012
<i>Tapura</i> sp.	0.076	0.063	0.028	0.074	0.068	0.000	0.000	0.000	0.308	0.139	0.170
<i>Euterpe precatória</i>	0.135	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.166	0.166	0.000
Demás especies*	1.473	1.433	0.844	0.963	0.641	0.669	0.516	1.817	8.356	2.906	5.450
Otro**	1.370	1.068	1.116	0.619	0.548	0.206	0.265	1.282	6.474	2.438	4.036
Total general	4.934	4.353	3.272	2.402	1.469	1.021	0.781	3.100	21.331	9.287	12.044

* Son las especies que no se han considerado por presentar menor área basal

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

Las doce primeras especies con mayor área basal representan más del 30% del total registrado en esta ecozona. A nivel de fustales cinco especies (*Cecropia* spp., *Cecropia membranacea*, *Eschweilera* spp., *Inga* spp. y *Oxandra* sp.) representan más del 31% del área basal registrado en este grupo. En el estrato arbóreo seis especies (*Mauritia flexuosa*, *Cecropia* spp., *Cecropia membranacea*, *Eschweilera* spp., *Inga* spp. y *Virola* spp.) aportan más del 19% del área basal del grupo, destacando la primera con más de 5% del total registrado en este grupo.

5.1.4. Existencias volumétricas

5.1.4.1. Volumen por unidad muestral

En el cuadro N° 19, se presenta el volumen estimado en m³/ha, total y por unidad muestral. El volumen total de madera calculado en una superficie de 1'425221.69 ha es de 1,012.64 m³ para árboles ≥30 cm dap. El volumen promedio de madera por hectárea para los individuos mayores de 10 cm de dap es de 77.89 m³/ha, en el caso del estrato arbóreo, el volumen de madera por hectárea es de 113.28 m³/ha.

La unidad muestral 89 albergó la mayor cantidad de volumen (m³/ha) ≥10 cm dap (228.108 m³/ha); mientras que en la unidad muestral 11 se registró la menor cantidad de volumen (48.616 m³/ha). En el estrato arbóreo (≥30 cm dap), la unidad muestral 89 acogió la mayor cantidad de volumen (199.517 m³/ha), el menor valor fue registrado en la unidad muestral 11 (11.219 m³/ha).

Cuadro N° 19. Volumen (m³/ha), total y por unidad muestral para individuos ≥10 cm dap y ≥30 cm de dap

Umbrales	Volumen por unidad muestral (m ³ /ha)													Total	Promedio
	UM 11	UM 12	UM 27	UM 29	UM 59	UM 60	UM 73	UM 89	UM 101	UM 102	UM 123	UM 127	UM 131		
(≥10 cm dap)	48.616	91.138	92.627	142.429	129.884	49.894	71.279	228.108	88.604	158.822	69.318	138.895	162.854	1472.668	113.282 ±8.575
(≥30 cm dap)	11.219	55.264	75.171	82.439	100.368	44.943	19.760	199.517	70.006	130.354	24.528	105.060	94.016	1012.645	77.895 ±8.575

Fuente: Elaboración propia

5.1.4.2. Volumen comercial por clase diamétrica por especie

En el Cuadro N° 20, se presenta las doce primeras especies forestales con volumen promedio (m³/ha) ordenadas por clases diamétricas para individuos ≥10 cm dap.

Las doce primeras especies con mayor volumen constituyen más del 37% del total registrado en esta ecozona. A nivel de fustales cinco especies (*Cecropia* spp., *Cecropia membranacea*, *Eschweilera* spp., *Inga* spp. y *Virola* spp.) representan más del 39% del volumen total registrado en este grupo. En el estrato arbóreo cinco especies (*Hura crepitans*, *Virola* spp., *Cecropia membranacea*, *Eschweilera* spp. y *Ochroma pyramidale*) aportan más del 18% del volumen registrado en el estrato arboreo, destacando la primera con más de 5% del total registrado en este grupo.

Cuadro N° 20. Promedio del volumen (m³/ha) por clase diamétrica por grupos (fustales y árboles) de las 12 primeras especies forestales

Especie	Volumen (m ³ /ha) por clase diamétrica								Volumen (m ³ /ha) por grupos		
	10 a 19.9	20 a 20.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a mas	Total general	10≤dap<30	≥30
<i>Cecropia</i> spp.	1.631	3.506	1.425	0.440	0.158	0.000	0.000	0.000	7.160	5.136	2.023
<i>Cecropia membranacea</i>	1.469	2.338	1.762	0.698	0.236	0.000	0.000	0.000	6.504	3.807	2.697
<i>Eschweilera</i> spp.	0.804	1.523	0.929	0.731	0.375	0.398	0.000	0.000	4.760	2.326	2.433
<i>Hura crepitans</i>	0.045	0.000	0.042	0.283	0.000	0.000	0.953	2.959	4.281	0.045	4.237
<i>Virola</i> spp.	0.674	0.645	0.914	0.689	0.000	1.173	0.000	0.000	4.095	1.319	2.776
<i>Inga</i> spp.	0.680	0.658	0.659	0.589	0.090	0.000	0.000	0.000	2.676	1.338	1.338
<i>Hevea</i> sp.	0.167	0.231	0.331	0.426	0.000	0.402	0.000	0.916	2.473	0.398	2.075
<i>Ochroma pyramidale</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.405	2.405	0.000	2.405
<i>Luehea</i> sp.	0.104	0.000	0.146	0.000	0.000	0.000	0.000	2.121	2.370	0.104	2.266
<i>Tapura</i> sp.	0.315	0.350	0.192	0.488	0.575	0.000	0.000	0.000	1.920	0.666	1.254
<i>Sterculia apetala</i>	0.168	0.490	0.000	0.479	0.459	0.274	0.000	0.000	1.870	0.659	1.212
<i>Ceiba</i> sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.661	0.000	1.145	1.807	0.000	1.807
Otras especies*	5.551	5.494	3.788	5.235	4.466	3.978	2.570	5.430	36.512	11.045	25.467
Otros**	4.077	4.466	6.283	3.413	3.370	1.527	2.418	8.896	34.450	8.543	25.907
Total general	15.685	19.702	16.471	13.470	9.729	8.414	5.941	23.871	113.282	35.386	77.896

* Son las especies que no se han considerado por presentar menor volumen

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

5.1.4.3. Volumen maderable por grupo potencial de mercado

Un aspecto muy importante para la interpretación de los resultados de un inventario forestal es la agrupación de las especies por su grado de aceptación o demanda en el mercado de internacional, nacional y regional; asimismo, es importante considerar el grupo de especies sin demanda comercial a fin de concentrar en este último los estudios de investigación para determinar sus posibles usos.

En este caso hemos agrupado las especies en cuatro categorías: 1) maderas con potencial mercado de exportación, 2) maderas con potencial mercado nacional, 3) maderas con potencial mercado regional, y 4) maderas sin demanda comercial.

En el cuadro N° 21, se presenta el volumen promedio por hectárea de madera de cada uno de los grupos comerciales con potencial mercado de exportación, nacional y regional y el volumen de las especies maderables sin demanda comercial, excluyendo las palmeras.

Cuadro N° 21. Volumen comercial (m³/ha) por grupos comerciales para individuos fustales y árboles

Grupos comerciales	Volumen promedio por hectárea (m ³ /ha)		
	Total general	10≤dap<30	≥30
Especies con potencial mercado de exportación	5.684	1.399	4.285
Especies con potencial mercado nacional	10.766	1.336	9.429
Especies con potencial mercado regional	17.333	3.904	13.430
Especies sin demanda comercial	79.970	28.900	51.070
Total	113.753	35.538	78.215

Fuente: Elaboración propia

5.1.4.4. Volumen comercial versus especies amenazadas

Para identificar las especies y árboles amenazados o en veda se utilizó la categorización de especies amenazadas de flora silvestre aprobado mediante Decreto Supremo N°043-2006-AG.

Según esta normativa, las especies son clasificadas en cuatro categorías. Esta lista fue contrastada con las especies que fueron registradas en el inventario, encontrando coincidencias con las especies *Cedrela odorata* y *Manilkara bidentata*, ambas consideradas en la citada norma como especie en situación vulnerable. El volumen que congregan ambas especies es de 0.888 m³/ha, sin embargo, la primera está en la categoría potencial comercial para exportación y la segunda está en el grupo de especies con potencial mercado nacional. De acuerdo con esta categorización se restó el volumen de cada una de las especies mencionadas, siendo el volumen mínimamente reducido, cuya nueva conformación se indica en el cuadro N° 22 que se presenta a continuación.

Cuadro N° 22. Volumen comercial (m³/ha) por grupos comerciales para individuos fustales y árboles sin especies amenazadas

Grupos comerciales	Volumen promedio por hectárea (m ³ /ha)		
	Total general	10≤dap<30	≥30
Especies con potencial mercado de exportación	4.802	1.380	3.422
Especies con potencial mercado nacional	10.760	1.331	9.429
Especies con potencial mercado regional	17.333	3.904	13.430
Especies sin demanda comercial	79.970	28.900	51.070
Total	112.865	35.514	77.351

Fuente: Elaboración propia

5.1.5. Índice Valor de Importancia - IVI

5.1.5.1. Índice Valor de Importancia – IVI de las familias

A nivel general se registró 43 familias, sin embargo, para facilitar la interpretación de los datos el análisis se efectuó por grupos, es decir, a nivel de fustales y árboles.

En la figura N° 15 se compara el Índice Valor de Importancia – IVI de las diez primeras familias a nivel de fustales y del estrato arbóreo.

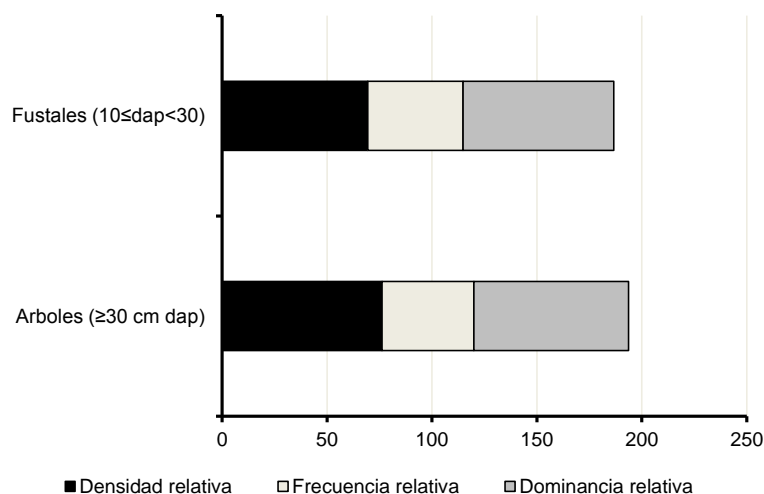


Figura N° 15. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras familias a nivel de fustales y árboles

En los cuadros N° 23 y 24 se presenta la lista de las doce primeras familias de fustales y del estrato arbóreo ordenado por su orden de IVI y los parámetros de abundancia, dominancia y frecuencia.

A nivel de fustales se identificaron un total de 43 familias y a nivel de árboles 29 familias, cuyos valores de los parámetros mencionados son variables.

Cuadro N° 23. Lista de las doce primeras familias de fustales con mayor IVI en el bosque de la zona hidromórfica

Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Urticaceae	206	16.094	92.31	5.195	6.024	19.958	41.246
Fabaceae	120	9.375	100.00	5.628	2.896	9.593	24.596
Arecaceae	120	9.375	61.54	3.463	3.201	10.604	23.443
Annonaceae	110	8.594	84.62	4.762	2.206	7.310	20.666
Myristicaceae	89	6.953	53.85	3.030	2.198	7.282	17.266
Lecythidaceae	67	5.234	61.54	3.463	1.659	5.495	14.193
Moraceae	50	3.906	92.31	5.195	0.970	3.213	12.314
Malvaceae	41	3.203	100.00	5.628	0.926	3.068	11.898
Lauraceae	45	3.516	84.62	4.762	0.739	2.449	10.727
Chrysobalanaceae	40	3.125	76.92	4.329	0.861	2.852	10.306
Euphorbiaceae	30	2.344	53.85	3.030	0.673	2.229	7.603
Meliaceae	21	1.641	69.23	3.896	0.531	1.759	7.296
Otras familias	341	26.641	846.154	47.619	7.300	24.187	98.447
Total general	1280	100.00	1776.92	100.00	30.18	100.00	300.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 24. Lista de las doce primeras familias del estrato arbóreo con mayor IVI en el bosque de la zona hidromórfica

Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Fabaceae	60	13.825	100.00	5.628	10.400	13.285	32.738
Arecaceae	60	13.825	61.54	3.463	6.504	8.308	25.597
Urticaceae	51	11.751	92.31	5.195	5.960	7.613	24.559
Malvaceae	23	5.300	100.00	5.628	8.231	10.514	21.442
Myristicaceae	42	9.677	53.85	3.030	6.406	8.183	20.891
Moraceae	23	5.300	92.31	5.195	6.038	7.713	18.208
Euphorbiaceae	22	5.069	53.85	3.030	5.926	7.570	15.669
Chrysobalanaceae	17	3.917	76.92	4.329	2.753	3.517	11.763
Lauraceae	16	3.687	84.62	4.762	2.432	3.106	11.555
Lecythidaceae	17	3.917	61.54	3.463	3.048	3.894	11.274
Meliaceae	7	1.613	69.23	3.896	2.778	3.548	9.057
Annonaceae	9	2.074	84.62	4.762	1.202	1.536	8.371
Otras familias	87	20.05	846.154	47.619	16.607	21.213	88.878
Total general	434	100.00	1776.92	100.00	78.29	100.00	300.00

Fuente: Elaboración propia

5.1.5.2. Índice Valor de Importancia - IVI de las especies

En la figura N° 16 se compara el IVI de las ocho primeras especies a nivel de fustales y estrato arbóreo.

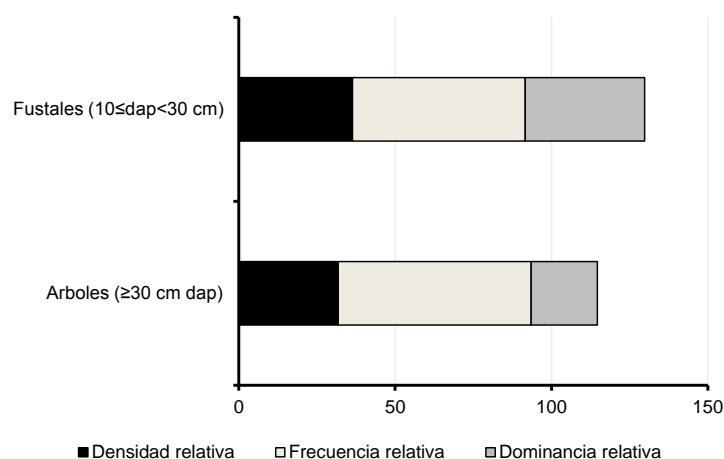


Figura N° 16. Índice de Valor Importancia de las ocho primeras especies a nivel de fustales y árboles

En el cuadro N° 25, se presenta las once primeras especies del estrato fustal que dominan sobre el resto de las especies.

Cuadro N° 25. Índice Valor de Importancia de las primeras once especies fustales

Especie	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel	Dom Abs	Dom Rel	
<i>Cecropia spp.</i>	111	8.67	38.46	6.58	12.86	10.65	25.90
<i>Eschweilera spp.</i>	58	4.53	61.54	10.53	5.99	4.96	20.02
<i>Inga spp.</i>	52	4.06	69.23	11.84	4.59	3.80	19.70
<i>Cecropia membranacea</i>	81	6.33	15.38	2.63	9.42	7.80	16.76
<i>Oxandra sp.</i>	62	4.84	23.08	3.95	5.00	4.14	12.93
<i>Virola spp.</i>	43	3.36	30.77	5.26	3.76	3.11	11.73
<i>Euterpe precatoria</i>	23	1.80	46.15	7.89	2.16	1.79	11.48
<i>Socratea exorrhiza</i>	35	2.73	38.46	6.58	2.36	1.95	11.27
<i>Tapura sp.</i>	18	1.41	38.46	6.58	1.80	1.49	9.48
<i>Maclura tinctoria</i>	26	2.03	23.08	3.95	1.82	1.50	7.48
<i>Piptocoma sp.</i>	29	2.27	7.69	1.32	1.51	1.25	4.84
Demás especies*	396	30.94	100.00	17.11	37.78	31.30	79.34
Otros**	346	27.03	92.31	15.79	31.69	26.25	69.07
Total general	1280	100	584.62	100	120.73	100	300

* Son las especies que no se han considerado por presentar menor IVI

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

En el cuadro N° 26, se presenta la lista de las doce primeras especies del estrato arbóreo con mayor IVI.

Cuadro N° 26. Lista de las doce primeras especies del estrato arbóreo con mayor IVI

Especie	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel	Dom Abs	Dom Rel	
<i>Eschweilera</i> spp.	15	3.46	61.54	13.33	4.28	2.73	19.52
<i>Inga</i> spp.	16	3.69	61.54	13.33	3.82	2.44	19.46
<i>Cecropia</i> spp.	23	5.30	46.15	10.00	5.17	3.30	18.60
<i>Mauritia flexuosa</i>	37	8.53	15.38	3.33	8.32	5.31	17.17
<i>Cecropia membranacea</i>	25	5.76	23.08	5.00	5.61	3.58	14.35
<i>Virola</i> spp.	14	3.23	30.77	6.67	3.70	2.36	12.25
<i>Tapura</i> sp.	7	1.61	38.46	8.33	2.21	1.41	11.35
<i>Maclura tinctoria</i>	1	0.23	7.69	1.67	0.15	0.10	2.00
<i>Oxandra</i> sp.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Socratea exorrhiza</i>	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Piptocoma</i> sp.	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Euterpe precatoria</i>	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Demás especies*	156	35.94	100.00	21.67	70.85	45.25	102.86
Otros**	140	32.26	76.92	16.67	52.47	33.51	82.44
Total general	434	100.00	461.54	100.00	156.57	100.00	300.00

* Son las especies que se han agrupado por presentar menor valor

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

5.1.6. Número de brinzales y latizales

En el cuadro N° 27 y 28 se presenta las diez primeras especies forestales con el mayor número de brinzales y fustales por hectárea, para la ecozona hidromórfica. El número de plántulas por hectárea revela que existe una buena reserva de árboles del futuro, por lo que el manejo del bosque debe concentrarse en proporcionar las condiciones necesarias para que estas plántulas se desarrollen dentro del bosque para futuras cosechas.

Cuadro N° 27. Número de individuos por hectárea y frecuencia absoluta de las primeras diez especies forestales brinzales

Especies	Brinzales	
	Frec Abs	N° Brinzales/ha
<i>Pouteria</i> spp.	23.077	41.03
<i>Inga</i> spp.	15.385	30.77
<i>Garcinia</i> sp.	15.385	30.77
<i>Gynerium sagittatum</i>	15.385	30.77
<i>Sorocea</i> sp.	7.692	30.77
<i>Calathea</i> sp.	15.385	30.77
<i>Lepidocaryum tenue</i>	15.385	30.77
<i>Virola</i> spp.	15.385	20.51
<i>Tococa</i> sp.	15.385	20.51
<i>Licania</i> sp.	7.692	20.51
Otras especies*	284.62	379.49
Otras**	92.31	543.59
Total general	523.08	1210.26

* Son las especies que se han agrupado por presentar menor valor

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

Cuadro N° 28. Número de individuos por hectárea y frecuencia absoluta de las primeras diez especies forestales latizales

Especies	Latizales	
	Frec Abs	N° Latizales/ha
<i>Inga</i> spp.	46.154	33.33
<i>Virola</i> spp.	23.077	20.51
<i>Cecropia</i> spp.	23.077	15.38
<i>Eschweilera</i> spp.	30.769	12.82
<i>Miconia</i> sp.	23.077	12.82
<i>Garcinia</i> sp.	30.769	10.26
<i>Gynerium sagittatum</i>	15.385	10.26
<i>Ocotea</i> spp.	23.077	10.26
<i>Calophyllum brasiliense</i>	23.077	10.26
<i>Pouteria</i> spp.	15.385	7.69
Otras especies*	430.77	666.67
Otros**	92.308	543.59
Total general	869.23	617.95

* Son las especies que se han agrupado por presentar menor valor

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

5.1.7. Perturbaciones y efectos sobre los bosques

Para el conocimiento del estado de los bosques es importante conocer el efecto de las perturbaciones naturales y antrópicas. Al respecto, fueron revisadas las libretas de campo y se anotó la frecuencia de con que se presentan en los árboles las causas principales de perturbación tanto natural como antrópica en cada una de las ecozonas evaluadas.

5.1.7.1. Perturbación Natural

La perturbación natural que afecta con mayor incidencia a los árboles del bosque de la ecozona hidromórfica es la inundación y se presenta en las unidades muestrales UM 11, UM 27, UM 29, UM 60 y UM 73. La magnitud de perturbación va desde moderadamente hasta fuertemente perturbado. La unidad muestral más afectada en términos de magnitud es la UM 11 con moderada perturbación.

En la Figura N° 17 se muestra cada uno de los factores de perturbación natural que inciden en los árboles. Así la inundación afecta a 36% de los individuos en esta ecozona. En segundo lugar está el efecto del viento con 14% y se presenta en 03 unidades muestrales (UM 12, UM 28 y UM 102) con ligera intensidad. Asimismo, 39% de los individuos no presenta ninguna perturbación natural.

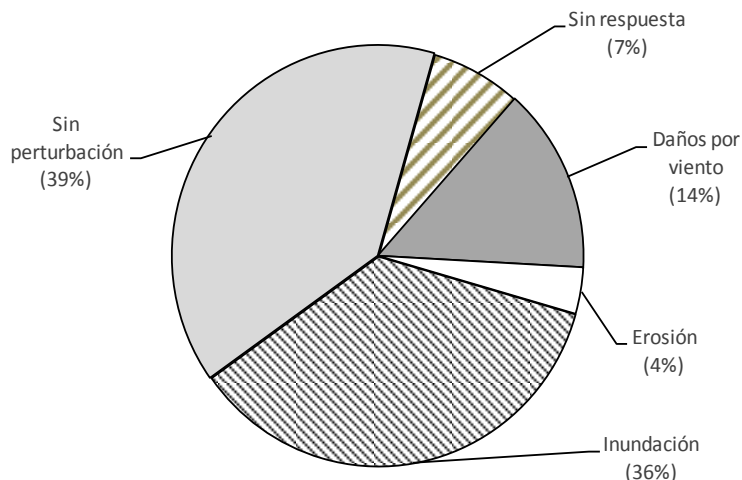


Figura N° 17. Factores de perturbación natural de los árboles del bosque de la ecozona hidromórfica.

5.1.7.2. Perturbación Antrópica

En la Figura N° 18, se puede visualizar que la apertura de trocha representa mayor incidencia en perturbación antrópica (11%), mientras que la perturbación generada por tala/trocha es cerca del 4%. Asimismo, la combinación de cultivos, apertura de trochas y extracción de madera representa 3% de incidencia. En la ecozona hidromórfica se observa alto porcentaje de individuos sin ninguna perturbación con cerca de 75% del total.

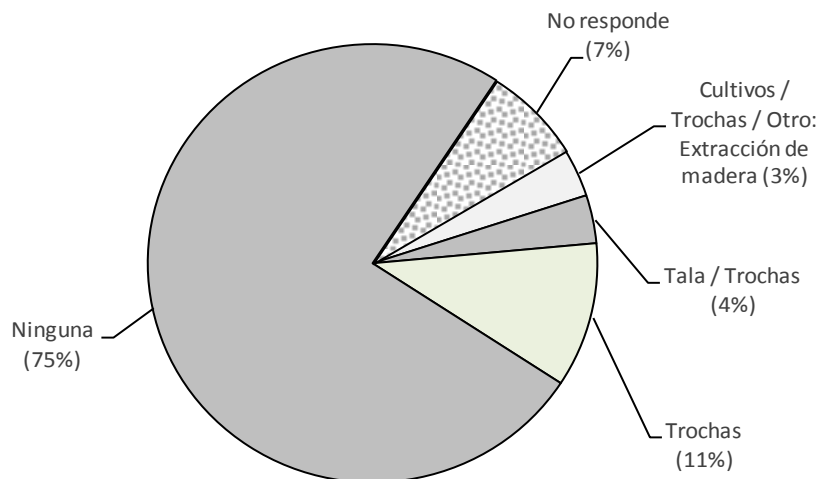
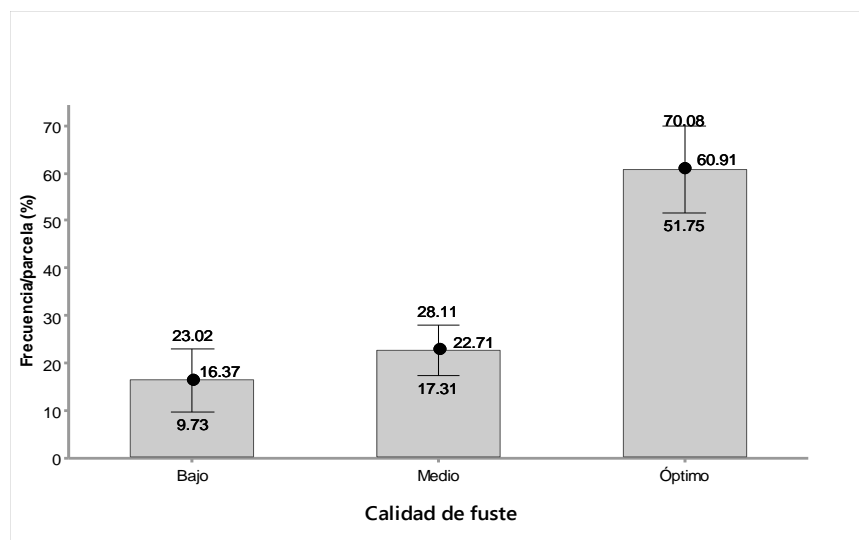


Figura N° 18. Agentes responsables de perturbación antrópica en los bosques de la ecozona hidromórfica.

5.1.8. Condición de los árboles

5.1.8.1. Calidad de fuste de los árboles de especies comerciales y no comerciales

En la figura N° 19, se presenta el promedio de la frecuencia expresado en porcentaje de la calidad de fuste de los árboles presentes en las 13 unidades muestrales. La calidad de fuste de los árboles de las 13 unidades muestrales presenta una media de más del 60% de fuste óptimo, lo que indica que existe arboles con calidad de fuste en condiciones óptimas para ser aprovechadas. Mientras que la calidad de fuste medio y bajo presentan una media de 22.21 y 16.37.



Las desviaciones estándar individuales se utilizaron para calcular los inventarios
Las barras son un error estándar de la media

Figura N° 19. Calidad de fuste de los árboles de la ecozona hidromórfica

5.1.8.2. Condición fitosanitaria de los árboles de especies comerciales y no comerciales

Los árboles de la ecozona hidromórfica mayormente presentan buen estado fitosanitario. Cerca de 85.3% de los individuos califican “sin daño”, mientras que el 6.6% de los árboles presentan “daño leve” y un bajo porcentaje de los árboles presentan “daño severo” (0.4%). El 7.65% de los árboles evaluados se registraron muertos, incluyéndose a aquellos muertos por causas naturales y antrópicas (figura N° 20).

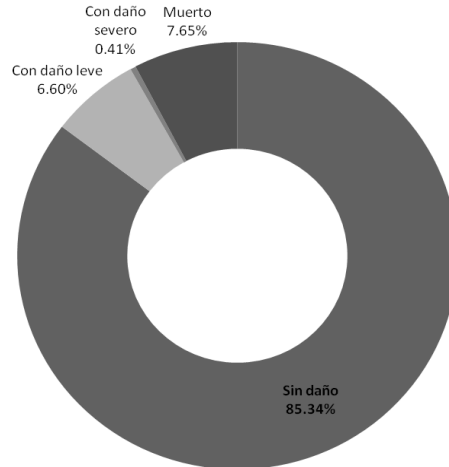


Figura N° 20. Grado de afectación fitosanitaria de los árboles ≥ 10 cm de dap registrados en la ecozona hidromórfica.

En la figura N° 21, se puede deducir que aproximadamente el 18% de los árboles observados en las 13 unidades muestrales de la ecozona hidromorfica se encuentran enfermos con plagas y enfermedades.

Las especies epífitas se presentan comúnmente en los bosques lluviosos y por lo general se posicionan sobre árboles emergentes. Las epífitas (lianas y bejucos) y hemiparásitas (matapalos) constituyen alrededor del 62% de los casos de afectación en los árboles de la ecozona hidromórfica. Si bien muchos de estos árboles conviven por muchos años con su epífita, el crecimiento desmedido de este último puede ocasionar daños fisiológicos y estructurales al árbol.

Según FAO (2010) las plagas, tanto nativas como introducidas, representan una de las mayores amenazas para los bosques. En la ecozona hidromórfica, los fustes con presencia de parásitos, plagas o enfermedades alcanzan el 20% del total de fustes dañados. Por otro lado, los fustes registrados como huecos, picados o quemados, alcanza el 13% del total de los casos de árboles dañados.

Por otro lado, al realizar comparaciones entre los daños encontrados el mayor porcentaje es ocasionado por presencia de plagas y enfermedades, fuste picado, fuste quemado y daño causado por animales, con una diferencia de 1% entre daños. Los valores encontrados son aproximadamente para fuste picado (6%), fuste quemado (5%), daño causado por animales (4%) y presencia de parásitos (2%) entre los más comunes en las 13 parcelas.

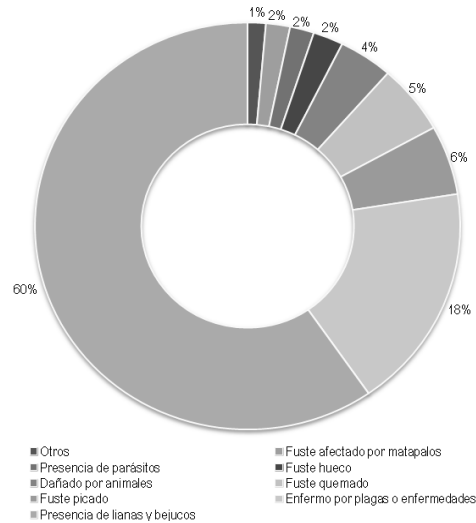


Figura 21. Condición fitosanitaria de los árboles ≥ 10 cm de dap registrados en la ecozona Hidromórfica.

5.1.8.3. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones)

El estado de los árboles muertos en pie y tocones, tiene un valor aproximado de la media de 7.53% y 0.12% respectivamente con un intervalo de confianza al 95%. Los parámetros estadísticos se presentan en el cuadro N° 29.

Cuadro N° 29. Parámetros estadísticos del estado de los árboles ≥ 10 cm dap registrados en las 13 unidades muestrales.

Estado del árbol	N	Media	Desviación estándar		Interv. Conf. Al 95%	
			Lim Inf	Lim Sup	Lim Inf	Lim Sup
Muerto en pie con copas y ramas sin hojas	13	1.46	1.02	2.21	0.32	2.91
Muerto en pie, sin copa ni ramas	13	6.07	5.00	7.22	3.69	8.53
Tocón	13	0.12	0.030	0.18	-0.06	0.28
Vivo	13	92.36	91.11	93.21	89.87	94.45

Fuente: Elaboración propia

En las 13 parcelas evaluadas, se presentan mayoritariamente árboles vivos, alcanzando un promedio de 92.36% del total registrado (Figura N° 22).

La misma figura muestra que 7.53% de los árboles han sido registrados muertos en pie, de los cuales un 6.07% son muertos en pie sin copas ni ramas y 1.46% se registró muerto en pie con copa y ramas sin hojas. Los árboles muertos en pie pueden contener volúmenes considerables de carbono y cumplir funciones ecológicas importantes como refugio y alimento de animales, así como sustrato de plantas antes de descomponerse. Se han registrado solo dos tocones en las parcelas evaluadas, representando el 0.12% de los árboles mayores de 10 cm de dap.

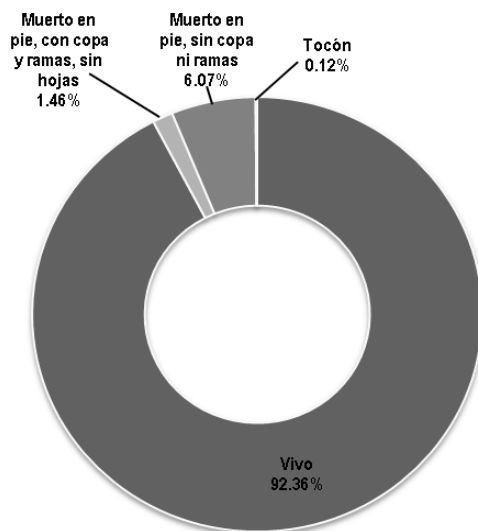


Figura N° 22. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones)

5.1.9. Usos de las especies forestales

Según los datos recogidos en las 13 unidades muestrales de la ecozona hidromórfica, los pobladores locales reconocen al menos, un uso para el 94.84% de árboles registrados en las parcelas evaluadas para la ecozona hidromórfica, considerándose un valor relativamente elevado (Figura N° 23).

Los usos más recurrentes en los árboles registrados en la ecozona hidromórfica se relacionan con la provisión de madera para la construcción de viviendas rurales (37.26%), leña (29.23%), frutales (13.85%) y medicinas (3.10%) los cuales son aprovechados principalmente a nivel local.

En menor medida, se registraron usos para artesanía, carbón, semillas, chamanería y forraje; los cuales en conjunto alcanzan el 1.23% de los árboles evaluados y son aprovechados también localmente. Los árboles que proveen madera para aserrío se restringe al 6.91% del total registrado, siendo estos aprovechados para el comercio fuera de su localidad de origen.

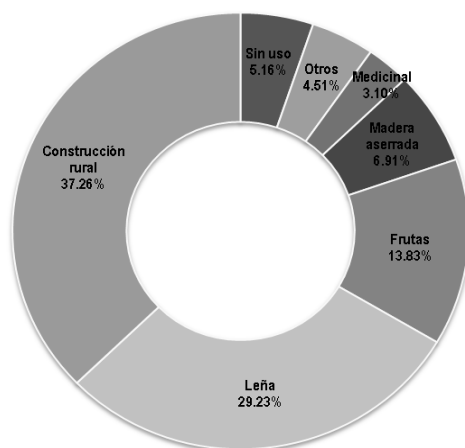


Figura N° 23. Usos de los árboles ≥10 cm de dap registrados en la ecozona hidromórfica

5.1.10. Parámetros estadísticos obtenidos y precisión de las estimaciones

En el cuadro N° 30, se muestra en detalle los parámetros estadísticos obtenidos para la ecozona hidromórfica con un nivel de confianza del 95%.

Cuadro N° 30. Parámetros estadísticos para las principales variables de la ecozona hidromórfica del inventario nacional forestal

Variable/parámetro estadísticos	Promedio	Desv. Estandar	CV (%)	Error Estandar	Error Abs. de Muestreo	Límite Inferior	Límite Superior	Error Rel. Muestreo (%)
N° de individuos/ha (N/ha)								
≥10 cm dap	461	161.02	34.96	44.66	97.3	363.31	557.92	21.12
≥30 cm dap	67	26.93	40.33	7.47	16.67	50.5	83.04	24.37
10≤DAP<30	394	164.74	41.83	45.69	99.55	294.29	493.4	25.28
Área basal/ha (m²/ha)								
≥10 cm dap	21.33	6.09	28.54	1.69	3.68	17.65	25.01	17.25
≥30 cm dap	12.04	5.52	45.83	1.53	3.34	8.71	15.38	27.7
10≤DAP<30	9.29	3.68	39.59	1.02	2.22	7.07	11.51	23.93
Volumen/ha (m³/ha)								
≥10 cm dap (sin palmeras)	113.28	52.37	46.23	14.53	31.65	81.63	144.93	27.94
≥30 cm dap (sin palmeras)	77.9	51.16	65.68	14.19	30.92	46.98	108.81	39.69
10≤DAP<30 (sin palmeras)	35.39	17.63	49.83	4.89	10.66	24.73	46.04	30.11
N° de Latizales	617.94	320.19	51.81	88.8	193.48	424.46	811.43	31.31
N° de Brinzales	1210.25	612.12	50.57	169.77	369.9	840.35	1580.16	30.56

Fuente: elaboración propia

La figura N° 24, muestra los límites superior e inferior del volumen de madera por hectárea para árboles mayores o iguales de 30 cm dap a un 95% de confianza.

Eso significa: si sacáramos una gran cantidad de muestras de 13 parcelas cada una, en un 95% de los casos las medias de las muestras caerían dentro de los límites de confianza. En el 5% de los casos caerían fuera de los límites. También se dice que la probabilidad de sobrepasar los límites es 5%.

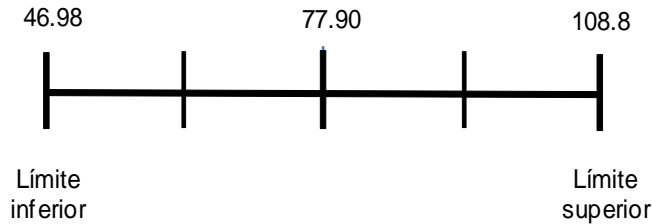


Figura N° 24. Promedio del volumen calculado en m³ y los límites de confianza al nivel de 95% para el inventario de la ecozona hidromórfica (≥ 30 cm dap, todas las especies excepto palmeras).

5.2. Selva baja

5.2.1. Composición florística

5.2.1.1. Composición a nivel de familias y especies

Durante el trabajo de campo fueron evaluados 76 unidades muestrales donde fueron medidos 14,692 individuos ≥ 10 cm dap (promedio de 190.81 ± 15.66 ind/unidad muestral), de los cuales se identificaron 69 familias (promedio de 38.96 ± 1.75 por unidad muestral), en 718 especies (promedio de 67.39 ± 5.62 por unidad muestral) (cuadro N° 31).

En el estrato arbóreo (≥ 30 cm dap) fueron medidos 4,585 individuos (55.69 ± 3.81 individuos por unidad muestral) correspondientes a 54 familias (promedio de 17.56 ± 0.83 por unidad muestral), en 478 especies (promedio de 32.44 ± 2.10 por unidad muestral).

A nivel de fustales ($10 \leq \text{dap} < 30$) fueron medidos 10,107 individuos (131.26 ± 13.06 individuos por unidad muestral) correspondientes a 67 familias (promedio de 21.88 ± 1.16 por unidad muestral), en 643 especies (promedio de 40.82 ± 3.92 por unidad muestral).

El mayor número de individuos ≥ 10 cm dap está representado por árboles (13,444 promedio 174.60 ± 14.23), mientras que las palmeras constituyen 1,248 individuos (promedio $1,248 \pm 4.47$). El estrato arbóreo (≥ 30 cm dap) está conformado por 4,288 árboles (promedio de 55.69 ± 3.81) y 367 palmeras (promedio de 367 ± 2.61).

Las familias con mayor número de especies ≥ 10 cm dap en las 76 unidades muestrales fueron: Fabaceae (114 especies), Malvaceae (47 especies), Annonaceae (43 especies), Moraceae (42 especies), Euphorbiaceae (37 especies), Lauraceae (36 especies), Myristicaceae (33 especies) y Rubiaceae (31 especies), el resto de las familias tienen menos de 30 especies.

Las especies más abundantes fueron *Eschweilera* spp. (580 individuos), *Inga* spp. (425 individuos), *Pouteria* spp. (310 individuos), *Virola* spp. (262 individuos), *Onenocarpus bataua* (243 individuos), *Ocotea* spp. (194 individuos)

Cuadro N° 31. Número de individuos (árboles y palmeras), familias y especies encontradas en 76 unidades muestrales del bosque de la ecozona selva baja. Se muestra el total, el promedio y el error de muestreo absoluto para cada una de las variables evaluadas

Variables	Ecozona selva baja		
	Total	Promedio	Error absoluto
N° de individuos			
≥10 cm dap	14,692	190.81	±15.66
10≤dap<30 cm	10,107	131.26	±13.06
≥30 cm dap	4,585	59.55	±4.06
N° de árboles			
≥10 cm dap	13,444	174.6	±14.23
10≤dap<30 cm	9,156	119.91	±11.74
≥30 cm dap	4,288	55.69	±3.81
N° de palmeras			
≥10 cm dap	1,248	16.42	±4.47
10≤dap<30 cm	951	12.51	±2.88
≥30 cm dap	367	4.83	±2.61
N° de familias			
≥10 cm dap	69	38.96	±1.75
10≤dap<30 cm	67	21.88	±1.16
≥30 cm dap	54	17.56	±0.83
N° de especies			
≥10 cm dap	718	67.39	±5.62
10≤dap<30 cm	643	40.82	±3.92
≥30 cm dap	478	32.44	±2.10

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 10 del anexo se muestra que la unidad muestral 167 albergó la mayor cantidad de individuos ≥10 cm dap (382); mientras que en la unidad muestral 87 se registró la menor cantidad (29). En el estrato fustal (10≤dap<30), la unidad muestral 167 acogió la mayor cantidad de individuos (341), en el extremo opuesto, 19 individuos fueron observados en la unidad muestral 717. En el estrato arbóreo (≥30 cm dap), la unidad muestral 255 acogió la mayor cantidad de individuos (97) y el menor valor fue observado en la unidad muestral 87 con 4 individuos.

5.2.1.2. Índices de biodiversidad a nivel de especies

5.2.1.2.1. Diversidad Alfa (α)

La diversidad Alfa en general de las 76 unidades muestrales, calculado con el índice de Shannon – Wiener para individuos ≥10 cm dap, muestra valor de 4.30 con una equidad de 1.02, valores considerados como altos pero esperados para las condiciones de bosque de selva baja. Independientemente para cada unidad muestral, los valores resultaron diferentes, así la diversidad de la unidad muestral 866 alcanzó 3.92, siendo el mayor y el más diverso de las 76 unidades muestrales evaluadas con una equidad de 0.82.

La unidad muestral 360 tiene un valor de 3.76, siendo la segunda más diversa, con una equidad de 0.83. En las unidades muestrales 443 y 360 el valor de la equidad fue mayor (0.83) y la diversidad (3.68 y 3.76, respectivamente); como se podrá notar el valor de la equidad nos indica que la distribución de especies fue mejor en estas unidades muestrales, siendo las unidades muestrales más óptimas por ser más diversas y con mejor distribución de especies. Las unidades muestrales 334 y 335 poseen índices de diversidad de 0.71 y 0.75, con una equidad de 0.25 y 0.28, respectivamente, siendo las unidades muestrales menos diversas y con menor distribución de especies (Cuadro N° 32).

Para determinar las razones por las cuales varían los valores del índice de Shannon-Wiener, hemos recurrido al ajuste de los valores obtenidos a una distribución normal a través del método gráfico. El criterio discriminatorio es principalmente de tipo exploratorio, dado que no es posible obtener errores dentro del grupo. Para la interpretación de los resultados se trabaja con el supuesto de que los índices de diversidad entre parcelas encontrados a través del Índice de Shannon-Wiener se ajustan a una distribución normal, lo cual es cierto dado que se utilizó la Prueba de Normalidad de Anderson Darling obteniéndose un P-valor de 0.459, lo que indica que los datos pueden cumplir con el supuesto de normalidad a un nivel de significación del 10%.

Los valores presentado en el cuadro N° 32 se puede observar que las parcelas UM 334 y UM 335 tienen valores bajos (0.71 y 0.75 respectivamente) de índice de Shannon, lo cual puede pensarse que tienen un comportamiento inusual respecto a la mayoría de los índices. También se puede detectar valores altos en las UM 866 y 360 con 3.92 y 3.76 de índice de Shannon – Wiener, respectivamente (Figura N° 25).

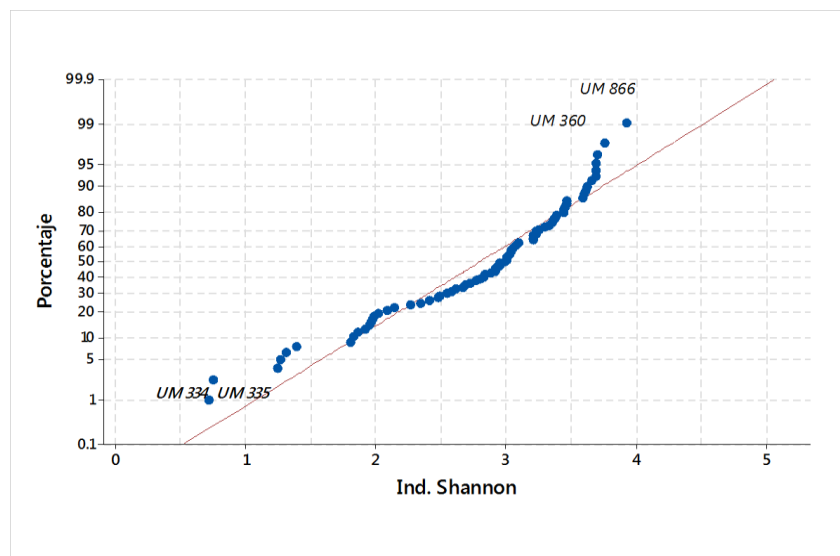


Figura N° 25. Gráfico Q-Q plot para determinar la normalidad en los valores del índice de Shannon-Wiener

Cuadro N° 32. Índice de diversidad de Shannon – Wiener (H') e Índice de Equidad de Pielou de las 76 unidades muestrales

Unidad muestral	Número de especies	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Equidad de Pielou (J')	Unidad muestral	Número de especies	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Equidad de Pielou (J')
UM 71	56	3.22	0.80	UM 386	90	3.43	0.76
UM 87	13	1.99	0.77	UM 387	86	3.35	0.75
UM 88	52	2.84	0.72	UM 397	91	3.37	0.75
UM 147	57	3.01	0.74	UM 400	28	2.26	0.68
UM 167	32	1.25	0.36	UM 401	68	2.95	0.70
UM 168	83	2.88	0.65	UM 424	57	2.14	0.53
UM 172	67	3.44	0.82	UM 443	86	3.68	0.83
UM 173	72	3.39	0.79	UM 444	82	3.46	0.79
UM 187	66	3.29	0.79	UM 445	51	3.08	0.78
UM 188	62	3.04	0.74	UM 471	62	2.92	0.71
UM 204	46	1.86	0.48	UM 472	78	2.80	0.64
UM 205	87	3.25	0.73	UM 473	67	2.54	0.60
UM 206	50	1.95	0.50	UM 492	83	3.60	0.81
UM 207	83	3.32	0.75	UM 493	53	3.20	0.81
UM 210	72	3.36	0.79	UM 568	101	3.65	0.79
UM 230	60	3.01	0.74	UM 569	71	2.40	0.56
UM 231	39	1.96	0.54	UM 570	66	2.47	0.59
UM 241	70	3.02	0.71	UM 608	110	3.59	0.76
UM 247	59	3.07	0.75	UM 610	61	2.08	0.51
UM 255	73	3.00	0.70	UM 632	72	2.77	0.65
UM 256	120	3.69	0.77	UM 633	72	2.61	0.61
UM 268	24	1.31	0.41	UM 642	114	3.68	0.78
UM 283	66	3.20	0.76	UM 643	78	2.69	0.62
UM 291	101	3.62	0.78	UM 661	48	1.91	0.49
UM 316	43	2.94	0.78	UM 662	67	2.72	0.65
UM 323	89	2.91	0.65	UM 664	77	3.03	0.70
UM 324	103	3.21	0.69	UM 667	71	2.49	0.58
UM 334	17	0.71	0.25	UM 671	108	3.60	0.77
UM 335	15	0.75	0.28	UM 688	66	2.92	0.70
UM 336	57	1.97	0.49	UM 691	76	2.99	0.69
UM 345	66	2.34	0.56	UM 692	67	2.82	0.67
UM 349	90	3.70	0.82	UM 693	52	2.57	0.65
UM 350	39	2.66	0.73	UM 712	85	3.45	0.78
UM 360	92	3.76	0.83	UM 717	20	1.83	0.61
UM 361	18	1.81	0.62	UM 812	75	3.09	0.72
UM 369	41	1.39	0.37	UM 838	74	3.22	0.75
UM 370	53	2.02	0.51	UM 866	118	3.92	0.82
UM 383	106	3.46	0.74	UM 938	52	3.03	0.77
Total	67.39	4.30	1.02				

Fuente: Elaboración propia

5.2.1.2.2. Diversidad beta (β)

La similitud entre unidades muestrales con respecto a la composición florística se ha estimado usando los coeficientes de Jaccard y Sørensen tal como fue descrita por Greig-Smith (1983) y Sørensen (1948), citados por Nebel *et al.* (2000).

Ambos índices fueron estimados para individuos ≥ 10 cm dap y permite identificar las semejanzas existentes entre las unidades de muestreo, a partir de datos cualitativos (presencia ausencia de especies) cuyos valores se encuentran entre 0 cuando las especies no son compartidas entre ambos sitios, y 1 si el sitio de estudio tiene la misma composición, en nuestro caso, para tener mejores interpretaciones los datos fueron transformados a porcentajes.

En el Cuadro N° 33, se observa que la mayor similitud se reportó entre las unidades muestrales 691 y 664 con 71% de similitud, con 38 especies compartidas entre parcelas. Entre las parcelas 444 - 492 y 360 - 443 se encontró una similitud de 63% cada una con 19 y 40 especies compartidas. La tendencia al agrupamiento entre pares de parcelas es confirmada por el Índice de similitud de Jaccard (Figura N° 26).

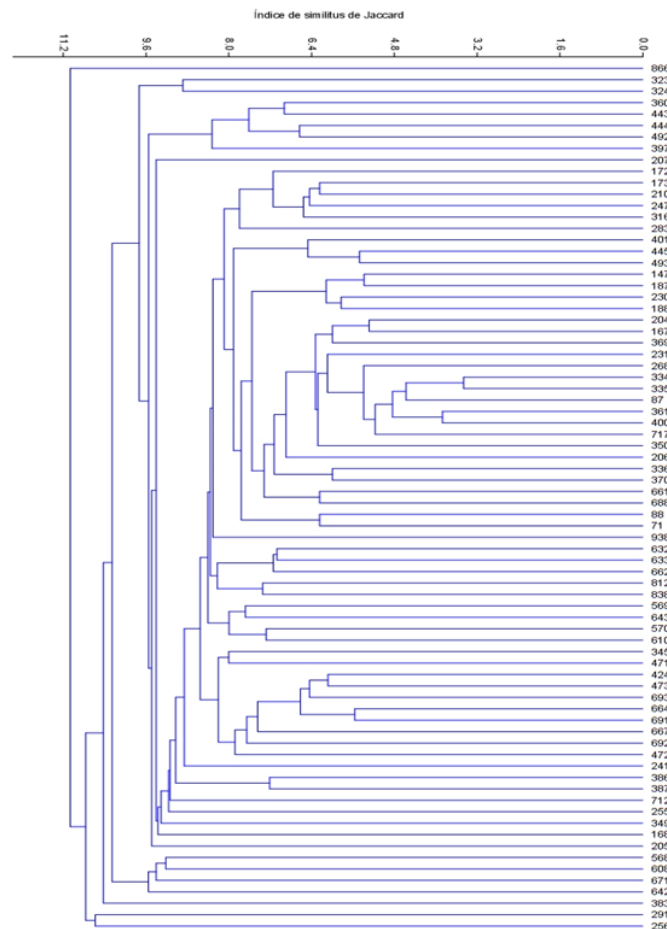


Figura N° 26. Similitud de especies entre las 76 unidades muestrales evaluadas. Los valores de la derecha representan las unidades muestrales, donde se puede apreciar la similitud entre pares de unidades muestrales como la 691 - 664, 360 - 443 y 444 - 49

5.2.2. Estructura del bosque

5.2.2.1. Estructura horizontal

En la Figura N° 27 se presenta la distribución diamétrica del número de árboles hectárea ≥ 10 cm dap, configurando la típica "J" invertida.

La estructura horizontal de los árboles del bosque de la selva baja, refleja una mayor distribución de individuos en las clases diamétricas menores y escasa presencia de individuos en las clases diamétricas superiores. En total se contó hasta 407 tallos por hectárea, el 82% de los tallos corresponden a fustales ($10 \leq \text{dap} < 30$) y el resto al estrato arbóreo (≥ 30 dap). Las especies más abundantes en el grupo fustales son: *Eschweilera* spp. e *Inga* spp. que representan el 7.8% del total en este grupo. En el estrato arbóreo estas mismas especies junto con *Pouteria* spp. son las que presentan mayor número de individuos y representan el 10.6% del total en dicho grupo.

En las clases diamétricas de 10-19.90 y 20-29.9 cm las especies *Eschweilera* spp. e *Inga* spp. confirman su abundancia y representan el 7.23% y 9.52%, del número de individuos por hectárea en sus respectivas clases diamétricas.

Las especies más abundantes en la clase diamétrica 30-39.9 cm son: *Eschweilera* spp., *Inga* spp, *Pouteria* spp. y *Virola* spp.; juntos representan 13.91% del total de la clase diamétrica.

En la clase diamétrica 40-49.9 cm las especies *Eschweilera* spp. y *Pouteria* spp. representan más de 10% del número de individuos por hectárea registrado en esta clase diamétrica. En las clases diamétricas superiores a 50 cm dap no existen especies que destaquen, lo que revela que este bosque es relativamente joven y en proceso de colonización o ha sido sometida a intensa extracción de madera, sobre todo selectiva, concentrada en algunas especies valiosas.

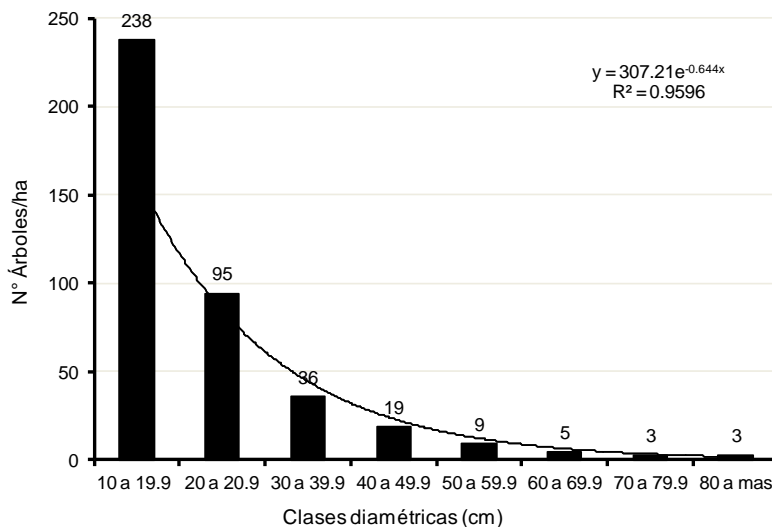


Figura N° 27. Distribución diamétrica de árboles por hectárea en la ecozona selva baja

En el Cuadro N° 34, se presenta las diez primeras especies forestales con mayor número de árboles por hectárea que representan más de 18% del total general. Sobresalen de este grupo las *Eschweilera spp.*, *Inga spp.*, *Pouteria spp.* y *Virola spp.* con más del 12% del total general.

En el grupo de fustales ($10 \leq dap < 30$), las especies *Eschweilera spp.* e *Inga spp.* aportan juntos más del 7% del total reportado en esta ecozona. A nivel de árboles ($dap \geq 30$) destacan las especies *Eschweilera spp.*, *Inga spp.* y *Pouteria spp.* que contribuyen con algo más de 10% en este estrato.

Cuadro N° 34. Promedio del número de árboles por hectárea por clase diamétrica en general y por grupos (fustales y árboles) de las 10 primeras especies forestales

Especie	Número de pies/ha por clase diamétrica								Número de pies/ha por grupos		
	10 a 19.9	20 a 20.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a mas	Total	10 ≤Dap<30	Dap ≥30
<i>Eschweilera spp.</i>	9	5	2	1	0	0	0	0	18	14	4
<i>Inga spp.</i>	8	4	1	0	0	0	0	0	14	12	2
<i>Pouteria spp.</i>	5	2	1	1	0	0	0	0	9	8	2
<i>Virola spp.</i>	5	2	1	0	0	0	0	0	9	7	1
<i>Ocotea sp.</i>	4	1	0	0	0	0	0	0	7	6	1
<i>Iryanthera sp.</i>	3	1	0	0	0	0	0	0	5	4	0
<i>Guatteria sp.</i>	3	1	0	0	0	0	0	0	4	4	1
<i>Protium sp.</i>	3	1	0	0	0	0	0	0	4	4	0
<i>Tachigali sp.</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	4	3	1
<i>Virola calophylla</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	4	3	0
Demás especies*	134	53	22	12	6	3	2	2	235	187	47
Otro **	58	23	7	4	2	1	1	1	96	81	15
Total	238	95	36	19	9	5	3	3	407	332	75

* Son las especies que no se han considerado por presentar menor abundancia

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

El análisis individualizado de la distribución por clases diamétricas de las principales especies comerciales como *Ceiba pentandra* y *Hura crepitans* muestran algunos problemas en la estructura diamétrica de sus poblaciones naturales. Por ejemplo la primera de las nombradas no presenta individuos en las clases diamétricas de 10-19.9 cm y superiores a 30 cm dap, lo que podría poner en evidencia que esta especie requiere un tratamiento especial para la recuperación de sus poblaciones naturales.

Con respecto a *Hura crepitans* solo se ha observado individuos en las clases diamétricas dentro del rango de 10-39.90 cm dap. Esta especie al igual que *Ceiba pentandra* medran en los bosques de la llanura aluvial de inundación y son intensamente aprovechados con fines maderables; adicionalmente, *Hura crepitans* es ampliamente utilizada como armadía de las viviendas flotantes muy comunes en los ríos de la selva baja peruana.

Otras especies comerciales como *Cedrela odorata* muestran una buena estructura en la distribución diamétrica hasta la clase de 50-59.9 cm de dap, similar situación se observa en el caso de las especies *Calophyllum brasiliense*, *Maquira coriácea*, *Minquartia guianensis* y *carapa guianensis*, lo que evidencia que los diámetros mínimos de corta establecido por la legislación peruana han jugado un rol importante en la conservación de estas especies.

5.2.2.2. Estructura vertical

Con el fin de caracterizar la estructura vertical de los individuos del bosque de la ecozona selva baja se ha tomado como referencia la altura máxima de los individuos en general, con base a los antecedentes de otros estudios similares (ej. Killeen *et al.*, 1988 y Lamprecht, 1990).

En nuestro caso, hemos establecido arbitrariamente ocho clases altimétricas cuyos intervalos son de cinco metros cada uno y anotamos la abundancia de árboles de las especies por cada clase altimétrica, llegando de esta manera a determinar las especies más abundantes por cada clase altimétrica.

En la figura N° 28 se presenta la distribución altimétrica de los árboles ≥ 10 cm dap de las 76 unidades muestrales registradas. La mayor cantidad de árboles se encuentra en la clase de 10 a 14.90 m (32.6%), el menor número de árboles se encuentra en la clase de 40 – 44.90 m (0.03%), el 16.4% de las especies están presentes en las clases altimétricas de 5 a 25 m de altura, siendo consideradas como especies de distribución vertical continua (Lamprech, 1990).

Entre las especies valiosas desde el punto de vista comercial cuyas alturas son superiores a 25 m figuran *Apuleia leiocarpa*, *Brosimum rubescens*, *cariniana decandra*, *Cedrelinga catenaeformis*, *Guazuma crinita*, *Manilkara bidentata*, *Myroxylon balsamum*, *Ocotea aciphylla*, *Simarouba amara*, *Terminalia oblonga*, *Virola albidiflora*, *Virola calophylla*, *Virola pavonis*, y *Virola elongata*.

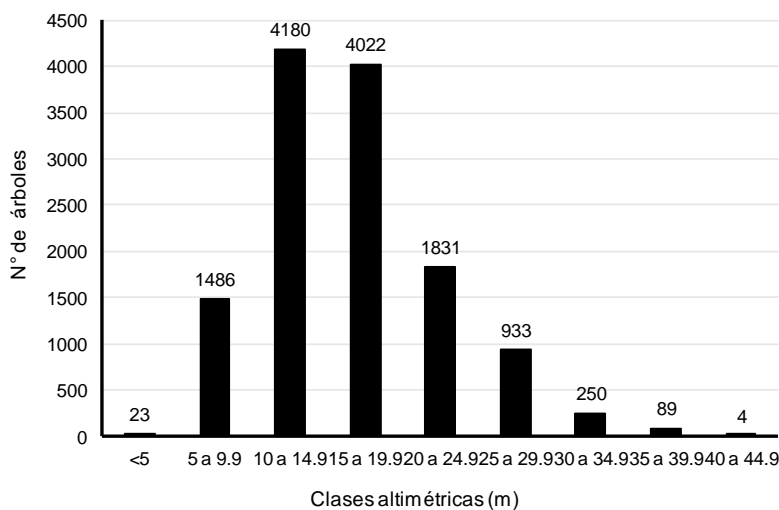


Figura N° 28. Distribución del número de árboles por clase altimétrica

La especie *Inga* spp. es la más abundante en la clase altimétrica 5-9.9 m (48 individuos), en segundo lugar está la especie *Eschweilera* spp. (40 individuos) y en tercer lugar *Pouteria* sp. (39 individuos).

En la clase altimétrica 10-14.9 m, la especie *Eschweilera* spp. es la más abundante con (159 individuos), en segundo lugar está la especie *Inga* spp. (158 individuos). Estas mismas

dos especies son las más abundantes en la clase altimétrica 15-19.90 m con 217 y 149 individuos cada una.

En la clase altimétrica 20-24.9 m, las especies más abundantes son *Eschweilera* spp. y *Pouteria* spp. con 100 y 57 individuos cada uno, respectivamente. La especie *Eschweilera* spp., es la más abundante en la clase altimétrica 25-29.9 m, seguido de *Pouteria* spp. con 25 individuos y la especie *Tachigali* sp. con 24 individuos.

Las especies *Eschweilera* spp., *Pouteria* spp., son las más abundantes en la clase altimétrica 30-34.9 con 10 individuos cada una, seguido de *Virola* spp., *Tachigali* sp. y *Parkia* spp. con 9 individuos cada una. En la clase altimétrica de 35-39.9 sobresale la especie *Eschweilera* spp. con 4 individuos.

Los árboles más altos corresponden a las especies *Ceiba* sp., *Terminalia oblonga*, *Dipteryx odorata* y un NN con 40 m de altura cada uno.

5.2.3. Área basal

5.2.3.1. Área basal por unidad muestral

En el cuadro N° 35, se presenta el área basal estimado en m²/ha, total y por unidad muestral. El área basal total encontrado en las 76 unidades muestrales para individuos ≥10 cm dap fue de 1,668 m²/ha (promedio de 21.94 ±1.48 m²/ha). La unidad muestral 323 albergó la mayor cantidad de área basal con 34 m²/ha y el menor valor está representado en la unidad muestral 87 con 2 m²/ha.

En individuos del estrato arbóreo (≥30 cm dap) el área basal total fue de 1,045 m²/ha (promedio de 13.75 ±1.05 m²/ha). El mayor valor en área basal se presenta en la unidad muestral 323 y 866 (24 m²/ha), la más baja en la unidad muestral 87 con solo 1 m²/ha.

5.2.3.2. Área basal por clase diamétrica

En el Cuadro N° 36, se presenta las diez primeras especies forestales con mayor área basal promedio (m²/ha) ordenadas por clases diamétricas para individuos ≥10 cm dap.

Las diez primeras especies con mayor área basal representan más del 39% del total registrado en esta ecozona. A nivel de fustales la especie *Ochroma lagopus* abarca cerca de la cuarta parte del área basal en este grupo. En el estrato arbóreo esta especie junto con *Eschweilera* spp. aportan juntos el 24% del área basal del grupo, destacando la primera con más de 20% del total registrado en este grupo.

Cuadro N° 35. Área basal (m²/ha), total y por unidad muestral por grupos (fustales y árboles).

Unidades Muestrales	Umbrales			Unidades Muestrales	Umbrales		
	10?dap<30	?30 cm dap	?10 cm dap		10?dap<30	?30 cm dap	?10 cm dap
UM 71	5	11	16	UM 386	15	16	31
UM 87	1	1	2	UM 387	13	10	23
UM 88	6	6	12	UM 397	7	13	20
UM 147	11	16	26	UM 400	6	10	16
UM 167	19	7	27	UM 401	10	23	33
UM 168	8	12	20	UM 424	11	14	25
UM 172	8	10	18	UM 443	7	19	27
UM 173	8	11	19	UM 444	8	14	23
UM 187	8	13	21	UM 445	7	12	19
UM 188	5	13	17	UM 471	5	15	20
UM 204	11	20	30	UM 472	11	17	28
UM 205	9	16	25	UM 473	9	17	26
UM 206	11	14	25	UM 492	9	17	25
UM 207	8	11	20	UM 493	5	16	21
UM 210	6	15	21	UM 568	9	18	26
UM 230	6	12	17	UM 569	10	20	29
UM 231	7	10	17	UM 570	11	17	28
UM 241	8	4	13	UM 608	12	20	31
UM 247	6	15	22	UM 610	12	20	31
UM 255	4	10	14	UM 632	7	15	22
UM 256	11	15	26	UM 633	7	14	21
UM 268	4	5	9	UM 642	11	13	25
UM 283	7	11	18	UM 643	10	16	26
UM 291	8	9	17	UM 661	8	14	22
UM 316	2	8	10	UM 662	8	9	17
UM 323	10	24	34	UM 664	11	19	29
UM 324	11	16	27	UM 667	9	21	30
UM 334	6	16	22	UM 671	11	11	22
UM 335	6	8	14	UM 688	6	15	21
UM 336	8	19	27	UM 691	9	16	25
UM 345	12	11	23	UM 692	5	11	16
UM 349	8	11	19	UM 693	6	12	17
UM 350	5	8	13	UM 712	7	15	22
UM 360	11	22	33	UM 717	2	5	7
UM 361	2	12	14	UM 812	9	14	23
UM 369	10	15	25	UM 838	7	14	21
UM 370	10	18	29	UM 866	9	24	33
UM 383	12	13	26	UM 938	7	8	15
				Total	623	1045	1668
				Promedio	8.20	13.75	21.94
				Error absoluto	0.68	1.05	1.48

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 36. Promedio del área basal (m²/ha) por clase diamétrica por grupos (fustales y árboles) de las 10 primeras especies forestales

Especie	Área basal (m ² /ha) por clase diamétrica								Área basal (m ² /ha) por grupos		
	10 a 19.9	20 a 20.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a mas	Total	10≤Dap<30	Dap ≥30
<i>Ochroma lagopus</i>	0.96	1.04	0.68	0.62	0.40	0.32	0.22	0.45	4.68	2.00	2.69
<i>Eschweilera</i> spp.	0.15	0.23	0.15	0.16	0.08	0.10	0.08	0.06	1.01	0.38	0.62
<i>Inga</i> spp.	0.13	0.17	0.10	0.07	0.04	0.03	0.04	0.02	0.61	0.30	0.31
<i>Pouteria torta</i>	0.09	0.10	0.08	0.08	0.07	0.03	0.03	0.01	0.48	0.19	0.29
<i>Parkia velutina</i>	0.02	0.04	0.05	0.05	0.02	0.05	0.06	0.07	0.36	0.06	0.29
<i>Vismia amazonica</i>	0.09	0.09	0.06	0.04	0.02	0.03	0.02	0.00	0.35	0.18	0.17
<i>Talisia</i> sp.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.05	0.33	0.06	0.27
<i>Ficus</i> sp.	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.05	0.15	0.28	0.02	0.27
<i>Ocotea spathulata</i>	0.07	0.06	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.01	0.25	0.13	0.12
<i>Vochysia venulosa</i>	0.02	0.02	0.02	0.03	0.05	0.04	0.03	0.03	0.25	0.05	0.20
Demás especies*	2.31	2.51	2.07	1.74	1.37	0.91	0.71	1.69	13.31	4.82	8.49
Otro**	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.02	0.02
Total	3.89	4.31	3.31	2.86	2.14	1.59	1.30	2.53	21.94	8.20	13.75

* Son las especies que no se han considerado por presentar menor área basal

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

5.2.4. Existencias volumétricas

5.2.4.1. Volumen por unidad muestral

En el cuadro N° 37, se presenta el volumen estimado en m³/ha, total y por unidad muestral.

El volumen total de madera encontrado en las 76 unidades muestrales para individuos ≥10 cm dap es de 13,593 m³ y para individuos ≥30 cm dap es de 9,745 m³ en 5'213,775.71 ha. El volumen promedio de madera por hectárea para los individuos ≥10 cm de dap es de 179 ±15.54 m³/ha, en el caso del estrato arbóreo (≥30 cm dap), el volumen de madera por hectárea es de 128 ±11.95 m³/ha.

La unidad muestral 323 albergó la mayor cantidad de volumen (m³/ha) ≥10 cm dap (356 m³/ha); mientras que en la unidad muestral 87 se registró la menor cantidad de volumen (5 m³/ha). En el estrato arbóreo (≥30 cm dap), la unidad muestral 323 acogió la mayor cantidad de volumen (282 m³/ha), el menor valor fue registrado en la unidad muestral 87 (1 m³/ha).

Cuadro N° 37. Volumen (m3/ha), total y por unidad muestral para individuos ≥ 10 cm dap y ≥ 30 cm de dap

Unidades Muestrales	Umbrales			Unidades Muestrales	Umbrales		
	$10 \leq \text{dap} < 30$	≥ 30 cm dap	≥ 10 cm dap		$10 \leq \text{dap} < 30$	≥ 30 cm dap	≥ 10 cm dap
UM 87	4	1	5	UM 387	78	107	185
UM 88	26	56	82	UM 397	34	126	159
UM 147	57	172	229	UM 400	22	45	67
UM 167	141	68	209	UM 401	47	226	274
UM 168	49	125	174	UM 424	78	126	204
UM 172	26	72	98	UM 443	43	201	244
UM 173	27	82	109	UM 444	60	153	214
UM 187	46	138	184	UM 445	54	116	170
UM 188	30	128	158	UM 471	25	95	120
UM 204	78	207	285	UM 472	64	148	211
UM 205	68	171	239	UM 473	52	162	215
UM 206	64	144	208	UM 492	62	177	239
UM 207	55	108	163	UM 493	36	154	190
UM 210	29	111	139	UM 568	61	145	206
UM 230	33	135	169	UM 569	66	210	277
UM 231	42	108	149	UM 570	77	172	249
UM 241	49	32	81	UM 608	67	153	220
UM 247	28	137	165	UM 610	86	202	288
UM 255	28	102	130	UM 632	46	130	176
UM 256	68	167	235	UM 633	48	116	163
UM 268	25	45	70	UM 642	62	104	166
UM 283	33	95	128	UM 643	62	160	223
UM 291	51	85	136	UM 661	45	115	160
UM 316	11	60	70	UM 662	47	71	118
UM 323	74	282	356	UM 664	62	183	245
UM 324	78	180	258	UM 667	58	168	225
UM 334	41	152	192	UM 671	63	90	153
UM 335	39	74	113	UM 688	35	126	161
UM 336	46	173	218	UM 691	46	122	168
UM 345	104	121	225	UM 692	28	96	124
UM 349	37	92	129	UM 693	30	83	113
UM 350	24	55	79	UM 712	44	131	175
UM 360	72	218	290	UM 717	10	51	61
UM 361	9	78	87	UM 812	86	177	263
UM 369	55	135	189	UM 838	54	147	200
UM 370	55	159	214	UM 866	61	230	292
UM 383	108	146	253	UM 938	27	50	77
				Total	3848	9745	13593
				Promedio	51	128	179
				Error absoluto	5.53	11.95	15.54

Fuente: Elaboración propia

5.2.4.2. Volumen comercial por clase diamétrica por especie

En el Cuadro N° 38, se presenta las nueve primeras especies forestales con volumen promedio (m³/ha) ordenadas por clases diamétricas para individuos ≥10 cm dap.

Las nueve primeras especies con mayor volumen constituyen más del 14% del total registrado en esta ecozona. A nivel de fustales tres especies (*Inga* spp., *Pouteria* spp. y *Virola* spp.) representan cerca de 9% del volumen total registrado en este grupo. En el estrato arbóreo las nueve especies presentan importantes volúmenes maderables y aportan más de 15% del volumen registrado en el estrato arboreo, destacando las especies *Inga* spp., *Pouteria* sp., *Parkia* spp. y *Tachigali* sp. con más de 9% del total registrado en este grupo.

Cuadro N° 38. Promedio del volumen (m³/ha) por clase diamétrica por grupos (fustales y árboles) de las nueve primeras especies forestales

Especie	Volumen (m ³ /ha) por clase diamétrica								Volumen (m ³ /ha) por grupos		
	10 a 19.9	20 a 20.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a mas	Total	10 ≤Dap<30	Dap ≥30
<i>Inga</i> spp.	1	1	1	1	0	0	0	0	4	2	3
<i>Pouteria</i> spp.	0	1	1	1	1	0	0	0	4	1	3
<i>Parkia</i> spp.	0	0	0	0	0	0	1	1	3	0	3
<i>Tachigali</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1	1	3	0	3
<i>Virola</i> spp.	1	1	1	0	0	0	0	0	3	1	2
<i>Vochysia</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	2
<i>Brosimum</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	2
<i>Ficus</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	2
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2
Demás especies**	12	17	17	15	13	9	7	16	107	30	77
Otros*	5	7	6	5	4	3	2	5	37	13	25
Total	21	30	27	25	20	15	13	27	179	51	128

* Son las especies que no se han considerado por presentar menor volumen

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

5.2.4.3. Volumen maderable por grupo potencial de mercado

En el cuadro N° 39, se presenta el volumen promedio por hectárea de madera de cada uno de los grupos comerciales con potencial mercado de exportación, nacional y regional y el volumen de las especies maderables sin demanda comercial, excluyendo las palmeras.

Cuadro N° 39. Promedio del volumen (m³/ha) por clase diamétrica por grupos comerciales para individuos fustales y árboles

Grupos comerciales	Volumen promedio por hectárea (m ³ /ha)		
	Total general	10 ≤dap<30 cm	≥30 cm dap
Especies con potencial mercado de exportación	3.38	0.59	2.79
Especies con potencial mercado nacional	12.54	2.84	9.70
Especies con potencial mercado regional	26.81	6.63	20.18
Especies sin demanda comercial	136.12	40.58	95.55
Total	178.85	50.63	128.22

Fuente: Elaboración propia

5.2.4.4. Volumen comercial versus especies amenazadas

Para identificar las especies y árboles amenazados o en veda se utilizó la categorización de especies amenazadas de flora silvestre aprobado mediante Decreto Supremo N°043-2006-AG.

Según esta normativa, las especies son clasificadas en cuatro categorías. Esta lista fue contrastada con las especies que fueron registradas en el inventario, encontrando coincidencias con las siguientes especies: *Cedrela odorata* y *Cedrela fissilis*, ambas consideradas en la citada norma como especie en situación vulnerable que juntas aportan con 0.19 m³/ha de madera ≥10 cm dap en el grupo de maderas con potencial mercado de exportación.

En la categoría especies con potencial mercado nacional se ha registrado *Manilkara bidentata*, *Mezilaurus itahuba* y *Tabebuia serratifolia* (ambas en situación vulnerable) y la especie *Ceiba pentandra* (en situación casi amenazada), estas cuatro especies restan a esta categoría un total de 0.717 m³/ha de madera ≥10 cm dap y 0.566 m³/ha de madera ≥30 cm dap en el grupo de maderas con potencial mercado nacional.

En el grupo de especies con potencial mercado regional no se ha encontrado coincidencias, mientras que en el grupo de las especies sin demanda comercial se encontrado las especies *Clarisia biflora* y *Clarisia racemosa* en situación casi amenazadas, y, las especies *Pachira brevipes* y *Parahancornia peruviana* en condición vulnerable. Estas cuatro especies acumulan un total de 1.38 m³/ha de madera ≥10 cm dap.

El volumen que congregan todas las especies amenazadas es de 2.31 m³/ha de madera ≥10 cm dap. A nivel de estrato arbóreo (≥30 cm dap) las especies amenazadas restan 1.37 m³/ha de madera comercial y sin demanda comercial.

De acuerdo con esta categorización se restó el volumen de cada una de las especies mencionadas, no obstante, el volumen ha sido escasamente reducida, cuya nueva conformación se indica en el cuadro N° 40 que se presenta a continuación.

Cuadro N° 40. Volumen comercial sin especies amenazadas

Grupos comerciales	Volumen promedio por hectárea (m ³ /ha)		
	Total general	10≤dap<30 cm	≥30 cm dap
Especies con potencial mercado de exportación	3.16	0.56	2.60
Especies con potencial mercado nacional	11.82	2.69	9.13
Especies con potencial mercado regional	26.81	6.63	20.18
Especies sin demanda comercial	134.75	40.21	94.53
Total	176.54	50.09	126.45

Fuente: Elaboración propia

5.2.5. Índice Valor de Importancia - IVI

5.2.5.1. Índice Valor de Importancia – IVI de las familias

A nivel general se registró 69 familias, sin embargo, para facilitar la interpretación de los datos el análisis se efectuó por grupos, es decir, a nivel de fustales y árboles.

En la figura N° 29 se compara el Índice Valor de Importancia – IVI de las diez primeras familias a nivel de fustales y del estrato arbóreo.

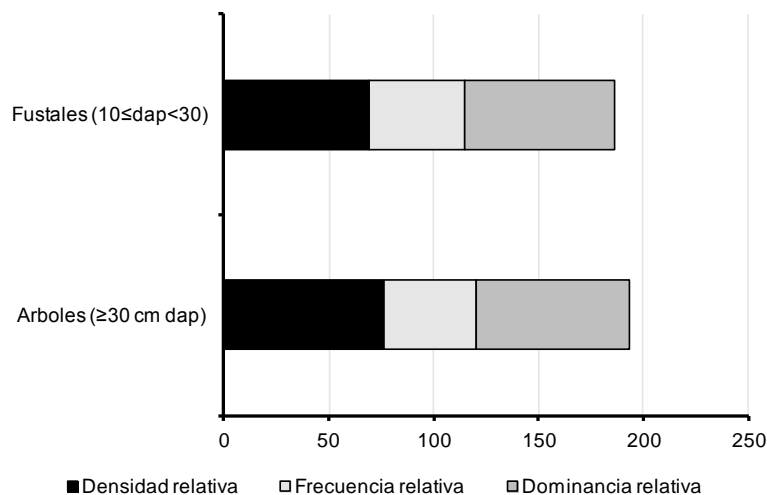


Figura N° 29. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras familias a nivel de fustales y árboles

En los cuadros N° 41 y 42 se presenta la lista de las diez primeras familias de fustales y del estrato arbóreo ordenado por su orden de IVI y los parámetros de abundancia, dominancia y frecuencia.

Cuadro N° 41. Lista de las diez primeras familias de fustales con mayor IVI en el bosque de la ecozona selva baja

Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Fabaceae	1051	11.90	100.00	4.74	26.28	12.05	28.69
Myristicaceae	810	9.17	94.74	4.49	19.90	9.12	22.79
Lecythidaceae	612	6.93	88.16	4.18	16.13	7.39	18.51
Moraceae	502	5.68	92.11	4.37	13.90	6.38	16.43
Malvaceae	494	5.59	89.47	4.24	11.55	5.30	15.13
Sapotaceae	490	5.55	94.74	4.49	12.20	5.60	15.64
Lauraceae	470	5.32	90.79	4.31	10.95	5.02	14.65
Annonaceae	377	4.27	92.11	4.37	8.49	3.89	12.53
Euphorbiaceae	339	3.84	80.26	3.81	7.60	3.48	11.13
Burseraceae	285	3.23	77.63	3.68	6.85	3.14	10.05
Otros	3403	38.53	1207.89	57.30	84.23	38.63	134.45
Total	8833	100.00	2107.89	100.00	218.06	100.00	300.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 42. Lista de las diez primeras familias del estrato arbóreo con mayor IVI en el bosque de la ecozona selva baja

Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Fabaceae	641	16.01	98.68	6.39	135.78	18.57	40.97
Lecythidaceae	360	8.99	89.47	5.80	70.51	9.64	24.43
Moraceae	345	8.62	90.79	5.88	70.48	9.64	24.14
Myristicaceae	304	7.59	82.89	5.37	46.98	6.42	19.39
Sapotaceae	264	6.59	81.58	5.29	46.21	6.32	18.20
Malvaceae	193	4.82	73.68	4.77	37.49	5.13	14.72
Lauraceae	173	4.32	73.68	4.77	29.48	4.03	13.13
Urticaceae	161	4.02	64.47	4.18	21.13	2.89	11.09
Chrysobalanaceae	132	3.30	61.84	4.01	21.35	2.92	10.22
Euphorbiaceae	110	2.75	57.89	3.75	16.67	2.28	8.78
Otros	1321	32.99	768.42	49.79	235.20	32.16	114.94
Total general	4004	100.00	1543.42	100.00	731.26	100.00	300.00

Fuente: Elaboración propia

5.2.5.2. Índice Valor de Importancia - IVI de las especies

En la figura N° 30 se compara el IVI de las diez primeras especies a nivel de fustales y estrato arbóreo.

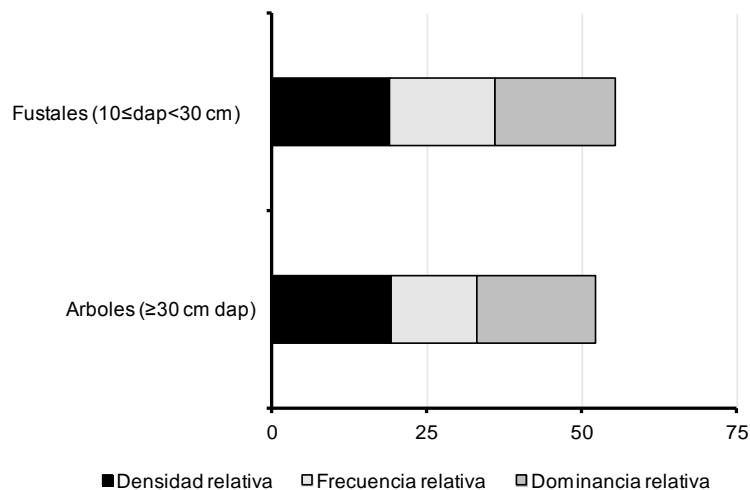


Figura N° 30. Índice de Valor Importancia de las diez primeras especies a nivel de fustales y árboles

En el cuadro N° 43, se presenta las diez primeras especies del estrato fustal que dominan sobre el resto de las especies.

Cuadro N° 43. Índice Valor de Importancia de las primeras diez especies fustales

Especie	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel	Dom Rel	Dom Rel	
<i>Eschweilera</i> spp.	381	4.31	78.95	2.06	10.15	4.65	11.03
<i>Inga</i> spp.	309	3.50	78.95	2.06	7.98	3.66	9.22
<i>Pouteria</i> spp.	200	2.26	64.47	1.68	4.97	2.28	6.22
<i>Virola</i> spp.	197	2.23	60.53	1.58	4.84	2.22	6.03
<i>Ocotea</i> sp.	154	1.74	48.68	1.27	3.45	1.58	4.60
<i>Iryanthera</i> sp.	115	1.30	36.84	0.96	2.66	1.22	3.48
<i>Guatteria</i> sp.	95	1.08	47.37	1.23	1.97	0.90	3.21
<i>Protium</i> sp.	95	1.08	39.47	1.03	2.16	0.99	3.10
<i>Virola calophylla</i>	86	0.97	35.53	0.93	2.19	1.01	2.90
<i>Senefeldera</i> sp.	75	0.85	18.42	0.48	1.56	0.71	2.04
Otros	7126	80.67	3327.63	86.73	176.13	80.77	248.17
Total	8833	100	3836.84	100	218.06	100	300.00

En el cuadro N° 44, se presenta la lista de las diez primeras especies del estrato arbóreo con mayor IVI.

Cuadro N° 44. Lista de las diez primeras especies del estrato arbóreo con mayor IVI

Especie	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel	Frec Abs	Frec Rel	
<i>Eschweilera</i> spp.	191	4.77	73.68	2.89	33.18	4.54	12.20
<i>Inga</i> spp.	108	2.70	68.42	2.68	16.54	2.26	7.64
<i>Pouteria</i> spp.	102	2.55	52.63	2.07	15.67	2.14	6.76
<i>Virola</i> spp.	68	1.70	55.26	2.17	15.59	2.13	6.00
<i>Ocotea</i> sp.	61	1.52	30.26	1.19	14.50	1.98	4.69
<i>Iryanthera</i> sp.	60	1.50	40.79	1.60	8.91	1.22	4.32
<i>Guatteria</i> sp.	50	1.25	32.89	1.29	10.74	1.47	4.01
<i>Protium</i> sp.	42	1.05	23.68	0.93	6.03	0.82	2.80
<i>Virola calophylla</i>	40	1.00	35.53	1.39	6.41	0.88	3.27
<i>Senefeldera</i> sp.	38	0.95	18.42	0.72	14.22	1.94	3.62
Otros	3244	81.02	2117.11	83.07	589.48	80.61	244.70
Total	4004	100.00	2548.68	100.00	731.27	100.00	300.00

5.2.6. Número de brinzales y latizales

En el cuadro N° 45 y 46 se presenta las diez primeras especies forestales con el mayor número de brinzales y latizales por hectárea, para la ecozona selva baja. El número de plántulas por hectárea revela que existe una buena reserva de árboles del futuro, por lo que el manejo del bosque debe concentrarse en proporcionar las condiciones necesarias para que estas plántulas se desarrollen dentro del bosque para futuras cosechas.

Cuadro N° 45. Número de individuos por hectárea y frecuencia absoluta de las primeras diez especies forestales de brinzales

Especie	Densidad		Frecuencia	
	Den/ha	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel
<i>Inga</i> spp.	64.11	3.84	47.37	3.79
<i>Virola</i> spp.	48.08	2.69	35.53	2.84
<i>Miconia</i> spp.	39.18	2.15	28.95	2.32
<i>Pouteria</i> spp.	39.18	2.46	28.95	2.32
<i>Piper</i> spp.	32.05	1.77	23.68	1.89
<i>Ocotea</i> spp.	30.27	2.00	22.37	1.79
<i>Eschweilera</i> spp.	24.93	1.38	18.42	1.47
<i>Geonoma stricta</i>	23.15	1.23	17.11	1.37
<i>Bactris</i> spp.	21.37	1.15	15.79	1.26
<i>Protium</i> spp.	21.37	1.30	15.79	1.26
Demás especies	1250.08	63.39	923.68	73.89
Otros	97.94	16.65	72.37	5.79
Total	1691.70	100.00	1250.00	100.00

* Son las especies que se han agrupado por presentar menor valor

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

Cuadro N° 46. Número de individuos por hectárea y frecuencia absoluta de las primeras nueve especies forestales de latizales

Especie	Densidad		Frecuencia	
	Den/ha	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel
<i>Inga</i> spp.	34.65	3.91	56.58	3.16
<i>Eschweilera</i> spp.	27.19	3.06	47.37	2.64
<i>Virola</i> spp.	24.56	2.77	44.74	2.50
<i>Ocotea</i> sp.	22.37	2.52	38.16	2.13
<i>Pouteria</i> spp.	21.49	2.42	44.74	2.50
<i>Guatteria</i> sp.	14.04	1.58	30.26	1.69
<i>Protium</i> spp.	13.60	1.53	31.58	1.76
<i>Licania</i> sp.	11.40	1.29	21.05	1.17
<i>Iryanthera</i> sp.	9.21	1.04	23.68	1.32
<i>Miconia</i> sp.	8.77	0.99	21.05	1.17
Demás especies*	542.98	61.20	1348.68	75.26
Otros**	157.02	17.70	84.21	4.70
Total	887.28	100.00	1792.11	100.00

* Son las especies que se han agrupado por presentar menor valor

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

5.2.7. Perturbaciones y efectos sobre los bosques

5.2.7.1. Perturbación Natural

En la figura N° 31 se observa que en el bosque de la ecozona selva baja el factor de perturbación natural que presenta mayor incidencia es la inundación y afecta a 10% del total de individuos. Llama la atención que el 80 % de los árboles no han tenido perturbación natural alguna. En segundo lugar, el factor viento causa 4% del daño a los árboles, mientras que el deslizamiento de tierra afecta solo al 1% de los individuos. La inundación afecta principalmente a los árboles de las unidades muestrales UM 255, UM 471, UM 568, UM 663, UM 693, UM 717 y UM 300.

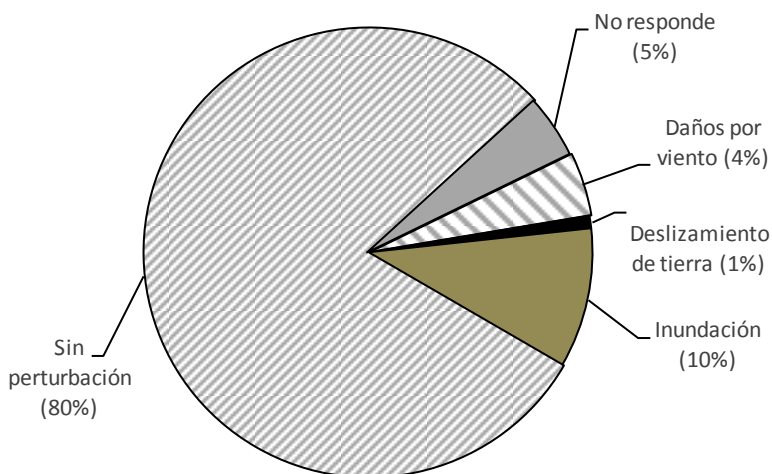


Figura N° 31. Factores de perturbación natural de los árboles del bosque de la ecozona selva baja.

5.2.7.2. Perturbación Antrópica

La perturbación antrópica más frecuente está relacionada con la apertura de trochas con fines de extracción de madera que representa 16.5%. Las unidades muestrales afectadas con este tipo de daño son: UM 256, UM 643, UM 664, UM 812, UM 268, UM 334, UM 335, UM 360, UM 397, UM 400, UM 443, UM 444, UM 445, UM 492 y UM 493.

En la figura N° 32, se muestra las diferentes formas de perturbación antrópica que se presenta en los árboles del bosque de Selva baja. También se observa que un alto porcentaje de árboles (59.6%) no fue afectado por actividades antrópicas. La perturbación antrópica que afecta con mayor incidencia es la construcción de trochas con fines de extracción maderera (16.51%), seguido de cambio de uso del suelo para la instalación de cultivos (9.17%) y la tala de madera (8.3%).

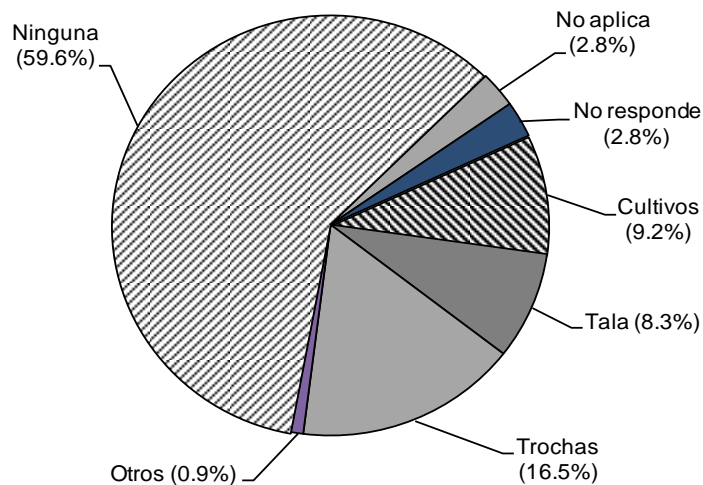


Figura N° 32. Agentes responsables de perturbación antrópica en los bosques de la ecozona selva baja.

5.2.8. Condición de los árboles

5.2.8.1. Calidad de fuste de los árboles de especies comerciales y no comerciales

En la figura N° 33, se presenta el promedio de la frecuencia expresado en porcentaje de la calidad de fuste de los árboles presentes en las 76 unidades muestrales. La calidad de fuste de los árboles de las 13 unidades muestrales presenta una media de más del 68% de fuste óptimo, lo que indica que existe arboles con calidad de fuste en condiciones óptimas para ser aprovechadas. Mientras que la calidad de fuste medio y bajo presentan una media de 26.97 y 4.99.

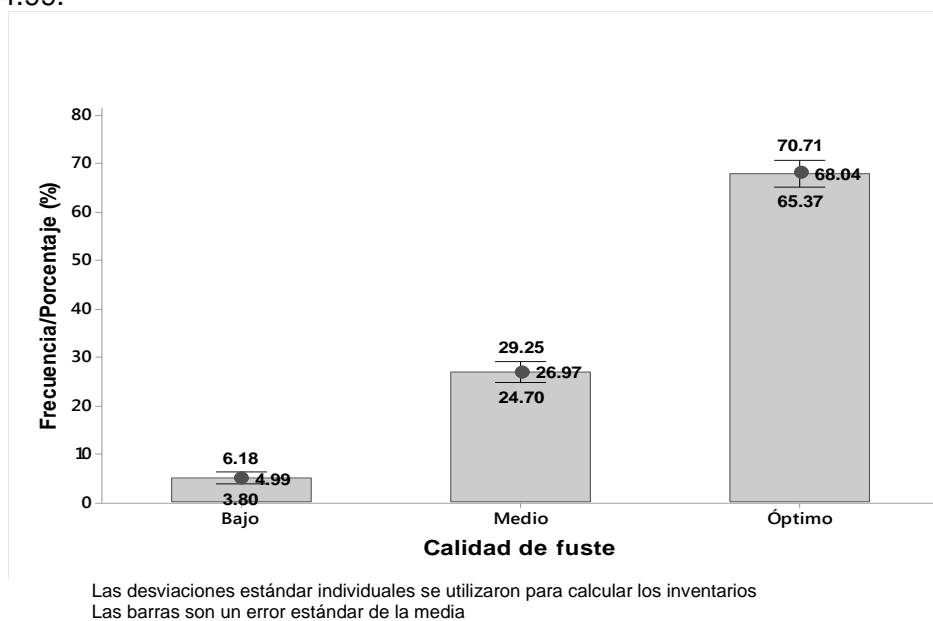


Figura N° 33. Calidad de fuste de los árboles incluyendo tocones de la ecozona selva baja

5.2.8.2. Condición fitosanitaria de los árboles de especies comerciales y no comerciales

Los árboles de la ecozona selva baja cuentan con buen estado fitosanitario, pues algo más de 86.07% de los individuos condición fitosanitaria “sin daño”, mientras que el 6.6% de los árboles presentan “daño leve” y un bajo porcentaje de los árboles presentan “daño severo” (0.4%).

El 6.34% de los árboles evaluados se registraron muertos, incluyéndose a aquellos muertos por causas naturales y antrópicas (figura N° 34).

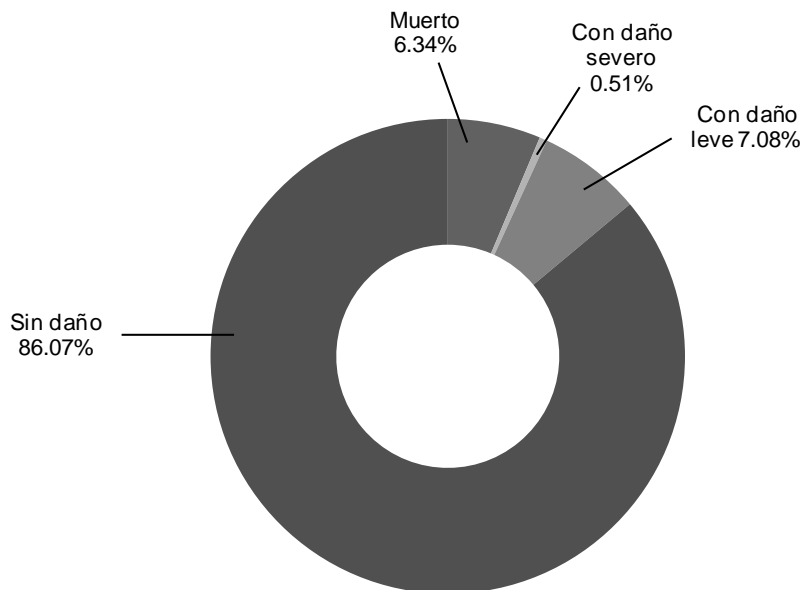


Figura N° 34. Grado de afectación fitosanitaria de los árboles ≥ 10 cm de dap registrados en la ecozona selva baja.

En la figura N° 35 se muestra la condición fitosanitaria de los árboles registrados en las 76 unidades muestrales de la ecozona selva baja, el 77.54% de árboles observados son sanos, representando el más alto porcentaje. Por otro lado, un bajo porcentaje de los individuos (1.72%) se encuentran enfermos con plagas y enfermedades.

Las especies epífitas (lianas y bejucos) y hemiparásitas (matapalos) representan alrededor del 15.36% de los casos de afectación en los árboles de esta ecozona. Si bien muchos de estos árboles conviven por muchos años con las epífitas en el bosque, el incremento de la población de epífitas puede ocasionar daños fisiológicos y estructurales al árbol.

En la ecozona selva baja, los fustes con presencia de parásitos, plagas o enfermedades alcanzan el 8.65% del total de fustes dañados. Por otro lado, los fustes registrados como picados alcanza el 0.74% del total de los casos de árboles dañados y con un 3.44% de los árboles afectados por otros daños como quemaduras, hueco, daño causado por animales, entre otros.

Por otro lado, al realizar comparaciones entre los daños encontrados el mayor porcentaje es ocasionado por presencia de lianas o bejucos y presencia de parásitos con una diferencia del 7.72%.

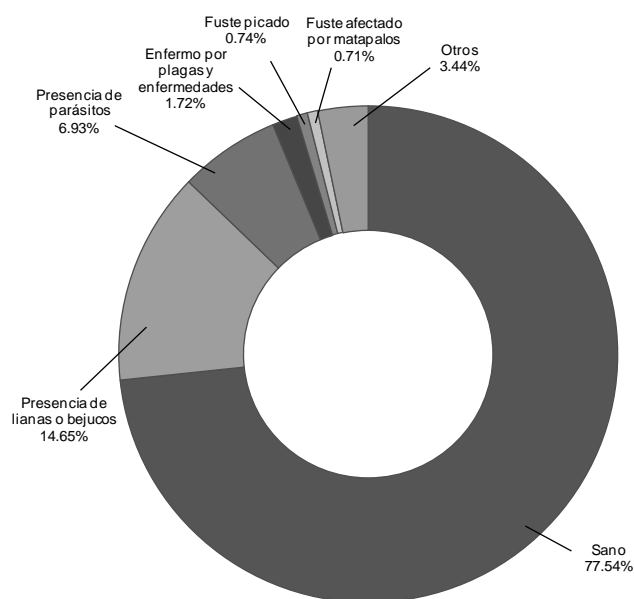


Figura N° 35. Condición fitosanitaria de los árboles ≥ 10 cm de dap registrados en la ecozona selva baja.

5.2.8.3. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones)

El estado de los árboles muertos en pie sin copa ni ramas y tocones, tiene un aproximado de valor de la media de 4.58% y 0.40% respectivamente con un intervalo de confianza al 95%. Los parámetros estadísticos se presentan en el cuadro N° 47.

Cuadro N° 47. Parámetros estadísticos del estado de los árboles ≥ 10 cm dap registrados en las 76 unidades muestrales.

Estado del árbol	N°	Media	Desviación Estándar	Error Estándar	Desviación estándar		Intervalo de Confianza al 95%	
					Lim Inf	Lim Sup	Lim Inf	Lim Sup
Muerto en pie, con copa y ramas, pero sin hojas	76	0.71	1.02	0.12	0.59	0.83	0.48	0.94
Muerto en pie, sin copa ni ramas	76	4.58	2.74	0.31	4.26	4.89	3.95	5.20
Tocón	76	0.40	0.94	0.11	0.30	0.51	0.19	0.62
Vivo	76	94.31	2.79	0.32	93.99	94.63	93.67	94.94

Fuente: Elaboración propia

En las 76 parcelas evaluadas, se presentan mayoritariamente árboles vivos, alcanzando un promedio de 94.31% del total registrado (Figura N° 36).

Un 5.29% de los árboles han sido registrados muertos en pie, de los cuales un 4.58% son muertos en pie sin copas ni ramas y un 0.71% se registró muerto en pie con copa y ramas sin hojas. Los árboles muertos en pie pueden contener volúmenes considerables de carbono y cumplir funciones ecológicas importantes como refugio y alimento de animales, así como sustrato de plantas antes de descomponerse.

Se han registrado aproximadamente 104 tocones con rebrote con un porcentaje por cerca de 0.70% y con solo 55 tocones de las parcelas evaluadas que representan el 0.37% de los árboles mayores de 10 cm de dap.

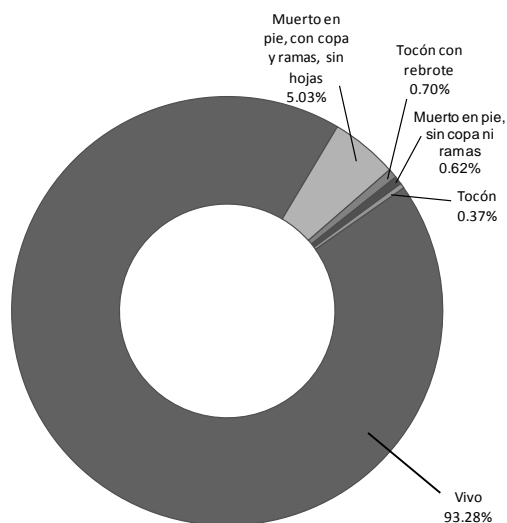


Figura N° 36. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones) de selva baja

5.2.9. Usos de las especies forestales

Según los datos recogidos en las 76 unidades muestrales de la ecozona selva baja, los pobladores locales reconocen un uso como madera aserrada con un 49.43% de árboles registrados en las parcelas evaluadas, considerándose un valor relativamente elevado con casi el 50% de árboles de la ecozona selva baja se destinan algún uso. (Figura N° 37).

Las opciones de uso más frecuente de los árboles es leña (21.10%), la provisión de madera para la construcción de viviendas rurales (18.26%), carbón (8.60%) y frutales (7.06%) los cuales son aprovechados principalmente a nivel local.

En menor medida, se registraron usos para forraje, chamanería, tintes, semillas, medicinal y artesanía; los cuales en conjunto alcanzan el 4.79% de los árboles evaluados y son aprovechados también localmente. Los árboles que proveen madera para aserrío son aproximadamente 49.43% del total registrado, siendo estos aprovechados para el comercio fuera de su localidad de origen, como son los mercados nacionales e internacionales.

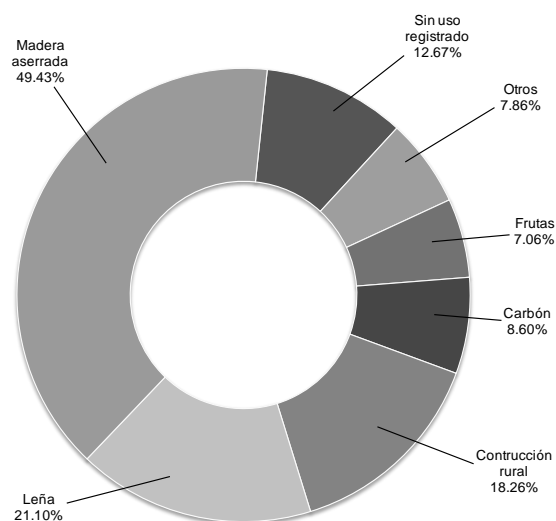


Figura N° 37. Usos de los árboles superiores a 10 cm de dap registrados en la ecozona selva baja.

5.2.10. Parámetros estadísticos obtenidos y precisión de las estimaciones

En el cuadro N° 48 se muestra en detalle los parámetros estadísticos obtenidos para la ecozona selva baja con un nivel de confianza del 95%.

Cuadro N° 48. Parámetros estadísticos para las principales variables de la ecozona selva baja del inventario nacional forestal

Variable/parámetro estadísticos	Promedio	Desv. Estandar	CV (%)	Error Estandar	Error Abs. de Muestreo	Límite Inferior	Límite Superior	Error Rel. Muestreo (%)
N° de individuos/ha (N/ha)								
≥10 cm dap	407.00	149.73	36.76	17.18	34.21	373.12	441.55	8.40
≥30 cm dap	75.26	21.29	28.29	4.86	2.44	70.40	80.13	6.46
10≤DAP<30	332.07	137.70	41.47	15.80	31.47	300.60	363.53	9.48
Área basal/ha (m²/ha)								
≥10 cm dap	21.94	6.48	29.52	0.74	1.48	20.46	23.42	6.75
≥30 cm dap	13.75	4.62	33.58	0.53	1.05	12.69	14.80	7.67
10≤DAP<30	8.20	2.98	36.33	0.34	0.68	7.52	8.88	8.30
Volumen/ha (m³/ha)								
≥10 cm dap (sin palmeras)	178.85	68.02	38.03	7.80	15.54	163.31	194.39	8.69
≥30 cm dap (sin palmeras)	128.22	52.31	40.80	6.00	11.95	116.27	140.17	9.32
10≤DAP<30 (sin palmeras)	50.63	24.20	47.79	2.78	5.53	45.10	56.16	10.92
N° de Latizales (N/ha)	876.75	457.82	52.22	52.52	104.62	772.14	981.37	11.93
N° de Brinzales (N/ha)	2320.31	1319.52	56.87	151.36	301.52	2018.78	2621.83	13.00

Fuente: Elaboración propia

La figura N° 38 muestra los límites superior e inferior del volumen de madera por hectárea para árboles ≥ 30 cm dap a un 95% de confianza.

Eso significa: si sacáramos una gran cantidad de muestras de 76 parcelas cada una, en un 95% de los casos las medias de las muestras caerían dentro de los límites de confianza. En el 5% de los casos caerían fuera de los límites. También se dice que la probabilidad de sobrepasar los límites es 5%.

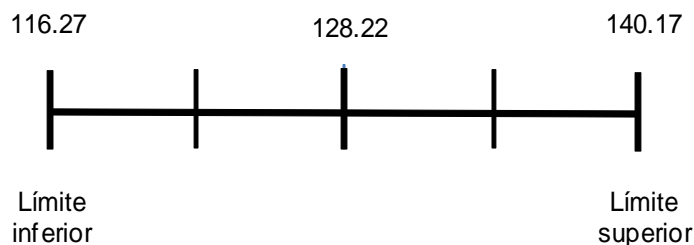


Figura N° 38. Promedio del volumen calculado en m³ y los límites de confianza al nivel de 95% para el inventario de la ecozona selva baja para árboles (≥ 30 cm dap), todas las especies excepto palmeras).

5.3. Ecozona Costa

5.3.1. Composición florística

5.3.1.1. Composición a nivel de familias y especies

En la ecozona costa se cuenta con aproximadamente un total de 21 familias y 45 especies. Durante el trabajo de campo fueron medidos 1,947 individuos ≥ 5 cm dap (promedio de 16.23 ± 7.88 ind/unidad muestral), de los cuales se identificaron 119 familias (promedio de 0.99 ± 0.41 por unidad muestral), en 151 especies (promedio de 1.26 ± 0.55 por unidad muestral) (cuadro N° 49).

En el estrato arbóreo (≥ 10 cm dap) fueron medidos 1,299 individuos ≥ 5 cm dap (promedio de 10.83 ± 5.70 ind/unidad muestral), de los cuales se identificaron 105 familias (promedio de 0.88 ± 0.37 por unidad muestral), en 130 especies (promedio de 1.08 ± 0.48 por unidad muestral).

Con respecto al número de individuos encontrados entre ≥ 5 y < 10 cm dap está representado por aproximadamente 648 individuos (promedio 5.40 ± 2.60).

Las familias con mayor número de especies ≥ 5 cm dap en las 122 unidades muestrales fueron: Fabaceae (15 especies), Capparaceae (4 especies), Malvaceae y Polygonaceae (3 especies cada uno), Anacardiaceae y Bignoniaceae (2 especies cada una), y otras familias (1 especie).

Cuadro N° 49. Número de individuos, especies y familias encontradas en 122 unidades muestrales del bosque de la zona costa. Se muestran los promedios con su error de muestreo absoluto.

Variable/parámetro estadísticos	Ecozona costa		
	Total	Promedio	Error absoluto
N° de individuos			
≥5 cm dap	1,947	16.23	7.88
≥10 cm dap	1,299	10.83	5.70
5≤DAP<10	648	5.40	2.60
N° de especies			
≥5 cm dap	151	1.26	0.55
≥10 cm dap	130	1.08	0.48
5≤DAP<10	96	0.80	0.34
N° de familias			
≥5 cm dap	119	0.99	0.41
≥10 cm dap	105	0.88	0.37
5≤DAP<10	82	0.68	0.29

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 19 del anexo se muestra que la unidad 672 albergó la mayor cantidad de individuos ≥10 cm con 164; mientras que la unidad muestral 554 se registró solo 1. La unidad muestral 672 albergó la mayor cantidad de individuos ≥5cm dap con valores de 219; mientras que en la unidad muestral 554 se registró solo 2. Al realizar las comparaciones se puede concluir que la unidad muestral 554 registró entre 1 a 2 individuos con menor cantidad de individuos con respecto a las otras unidades muestrales.

5.3.1.2. Índices de biodiversidad a nivel de especies

5.3.1.2.1. Diversidad Alfa (α)

La diversidad Alfa en general de las 122 unidades muestrales, calculado con el índice de Shannon – Wiener para individuos ≥ 5 cm dap, refleja el comportamiento de las parcelas a través de la línea que indica la normalidad de los datos y la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa.

Las unidades muestrales 502 y 538 poseen índices de diversidad de 0.95 y 0.92, mientras que las unidades muestrales 600, 663 y 669 con una equidad de 2.13, 2.03 y 2.33, respectivamente, siendo las unidades muestrales menos diversas y con menor distribución de especies. Si alguna parcela tuviese un comportamiento muy distinto a los demás lo denotaría alejándose de la línea. En este caso unidad muestral 554 y unidad muestral 542 son valores que denotan ser muy diferentes en el gráfico (valores bajos), aunque se debe indicar que tienen también valores bajos las unidades muestrales 556, 565 y 613 (figura N° 39).

Los valores presentados en el cuadro N° 50 se puede observar que las parcelas de la unidad muestral 554 y unidad muestral 542 tienen valores bajos (0 respectivamente), lo cual puede pensarse que tienen un comportamiento inusual respecto a la mayoría de las unidades muestrales en índice de Shannon – Wiener.

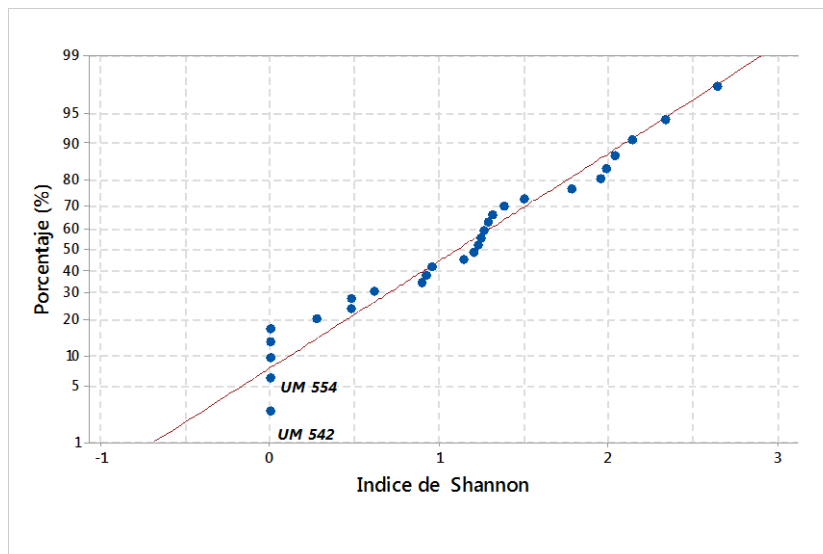


Figura N° 39. Gráfico Q-Q plot para determinar la normalidad en los valores del índice de Shannon-Wiener

Cuadro N° 50. Índice de diversidad de Shannon – Wiener (H') e Índice de Equidad de Pielou de 27 unidades muestrales

Unidades Muestrales	Numero de especies	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Equidad de Pielou (J')	Unidades Muestrales	Numero de especies	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Equidad de Pielou (J')
UM501	2	0.48	1	UM599	13	1.95	1
UM502	6	0.95	1	UM600	11	2.14	1
UM538	6	0.92	1	UM613	1	0.00	0
UM539	10	1.79	1	UM625	4	1.25	1
UM542	1	0.00	0	UM628	5	1.26	1
UM553	2	0.48	1	UM629	4	1.31	1
UM554	1	0.00	0	UM630	6	1.38	1
UM556	1	0.00	0	UM647	5	1.15	1
UM558	5	1.20	1	UM648	6	1.23	1
UM565	1	0.00	0	UM655	2	0.27	0
UM567	8	1.50	1	UM663	14	2.03	1
UM568	6	1.29	1	UM669	13	2.34	1
UM593	3	0.89	1	UM672	13	1.99	1
UM594	2	0.61	1	Total		2.64	

Fuente: Elaboración propia

Nota: No fue posible calcular el índice de Shannon Wiener de las unidades muestrales sin bosque debido a que no contaban con número de especies y el LN de valor cero es infinito

5.3.1.2.2. Diversidad beta (β)

La similaridad entre unidades muestrales con respecto a la composición florística se ha estimado usando los coeficientes de Jaccard y Sørensen tal como fue descrita por Greig-Smith (1983) y Sørensen (1948), citados por Nebel *et. al.* (2000).

Ambos índices fueron estimados para individuos ≥ 5 cm dap y permite identificar las semejanzas existentes entre las unidades de muestreo, a partir de datos cualitativos (presencia ausencia de especies) cuyos valores se encuentran entre 0 cuando las especies no son compartidas entre ambos sitios, y 1 si el sitio de estudio tiene la misma composición, en nuestro caso, para tener mejores interpretaciones los datos fueron transformados a porcentajes.

En el Cuadro N° 51, se observa que la mayor similitud se reportó entre las unidades muestrales 593 y 553 con aproximadamente 80% de similitud, con 2 especies compartidas entre parcelas. Por otro lado, se encuentra las unidades muestrales 629 y 568 que tiene un 80% de similitud del mismo modo que las unidades muestrales anteriores, pero con 4 especies compartidas entre parcelas. Entre las parcelas 567 - 502 y 648-567 se encontró una similitud de 71% cada una con 5 especies compartidas en cada parcela compartida. La tendencia al agrupamiento entre pares de parcelas es confirmada por el Índice de similitud de Jaccard (Figura N° 40).

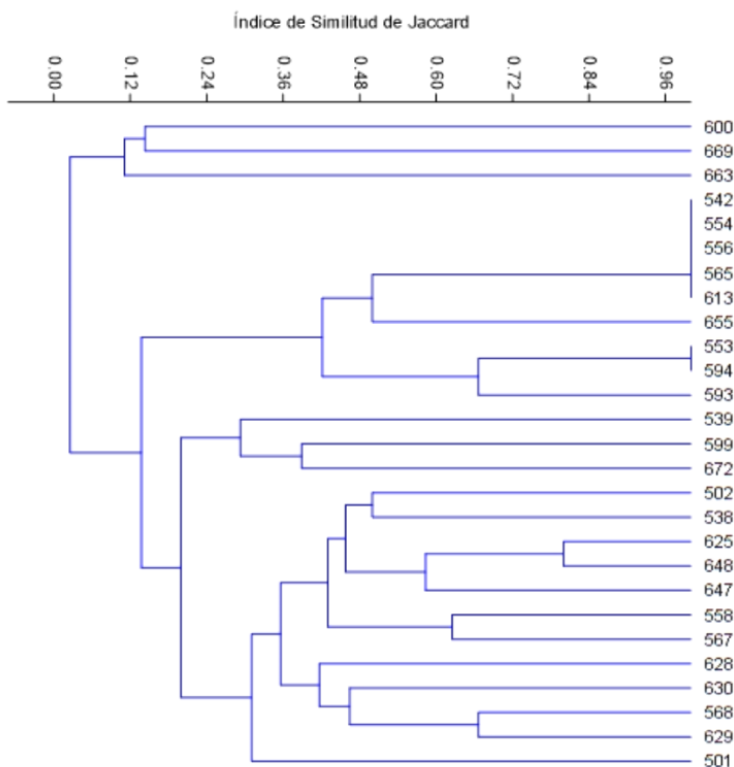


Figura N° 40. Similitud de especies entre las 27 unidades muestrales evaluadas con registro de individuos. Los valores de la derecha representan las unidades muestrales, donde se puede apreciar la similitud entre pares de unidades muestrales como la 553- 593, 629-568, 360-443 y 444-492, 567-502 y 648-567.

Cuadro N° 51. Similitud de especies entre las 27 unidades muestrales evaluadas en la ecozona selva baja. Los valores sombreados en la diagonal representa el número de especies en cada parcela, los valores por encima de la diagonal son las especies comunes entre unidades muestrales y por debajo de la diagonal son los índice de Sørensen expresado en porcentaje.

Unidades Muestrales	Unidades Muestrales																											
	501	502	538	539	542	553	554	556	558	565	567	568	593	594	599	600	613	625	628	629	630	647	648	655	663	669	672	
501	2	2	2	1	0	1	0	0	2	0	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	2	1	2	0	0	0	0	1
502	50	6	4	3	0	1	0	0	3	0	5	4	1	1	2	0	0	3	2	3	3	3	4	1	0	0	3	
538	50	67	6	3	0	1	0	0	2	0	4	4	1	1	2	0	0	3	2	3	3	3	4	1	1	0	4	
539	17	38	38	10	0	0	0	0	1	0	3	4	0	0	6	3	0	2	3	3	3	3	3	1	3	1	4	
542	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	
553	50	25	25	0	67	2	1	1	2	1	2	1	2	2	0	0	1	2	1	0	1	2	2	1	0	0	2	
554	0	0	0	0	100	67	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	
556	0	0	0	0	100	67	100	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	
558	57	55	36	13	33	57	33	33	5	1	5	2	2	2	0	0	1	3	2	1	2	2	3	1	0	0	2	
565	0	0	0	0	100	67	100	100	33	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	
567	40	71	57	33	22	40	22	22	77	22	8	4	2	2	2	0	1	4	3	3	3	4	5	2	0	0	4	
568	50	67	67	50	0	25	0	0	36	0	57	6	1	1	4	2	0	3	3	4	4	3	4	1	1	1	4	
593	40	22	22	0	50	80	50	50	50	50	36	22	3	2	1	0	1	2	1	0	1	2	2	1	0	0	2	
594	50	25	25	0	67	100	67	67	57	67	40	25	80	2	0	0	1	2	1	0	1	2	2	1	0	0	2	
599	0	21	21	52	0	0	0	0	0	0	19	42	13	0	13	5	0	1	3	3	4	3	3	1	3	4	7	
600	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	24	0	0	42	11	0	0	1	1	1	0	0	0	2	3	3	1	
613	0	0	0	0	100	67	100	100	33	100	22	0	50	67	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	
625	67	60	60	29	40	67	40	40	67	40	67	60	57	67	12	0	40	4	3	2	3	3	4	2	0	0	3	
628	29	36	36	40	33	29	33	33	40	33	46	55	25	29	33	13	33	67	5	3	3	3	3	2	0	0	4	
629	33	60	60	43	0	0	0	0	22	0	50	80	0	0	35	13	0	50	67	4	3	2	3	1	0	0	3	
630	50	50	50	38	0	25	0	0	36	0	43	67	22	25	42	12	0	60	55	60	6	2	3	1	1	1	4	
647	29	55	55	40	33	57	33	33	40	33	62	55	50	57	33	0	33	67	60	44	36	5	4	2	0	0	5	
648	50	67	67	38	29	50	29	29	55	29	71	67	44	50	32	0	29	80	55	60	50	73	6	2	1	0	4	
655	0	25	25	17	67	50	67	67	29	67	40	25	40	50	13	0	67	67	57	33	25	57	50	2	0	0	2	
663	0	0	10	25	0	0	0	0	0	0	10	0	0	22	16	0	0	0	0	0	10	0	10	0	14	3	2	
669	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	11	0	0	31	25	0	0	0	0	0	11	0	0	0	22	13	2	
672	13	32	42	35	14	27	14	14	22	14	38	42	25	27	54	25	14	35	44	35	42	56	42	27	15	15	13	

5.3.2. Estructura del bosque

5.3.2.1. Estructura horizontal

En la Figura N° 41 se presenta la distribución diamétrica del número de árboles hectárea ≥ 5 cm dap, configurando la típica “J” invertida.

La estructura horizontal de los árboles del bosque de costa, refleja una mayor distribución de individuos en las clases diamétricas menores y escasa presencia de individuos en las clases diamétricas superiores. En total se contó hasta 43 tallos por hectárea, el 49.9% de los tallos corresponden a fustales ($5 \leq \text{dap} < 10$) y el resto al estrato arbóreo (≥ 10 dap) corresponde el 50.05%. Las especies más abundantes en el grupo fustales son: *Bursera graveolens*, *Cordia lutea*, *Prosopis pallida*, *Loxopterygium huasango*, *Caesalpinia paipái*, *Capparis scabrida*, *Eriotheca ruizii*, *Tabebuia sp.*, *Pithecellobium excelsum*, *Cochlospermum vitifolium*. En el estrato arbóreo están las mismas especies que en fustales.

En las clases diamétricas de 5-9.90 y 20-29.9 cm las especies *Cordia lutea* y *Bursera graveolens* sobresalen en sus respectivas clases diamétricas. Las especies que tienen menos abundancia en diámetros de 5-9.90 cm son *Caesalpinia paipái*, *Tabebuia sp.* y *Pithecellobium excelsum*. Las especies más abundantes en la clase diamétrica 15-19.9 cm son: *Loxopterygium huasango*. En la clase diamétrica ≥ 30 cm dap no existen especies que destaquen.

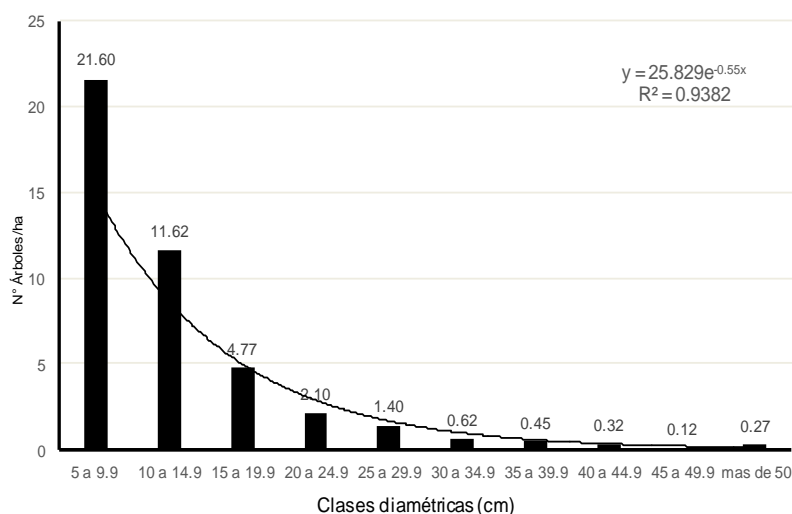


Figura N° 41. Distribución diamétrica de árboles por hectárea en la ecozona costa

En el Cuadro N° 52, se presenta las diez primeras especies forestales con mayor número de árboles por hectárea. Sobresalen de este grupo la especies *Cordia lutea*, *Bursera graveolens* y *Prosopis pallida*, representando casi el 50%.

En el grupo de fustales ($5 \leq dap < 10$), las especies *Cordia lutea* y *Bursera graveolens* aportan juntos más del 40% del total reportado en esta ecozona. A nivel de árboles ($dap \geq 10$) destacan las especies *Bursera graveolens* y *Prosopis pallida* que contribuyen con algo más de 40% en este estrato. Se observa que *Bursera graveolens* en la clase diamétrica 15 a mas dap no existen individuos maduros debido a que gran aprovechamiento como producto no maderable como la producción de aceites esenciales y materia prima para rituales.

Cuadro N° 52. Promedio del número de árboles por hectárea por clase diamétrica en general y por grupos (fustales y árboles) de las 10 primeras especies forestales

Especie	Número de pies/ha por clase diamétrica										Número de pies/ha por grupos		
	5 a 9.9	10 a 14.9	15 a 19.9	20 a 24.9	25 a 29.9	30 a 34.9	35 a 39.9	40 a 44.9	45 a 49.9	más de 50	Total	5 ≤ Dap < 10	Dap ≥ 10
<i>Bursera graveolens</i>	3.27	3.32	0.90	0.27	0.12	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	7.88	3.27	4.62
<i>Cordia lutea</i>	5.90	0.70	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	6.72	5.90	0.82
<i>Prosopis pallida</i>	2.57	2.13	0.98	0.32	0.40	0.07	0.07	0.03	0.02	0.02	6.60	2.57	4.03
<i>Loxopterygium huasango</i>	0.70	1.25	1.07	0.40	0.30	0.22	0.12	0.07	0.03	0.15	4.30	0.70	3.60
<i>Caesalpinia paipai</i>	1.03	1.05	0.30	0.25	0.08	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	2.87	1.03	1.83
<i>Capparis scabrida</i>	1.97	0.53	0.12	0.12	0.08	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	2.83	1.97	0.87
<i>Eriotheca ruizii</i>	0.17	0.32	0.30	0.27	0.12	0.17	0.17	0.07	0.03	0.02	1.62	0.17	1.45
<i>Tabebuia</i> sp.	1.13	0.27	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	1.48	1.13	0.35
<i>Pithecellobium excelsum</i>	1.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	1.03	1.00	0.03
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.13	0.20	0.17	0.17	0.18	0.18	0.02	0.05	0.02	0.02	0.93	0.13	0.80
Demás especies*	3.70	1.75	0.75	0.23	0.12	0.08	0.05	0.05	0.02	0.05	6.80	3.70	3.10
Otro**	0.03	0.07	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.02	0.02	0.02	0.18	0.03	0.15
Total	21.60	11.62	4.77	2.10	1.40	0.62	0.45	0.32	0.12	0.27	43.25	21.60	21.65

* Son las especies que no se han considerado por presentar menor abundancia

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

El análisis individualizado de la distribución por clases diamétricas de las principales especies comerciales como *Prosopis pallida* y *Bursera graveolens* muestran algunos problemas en la estructura diamétrica de sus poblaciones naturales. Por ejemplo la primera y segunda de las nombradas no presenta individuos en las clases diamétricas de 15-19.9 cm y superiores a 50 cm dap, lo que podría poner en evidencia que estas especies requieren recuperar sus poblaciones naturales.

Con respecto a *Cordia lutea* solo se ha observado individuos en las clases diamétricas dentro del rango de 5-9.9 cm dap. Esta especie al igual que *Pithecellobium excelsum* se desarrollan en los bosques de la llanura costera y son intensamente aprovechados con fines no maderables; adicionalmente, *Loxopterygium huasango* es ampliamente utilizada como construcción de casas, muebles, instrumentos de trabajo, entre otros usos por lo que no existe individuos en la clase diamétrica de 5-9.9 cm dap.

5.3.2.2. Estructura vertical

Con el fin de caracterizar la estructura vertical de los individuos del bosque de la ecozona selva baja se ha tomado como referencia la altura máxima de los individuos.

En nuestro caso, hemos establecido arbitrariamente ocho clases altimétricas cuyos intervalos son de cinco metros cada uno y anotamos la abundancia de árboles de las especies por cada clase altimétrica, llegando de esta manera a determinar las especies más abundantes por cada clase altimétrica.

En la figura N° 42 se presenta la distribución altimétrica de los árboles ≥ 5 cm dap de las 122 unidades muestrales registradas. La mayor cantidad de árboles se encuentra en la clase de 5-9.9 m con cerca de 407 individuos, el menor número de árboles se encuentra en la clase de 35–39.9 m (0.2%), mientras que el 13% de las especies están presentes en las clases altimétricas de 10 a 14.9 m de altura.

Entre las especies valiosas desde el punto de vista comercial maderable y no maderable cuyas alturas son superiores a 25 m figuran *Bursera graveolens*, *Prosopis pallida*, *Cordia lutea*, *Loxopterygium huasango*, *Caesalpinia paipái*, *Capparis scabrida*, *Eriotheca ruizii*, *Cochlospermum vitifolium*, *Tabebuia* sp. y *Armatocereus* sp.

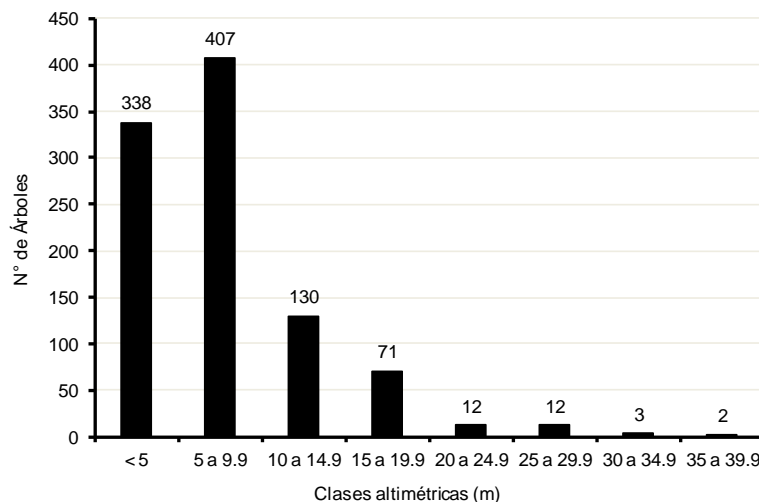


Figura N° 42. Distribución del número de árboles por clase altimétrica

En la clase altimétrica <5 m la especie más abundante son *Cordia lutea* con 83 individuos, *Prosopis pallida* con 64 individuos y *Bursera graveolens* con 60 individuos. La especie *Bursera graveolens* es la más abundante en la clase altimétrica 5-9.9 m (123 individuos), en segundo lugar está la especie *Prosopis pallida* (50 individuos) y en tercer lugar *Caesalpinia paipái* (48 individuos).

En la clase altimétrica 10-14.9 m, la especie *Loxopterygium huasango* es la más abundante con (22 individuos), en segundo lugar está la especie *Eriotheca ruizii* (17 individuos). Estas mismas dos especies son las más abundantes en la clase altimétrica 5-9.9 m con 38 y 21 individuos cada una.

En la clase altimétrica 20-24.9 m, las especies más abundantes son, *Eriotheca ruizii*, *Cochlospermum vitifolium* y *Loxopterygium huasango* con 2,3 y 3 individuos cada uno, respectivamente. La especie *Loxopterygium huasango*, es la más abundante en la clase altimétrica 25-29.9 m, seguido de *Eriotheca ruizii* con 2.

En la clase altimétrica de 30-34.9 sobresale la especie *Ceiba sp.* con 2 individuos que son los árboles más altos, mientras que la clase altimétrica de 35-39.9 sobresale la especie *Bursera graveolens* con 2 individuos.

5.3.3. Área basal

5.3.3.1. Área basal por unidad muestral

En el cuadro N° 53, se presenta el área basal estimado en m²/ha, total y por unidad muestral. El área basal total encontrado en las 122 unidades muestrales para individuos ≥5 cm dap fue de 88.68 m²/ha (promedio de 0.74 ±0.41 m²/ha). La unidad muestral 599 albergó la mayor cantidad de área basal con 17 m²/ha y el menor valor está representado en la unidad muestral 501, 553, 669 con 1 m²/ha.

En individuos del estrato arbóreo (≥10 cm dap) el área basal total es de 77.88 m²/ha (promedio de 0.65 ±0.38 m²/ha). El mayor valor en área basal se presenta en la unidad muestral 599 (16 m²/ha), la más baja en la unidad muestral 556, 567, 648, 669 con solo 1 m²/ha.

5.3.3.2. Área basal por clase diamétrica por especie

En el Cuadro N° 54, se presenta las diez primeras especies forestales con mayor área basal promedio (m²/ha) ordenadas por clases diamétricas para individuos ≥5 cm dap.

El área basal promedio encontrado en las 122 unidades muestrales de este estudio está entre 0.65 y 0.74 m²/ha para individuos ≥10 cm y >5 cm, respectivamente. Considerando solo las unidades muestrales con árboles que equivalen a 22, el área basal de individuos ≥5 cm dap es de 88 m²/ha y para individuos ≥10 cm dap es 78 m²/ha.

Las diez primeras especies con mayor área basal representan más del 87% del total registrado en esta ecozona. A nivel de fustales las especies *Prosopis pallida*, *Bursera graveolens*, *Cordia lutea* y *Capparis scabrada* abarcan cerca de 66% del área basal del grupo. En el estrato arbóreo las especies *Loxopterygium huasango*, *Prosopis pallida*, *Bursera graveolens* y *Caesalpinia paipai* aportan juntos el 72% del área basal del grupo.

Cuadro N° 53. Área basal (m²/ha), total y por unidad muestral por grupos (fustales y árboles).

Unidades Muestrales	Umbrales			Unidades Muestrales	Umbrales			Unidades Muestrales	Umbrales		
	5≤DAP<10	DAP≥10	DAP≥5		5≤DAP<10	DAP≥10	DAP≥5		5≤DAP<10	DAP≥10	DAP≥5
UM 501	0	0	1	UM 63	0	0	0	UM 282	0	0	0
UM 502	1	3	3	UM 72	0	0	0	UM 288	0	0	0
UM 538	1	5	7	UM 73	0	0	0	UM 302	0	0	0
UM 539	1	2	3	UM 103	0	0	0	UM 303	0	0	0
UM 542	0	0	0	UM 118	0	0	0	UM 307	0	0	0
UM 553	0	0	1	UM 119	0	0	0	UM 308	0	0	0
UM 554	0	0	0	UM 130	0	0	0	UM 322	0	0	0
UM 556	0	1	2	UM 134	0	0	0	UM 323	0	0	0
UM 558	1	6	7	UM 135	0	0	0	UM 324	0	0	0
UM 565	0	2	2	UM 143	0	0	0	UM 326	0	0	0
UM 567	1	1	2	UM 144	0	0	0	UM 327	0	0	0
UM 568	1	5	6	UM 145	0	0	0	UM 328	0	0	0
UM 593	0	0	0	UM 158	0	0	0	UM 353	0	0	0
UM 594	0	0	0	UM 159	0	0	0	UM 356	0	0	0
UM 599	1	16	17	UM 160	0	0	0	UM 357	0	0	0
UM 600	0	5	5	UM 161	0	0	0	UM 358	0	0	0
UM 613	0	0	0	UM 174	0	0	0	UM 399	0	0	0
UM 625	0	0	0	UM 175	0	0	0	UM 403	0	0	0
UM 628	0	4	4	UM 176	0	0	0	UM 404	0	0	0
UM 629	0	2	2	UM 187	0	0	0	UM 407	0	0	0
UM 630	1	2	2	UM 197	0	0	0	UM 408	0	0	0
UM 647	0	9	9	UM 198	0	0	0	UM 409	0	0	0
UM 648	0	1	2	UM 199	0	0	0	UM 412	0	0	0
UM 655	0	0	0	UM 204	0	0	0	UM 413	0	0	0
UM 663	0	4	4	UM 205	0	0	0	UM 414	0	0	0
UM 669	0	1	1	UM 206	0	0	0	UM 484	0	0	0
UM 672	1	7	8	UM 215	0	0	0	UM 492	0	0	0
UM 8	0	0	0	UM 226	0	0	0	UM 497	0	0	0
UM 25	0	0	0	UM 247	0	0	0	UM 508	0	0	0
UM 26	0	0	0	UM 248	0	0	0	UM 509	0	0	0
UM 30	0	0	0	UM 249	0	0	0	UM 522	0	0	0
UM 31	0	0	0	UM 250	0	0	0	UM 527	0	0	0
UM 35	0	0	0	UM 255	0	0	0	UM 541	0	0	0
UM 36	0	0	0	UM 256	0	0	0	UM 543	0	0	0
UM 39	0	0	0	UM 257	0	0	0	UM 549	0	0	0
UM 40	0	0	0	UM 274	0	0	0	UM 595	0	0	0
UM 48	0	0	0	UM 275	0	0	0	UM 598	0	0	0
UM 49	0	0	0	UM 276	0	0	0	UM 608	0	0	0
UM 53	0	0	0	UM 280	0	0	0	UM 614	0	0	0
UM 62	0	0	0	UM 281	0	0	0	UM 624	0	0	0
Total									10.80	77.88	88.68
Promedio									0.09	0.65	0.74
Error absoluto									0.04	0.38	0.41

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 54. Promedio del área basal (m²/ha) por clase diamétrica por grupos (fustales y árboles) de las 10 primeras especies forestales

Especie	Área basal (m ² /ha) por clase diamétrica										Área basal (m ² /ha) por grupos		
	5 a 9.9	10 a 14.9	15 a 19.9	20 a 24.9	25 a 29.9	30 a 34.9	35 a 39.9	40 a 44.9	45 a 49.9	más de 50	Total	5≤Dap<10	Dap ≥10
<i>Loxopterygium huasango</i>	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.04	0.16	0.00	0.15
<i>Prosopis pallida</i>	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.12	0.01	0.10
<i>Bursera graveolens</i>	0.02	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.02	0.08
<i>Eriotheca ruizii</i>	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.08	0.00	0.08
<i>Caesalpinia paipai</i>	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.00	0.06
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03
<i>Cordia lutea</i>	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.01
<i>Capparis scabrida</i>	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.02
<i>Ceiba</i> spp.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.03
<i>Armatocereus</i> sp.	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02
Demas especies*	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.09	0.02	0.07
Otros**	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Total	0.09	0.13	0.11	0.08	0.08	0.05	0.05	0.04	0.02	0.09	0.74	0.09	0.65

* Son las especies que no se han considerado por presentar menor área basal

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

5.3.4. Existencias volumétricas

5.3.4.1. Volumen por unidad muestral

En el cuadro N° 55, se presenta el volumen estimado en m³/ha, total y por unidad muestral.

El volumen total de madera encontrado en las 122 unidades muestrales para individuos ≥5 cm dap es de 345 m³ y para árboles ≥10 cm dap es de 324 m³ en una superficie de 1'584,485 ha. El promedio de madera para individuos ≥5 cm dap es de 2.87 ±1.97 m³/ha. y para los individuos ≥10 cm de dap es de 2.70 ±1.93 m³/ha.

La unidad muestral 599 albergó la mayor cantidad de volumen (m³/ha) ≥5 cm dap (85 m³/ha); mientras que en la unidades muestrales 501, 553 y 655 se registró la menor cantidad de volumen (1 m³/ha). En el estrato arbóreo (≥10 cm dap), la unidad muestral 599 acogió la mayor cantidad de volumen (83 m³/ha), el menor valor fue registrado en la unidad muestral 553 y 655 (1 m³/ha).

Cuadro N° 55. Volumen (m3/ha), total y por unidad muestral para individuos ≥5 cm dap y ≥10 cm de dap

Unidades Muestrales	Umbrales			Unidades Muestrales	Umbrales			Unidades Muestrales	Umbrales		
	5≤DAP<10	DAP≥10	DAP≥5		5≤DAP<10	DAP≥10	DAP≥5		5≤DAP<10	DAP≥10	DAP≥5
UM 501	0	0	1	UM 63	0	0	0	UM 282	0	0	0
UM 502	1	7	8	UM 72	0	0	0	UM 288	0	0	0
UM 538	2	14	16	UM 73	0	0	0	UM 302	0	0	0
UM 539	2	8	10	UM 103	0	0	0	UM 303	0	0	0
UM 542	0	0	0	UM 118	0	0	0	UM 307	0	0	0
UM 553	0	1	1	UM 119	0	0	0	UM 308	0	0	0
UM 554	0	0	0	UM 130	0	0	0	UM 322	0	0	0
UM 556	0	3	3	UM 134	0	0	0	UM 323	0	0	0
UM 558	1	15	17	UM 135	0	0	0	UM 324	0	0	0
UM 565	0	10	10	UM 143	0	0	0	UM 326	0	0	0
UM 567	2	3	5	UM 144	0	0	0	UM 327	0	0	0
UM 568	1	10	11	UM 145	0	0	0	UM 328	0	0	0
UM 593	0	0	0	UM 158	0	0	0	UM 353	0	0	0
UM 594	0	0	0	UM 159	0	0	0	UM 356	0	0	0
UM 599	1	83	85	UM 160	0	0	0	UM 357	0	0	0
UM 600	0	71	71	UM 161	0	0	0	UM 358	0	0	0
UM 613	0	0	0	UM 174	0	0	0	UM 399	0	0	0
UM 625	0	0	0	UM 175	0	0	0	UM 403	0	0	0
UM 628	0	4	4	UM 176	0	0	0	UM 404	0	0	0
UM 629	0	7	7	UM 187	0	0	0	UM 407	0	0	0
UM 630	2	5	6	UM 197	0	0	0	UM 408	0	0	0
UM 647	0	19	19	UM 198	0	0	0	UM 409	0	0	0
UM 648	1	5	6	UM 199	0	0	0	UM 412	0	0	0
UM 655	0	1	1	UM 204	0	0	0	UM 413	0	0	0
UM 663	1	28	29	UM 205	0	0	0	UM 414	0	0	0
UM 669	1	12	13	UM 206	0	0	0	UM 484	0	0	0
UM 672	3	18	21	UM 215	0	0	0	UM 492	0	0	0
UM 8	0	0	0	UM 226	0	0	0	UM 497	0	0	0
UM 25	0	0	0	UM 247	0	0	0	UM 508	0	0	0
UM 26	0	0	0	UM 248	0	0	0	UM 509	0	0	0
UM 30	0	0	0	UM 249	0	0	0	UM 522	0	0	0
UM 31	0	0	0	UM 250	0	0	0	UM 527	0	0	0
UM 35	0	0	0	UM 255	0	0	0	UM 541	0	0	0
UM 36	0	0	0	UM 256	0	0	0	UM 543	0	0	0
UM 39	0	0	0	UM 257	0	0	0	UM 549	0	0	0
UM 40	0	0	0	UM 274	0	0	0	UM 595	0	0	0
UM 48	0	0	0	UM 275	0	0	0	UM 598	0	0	0
UM 49	0	0	0	UM 276	0	0	0	UM 608	0	0	0
UM 53	0	0	0	UM 280	0	0	0	UM 614	0	0	0
UM 62	0	0	0	UM 281	0	0	0	UM 624	0	0	0
Total									20.43	324.30	344.74
Promedio									0.17	2.70	2.87
Error absoluto									0.09	1.93	1.97

Fuente: Elaboración propia

5.3.4.2. Volumen comercial por clase diamétrica por especie

En el Cuadro N° 56, se presenta las diez primeras especies forestales con volumen promedio (m³/ha) ordenadas por clases diamétricas para individuos ≥5 cm dap.

Las diez primeras especies con mayor volumen constituyen más del 86% del total registrado en esta ecozona. A nivel de fustales cuatro especies (*Cordia lutea*, *Bursera graveolens*, *Prosopis pallida* y *Capparis scabrida*) representan más de 54% del volumen total registrado en este grupo. En el estrato arbóreo de las diez especies solo cuatro destacan por su volumen maderable (*Loxopterygium huasango*, *Ceiba* sp., *Eriotheca ruizii* y *Prosopis pallida*, con más de 63% del total registrado en este grupo.

Cuadro N° 56. Promedio del volumen (m³/ha) por clase diamétrica por grupos (fustales y árboles) de las diez primeras especies forestales

Especie	Volumen (m ³ /ha) por clase diamétrica										Volumen (m ³ /ha) por grupo		
	5 a 9.9	10 a 14.9	15 a 19.9	20 a 24.9	25 a 29.9	30 a 34.9	35 a 39.9	40 a 44.9	45 a 49.9	más de 50	Total	5≤dap<10	Dap ≥10
<i>Loxopterygium huasango</i>	0.006	0.035	0.070	0.051	0.065	0.039	0.059	0.021	0.038	0.194	0.577	0.006	0.571
<i>Ceiba</i> sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.484	0.484	0.000	0.484
<i>Eriotheca ruizii</i>	0.002	0.010	0.023	0.039	0.022	0.065	0.086	0.060	0.055	0.015	0.377	0.002	0.375
<i>Prosopis pallida</i>	0.019	0.055	0.067	0.046	0.062	0.012	0.012	0.018	0.002	0.022	0.314	0.019	0.296
<i>Bursera graveolens</i>	0.027	0.077	0.058	0.026	0.023	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.215	0.027	0.188
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.002	0.012	0.022	0.029	0.070	0.000	0.003	0.030	0.017	0.000	0.184	0.002	0.182
<i>Caesalpinia paipai</i>	0.007	0.031	0.017	0.016	0.012	0.007	0.009	0.020	0.000	0.019	0.137	0.007	0.131
<i>Terminalia valverdeae</i>	0.000	0.006	0.003	0.005	0.005	0.005	0.000	0.022	0.026	0.019	0.091	0.000	0.091
<i>Cordia lutea</i>	0.037	0.013	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	0.037	0.022
<i>Capparis scabrida</i>	0.009	0.010	0.005	0.009	0.006	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.040	0.009	0.031
Demas especies*	0.062	0.078	0.057	0.043	0.033	0.046	0.011	0.016	0.000	0.000	0.346	0.062	0.284
Otros**	0.000	0.003	0.002	0.015	0.000	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	0.049	0.000	0.049
Total	0.170	0.330	0.331	0.280	0.296	0.180	0.181	0.214	0.138	0.751	2.873	0.170	2.703

* Son las especies que no se han considerado por presentar menor volumen

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

5.3.5. Índice Valor de Importancia - IVI

5.3.5.1. Índice Valor de Importancia de las familias

A nivel general en la ecozona costa se registró un total de 21 familias. En los cuadros N° 57 y 58 se presenta la lista de las diez primeras familias de fustales y del estrato arbóreo ordenado por su orden de IVI y los parámetros de abundancia, dominancia y frecuencia.

Cuadro N° 57. Lista de las diez primeras familias de fustales con mayor IVI en el bosque de la ecozona costa.

Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Fabaceae	183	28.24	18.33	26.83	0.74	27.24	82.31
Boraginaceae	177	27.31	9.17	13.41	0.68	25.03	65.76
Burseraceae	98	15.12	5.00	7.32	0.49	18.31	40.75
Capparaceae	69	10.65	9.17	13.41	0.28	10.46	34.53
Bignoniaceae	35	5.40	1.67	2.44	0.15	5.74	13.58
Polygonaceae	30	4.63	4.17	6.10	0.11	4.11	14.83
Anacardiaceae	21	3.24	6.67	9.76	0.09	3.37	16.37
Malvaceae	7	1.08	1.67	2.44	0.03	1.23	4.75
Rubiaceae	6	0.93	1.67	2.44	0.03	1.09	4.46
Ximeniaceae	6	0.93	1.67	2.44	0.02	0.87	4.23
Demás especies*	15	2.31	8.33	12.20	0.07	2.44	16.95
Otros**	1	0.15	0.83	1.22	0.00	0.12	1.49
Total	648	100.00	68.33	100.00	2.70	100.00	300.00

* Son las familias que cuentan con menor IVI

** Son las especies no asociadas con ninguna familia

Cuadro N° 58. Lista de las diez primeras familias del estrato arbóreo con mayor IVI en el bosque de la ecozona costa.

Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Fabaceae	397	30.56	18.33	20.95	10.95	28.11	79.63
Anacardiaceae	218	16.78	12.50	14.29	9.28	23.82	54.89
Burseraceae	277	21.32	8.33	9.52	4.54	11.67	42.52
Malvaceae	92	7.08	5.00	5.71	6.29	16.14	28.94
Capparaceae	67	5.16	13.33	15.24	1.54	3.95	24.35
Boraginaceae	49	3.77	6.67	7.62	0.60	1.53	12.92
Bixaceae	48	3.70	2.50	2.86	2.04	5.24	11.80
Cactaceae	38	2.93	4.17	4.76	0.98	2.51	10.20
Bignoniaceae	38	2.93	1.67	1.90	0.60	1.55	6.38
Polygonaceae	27	2.08	1.67	1.90	0	1.15	5.14
Demás especies*	40	3.08	11.67	13.33	1	3.59	20.00
Otros**	8	0.62	1.67	1.90	0	0.72	3.24
Total	1299	100.00	87.50	100.00	38.94	100.00	300.00

* Son las familias que cuentan con menor IVI

** Son las especies no asociadas con ninguna familia

5.3.5.2. Índice Valor de Importancia de las especies

En el cuadro N° 59, se presenta las diez primeras especies del estrato fustal que dominan sobre el resto de las especies.

Cuadro N° 59. Índice Valor de Importancia de las primeras diez especies fustales

Especie	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel	Dom Abs	Dom Rel	
<i>Cordia lutea</i>	177	27.31	9.17	11.46	0.68	25.03	63.80
<i>Bursera graveolens</i>	98	15.12	5.00	6.25	0.49	18.31	39.68
<i>Prosopis pallida</i>	77	11.88	11.67	14.58	0.31	11.46	37.93
<i>Capparis scabrida</i>	59	9.10	8.33	10.42	0.23	8.62	28.14
<i>Tabebuia sp.</i>	34	5.25	1.67	2.08	0.15	5.50	12.83
<i>Caesalpinia paipai</i>	31	4.78	3.33	4.17	0.13	4.91	13.86
<i>Pithecellobium excelsum</i>	30	4.63	3.33	4.17	0.13	4.65	13.44
<i>Coccoloba ruiziana</i>	23	3.55	2.50	3.13	0.08	2.79	9.47
<i>Loxopterygium huasango</i>	21	3.24	6.67	8.33	0.09	3.37	14.94
<i>Leucaena sp.</i>	18	2.78	0.83	1.04	0.07	2.73	6.55
Demás especies*	79	12.19	26.67	33.33	0.34	12.52	58.04
Otros**	1	0.15	0.83	1.04	0.00	0.12	1.31
Total	648	100.00	80.00	100.00	2.70	100.00	300.00

* Son las especies que presentan menor IVI

** Son las especies que no están relacionadas con algún nombre científico

En el cuadro N° 60, se presenta la lista de las diez primeras especies del estrato arbóreo con mayor IVI.

Cuadro N° 60. Lista de las diez primeras especies del estrato arbóreo con mayor IVI

Especie	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel	Dom Abs	Dom Rel	
<i>Bursera graveolens</i>	277	21.32	8.33	7.69	4.54	11.67	40.68
<i>Prosopis pallida</i>	242	18.63	10.83	10.00	6.29	16.15	44.78
<i>Loxopterygium huasango</i>	216	16.63	11.67	10.77	9.26	23.78	51.18
<i>Caesalpinia paipai</i>	110	8.47	5.83	5.38	3.61	9.28	23.13
<i>Eriotheca ruizii</i>	87	6.70	5.00	4.62	4.71	12.10	23.41
<i>Capparis scabrida</i>	52	4.00	11.67	10.77	1.12	2.86	17.64
<i>Cordia lutea</i>	49	3.77	6.67	6.15	0.60	1.53	11.46
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	48	3.70	2.50	2.31	2.04	5.24	11.25
<i>Armatocereus sp.</i>	38	2.93	4.17	3.85	0.98	2.51	9.28
<i>Coccoloba sp.</i>	23	1.77	1.67	1.54	0.36	0.93	4.24
Demás especies*	148	11.39	38.33	35.38	5.10	13.10	59.88
Otros**	9	0.69	1.67	1.54	0.33	0.84	3.07
Total	1299	100.00	108.33	100.00	38.94	100.00	300.00

* Son las especies que presentan menor IVI

** Son las especies que no están relacionadas con algún nombre científico

5.3.6. Número de brinzales y latizales

En el cuadro N° 61 y 62 se presenta las diez primeras especies forestales con el mayor número de brinzales y latizales por hectárea, para la ecozona costa. El número de plántulas por hectárea revela que existe de regeneración como una buena reserva de árboles del futuro, por lo que el manejo del bosque en costa debe concentrarse en proporcionar las condiciones necesarias para que estas plántulas se desarrollen dentro del bosque para futuras manejos.

Cuadro N° 61. Número de individuos por hectárea y frecuencia absoluta de las primeras diez especies forestales de brinzales

Especies	Densidad		Frecuencia	
	Den. Abs.	Den. Rel.(%)	Frec. Abs.	Frec. Rel.(%)
<i>Bursera graveolens</i>	11.11	10.00	6.67	12.12
<i>Cordia lutea</i>	7.78	7.00	4.17	7.58
<i>Prosopis sp.</i>	6.67	6.00	3.33	6.06
<i>Acacia sp.</i>	5.56	5.00	2.50	4.55
<i>Capparis sp.</i>	5.56	5.00	3.33	6.06
<i>Caesalpinia paipai</i>	4.44	4.00	2.50	4.55
<i>Loxopterygium huasangx</i>	4.44	4.00	3.33	6.06
<i>Armatocereus sp.</i>	3.33	3.00	0.83	1.52
<i>Cochlospermum vitifoliu.</i>	2.22	2.00	1.67	3.03
<i>Eriotheca ruizii</i>	2.22	2.00	1.67	3.03
Demás especies*	13.33	12.00	9.17	16.67
Otros**	44.44	40.00	15.83	28.79
Total	111.11	100	55	100

* Son las especies que se han agrupado por presentar menor valor

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

Cuadro N° 62. Número de individuos por hectárea y frecuencia absoluta de las primeras nueve especies forestales de latizales

Especies	Densidad		Frecuencia	
	Den. Abs.	Den. Rel.(%)	Frec. Abs.	Frec. Rel.(%)
<i>Cordia lutea</i>	5.28	14.39	8.33	13.89
<i>Prosopis sp.</i>	4.72	12.88	6.67	11.11
<i>Bursera graveolens</i>	2.50	6.82	3.33	5.56
<i>Capparis sp.</i>	2.50	6.82	5.00	8.33
<i>Acacia sp.</i>	1.67	4.55	2.50	4.17
<i>Loxopterygium huasangx</i>	1.11	3.03	2.50	4.17
<i>Caesalpinia paipai</i>	0.83	2.27	1.67	2.78
<i>Eriotheca ruizii</i>	0.83	2.27	1.67	2.78
<i>Leucaena trichodes</i>	0.83	2.27	1.67	2.78
<i>Tabebuia sp.</i>	0.83	2.27	0.83	1.39
Demás especies*	5.56	15.15	15.00	25.00
Otros**	10.00	27.27	10.83	18.06
Total	36.67	100.00	60.00	100.00

* Son las especies que se han agrupado por presentar menor valor

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

5.3.7. Perturbaciones y efectos sobre los bosques

5.3.7.1. Perturbación Natural

De acuerdo con Las libretas de campo revisados, el factor ambiental que causa mayor perturbación natural en la ecozona costa es la sequía (33.3%) que afecta principalmente a las unidades muestrales UM 538, UM 556, UM 558, UM 568, UM 594, UM 613, UM 628, UM 647 y UM 655. Las magnitud de la perturbación va desde moderadamente hasta fuertemente perturbado; no obstante el 59.3% de las unidades muestrales del bosque de la Costa no ha sido perturbada; el menor porcentaje de perturbación es ocasionado por la erosión de suelos (3.7%)

En la figura N° 43, se presenta en términos porcentuales los factores ambientales naturales que causan perturbación en los bosques de la ecozona Costa.

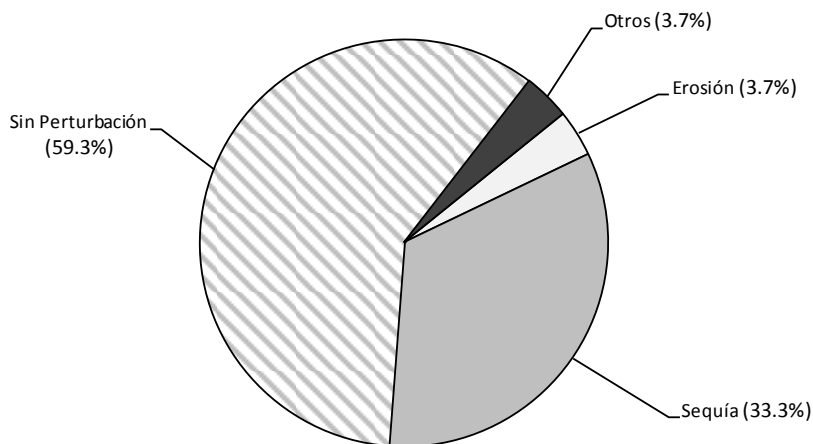


Figura N° 43. Factores de perturbación natural de los árboles del bosque de la ecozona costa.

5.3.7.2. Perturbación Antrópica

De acuerdo con los registros recabados de las libretas de campo, la principal perturbación antrópica que causa daño a los bosques de la ecozona costa es el pastoreo presente en aproximadamente 55.9% de los árboles de las unidades muestrales y afecta principalmente a las unidades muestrales: UM 501, UM 502, UM 538, UM 539, UM 542, UM 550, UM 558, UM 567, UM 568, UM 599, UM 600, UM 629, UM 630, UM 647, UM 648, UM 655, UM 663, UM 669 y UM 672. Aproximadamente el 8.8% de las unidades muestrales no están afectadas por ningún tipo de perturbación. La perturbación generada por la tala representa 17.65% y la perturbación antrópica que ocasiona la apertura de trocha representa el 11.76%. Las perturbaciones antrópicas con más baja afectación corresponde a extracción de leña y construcción de infraestructura con 2.94% cada una.

En la Figura N° 44, se presenta los agentes antrópicos que ocasionan perturbación en los árboles del bosque de la ecozona Costa.

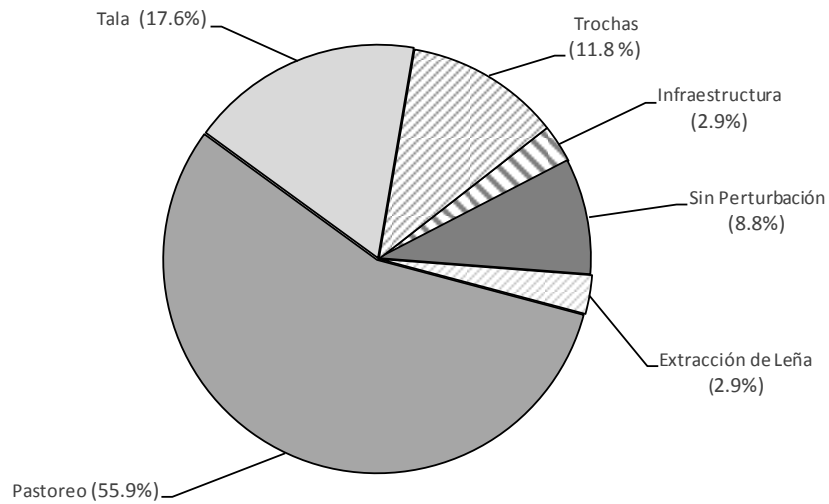
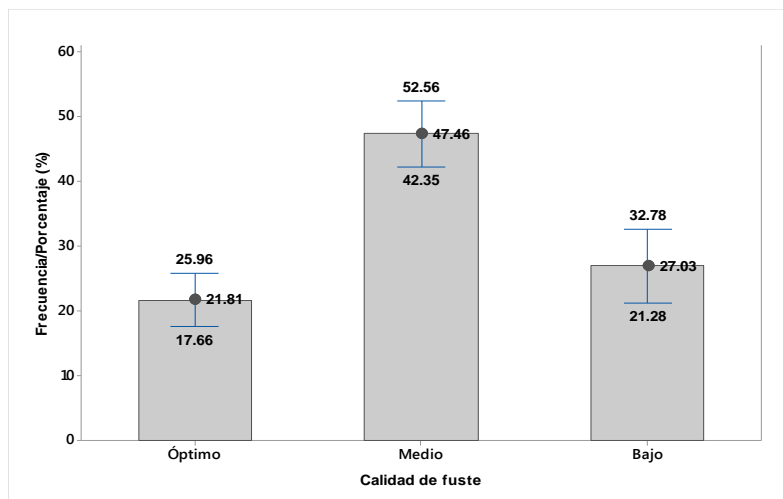


Figura N° 44. Agentes responsables de perturbación antrópica en los bosques de la ecozona costa.

5.3.8. Condición de los árboles

5.3.8.1. Calidad de fuste de los árboles de especies comerciales y no comerciales

En la figura N° 45, se presenta el promedio de la frecuencia expresado en porcentaje de la calidad de fuste de los árboles presentes en las unidades muestrales donde existen estos individuos. Los árboles evaluados presentan un baja calidad de fuste óptimo de 25.96%, los árboles con fuste de calidad bajo es de 27.03%. Esta baja proporción de árboles de calidad óptima nos indica que no pueden sostener una industria de transformación de madera.



Las desviaciones estándar individuales se utilizaron para calcular los inventarios
Las barras son un error estándar de la media

Figura N° 45. Calidad de fuste de los árboles incluyendo de la ecozona costa

5.3.8.2. Condición fitosanitaria de los árboles de especies comerciales y no comerciales

Los árboles de la ecozona costa registrados cuentan con buen estado fitosanitario con un aproximado de 75% de los individuos “sin daño”, mientras que existen individuos con “daño leve” representan el 9% y con “daño severo” representan solo el 2%, lo cual indica que los individuos identificados en los bosques se encuentran en buenas condiciones fitosanitarias. Finalmente, existe un porcentaje alto de individuos muertos con cerca de 14%, incluyéndose a aquellos muertos por causas naturales y antrópicas (figura N° 46).

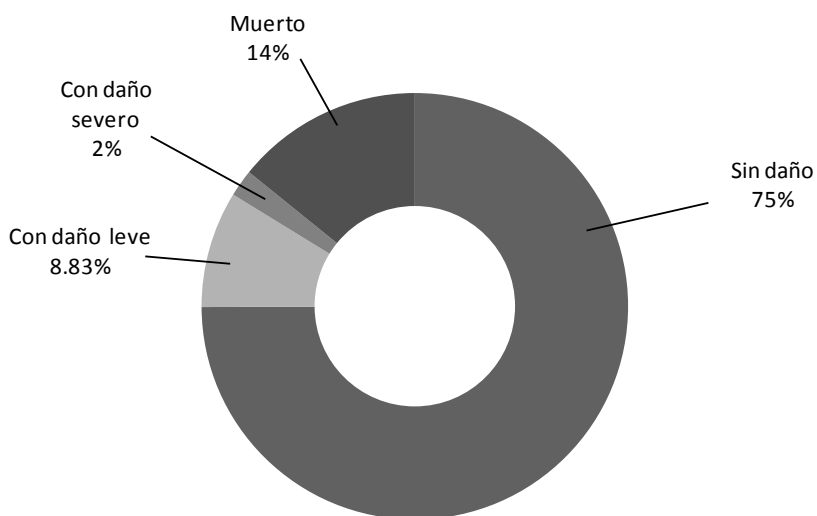


Figura N° 46. Grado de afectación fitosanitaria de los árboles ≥ 5 cm de dap registrados en la ecozona costa.

En la figura N° 47 se muestra la condición fitosanitaria de los árboles registrados en las unidades muestrales evaluadas de la ecozona costa, el 75% de árboles observados son sanos, representando el más alto porcentaje. Por otro lado, un valor medio en porcentaje de los individuos se encuentran con fuste quemado que representa 5% y fuste picado que representa 4%, asimismo, se encuentra individuos con porcentaje muy bajo con fuste hueco que representa tan solo el 2%. Finalmente, no se encuentra daños causados por animales ni enfermo por plagas o enfermedades.

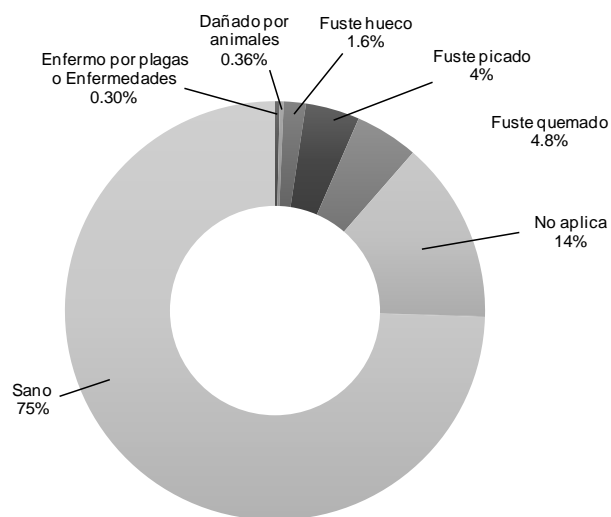


Figura N° 47. Condición fitosanitaria de los árboles ≥ 5 cm de dap registrados en la ecozona costa.

En la ecozona costa, se puede encontrar aproximadamente 1,451 individuos sanos representando el más alto porcentaje indicado anteriormente. Con respecto a fuste quemado fueron registrados 95 individuos, fuste picado 81 individuos y fuste hueco aproximadamente 33 individuos. Los árboles con daño causado por animales y por plaga o enfermedades, representan 7% y 6%, respectivamente.

5.3.8.3. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones)

El estado de los árboles muertos en pie sin copa ni ramas y tocones, tiene un aproximado de valor de la media de 0.87% y 0.45% respectivamente con un intervalo de confianza al 95%. Los parámetros estadísticos se presentan en el cuadro N° 63.

Cuadro N° 63. Parámetros estadísticos del estado de los árboles ≥ 5 cm dap registrados en las unidades muestrales.

Estado del árbol	N	Media	Desv. Estándar	Error Estándar	Desviación estándar		Interv. De Conf. Al 95%	
					Lim. Inf.	Lim. Sup.	Lim. Inf.	Lim. Sup.
Muerto en pie, con copas y ramas sin hojas	27	2.74	11.05	1.01	1.730	3.750	0.740	4.740
Muerto en pie, sin copa ni ramas	27	0.871	4.939	0.451	0.420	1.322	-0.022	1.764
Tocón	27	0.454	1.897	0.173	0.281	0.627	0.111	0.797
Vivo	27	18.43	35.94	3.28	15.150	21.710	11.935	24.925

Fuente: Elaboración propia

En las parcelas evaluadas, se presentan mayoritariamente árboles vivos, alcanzando un promedio de 18.43% del total registrado. Los árboles muertos en pie representan 3.61%, de los cuales un 0.87 % son muertos en pie sin copas ni ramas y 2.74% corresponden a muertos en pie con copa y ramas sin hojas. Los árboles muertos en pie pueden contener volúmenes considerables de carbono y cumplir funciones ecológicas importantes como refugio y alimento de animales, así como sustrato de plantas antes de descomponerse (Figura N° 48).

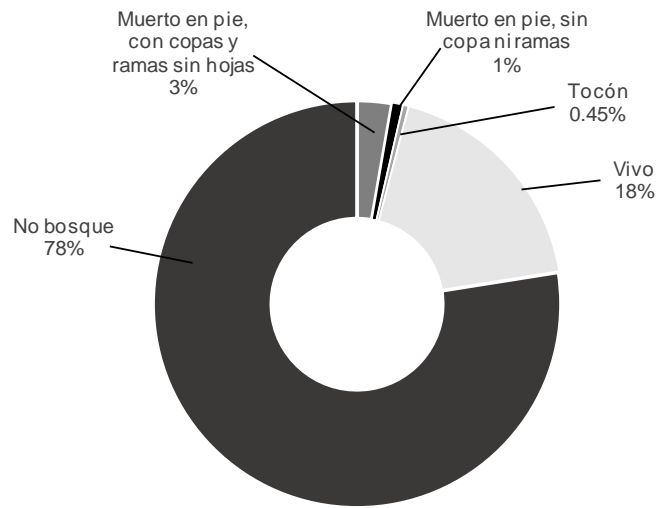


Figura N° 48. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones)

5.3.8. Usos de las especies forestales

Según los datos recogidos en las 27 unidades muestrales evaluadas en la ecozona costa, se puede identificar que los pobladores locales consideran hasta 8 usos diferentes a los árboles de la ecozona costa. El mayor porcentaje está destinado para construcción rural que representa el 38%, seguido de forraje que representa (24%) y el 12% para el uso como leña. Mientras que los porcentajes más bajos con para la actividad de chamarrería con 5%, madera aserrada con 4% y artesanía con 3% destinan algún uso. (Figura N° 49).

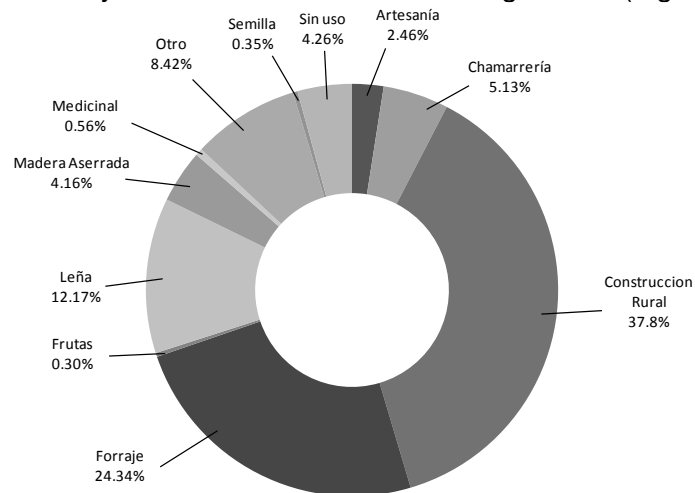


Figura N° 49. Usos de los árboles superiores a 5 cm de dap registrados en la ecozona costa.

5.3.9. Parámetros estadísticos obtenidos y precisión de las estimaciones

En el cuadro N° 64 se muestra en detalle los parámetros estadísticos obtenidos para la ecozona costa con un nivel de confianza del 95%.

Cuadro N° 64. Parámetros estadísticos para las principales variables de la ecozona costa del inventario nacional forestal.

Variable/parámetros estadísticos	Promedio	Desv. Estandar	CV (%)	Error Estandar	Error Abs. de Muestreo	Límite Inferior	Límite Superior	Error Rel. Muestreo (%)
N° de individuos/ha (N/ha)								
≥5 cm dap	43.25	113.59	262.63	10.37	20.53	22.72	63.78	47.47
≥10 cm dap	21.65	63.02	291.07	5.75	11.39	10.26	33.04	52.61
5≤DAP<10	21.60	57.50	266.19	5.25	10.39	11.21	31.99	48.11
Área basal/ha (m²/ha)								
≥5 cm dap	0.74	2.24	303.43	0.20	0.41	0.33	1.14	54.85
≥10 cm dap	0.65	2.08	320.07	0.19	0.38	0.27	1.02	57.85
5≤DAP<10	0.09	0.24	268.18	0.02	0.04	0.05	0.13	48.48
Volumen/ha (m³/ha)								
≥5 cm dap	2.87	10.92	380.08	1.00	1.97	0.90	4.85	68.70
≥10 cm dap	2.70	10.69	395.69	0.98	1.93	0.77	4.64	71.52
5≤DAP<10	0.17	0.47	277.59	0.04	0.09	0.08	0.26	50.18
N° de Latizales	38.25	77.22	201.87	6.99	13.84	24.41	52.09	36.18
N° de Brinzales	126.78	252.43	199.12	22.85	45.25	81.53	172.02	35.69

Fuente: Elaboración propia

La figura N° 50 muestra los límites superior e inferior del volumen de madera por hectárea para árboles ≥10 cm dap a un 95% de confianza.

Eso significa: si sacáramos una gran cantidad de muestras de 120 parcelas, en un 95% de los casos las medias de las muestras caerían dentro de los límites de confianza. En el 5% de los casos caerían fuera de los límites. También se dice que la probabilidad de sobrepasar los límites es 5%.

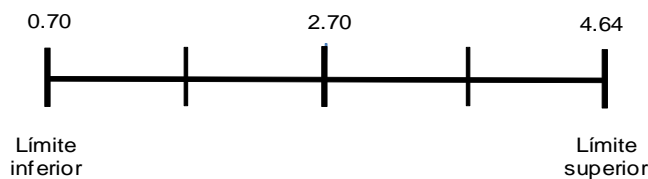


Figura N° 50. Promedio del volumen calculado en m3 y los límites de confianza al nivel de 95% para el inventario de la ecozona costa para árboles (≥10 cm dap), todas las especies.

5.4. Ecozona sierra

5.4.1. Composición florística

5.4.1.1. Composición a nivel de familias y especies

En la ecozona sierra tiene aproximadamente un total de 64 familias y 242 especies. Durante el trabajo de campo fueron medidos 9,700 individuos ≥ 5 cm dap (promedio de 129.33 ± 30.41 ind/unidad muestral), de los cuales se identificaron 411 familias (promedio de 5.48 ± 1.14 por unidad muestral), en 517 especies (promedio de 6.89 ± 1.49 por unidad muestral) (cuadro N° 65).

En el estrato arbóreo (≥ 10 cm dap) fueron medidos 5,236 individuos ≥ 10 cm dap (promedio de 69.81 ± 18.43 ind/unidad muestral), de los cuales se identificaron 320 familias (promedio de 4.27 ± 0.95 por unidad muestral), en 381 especies (promedio de 5.05 ± 1.16 por unidad muestral).

Con respecto al número de individuos encontrados entre ≥ 5 y < 10 cm dap está representado por aproximadamente 4,464 individuos (promedio 59.52 ± 15.52), se identifican 343 familias (promedio de 4.57 ± 1 por unidad muestral), en 413 especies (promedio de 5.51 ± 1.24 por unidad muestral).

Las familias con mayor número de especies ≥ 5 cm dap en las 76 unidades muestrales fueron: Asteraceae (24), Fabaceae (18), Melastomataceae (17), Rosaceae (13), Cactaceae (10), Primulaceae (10), Myrtaceae (9), Euphorbiaceae (8), Lauraceae (8) y Araliaceae (7).

Cuadro N° 65. Número de individuos, especies y familias encontradas en 75 unidades muestrales del bosque de la zona sierra. Se muestran los promedios con su error de muestreo absoluto.

Variable/parámetro estadísticos	Ecozona sierra		
	Total	Promedio	Error absoluto
N° de individuos			
≥ 5 cm dap	9,700	129.33	30.41
≥ 10 cm dap	5,236	69.81	18.46
$5 \leq \text{DAP} < 10$	4,464	59.52	15.52
N° de especies			
≥ 5 cm dap	517	6.89	1.49
≥ 10 cm dap	381	5.08	1.16
$5 \leq \text{DAP} < 10$	413	5.51	1.24
N° de familias			
≥ 5 cm dap	411	5.48	1.14
≥ 10 cm dap	320	4.27	0.95
$5 \leq \text{DAP} < 10$	343	4.57	1.00

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 29 del anexo se muestra que la unidad 5,805 albergó la mayor cantidad de individuos ≥ 5 cm con 253; mientras que la unidad muestral 3,329 se registró solo 2. La unidad muestral 1,918 albergó la mayor cantidad de individuos ≥ 5 cm dap con valores de 458; mientras que en la unidad muestral 3,363 se registro solo 1 individuo con menor cantidad de individuos con respecto a las otras unidades muestrales.

5.4.1.2. Índices de biodiversidad a nivel de especies

5.4.1.2.1. Diversidad Alfa (α)

La diversidad Alfa en general de las 75 unidades muestrales, calculado con el índice de Shannon – Wiener para individuos ≥ 5 cm dap, refleja el comportamiento de las parcelas a través de la línea que indica la normalidad de los datos y la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Independientemente para cada unidad muestral, los valores resultaron diferentes, así la diversidad de la unidad muestral 359 tiene el valor de 2.42, siendo el mayor y el más diverso de las 13 unidades muestrales evaluadas con una equidad de 0.794.

La unidad muestral 172 tiene un valor de 2.36, siendo la segunda más diversa, con una equidad de 0.776. En la unidad muestral 1189 el valor de la equidad fue mayor (1.00) y la diversidad (0.69), como se podrá notar el valor de la equidad nos indica que la distribución de especies fue mejor en esta parcela aunque el valor de la diversidad no fue alta. Las unidades muestrales 912 y 4004 poseen índices de diversidad de 0.15 y 0.18, con una equidad de 0.216 y 0.265, respectivamente, siendo las unidades muestrales menos diversas y con menor distribución de especies (Cuadro N° 66).

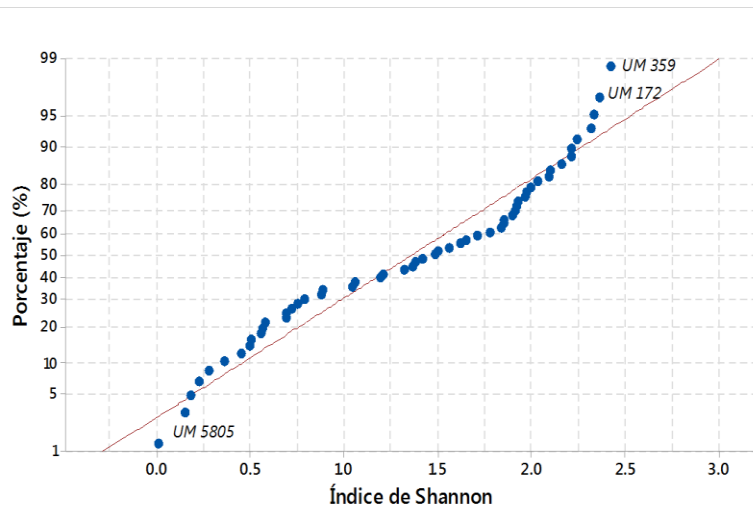


Figura N° 51. Gráfico Q-Q plot para determinar la normalidad en los valores del índice de Shannon-Wiener

Para determinar las razones por las cuales varían los valores del índice de Shannon-Wiener, hemos recurrido al ajuste de los valores obtenidos a una distribución normal a través del método gráfico. Para la interpretación de los resultados se trabaja con el supuesto de que los índices de diversidad entre unidades muestrales encontrados a través del Índice de Shannon-Wiener se ajustan a una distribución normal, lo cual es cierto dado que se utilizó la Prueba de Normalidad de Anderson Darling obteniéndose un P-valor de 0.459, lo que indica que los datos pueden cumplir con el supuesto de normalidad a un nivel de significación del 10%.

Los valores presentados en el cuadro N°66, se puede observar que la UM 5805 presenta valor bajo (0.004) del índice de Shannon, lo cual puede pensarse que tienen un comportamiento inusual respecto a la mayoría de los índices. También se puede detectar valores altos del índice en las UM 359 (2.418) y 172 (2.363) (Figura N° 51).

Cuadro N° 66. Índice de diversidad de Shannon – Wiener (H') e Índice de Equidad de Pielou de las 75 unidades muestrales

Unidad muestral	Índice de Shannon Wiener (H')	N° especies	Índice de Pielou (J')	Unidad muestral	Índice de Shannon Wiener (H')	N° especies	Índice de Pielou (J')
14	1.997	18	0.691	1733	0.279	2	0.402
46	2.318	15	0.856	1818	1.919	15	0.709
101	1.646	6	0.919	1918	0.000	1	0.000
103	1.970	12	0.793	2068	0.000	1	0.000
104	1.621	7	0.833	2120	0.000	1	0.000
172	2.363	21	0.776	2686	0.000	1	0.000
262	1.778	11	0.742	2735	0.452	5	0.281
265	0.557	3	0.507	2783	0.000	1	0.000
276	1.897	8	0.912	2986	0.000	1	0.000
330	1.911	15	0.706	2988	0.000	1	0.000
359	2.418	21	0.794	2989	1.836	8	0.883
369	2.029	16	0.732	3027	1.361	10	0.591
370	1.965	12	0.791	3028	1.055	5	0.655
398	2.162	21	0.710	3029	0.500	2	0.722
412	1.189	11	0.496	3269	0.722	4	0.521
453	2.240	22	0.725	3353	1.563	7	0.803
593	2.214	17	0.782	3354	0.228	5	0.142
600	2.096	13	0.817	3363	0.000	1	0.000
682	0.790	5	0.491	3433	0.359	3	0.327
726	1.500	7	0.771	3434	0.496	2	0.716
729	1.482	7	0.762	3706	1.382	13	0.539
827	1.929	13	0.752	3743	1.206	8	0.580
875	0.566	3	0.515	3787	1.852	13	0.722
912	0.150	2	0.216	3788	2.329	19	0.791
963	0.874	10	0.380	3834	1.417	5	0.881
1067	1.323	4	0.954	4004	0.183	2	0.265
1092	0.750	3	0.682	4260	0.000	1	0.000
1189	0.693	2	1.000	4314	2.094	17	0.739
1313	0.580	4	0.419	4328	0.000	1	0.000
1562	0.688	2	0.993	4354	0.884	3	0.804
1639	2.212	17	0.781	4355	1.040	5	0.646
1720	1.850	13	0.721	4357	0.000	1	0.000
1725	1.708	10	0.742	5805	0.004	2	0.006
				Total	4.07		

5.4.1.2.2. Diversidad beta (β)

La similaridad entre unidades muestrales con respecto a la composición florística se ha estimado usando los coeficientes de Jaccard y Sørensen tal como fue descrita por Greig-Smith (1983) y Sørensen (1948), citados por Nebel *et. al.* (2000).

Ambos índices fueron estimados para individuos ≥ 5 cm dap y permite identificar las semejanzas existentes entre las unidades de muestreo, a partir de datos cualitativos cuyos valores se encuentran entre 0 cuando las especies no son compartidas entre ambos sitios, y 1 si el sitio de estudio tiene la misma composición, en nuestro caso, para tener mejores interpretaciones los datos fueron transformados a porcentajes.

En el Cuadro N° 67, se observa que la mayor similitud se reportó entre las unidades muestrales 4260 y 4357 con aproximadamente 100% de similitud, con 1 especie compartidas entre ambas. Por otro lado, se encuentra las unidades muestrales 3433 y 3434 que tiene un 80% de similitud con 2 especies compartidas entre unidades muestrales. La tendencia al agrupamiento entre pares de parcelas es confirmada por el Índice de similitud de Jaccard (Figura N° 52).

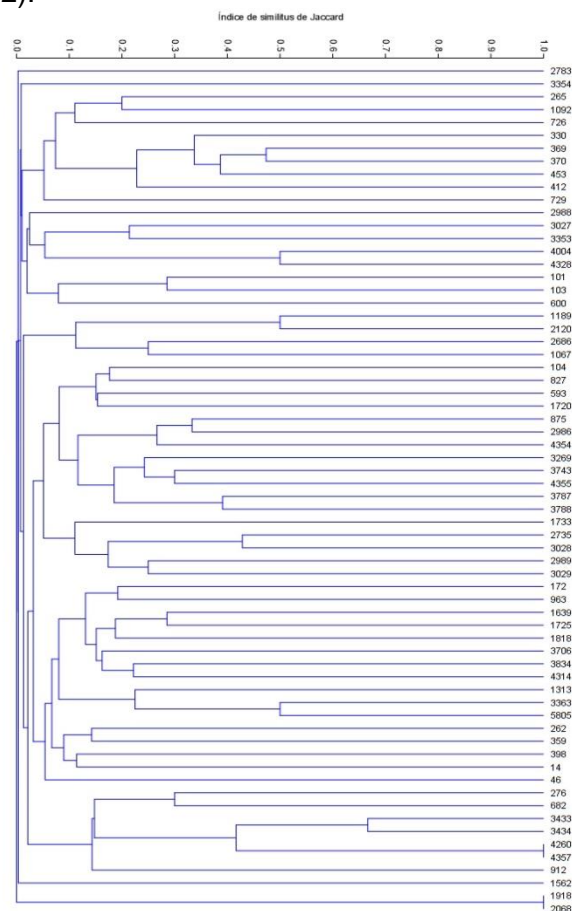


Figura N° 52. Similitud de especies entre las 75 unidades muestrales evaluadas con registro de individuos. Los valores de la derecha representan las unidades muestrales y los valores de la parte superior el índice de Jaccard

5.4.2. Estructura del bosque

5.4.2.1. Estructura horizontal

En la Figura N° 53 se presenta la distribución diamétrica del número de árboles hectárea ≥ 5 cm dap, configurando la típica “J” invertida.

La estructura horizontal de los árboles del bosque de sierra, refleja una mayor distribución de individuos en las clases diamétricas menores y escasa presencia de individuos en las clases diamétricas superiores.

En total se contó hasta 377 tallos por hectárea, el 63 % de los tallos corresponden a fustales ($5 \leq \text{dap} < 10$) y el resto (37%) al estrato arbóreo (≥ 10 dap). Las especies más abundantes en el grupo fustales son: *Polylepis microphylla*, *Polylepis flavipila*, *Polylepis rugulosa*, *Polylepis tomentella*, *Browningia altissima*, *Eucalyptus globulus*, *Cordia saccellia*, *Gynoxys oleifolia*, *Escallonia myrtilloides*, *Alnus acuminata*.

En las clases diamétricas de 5-9.90 cm y 20-24.9 cm las especies más abundantes son *Polylepis microphylla* y *Polylepis flavipila*, respectivamente. Las especies que tienen menos abundancia en diámetros de 5-9.90 cm son *Alnus acuminata* y *Browningia altissima*. La especie más abundante en la clase diamétrica 15-19.9 cm es *Polylepis flavipila*. En la clase diamétrica superior a 35 cm dap no existen especies que destaquen.

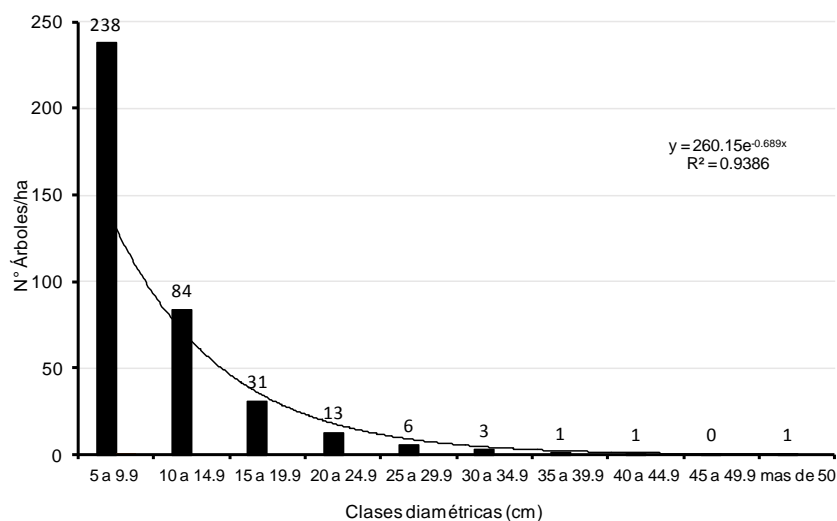


Figura N° 53. Distribución diamétrica de árboles por hectárea en la ecozona sierra

En el Cuadro N° 68, se presenta las diez primeras especies forestales con mayor número de árboles por hectárea, estas diez especies representan cerca de 45% del número total de individuos por hectárea. Sobresalen de este grupo la especie *Polylepis microphylla*, *Polylepis flavipila*, *Polylepis rugulosa*, con más de 22% de los tallos por hectárea.

Cuadro N° 68. Promedio del número de árboles por hectárea por clase diamétrica en general y por grupos (fustales y árboles) de las 10 primeras especies forestales

Especie	Número de pies/ha por clase diamétrica										Número de pies/ha por grupos		
	5 a 9.9	10 a 14.9	15 a 19.9	20 a 24.9	25 a 29.9	30 a 34.9	35 a 39.9	40 a 44.9	45 a 49.9	más de 50	Total	5 ≤Dap<10	Dap ≥10
<i>Polylepis microphylla</i>	19.84	5.87	2.00	0.93	0.40	0.24	0.19	0.08	0.00	0.03	29.57	19.84	9.73
<i>Polylepis flavipila</i>	11.63	8.99	4.45	2.00	0.96	0.35	0.19	0.08	0.05	0.03	28.72	11.63	17.09
<i>Polylepis rugulosa</i>	15.36	6.80	2.64	0.85	0.27	0.13	0.03	0.03	0.03	0.00	26.13	15.36	10.77
<i>Polylepis tomentella</i>	11.31	4.35	1.52	0.59	0.11	0.13	0.05	0.00	0.00	0.00	18.05	11.31	6.75
<i>Browningia altissima</i>	6.13	4.85	1.73	0.43	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.25	6.13	7.12
<i>Eucalyptus globulus</i>	8.85	2.56	0.29	0.21	0.13	0.03	0.00	0.05	0.03	0.03	12.19	8.85	3.33
<i>Cordia saccellia</i>	7.31	2.85	0.75	0.16	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	11.09	7.31	3.79
<i>Gynoxys oleifolia</i>	7.73	1.60	0.40	0.32	0.13	0.05	0.08	0.03	0.03	0.03	10.40	7.73	2.67
<i>Escallonia myrtilloides</i>	6.40	2.32	0.99	0.37	0.16	0.08	0.05	0.00	0.03	0.00	10.40	6.40	4.00
<i>Alnus acuminata</i>	4.32	2.27	1.39	0.51	0.37	0.24	0.11	0.08	0.03	0.05	9.36	4.32	5.04
Demás especies*	134.83	38.75	13.47	6.05	3.04	1.31	0.59	0.29	0.21	0.69	199.23	134.83	64.40
Otro **	4.37	2.32	1.33	0.59	0.27	0.16	0.16	0.05	0.03	0.03	9.31	4.37	4.93
Total	238.08	83.52	30.96	13.01	5.95	2.75	1.44	0.69	0.43	0.88	377.71	238.08	139.63

* Son las especies que no se han considerado por presentar menor abundancia

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

En general, no se ha detectado problemas en la estructura diamétrica en las especies registradas en la ecozona sierra; sin embargo, algunas especies crecen en pequeños relictos y requieren de agua para el desarrollo de las plántulas como el caso de la especie *Capparis scabrida* cuyos tallos menores de 15 cm dap y mayores de 25 cm dap no fueron registrados en este inventario. Asimismo, la especie *Kageneckia lanceolata* no presenta individuos mayores de 20 cm debido a que ha sido intensamente utilizada como leña.

5.4.2.2. Estructura vertical

Con el fin de caracterizar la estructura vertical de los individuos del bosque de la ecozona sierra se ha tomado como referencia la altura máxima de los individuos.

En nuestro caso, hemos establecido arbitrariamente nueve clases altimétricas cuyos intervalos son de cinco metros cada uno y anotamos la abundancia de árboles de las especies por cada clase altimétrica, llegando de esta manera a determinar las especies más abundantes por cada clase altimétrica.

En la figura N° 54 se presenta la distribución altimétrica de los árboles ≥5 cm dap de las 75 unidades muestrales registradas. La mayor cantidad de individuos se encuentra en la clase <5 m con 4,589 individuos, el menor número de árboles se encuentra en la clase de 35 – 39.9 m (0.013%), mientras que en la clase altimétrica entre 5-9.9 m se presenta 2,322 individuos. La clase altimétrica entre 10-14.9 presenta 317 árboles.

Entre las especies valiosas desde el punto de vista comercial maderable y no maderable cuyas alturas son superiores a 25 m figura *Eucalyptus globulus*.

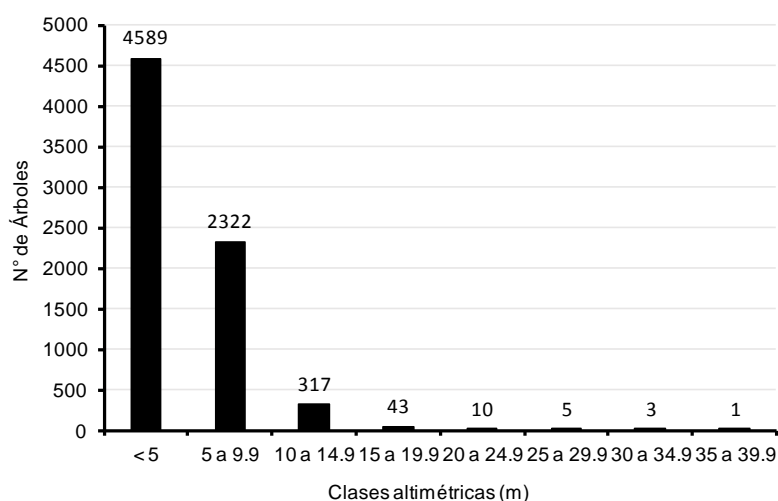


Figura N° 54. Distribución del número de árboles por clase altimétrica

En la clase altimétrica <5 m la especie más abundantes son *Polylepis rugulosa* con 461 individuos, *Polylepis flavipila* con 434 individuos y *Polylepis microphylla* con 424 individuos.

La especie *Eucalyptus globulus* es la más abundante en la clase altimétrica 5-9.9 m (165 individuos), en segundo lugar está la especie *Cordia saccellia* (137 individuos) y en tercer lugar *Alnus acuminata* (125 individuos).

En la clase altimétrica 10-14.9 m, la especie *Eucalyptus globulus* es la más abundante con (74 individuos), en segundo lugar está la especie *Alnus acuminata* (35 individuos). Ambas especies son también las más abundantes en la clase altimétrica 15-19.9 m con 16 y 2 individuos cada una. Lo mismo sucede en la clase altimétrica 20-24.9 m, las especies más abundantes son *Eucalyptus globulus* y *Alnus acuminata* con 7 y 1 individuos cada uno, respectivamente. La especie *Eucalyptus globulus* es la más abundante en la clase altimétrica 25-29.9 m con 5 individuos.

En la clase altimétrica de 30-34.9 sobresale la especie *Polylepis rugulosa*, *Eucalyptus globulus* y *Polylepis tomentella* con 1 individuo de cada especie.

5.4.3. Área basal

5.4.3.1. Área basal por unidad muestral

En el cuadro N° 69, se presenta el área basal estimado en m²/ha, total y por unidad muestral. El área basal total encontrado en las 75 unidades muestrales para individuos ≥5 cm dap es de 323 m²/ha (promedio de 4.31 ±1.09 m²/ha). La unidad muestral 1,818 y 3,706 albergó la mayor cantidad de área basal con 18 m²/ha y el menor valor está representado en la unidad muestral 265, 370, 1067, 1092, 3353, 4354 con 1 m²/ha cada una.

En individuos del estrato arbóreo (≥10 cm dap) el área basal total es de 252 m²/ha (promedio de 3.36 ±0.94 m²/ha). El mayor valor en área basal se presenta en la unidad muestral 1,918 y 2,735 con 16 m²/ha y 15 m²/ha, la más baja en la unidad muestral 103, 265, 370, 912, 1,092, 1,720, 3,834, 4,260, 4,355, 4,357 con solo 1 m²/ha cada una.

Cuadro N° 69. Área basal (m²/ha), total y por unidad muestral por grupos (fustales y árboles).

Unidades Muestrales	Umbrales			Unidades Muestrales	Umbrales		
	5≤DAP<10	DAP≥10	DAP≥5		5≤DAP<10	DAP≥10	DAP≥5
UM 14	1	6	7	UM 2686	0	0	0
UM 46	0	3	3	UM 2735	2	15	17
UM 101	0	0	0	UM 2783	4	3	8
UM 103	1	1	2	UM 2986	0	0	0
UM 104	0	0	0	UM 2988	0	0	0
UM 172	1	4	5	UM 2989	0	0	0
UM 262	0	3	3	UM 3027	1	2	3
UM 265	0	1	1	UM 3028	1	2	3
UM 276	1	3	4	UM 3029	0	0	0
UM 330	2	4	6	UM 3269	0	2	2
UM 359	1	5	7	UM 3353	1	0	1
UM 369	4	6	10	UM 3354	1	6	7
UM 370	0	1	1	UM 3363	0	0	0
UM 398	2	3	5	UM 3433	0	5	5
UM 412	3	8	10	UM 3434	0	5	5
UM 453	3	5	8	UM 3706	3	14	18
UM 593	1	0	2	UM 3743	0	3	3
UM 600	1	4	4	UM 3787	1	4	5
UM 682	1	5	6	UM 3788	3	4	7
UM 726	1	3	4	UM 3834	1	1	2
UM 729	1	12	13	UM 4004	3	7	11
UM 827	1	2	3	UM 4260	1	1	2
UM 875	0	0	0	UM 4314	3	2	6
UM 912	0	1	2	UM 4328	2	8	10
UM 963	1	3	4	UM 4354	1	0	1
UM 1067	1	0	1	UM 4355	2	1	3
UM 1092	0	1	1	UM 4357	2	1	3
UM 1189	0	0	0	UM 5805	3	9	12
UM 1313	1	10	11	UM 914	0	0	0
UM 1562	0	0	0	UM 1188	0	0	0
UM 1639	1	11	12	UM 1233	0	0	0
UM 1720	1	1	2	UM 1561	0	0	0
UM 1725	1	5	6	UM 2637	0	0	0
UM 1733	0	0	0	UM 3321	0	0	0
UM 1818	1	11	12	UM 4307	0	0	0
UM 1918	2	16	18	UM 5698	0	0	0
UM 2068	2	14	16	UM 5758	0	0	0
UM 2120	0	0	0	Total	71	252	323
				Promedio	0.95	3.36	4.31
				Error absoluto	0.24	0.94	1.09

Fuente: Elaboración propia

5.4.3.2. Área basal por clase diamétrica por especie

En el Cuadro N° 70, se presenta las diez primeras especies forestales con mayor área basal promedio (m^2/ha) ordenadas por clases diamétricas para individuos ≥ 5 cm dap.

Las diez primeras especies con mayor área basal representan más del 46% del total registrado en esta ecozona sierra. A nivel de fustales la especie *Polylepis microphylla*, *Polylepis flavipila* y *Polylepis rugulosa* del área basal en este grupo representan cerca de 21% del grupo. En el estrato arbóreo esta la especie *Polylepis flavipila*, *Polylepis microphylla* y *Polylepis rugulosa* aportan juntos el 0.80 m^2/ha del área basal del grupo, destacando estas tres primera especies con más de 24% del total registrado en este grupo.

Cuadro N° 70. Promedio del área basal (m^2/ha) por clase diamétrica por grupos (fustales y árboles) de las 10 primeras especies forestales

Especies	Área basal (m^2/ha) por clase diamétrica										Área basal (m^2/ha) por grupos		
	5 a 9.9	10 a 14.9	15 a 19.9	20 a 24.9	25 a 29.9	30 a 34.9	35 a 39.9	40 a 44.9	45 a 49.9	mas de 50	Total	5≤dap<10	10≥dap
<i>Polylepis flavipila</i>	0.053	0.103	0.096	0.072	0.052	0.026	0.019	0.011	0.009	0.017	0.456	0.053	0.403
<i>Polylepis microphylla</i>	0.075	0.066	0.044	0.036	0.022	0.020	0.019	0.011	0.000	0.008	0.302	0.075	0.226
<i>Polylepis rugulosa</i>	0.065	0.079	0.059	0.031	0.016	0.011	0.003	0.004	0.004	0.000	0.272	0.065	0.207
<i>Alnus acuminata</i>	0.017	0.025	0.033	0.020	0.022	0.019	0.012	0.011	0.005	0.013	0.178	0.017	0.161
<i>Polylepis tomentella</i>	0.040	0.044	0.031	0.021	0.006	0.010	0.006	0.000	0.000	0.000	0.157	0.040	0.117
<i>Browningia altissima</i>	0.032	0.057	0.039	0.016	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.151	0.032	0.118
<i>Polylepis reticulata</i>	0.009	0.013	0.017	0.017	0.011	0.014	0.012	0.007	0.009	0.022	0.130	0.009	0.121
<i>Buddleja longifolia</i>	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.121	0.128	0.001	0.128
<i>Escallonia myrtilloides</i>	0.027	0.026	0.023	0.014	0.009	0.007	0.006	0.000	0.005	0.000	0.116	0.027	0.089
<i>Gynoxys oleifolia</i>	0.030	0.018	0.009	0.013	0.008	0.004	0.009	0.004	0.004	0.010	0.109	0.030	0.079
Demas especies*	0.580	0.475	0.311	0.229	0.169	0.096	0.053	0.041	0.033	0.162	2.148	0.580	1.568
Otros**	0.020	0.026	0.030	0.022	0.015	0.012	0.017	0.007	0.005	0.006	0.160	0.020	0.140
Total	0.949	0.933	0.695	0.492	0.337	0.218	0.154	0.096	0.073	0.360	4.307	0.949	3.358

* Son las especies que no se han considerado por presentar menor área basal

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

5.4.4. Existencias volumétricas

5.4.4.1. Volumen por unidad muestral

En el cuadro N° 71, se presenta el volumen estimado en m^3/ha , total y por unidad muestral.

El volumen total de madera encontrado en las 75 unidades muestrales para individuos ≥ 5 cm dap es de 425.98 m^3 y para los individuos ≥ 10 cm de dap es de 354.44 m^3/ha en una superficie de 1'989,258.87 ha. El promedio para individuos ≥ 5 cm dap es de 5.68 ± 1.595 m^3/ha y para individuos ≥ 10 cm de dap es de de 4.726 ± 1.46 m^3/ha .

La unidad muestral 5,805 albergó la mayor cantidad de volumen (m^3/ha) ≥ 5 cm dap (4.94 m^3/ha); mientras que en la unidades muestrales 3,363 se registró la menor cantidad de volumen (0.13 m^3/ha). En el estrato arbóreo (≥ 10 cm dap), la unidad muestral 1639 acogió la mayor cantidad de volumen (24.31 m^3/ha), el menor valor fue registrado en varias unidad muestral con menos de 1 m^3/ha .

Cuadro N° 71. Volumen (m³/ha), total y por unidad muestral para individuos ≥5 cm dap y ≥10 cm de dap

Unidades muestrales	Umbrales			Unidades muestrales	Umbrales		
	5≤dap<10	dap≥10	dap≥5		5≤dap<10	dap≥10	dap≥5
14	3.493	23.633	27.126	2686	0.030	0.000	0.030
46	0.934	4.607	5.541	2735	0.725	9.964	10.689
101	0.266	0.306	0.572	2783	1.048	1.168	2.216
103	1.675	2.388	4.063	2986	0.000	0.225	0.225
104	0.075	0.337	0.413	2988	0.051	0.029	0.080
172	2.798	20.822	23.620	2989	0.113	0.042	0.154
262	0.218	3.263	3.481	3027	1.109	1.395	2.505
265	0.000	0.547	0.547	3028	0.386	1.121	1.507
276	0.628	5.420	6.049	3029	0.022	0.010	0.032
330	2.664	5.754	8.418	3269	0.119	1.296	1.415
359	1.807	8.160	9.968	3353	0.328	0.194	0.522
369	3.827	9.352	13.179	3354	0.087	3.174	3.261
370	0.757	1.306	2.062	3363	0.132	0.000	0.132
398	2.807	4.012	6.819	3433	0.000	14.440	14.440
412	1.973	7.497	9.470	3434	0.034	23.237	23.271
453	2.945	4.308	7.252	3706	2.068	6.832	8.900
593	0.807	0.552	1.360	3743	0.272	1.926	2.198
600	0.381	4.607	4.988	3787	0.691	3.726	4.418
682	0.916	8.141	9.057	3788	1.679	3.777	5.455
726	1.113	3.526	4.638	3834	0.618	1.990	2.609
729	0.857	12.050	12.907	4004	1.929	5.844	7.772
827	0.495	2.775	3.270	4260	1.612	6.718	8.330
875	0.130	0.213	0.343	4314	2.694	3.418	6.112
912	0.171	1.826	1.997	4328	1.149	9.474	10.623
963	1.842	4.575	6.417	4354	0.811	0.143	0.954
1067	0.368	0.440	0.808	4355	2.423	2.843	5.266
1092	0.379	1.008	1.387	4357	4.440	3.662	8.102
1189	0.022	0.000	0.022	5805	1.355	3.584	4.940
1313	0.954	18.469	19.423	914	0.000	0.000	0.000
1562	0.138	0.107	0.245	1188	0.000	0.000	0.000
1639	2.137	24.316	26.453	1233	0.000	0.000	0.000
1720	1.461	3.081	4.542	1561	0.000	0.000	0.000
1725	1.264	8.284	9.548	2637	0.000	0.000	0.000
1733	0.216	0.000	0.216	3321	0.000	0.000	0.000
1818	2.209	23.214	25.423	4307	0.000	0.000	0.000
1918	1.157	9.016	10.174	5698	0.000	0.000	0.000
2068	1.722	16.297	18.019	5758	0.000	0.000	0.000
2120	0.008	0.000	0.008	Total	71.540	354.442	425.981
				Promedio	0.954	4.726	5.680
				Error Absol	0.243	1.465	1.595

5.4.4.2. Volumen comercial por clase diamétrica por especie

En el Cuadro N° 72, se presenta las diez primeras especies forestales con volumen promedio (m³/ha) ordenadas por clases diamétricas para individuos ≥10 cm dap.

Las diez primeras especies con mayor volumen constituyen el 25% del volumen total registrado en esta ecozona sierra. A nivel de fustales tres especies (*Eucalyptus globulus*, *Polylepis rugulosa* y *Polylepis flavipila*) representan algo más de 18% del volumen total registrado en este grupo. En el estrato arbóreo de las diez especies solo tres especies (*Eucalyptus globulus*, *Polylepis flavipila* y *Alnus acuminata*) presentan importantes volúmenes maderables y aportan cerca de 24% del volumen registrado en el estrato arboreo.

Cuadro N° 72. Promedio del volumen (m³/ha) por clase diamétrica por grupos (fustales y árboles) de las diez primeras especies forestales.

Especies	Volumen (m ³ /ha) por clase diamétrica										Volumen (m ³ /ha) por grupos		
	5 a 9.9	10 a 14.9	15 a 19.9	20 a 24.9	25 a 29.9	30 a 34.9	35 a 39.9	40 a 44.9	45 a 49.9	mas de 50	Total	5≤dap<10	10≥dap
<i>Eucalyptus globulus</i>	0.097	0.101	0.035	0.064	0.066	0.019	0.000	0.057	0.074	0.060	0.573	0.097	0.476
<i>Polylepis flavipila</i>	0.038	0.094	0.095	0.060	0.032	0.010	0.014	0.004	0.013	0.017	0.376	0.038	0.338
<i>Alnus acuminata</i>	0.025	0.064	0.070	0.051	0.037	0.036	0.014	0.030	0.002	0.007	0.337	0.025	0.312
<i>Polylepis rugulosa</i>	0.011	0.024	0.025	0.019	0.016	0.027	0.016	0.016	0.022	0.062	0.238	0.011	0.227
<i>Polylepis reticulata</i>	0.039	0.069	0.061	0.030	0.020	0.010	0.003	0.005	0.006	0.000	0.243	0.039	0.204
<i>Weinmannia microphylla</i>	0.028	0.026	0.015	0.020	0.034	0.017	0.015	0.021	0.000	0.020	0.196	0.028	0.168
<i>Polylepis microphylla</i>	0.003	0.014	0.018	0.030	0.042	0.021	0.012	0.000	0.000	0.012	0.152	0.003	0.149
<i>Eriotheca discolor</i>	0.022	0.031	0.023	0.017	0.018	0.021	0.010	0.010	0.000	0.002	0.154	0.022	0.132
<i>Polylepis triacotandra</i>	0.000	0.016	0.028	0.012	0.012	0.026	0.005	0.000	0.004	0.025	0.127	0.000	0.127
<i>Browningia altissima</i>	0.022	0.051	0.031	0.015	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.123	0.022	0.101
Demas especies*	0.638	0.657	0.471	0.397	0.227	0.117	0.068	0.044	0.050	0.192	2.860	0.638	2.222
Otros**	0.031	0.041	0.044	0.044	0.032	0.043	0.038	0.008	0.015	0.004	0.300	0.031	0.269
Total	0.954	1.188	0.916	0.758	0.541	0.347	0.194	0.195	0.186	0.401	5.680	0.954	4.726

* Son las especies que no se han considerado por presentar menor volumen

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

5.4.5. Índice Valor de Importancia

5.4.5.1. Índice Valor de Importancia – IVI de las familias

A nivel general en la ecozona sierra se registró un total de 64 familias. En los cuadros N° 73 y 74 se presenta la lista de las diez primeras familias de fustales y del estrato arbóreo ordenado por su orden de IVI y los parámetros de abundancia, dominancia y frecuencia.

Cuadro N° 73. Lista de las diez primeras familias de fustales con mayor IVI en el bosque de la ecozona sierra.

Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Rosaceae	1247	27.93	36.00	7.87	4.98	27.99	63.80
Asteraceae	336	7.53	33.33	7.29	1.27	7.11	21.93
Myrtaceae	271	6.07	18.67	4.08	1.07	6.02	16.17
Fabaceae	256	5.73	20.00	4.37	0.99	5.54	15.64
Escalloniaceae	233	5.22	20.00	4.37	1.00	5.59	15.18
Cactaceae	192	4.30	10.67	2.33	0.96	5.41	12.05
Melastomataceae	186	4.17	18.67	4.08	0.75	4.22	12.47
Boraginaceae	148	3.32	6.67	1.46	0.61	3.41	8.19
Cunoniaceae	127	2.84	9.33	2.04	0.49	2.73	7.61
Bignoniaceae	122	2.73	16.00	3.50	0.44	2.49	8.72
Demás especies*	1266	28.36	245.33	53.64	4.89	27.46	109.47
Otros**	80	1.79	22.67	4.96	0.36	2.02	8.77
Total	4464	100.00	457.33	100.00	17.80	100.00	300.00

* Son las especies que no se han considerado por presentar menor IVI

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

Cuadro N° 74. Lista de las diez primeras familias del estrato arbóreo con mayor IVI en el bosque de la ecozona sierra.

Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Rosaceae	1945	37.15	34.67	8.13	44.94	35.69	80.97
Cactaceae	456	8.71	12.00	2.81	6.88	5.47	16.99
Escalloniaceae	267	5.10	21.33	5.00	6.00	4.77	14.87
Fabaceae	230	4.39	21.33	5.00	4.86	3.86	13.25
Asteraceae	209	3.99	24.00	5.63	5.19	4.12	13.73
Myrtaceae	207	3.95	25.33	5.94	4.04	3.21	13.10
Betulaceae	189	3.61	10.67	2.50	6.02	4.78	10.89
Malvaceae	157	3.00	13.33	3.13	5.34	4.25	10.37
Boraginaceae	142	2.71	6.67	1.56	2.17	1.72	6.00
Melastomataceae	127	2.43	18.67	4.38	3	2.22	9.02
Demás especies*	1122	21.43	210.67	49.38	32	25.73	96.54
Otros**	185	3.53	28.00	6.56	5	4.18	14.27
Total	5236	100.00	426.67	100.00	125.91	100.00	300.00

* Son las especies que no se han considerado por presentar menor IVI

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

5.4.5.2. Índice Valor de Importancia - IVI de las especies

En el cuadro N° 75, se presenta las diez primeras especies del estrato fustal que dominan sobre el resto de las especies.

Cuadro N° 75. Índice Valor de Importancia de las primeras diez especies fustales

Especie	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel	Dom Abs	Dom Rel	
<i>Polylepis microphylla</i>	372	8.33	2.67	0.48	1.42	7.95	16.77
<i>Polylepis rugulosa</i>	288	6.45	2.67	0.48	1.22	6.86	13.79
<i>Polylepis flavipila</i>	218	4.88	2.67	0.48	0.99	5.54	10.91
<i>Polylepis tomentella</i>	212	4.75	1.33	0.24	0.74	4.18	9.17
<i>Eucalyptus globulus</i>	166	3.72	6.67	1.21	0.69	3.89	8.82
<i>Gynoxys oleifolia</i>	145	3.25	1.33	0.24	0.57	3.20	6.69
<i>Cordia saccellia</i>	137	3.07	5.33	0.97	0.57	3.22	7.26
<i>Escallonia myrtilloides</i>	120	2.69	12.00	2.18	0.51	2.86	7.73
<i>Browningia altissima</i>	115	2.58	5.33	0.97	0.61	3.42	6.96
<i>Escallonia resinosa</i>	113	2.53	12.00	2.18	0.49	2.73	7.44
Demás especies*	2496	55.91	474.67	86.20	9.63	54.10	196.21
Otros**	82	1.84	24.00	4.36	0.37	2.06	8.25
Total	4464	100.00	550.67	100.00	17.80	100.00	300.00

* Son las especies que no se han considerado por presentar menor IVI

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

En el cuadro N° 76, se presenta la lista de las diez primeras especies del estrato arbóreo con mayor IVI.

Cuadro N° 76. Lista de las diez primeras especies del estrato arbóreo con mayor IVI

Especie	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel	Dom Abs	Dom Rel	
<i>Polylepis flavipila</i>	1282	12.24	2.67	0.52	15.12	12.01	24.78
<i>Polylepis rugulosa</i>	808	7.72	2.67	0.52	7.76	6.16	14.40
<i>Polylepis microphylla</i>	730	6.97	2.67	0.52	8.48	6.73	14.23
<i>Browningia altissima</i>	534	5.10	5.33	1.05	4.43	3.52	9.67
<i>Polylepis tomentella</i>	506	4.83	1.33	0.26	4.39	3.49	8.58
<i>Alnus acuminata</i>	378	3.61	10.67	2.10	6.02	4.78	10.49
<i>Escallonia myrtilloides</i>	300	2.86	12.00	2.36	3.34	2.65	7.88
<i>Cordia saccellia</i>	284	2.71	6.67	1.31	2.17	1.72	5.75
<i>Acacia aroma</i>	260	2.48	2.67	0.52	2.79	2.22	5.23
<i>Eucalyptus globulus</i>	250	2.39	12.00	2.36	2.70	2.14	6.89
Demás especies*	4770	45.55	421.33	82.94	63.46	50.40	178.89
Otros**	370	3.53	28.00	5.51	5.26	4.18	13.22
Total	10472	100.00	508.00	100.00	125.91	100.00	300.00

* Son las especies que no se han considerado por presentar menor IVI

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

5.4.6. Número de brinzales y latizales

En el cuadro N° 77 y 78 se presenta las diez primeras especies forestales con el mayor número de brinzales y latizales por hectárea, para la ecozona sierra. El número de plántulas por hectárea es escaso con relación a las otras ecozonas.

Cuadro N° 77. Número de individuos por hectárea y frecuencia absoluta de las primeras diez especies forestales de brinzales.

Especies	Densidad		Frecuencia	
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel
<i>Dodonaea viscosa</i>	14.22	5.13	8.00	5.00
<i>Croton thurifer</i>	12.44	4.49	4.00	2.50
<i>Miconia sp.</i>	12.44	4.49	6.67	4.17
<i>Tetrasida chachapoyensis</i>	8.89	3.21	4.00	2.50
<i>Caesalpinia sp.</i>	7.11	2.56	2.67	1.67
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	7.11	2.56	4.00	2.50
<i>Myrcia fallax</i>	7.11	2.56	2.67	1.67
<i>Polylepis microphylla</i>	7.11	2.56	2.67	1.67
<i>Senna birostris</i>	7.11	2.56	2.67	1.67
<i>Capparis flexuosa</i>	5.33	1.92	4.00	2.50
Demás especies*	186.67	67.31	117.33	73.33
Otros**	1.78	0.64	1.33	0.83
Total	277.33	100	160	100

* Son las especies que se han agrupado por presentar menor valor

** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

Cuadro N° 78. Número de individuos por hectárea y frecuencia absoluta de las primeras diez especies forestales de latizales.

Especies	Densidad		Frecuencia	
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel
<i>Dodonaea viscosa</i>	4.89	3.24	8.00	2.51
<i>Miconia sp.</i>	4.89	3.24	8.00	2.51
<i>Myrsine sp.</i>	4.00	2.65	6.67	2.09
<i>Croton thurifer</i>	3.11	2.06	4.00	1.26
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	3.11	2.06	8.00	2.51
<i>Alnus acuminata</i>	2.67	1.76	6.67	2.09
<i>Brachyotum sp.</i>	2.67	1.76	2.67	0.84
<i>Colletia spinosissima</i>	2.67	1.76	5.33	1.67
<i>Myrcia fallax</i>	2.67	1.76	2.67	0.84
<i>Myrcianthes sp.</i>	2.67	1.76	5.33	1.67
Demás especies*	115.56	76.47	257.33	80.75
Otros**	2.22	1.47	4.00	1.26
Total	151.11	100.00	318.67	100.00

* Son las especies que se han agrupado por presentar menor valor

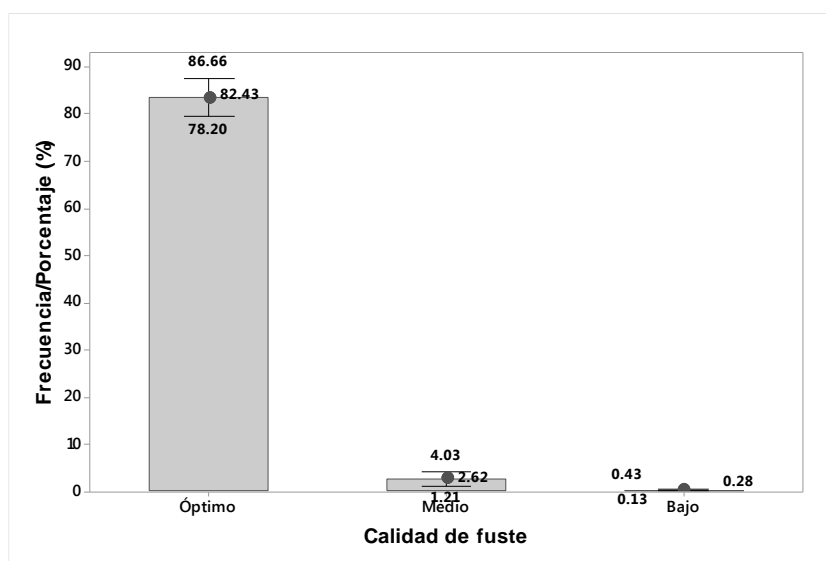
** Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

5.4.7. Condición de los árboles

5.4.7.1. Calidad de fuste de los árboles de especies comerciales y no comerciales

En la figura N° 55, se presenta el promedio de la frecuencia expresado en porcentaje de la calidad de fuste de los árboles presentes en las 66 unidades muestrales donde se presentan los árboles.

La calidad de fuste de los árboles de las 66 unidades muestrales registradas en esta ecozona es bastante alta, algo más de 82% ha obtenido la calificación de fuste óptimo, lo que indica que existen árboles con calidad de fuste en condiciones óptimas para ser manejadas. La calidad de fuste regular o medio es de 2.62%, mientras que la calidad de bajo es de 0.28%.



Las desviaciones estándar individuales se utilizaron para calcular los inventarios
Las barras son un error estándar de la media

Figura N° 55. Calidad de fuste de los árboles de la ecozona sierra.

5.4.7.2. Condición fitosanitaria de los árboles de especies comerciales y no comerciales

Los árboles de la ecozona sierra cuentan con buen estado fitosanitario con un aproximado de 73% de los individuos “sin daño”, mientras que existen individuos con “daño leve” representan el 1.7% y con “daño severo” representan solo el 0.37%, lo cual indica que los individuos identificados en los bosques se encuentran en buenas condiciones fitosanitarias. Finalmente, existe un porcentaje alto de individuos muertos con cerca de 25%, incluyéndose a aquellos muertos por causas naturales y antrópicas (figura N° 56).

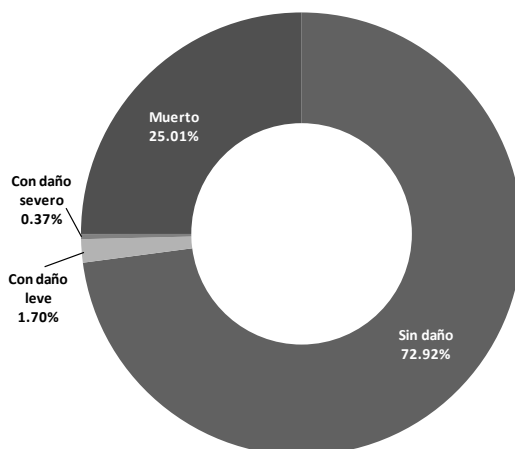


Figura N° 56. Grado de afectación fitosanitaria de los árboles ≥ 5 cm de dap registrados en la ecozona sierra.

En la figura N° 57, se muestra la condición fitosanitaria de los árboles registrados en las 66 unidades muestrales de la ecozona sierra, el 97% de árboles observados son sanos, presentando el más alto porcentaje. Un bajo porcentaje de fustes afectados por quema de bosques ocasiona fustes quemados (0.29%), igual porcentaje de daños se relaciona con fustes con hueco. Asimismo, la presencia de parásitos ocasiona daños del orden de 0.49% y un porcentaje menor de 0.44% se atañe a la presencia de lianas y bejucos.

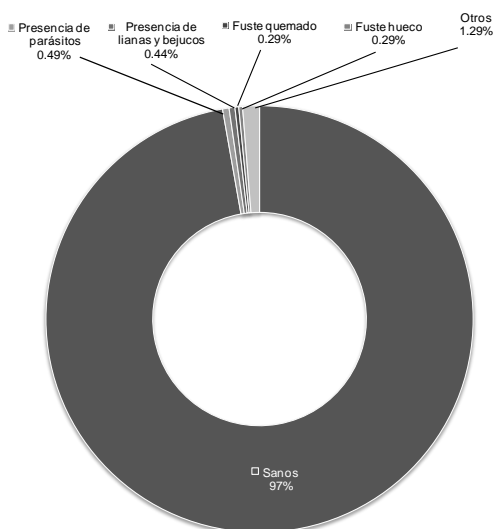


Figura N° 57. Condición fitosanitaria de los árboles ≥ 5 cm de dap registrados en la ecozona sierra.

5.4.7.3. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones)

Más del 86% de los árboles de la ecozona sierra están en condiciones de árboles vivos, mientras que cerca de 6.34% están muertos en pie, correspondiendo 3.93% a muertos en pie sin copa ni ramas y 2.41% a muertos en pie con copa y ramas sin hojas. Cerca de 6.88% de los árboles en esta ecozona se encuentran en condición de tocón, incluyendo tocones con rebrote cerca de 1.40%, lo que da cierta particularidad a los árboles de esta ecozona (Figura N° 58).

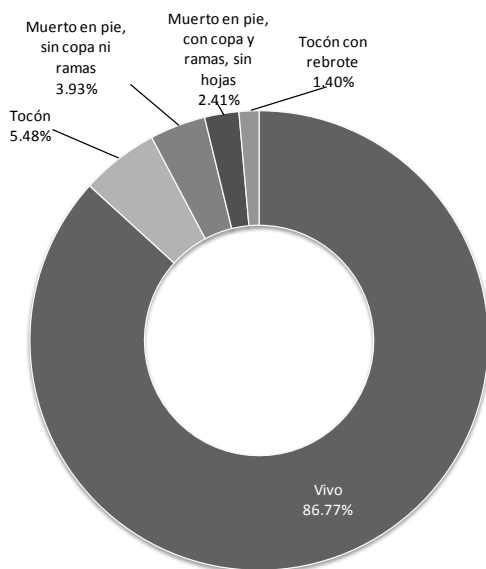


Figura N° 58. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones)

5.4.8. Parámetros estadísticos obtenidos y precisión de las estimaciones

En el cuadro N° 79 se muestra en detalle los parámetros estadísticos obtenidos para la ecozona sierra con un nivel de confianza del 95%.

Cuadro N° 79. Parámetros estadísticos para las principales variables de la ecozona sierra del inventario nacional forestal.

Variable/parámetro estadísticos	Promedio	Desv. Estandar	CV (%)	Error Estandar	Error Abs de Muestreo	Límite Inferior	Límite Superior	Error Rel Muestreo (%)
N° de individuos/ha (N/ha)								
≥5 cm dap	377.71	387.87	102.69	44.79	89.24	288.46	466.95	23.63
≥10 cm dap	139.63	160.43	114.9	18.53	36.91	102.71	176.54	26.44
5≤dap<10	238.08	269.8	113.32	31.15	62.07	176.01	300.15	26.07
Área basal/ha (m2/ha)								
≥5 cm dap	4.31	4.75	110.25	0.55	1.09	3.21	5.4	25.37
≥10 cm dap	3.36	4.08	121.57	0.47	0.94	2.42	4.3	27.97
5≤dap<10	0.95	1.05	110.68	0.12	0.24	0.71	1.19	25.47
Volumen/ha (m3/ha)								
≥5 cm dap	5.68	6.93	122.06	0.8	1.6	4.08	7.27	28.08
≥10 cm dap	4.73	6.37	134.75	0.74	1.47	3.26	6.19	31
5≤dap<10	0.95	1.05	110.5	0.12	0.24	0.71	1.2	25.42
N° de Latizales (N/ha)	151.56	155.03	102.29	17.9	35.67	115.89	187.22	23.53
N° de Brinzales (N/ha)	277.33	373.13	134.54	43.09	85.85	191.48	363.18	30.96

Fuente: Elaboración propia

La figura N° 59 muestra los límites superior e inferior del volumen de madera por hectárea para árboles ≥30 cm dap a un 95% de confianza.

Eso significa: si sacáramos una gran cantidad de muestras de 66 parcelas, en un 95% de los casos las medias de las muestras caerían dentro de los límites de confianza. En el 5% de los casos caerían fuera de los límites. También se dice que la probabilidad de sobrepasar los límites es 5%.

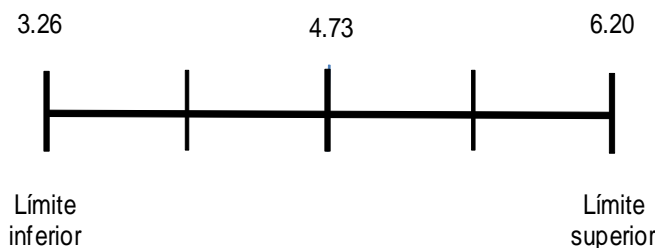


Figura N° 59. Promedio del volumen calculado en m3 y los límites de confianza al nivel de 95% para el inventario de la ecozona sierra para árboles (≥10 cm dap), todas las especies.

VI. DISCUSIÓN

6.1. Ecozona hidromórfica y selva baja

6.1.1. Composición florística y riqueza de especies

Desde el punto de vista florístico, la cualidad más relevante de los bosques de la Amazonía peruana es su alta riqueza de especies (Gentry y Ortiz, 1993); sin embargo, los bosques inundados de la Amazonía, normalmente contienen menos especies que los bosques no inundados de la misma región (Campbell *et al.*, 1986; Dumont *et al.*, 1990; Gentry y Ortiz, 1993; Freitas, 1996a, 1996b; Worbes, 1997). Este estudio confirma esta aseveración, aunque desde el punto de vista estadístico no es recomendable hacer comparaciones dado el diferente número de unidades muestrales registradas hasta la fecha en las ecozonas bosque hidromórfico y selva baja.

Gentry (1988) señala que la familia Leguminosae (que incluye Fabaceae) es virtualmente la más diversa en los bosques primarios neo tropicales. Las especies de palmeras (Arecaceae) también tienden a ser abundantes sobre bosques permanentemente inundados. Los resultados del inventario de los bosques de la zona hidromórfica y de selva baja de Loreto son generalmente consistentes con este patrón; sin embargo, en nuestro caso la familia Malvácea adiciona más diversidad a las ecozonas hidromórfica y selva baja. A nivel de especies, *Eschweilera spp.* e *Inga spp.* son las más abundantes en ambas ecozonas, adicionalmente las especies de palmeras son abundantes en la ecozona hidromórfica.

Los bosques de tahuampa de la Amazonía, normalmente contienen pocas especies que los bosques no inundados de la misma región (Gentry, 1982, 1986; Campbell *et al.*, 1986; Balslev *et al.*, 1987; Junk, 1989; Dumont *et al.*, 1990; Freitas 1996a, 1996b, Worbes, 1997). Según Gentry (1988) los bosques de tierra firme de la selva baja son los más ricos del mundo con más de 300 especies por hectárea de árboles ≥ 10 cm dap.

En el presente estudio comparamos la presencia de 132 especies de árboles ≥ 10 cm dap ocurriendo en las 13 unidades muestrales de la ecozona hidromórfica con los resultados de un censo en 9 ha de bosque de tierra firme no inundable, donde un total de 386 especies de árboles con diámetro superior de 10 cm fueron registrados (Nebel *et al.* 2000).

Nuestros resultados son consistentes con otras investigaciones, que indican que los bosques de las zonas hidromórficas de la Amazonía son menos ricos en especies por unidad de área que los bosques de tierra firme. El estrés impuesto por las inundaciones es posible causa de una relativamente baja riqueza de especies de los bosques hidromórficos tal como lo sostienen Armstong *et al.* (1994), Brinson (1990), Crawford (1982), Gill (1970), Junk (1989), Worbes (1997). En esto estaría de acuerdo Richards (1969), quien indicó como regla general que las ubicaciones con desfavorable incremento en sus condiciones tienden a presentar especies menos ricas que aquéllas con óptimas condiciones.

Del mismo modo, resultó tentador comparar la presencia de 67 especies de árboles ≥ 10 cm dap ocurriendo en promedio en las 76 unidades muestrales ubicadas en los bosques de tierra firme de la ecozona selva baja con los resultados de inventarios en tres lugares del departamento de Loreto donde fueron registrados entre 62 y 73 especies ≥ 10 cm dap,

reportados por Gentry y Ortiz (1993). Nuestros resultados muestran que están dentro del rango obtenido en estas investigaciones; sin embargo, son mucho más altos que otros estudios efectuados en otros departamentos como Madre de Dios y Ucayali; lo que reafirma que la diversidad de especies en las comunidades de plantas aumenta hacia el ecuador.

Ayres (1995) y Worbes (1997) mencionan que en general la riqueza de especies se incrementa con: (1) sucesión, (2) fertilidad decreciente y (3) fuerza decreciente de inundación. En los bosques hidromórficos inundados, encontramos que el diámetro de distribución de ocurrencia de grandes individuos de especies como *Hura crepitans* sugiere que ellos no son de origen reciente (ej. Räsänen, 1993); sin embargo, el alto valor de importancia de la familia Urticaceae (que incluye a las especies *Cecropia* spp. y *Cecropia membranacea*), pueden indicar que éste es relativamente joven o que el bosque haya sufrido una perturbación natural, al respecto Nebel *et al.* (2000) señala que los bosques cercanos a los grandes ríos amazónicos son permanente disturbados por la fuerza del río; sin embargo, cuentan con una alta capacidad de resiliencia.

Asimismo, otros estudios realizados en condiciones similares de bosques hidromórficos, muestran resultados variables. Los resultados obtenidos en este estudio muestra que el número de familias y especies (≥ 10 cm dap) son superiores a los registrados en otros lugares de la Amazonía baja (ejemplo Ayres (1995) y Freitas (1996a), pero inferiores a los resultados de Gentry (1988) y Nebel *et al.* (2000).

Los resultados encontrados por Perú-Minam (2015) en pantanos del río Nanay y Tahuayo cerca de Iquitos, presenta menor número de familias pero mayor número de especies con respecto a los resultados encontrados en la ecozona hidromórfica. El área basal encontrado en nuestro estudio es bajo comparado con Ayres (1995), Freitas (1996a) y Nebel *et al.* (2000). Esto debido a que los factores que establecen la riqueza de especie de un sitio a otro, son la ubicación geográfica, variación en la temperatura, precipitación, disponibilidad de luz y tipo de suelo (Gentry, 1988).

En los bosques de la tierra firme, nuestros resultados son superiores en número de familias y especies comparado con poblaciones boscosas similares reportadas por Freitas (1996b) y Perú-Minam (2015); sin embargo, la densidad de tallos por hectárea en nuestro estudio es inferior al reportado Freitas (1996b) y Perú-Minam (2015), donde contamos hasta 407 tallos ≥ 10 cm dap.

Los resultados obtenidos con el índice de diversidad de Shannon-Wiener (individuos ≥ 10 cm dap) en las unidades muestrales UM 73 y UM 89 de la ecozona hidromórfica dan cuenta de valores por debajo de lo normal (0.72 y 0.99 respectivamente), mostrando comportamiento inusual respecto a la mayoría de los índices obtenidos en las otras unidades muestrales, la misma que se observa mediante la prueba de Normalidad de Anderson Darling obteniéndose un P-valor de 0.459, a un nivel de significancia del 10%. Esto bajo valor podría deberse a la metodología de muestreo empleada donde la ubicación de las unidades muestrales fue no alineado, cayendo algunos en bosques secundarios o en áreas de intervención antrópica.

En la ecozona selva baja los valores registrados por el índice de Shannon-Wiener son altos, tal como se esperaba para este tipo de bosque; no obstante, también se registró valores bajos detectados con mucha facilidad a través del método gráfico la prueba de Normalidad de Anderson Darling a un nivel de significación de 10%.

La comparación entre unidades muestrales de la ecozona hidromórfica estimada a través del índice de Sørensen y Jaccard muestra resultados sorprendentes pero comprensibles. Era previsible que las unidades muestrales cercanas presenten mayor similitud entre ellos, sin embargo, se encontró mayor similitud entre unidades muestrales distantes entre sí, pero ubicadas en el límite de la zona hidromórfica, el cual podría ser explicable por factores geográficos y ambientales que se presentan en la frontera de los bosques de la zona hidromórfica. Durante la etapa de planeamiento del inventario, el razonamiento utilizado para agrupar las unidades muestrales fue la accesibilidad y no el criterio fisonómico.

En la ecozona selva baja, la prueba de similaridad entre unidades muestrales utilizando el índice de Sørensen y Jaccard muestra resultados de afinidad en composición florística entre unidades muestrales cercanas, debido a las mismas condiciones biogeográficas de este ecosistema, sin embargo, esta teoría podría ser criticada debido a que los datos biogeográficos pueden interpretarse de diferentes modos (Roukolainen y Toumisto, 1993).

6.1.2. Estructura del bosque

A nivel general, en las 13 unidades muestrales de la zona hidromórfica se registró 1,714 individuos ≥ 10 cm dap, observándose una considerable variación en el número de individuos (40-182), la mayor cantidad de individuos fue encontrado en la unidad muestral 11, debido a que se encuentra ubicada en una zona perturbada por la naturaleza donde se observó la presencia masiva de árboles fustales de las especies *Cecropia* spp. y *Cecropia membranaceae* en proceso de colonización de estas áreas. La menor presencia se registró en la unidad muestral 60 con 40 individuos ≥ 10 cm dap, atribuido al cambio de uso del suelo por acción antrópica.

Los bosques de la ecozona selva baja las 76 unidades muestrales presentan 10,107 individuos ≥ 10 cm dap, notándose una mayor variación en el número de individuos (29-322). La unidad muestral 383 mostró mayor cantidad de individuos por la abundante presencia de árboles de diámetros pequeños, situación que se evidencia por el mayor IVI en fustales de las diez primeras especies. La menor presencia se registró en la unidad muestral 87 con 29 individuos ≥ 10 cm dap, atribuido al cambio de uso del suelo por acción antrópica para cultivos y pastoreo.

En el presente estudio, en las ecozonas hidromórfica y selva baja la forma de vida más abundante correspondió a árboles, superando claramente a palmeras (individuos ≥ 10 cm dap), se tomó como referencia este diámetro con el fin de incorporar en los registros el mayor número de individuos de diversas formas de vida, no obstante, se registró solo las formas de vida árboles y palmeras. La ausencia de lianas se debe a la metodología empleada, la mayor cantidad de lianas se encuentran por debajo de un dap ≥ 10 cm (Gentry 1993).

La distribución diamétrica de todas las especies registradas en las ecozona hidromórfica y selva baja corresponde a una forma exponencial negativa, debido a la presencia de gran número de árboles en las clases diamétricas menores, cayendo fuertemente los valores hacia las clases diamétricas mayores, configurando la forma típica de "J" invertida, tendencia normalmente observado en bosques naturales y nos indica que el bosque tiene una alta regeneración, y en condiciones normales tendría su sobrevivencia asegurada, por eso a esta forma de curva se le conoce también con el nombre de la curva de equilibrio.

En el bosque de la ecozona selva baja la distribución de los individuos por clases diamétricas muestra una escasa presencia de árboles sobre todo de especies comerciales, debido a que la extracción de madera en los bosques de la selva peruana es selectiva. La mayoría de árboles están presentes hasta la clase diamétrica <60 cm dap lo que hace suponer que los diámetros mínimos de corta establecidos por la legislación peruana han contribuido a la conservación de estas especies.

El análisis individualizado de las especies de importancia económica muestra algunos problemas en la estructura diamétrica caracterizado por la escasa presencia de árboles en las clases diamétricas superiores o en las clases diamétricas inferiores; así por ejemplo en la ecozona hidromórfica la especie *Mauritia flexuosa* presenta una distribución diamétrica anormal caracterizada por la inexistencia de individuos en la clase diamétrica entre 10 a 29.90 cm (fustales) no obstante que, esta especie es bastante frecuente en estas áreas (González, 1971, Khan y Mejía, 1991). En la ecozona selva baja la distribución por clases diamétricas de dos de las principales especies comerciales como *Ceiba pentandra* y *Hura crepitans* muestran algunos problemas en la estructura diamétrica de sus poblaciones naturales. Así *Ceiba pentandra* no presenta individuos en las clases diamétricas de 10-19.9 cm y superiores a 30 cm dap, lo que podría demostrar que esta especie ha sido intensamente extraída y requiere un tratamiento especial para la recuperación de sus poblaciones naturales. *Hura crepitans* solo se muestra individuos en las clases diamétricas de 10-39.90 cm dap. Ambas especies se desarrollan en los bosques de la llanura aluvial de inundación y de acuerdo con las memorias anuales del Gobierno Regional de Loreto, vienen siendo fuertemente explotados con fines comerciales. Situación similar ocurre con otras especies como *Cedrela odorata* y *Maquira coriacea* cuyos individuos registrados son escasos y debajo de 60 cm de dap. Por otro lado, especies como *Virola albidiflora* y *Virola duckei* conocidos con el nombre vernacular de “cumala” muestran estructuras diamétricas erráticas; así por ejemplo, *Virola albidiflora* no cuenta con árboles en las clases diamétricas intermedias y superiores a 60 cm dap, mientras que la estructura diamétrica de *Virola duckei* es más complicada por la ausencia de individuos en las clases diamétricas superiores a 20 cm dap; ambas especies son las más extraídas del bosque en el departamento Loreto y se destinan a los mercados de exportación.

A nivel general, incluyendo fustales y árboles, se contó un total de 461 tallos por hectárea en la ecozona hidromórfica y 407 tallos en el ecozona selva baja, el mayor número está presente en el grupo de fustales (10-29.90 cm dap) con más del 82% de individuos/ha. En la ecozona hidromórfica la mayor parte (aproximadamente el 65% del total general) corresponde a la clase diamétrica de 10-19.90 cm dap. A nivel de estrato arboreo (≥ 30 cm dap), la mayor proporción de individuos por hectárea está concentrada en la clase diamétrica de 30-39.90 cm dap, congregando el 52.50% de este grupo, las clases diamétricas superiores muestran proporciones bajas de menor a mayor, lo que muestra la tendencia decreciente de los individuos por hectárea conforme se incrementan las clases diamétricas, patrón observado en otras zonas tropicales del mundo (Lamprecht, 1990). Las especies *Cecropia* spp. y *Cecropia mebranacea* de la ecozona hidromórfica destacan con altas densidades de árboles por hectárea de hasta 38 y 29 individuos por hectárea, respectivamente. En la ecozona selva baja se confirma el mismo patrón, pero difiere de la ecozona hidromórfica, por la rala presencia de individuos en las clases diamétricas superiores a 50 cm dap lo que podría interpretarse que este bosque es relativamente joven y en proceso de colonización o ha sido sometida a intensa extracción de madera.

En ambas ecozonas predomina la especie *Eschweilera* spp. confrontación *Eschweilera coriacea* con 20 y 18 individuos por hectárea en las ecozonas hidromórfica y selva baja, respectivamente; esta especie es común en los bosques de la Amazonía peruana y se caracteriza por alta concentración de individuos, este mismo patrón fue observado en varios lugares de la Amazonía continental que ha motivado que Steege *et al.* (2013) lo consideren dentro de las especies hiperdominantes junto con otras especies de las familias Arecaceae y Myristicaceae. Al respecto, estos investigadores afirman que la mitad de los 16 mil especies de árboles catalogados en la Amazonia continental pertenecen apenas a 1.4% del total de las especies, lo que muestra la enorme implicancia de estas especies desde el punto de vista de la prestación de servicios ecosistémicos.

La regeneración natural expresada en términos de brinzales y latizales muestra que existe una importante reserva de árboles del futuro en la ecozona hidromórfica; sin embargo, nuestros resultados están por debajo de los valores obtenidos en otras zonas del país en condiciones de bosques similares, sobretodo en la ecozona selva hidromórfica (ej. Perú-Minagri, 2015). Con el fin de establecer el número adecuado de brinzales por hectárea para manejar los bosques, Stanley (1997) sugiere utilizar la cantidad que comunmente se siembra en plantaciones (1,100 brinzales/ha); sin embargo, dado la alta tasa de mortalidad en bosque naturales, se considera 2,000 brinzales/ha como una cantidad adecuada, tal como propuso Dawkins (1958, citado en Stanley, 1997) en los bosques de Uganda. Otros investigadores han propuesto rangos de 988 a 2,470 brinzales/ha, aunque la definición de brinzales ha cambiado entre investigadores y con el tiempo, por lo tanto hay que tener cuidado al comparar entre sitios. En la ecozona hidromórfica y selva baja se considera brinzal a todos los individuos de tamaño entre el rango de 1 – 3 m de altura total. En la ecozona hidromórfica hay un total de 1,210 individuos brinzales por hectárea, que representa algo más de la mitad de lo recomendado, donde están incluidos especies con potencial mercado comercial y especies sin demanda comercial, el escaso número de brinzales por hectárea en esta ecozona se debe al ahogamiento de las plántulas menores de 1 m por efecto de la inundación (ej. Nebel, 2000). En selva baja la reserva de brinzales es óptima (2,320 individuos por hectárea), sin embargo, la falta de luz retrasa el crecimiento y desarrollo de estas plantas por lo que se recomienda intervenciones silviculturales para incentivar el crecimiento de estos individuos.

La medida de frecuencia, es decir, la distribución espacial de las especies es muchas veces más importante que la abundancia, especialmente para las especies heliófitas. Por lo general un muestreo forestal pone énfasis en la determinación de la abundancia de brinzales, por lo tanto se instalan pocas parcelas de regeneración natural. En Malasia se consideró un área adecuadamente regenerado cuando el 40% de las parcelas fueron ocupados por un brinzal de especie comercial (Barnard, 1950; citado por Stanley, 1997). En nuestro caso el bajo porcentaje en frecuencia absoluta encontrado en la ecozona hidromórfica es probablemente debido a la alta competencia por luz con otras especies dicotiledóneas más altas o por palmeras de especies sin importancia comercial maderable, en el caso de la ecozona selva baja la frecuencia absoluta es más alta. En este tipo de situaciones lo recomendable es extraer las especies comerciales aptas para aprovechamiento y generar claros para favorecer el establecimiento de la regeneración natural o alternativamente inducir la regeneración natural mediante la siembra de especies de importancia comercial. Esta última alternativa es mucho más práctica en los bosques de la tierra firme, sin embargo, en los bosques hidromórficos el principal factor que limita el desarrollo de la regeneración natural es la inundación (ej. Nebel, 2000).

La distribución altimétrica de los árboles ≥ 10 cm dap en la ecozona hidromórfica muestra que la mayor cantidad de árboles se encuentra en la clase de 4-9.9 m (37%), el menor número de árboles se encuentra en la clase de 35-39.9 m (0.11%), este mismo patrón ha sido observado en otros tipos de bosques de la Amazonía. La especie *Cecropia* spp. es la más abundante en las clases altimétricas 5-9.9 m (40), 10-14.9 m (49), 15-19.9 m (36) y de 20-24.90 m (7), seguido de *Cecropia membranacea* que presenta 16, 44, 18 y 17 individuos en las mismas clases altimétricas, adicionalmente, esta última especie es la más abundante en las clases altimétricas < 5 m y de 25-29.9 con 3 y 8 individuos, respectivamente. A nivel de todo el bosque hidromórfico, los estratos horizontales están claramente definidos. El árbol más alto corresponde a la especie *Jacaranda* sp. con 38 m de altura total y está ubicada en la unidad muestral 59. Coincidente las especies más abundantes visto desde el punto de vista de clases altimétricas son especies pioneras como *Cecropia* spp. y *Cecropia membranacea*, mientras que el árbol más alto está representado por *Jacaranda* sp. lo que hace suponer que gran parte del bosque de la zona hidromórfica se encuentra en una fase de colonización de especies pioneras dentro del proceso de sucesión del bosque. En general, la altura de los árboles encontrados en la ecozona hidromórfica son inferiores a los reportados en otros estudios, sin embargo, son superiores a las alturas reportadas por Nebel *et al.* (2000) en ecosistemas similares, aunque la medición de altura de los árboles en nuestro caso podrían estar sobredimensionados debido a la estimación visual de los mismos.

En la ecozona selva baja la mayor cantidad de árboles se encuentra en la clase de 10 a 14.90 m (32.6%), el menor número de árboles se encuentra en la clase de 40 – 44.90 m (0.03%), el 16.4% de las especies están presentes en las clases altimétricas de 5 a 25 m de altura. Un considerable número de árboles de interés comercial cuentan con altura superior a 25 m, los árboles más altos corresponden a las especies *Ceiba* sp., *Terminalia oblonga*, *Dipteryx odorata* y un NN con 40 m de altura cada uno.

6.1.3. Área basal y volumen

El área basal en la ecozona hidromórfica para individuos ≥ 10 cm dap varía entre 10.88 m²/ha a 28.83 m²/ha, correspondiendo el valor más bajo a la unidad muestral 60 y el más alto a la unidad muestral 131. El promedio obtenido para las 13 unidades muestrales asciende a 21.33 \pm 3.68 m²/ha, algo más bajo que otros bosques de tahuampa de la Amazonía (33.9 m²/ha, 32.7 m²/ha, 27.7 m²/ha, 27.8 m²/ha) registrados por Ayres (1995), Freitas (1996a), Nebel *et al.* (2000) y Endress *et al.* (2013), respectivamente; sin embargo, son muy similares a los resultados reportados por Perú–Minam (2015), que registró 22.20 m²/ha en la tahuampa aledaña al río Nanay, cerca de Iquitos. En el estrato arbóreo (individuos ≥ 30 cm dap) el más alto valor en área basal se presentó en la unidad muestral 12 (15.05 m²/ha) y el más bajo a la unidad muestral 11 (2.66 m²/ha). La media de las 13 unidades muestrales corresponde a 12.04 \pm 3.34 m²/ha, que resultan valores inferiores a los reportados en otros estudios de la Amazonía peruana (Dancé y Ojeda 1979, Linares, 2011).

La distribución del área basal para las distintas clases diamétricas en las ecozonas hidromórfica y selva baja muestran una declinación hacia las clases de diámetro más altas, patrón similar al observado en la distribución diamétrica del número de individuos por hectárea; sin embargo, en la ecozona hidromórfica fueron observadas importantes áreas basales en la clase diamétrica > 80 cm dap, lo que indica que este bosque cuenta con un buen potencial de madera aprovechable, cuya extracción no perjudicaría la estructura del

bosque debido a que existe una importante reserva de madera en los clases diamétricas inmediatamente inferiores. En la ecozona selva baja el área basal de individuos >80 cm dap no es elevado.

A nivel individuos ≥ 10 cm dap, se observa que las doce primeras especies forestales con mayor área basal promedio (m^2/ha) representan 30% del área basal total encontrado en la ecozona hidromórfica; asimismo, representan el 42% del área basal a nivel de todos los fustales y 21% del área basal de todo el estrato arboreo. Las especies *Cecropia* spp. y *Cecropia membranacea* sobresalen con importantes áreas basales superiores a $1 \text{ m}^2/\text{ha}$ (individuos ≥ 10 cm dap). Es poco frecuente, para una sola especie de bosques húmedos tropicales, áreas basales de hasta más $1 \text{ m}^2/\text{ha}$ y valores de densidad de árboles por hectárea superior a 29 individuos y, el cual también se reflejó en los altos valores de importancia de las especies mencionadas.

En la ecozona selva baja, las diez primeras especies cuyos individuos son ≥ 10 cm dap, representan más del 39% del total registrado en esta ecozona. A nivel de fustales la especie *Ochroma lagopus* abarca cerca de la cuarta parte del área basal en este grupo. En el estrato arbóreo esta especie junto con *Eschweilera* spp. aportan el 24% del área basal del grupo, destacando la primera con más de 20% del total registrado en este grupo.

El área basal promedio encontrado en las 13 unidades muestrales de la ecozona hidromórfica para individuos ≥ 10 cm dap son consistentes con otros estudios efectuados en zonas similares de la Amazonía peruana (ej. Freitas (1996a), Nebel *et al.* (2000), Endress *et al.* (2013), Perú-Minan (2015), aunque algo bajo con respecto a los tres primeros. La distribución del área basal por clases diamétricas, muestra que los árboles <60 cm de dap concentran más del 59% del área basal de individuos ≥ 30 cm dap, mientras que los árboles con diámetro ≥ 60 cm representan el 40.70%.

En la ecozona selva baja el área basal promedio encontrado en las 76 unidades muestrales para individuos ≥ 10 cm dap muestran valores bajos con respecto al reportado por Freitas (1996b) en los bosques de terraza baja del distrito de Jenaro Herera y muy similar al registrado en promedio por Perú-Minan (2015) en los bosques de terrazas altas del río Tahuayo. La distribución del área basal por clases diamétricas, muestra que los árboles <60 cm de dap concentran más de 59% del área basal de individuos ≥ 30 cm dap, mientras que los árboles con dap ≥ 60 cm representan cerca de 39.41%.

El volumen de madera (sin palmeras) encontrado en las 13 unidades muestrales de la ecozona hidromórfica para individuos ≥ 10 dap, presenta valores muy diversos con promedio considerado como bueno (de acuerdo con la escala propuesta por IIAP, 2008); sin embargo, está por debajo del valor reportado en el bosque aguajal y de pantano del río Nanay por Perú-Minan (2015). En el estrato arbóreo (individuos ≥ 30 dap), el valor promedio está en el rango regular. En la ecozona selva baja el volumen de madera sin palmeras registrado en las 76 unidades muestrales para individuos ≥ 10 dap, muestra valores muy variados cuyos rangos van desde 5 hasta $356 \text{ m}^3/\text{ha}$, debido a que la distribución de las unidades muestrales fue no alineado (al azar) cayendo en algunos casos en zonas disturbadas por acción antrópica como pastos para ganadería y chacras; sin embargo, el promedio encontrado se considera como excelente (de acuerdo con la escala propuesta por IIAP, 2008); no obstante, está por debajo del valor reportado por Freitas (1996b) y superior al registrado por Perú-Minan (2015). En el estrato arbóreo (individuos ≥ 30 dap), el valor promedio del volumen de madera está en el rango muy bueno, lo que indica que existe un

buen stock de madera para ser aprovechada, sin embargo, la mayor parte se encuentran debajo de 60 cm dap.

La distribución del volumen por clases diamétricas en el bosque de la ecozona hidromórfica, muestra que los árboles <60 cm de dap concentran cerca de 51% del volumen de individuos ≥ 30 cm dap, mientras que los árboles con dap >60 cm representan 49%. Esta característica muestra que existe una importante reserva de árboles de clases diamétricas para futuras cosechas, debido a que el aprovechamiento está dirigido generalmente a los árboles con diámetros mayores, que como se observa en este caso representa una proporción considerable para el bosque hidromórfico. En la ecozona selva baja la mayor proporción de volumen de madera de árboles ≥ 30 cm dap se presenta en las clases diamétricas <60 cm dap y concentran más del 56% del volumen de madera y el 43% del volumen está representado en la clase diamétrica >60 cm.

La agrupación de las especies en grupos comerciales para individuos ≥ 30 cm dap presenta importantes volúmenes de madera con potencial mercado de exportación que representa el 5.5% del total registrado en el bosque de la ecozona hidromórfica. El grupo de las especies con potencial mercado nacional representa el 12% y las especies para el mercado regional el 17% del total del volumen registrado en esta ecozona. Más del 65% del volumen registrado en esta ecozona está representada en las especies sin demanda comercial.

En la ecozona selva baja, la agrupación de especies comerciales para individuos ≥ 30 cm dap muestra que las especies con potencial mercado de exportación representan bajo porcentaje, equivalente a 2% del total registrado en esta ecozona. El grupo de las especies con potencial mercado nacional representa el 7.56% y las especies para el mercado regional el 15.74% del total del volumen registrado en esta ecozona. Algo más de 74% del volumen registrado en esta ecozona está representada en las especies sin demanda comercial.

Desde el punto de vista de potencial aprovechable, es decir, árboles >60 cm dap, el bosque de la ecozona hidromórfica presenta un potencial aprovechable en madera con demanda comercial de 16.725 m³/ha que representa el 21% del volumen total registrado en esta ecozona. En la ecozona selva baja el potencial aprovechable de árboles >60 cm dap con demanda comercial de 16.18 m³/ha que representa el 12.62% del volumen total registrado en esta ecozona.

Asumiendo un ciclo de corta mínimo de 20 años (según la normativa vigente en nuestro país), resultarían volúmenes aprovechables entre 0.836 m³ para los bosques hidromórficos de la Amazonía peruana. En el caso de los bosques de la ecozona selva baja aplicando el mismo ciclo de corta, los volúmenes aprovechables estarían entre 0.809 m³, siempre y cuando se logre un aprovechamiento cuidadoso, sin daños a árboles remanentes y sin pérdidas en el proceso de aprovechamiento y extracción; sin embargo, en la práctica estos daños y pérdidas pueden ser mucho mayores que los volúmenes aprovechados, resultando en volúmenes reales de aprovechamiento menores.

Considerando el elevado volumen de madera sin demanda comercial ≥ 30 cm dap presente en las ecozonas hidromórfica y selva baja (alrededor de 65 y 74 m³/ha, respectivamente); sería recomendable definir cual será el rol de estas especies dentro del bosque en el futuro. Una alternativa sería concentrar los estudios tecnológicos de maderas en estas especies a fin de incrementar el portafolio de maderas para el mercado. La otra opción, sería

destinarlas a la prestación de servicios ecosistémicos como: secuestro de carbono, regulación de recursos hídricos, conservación de diversidad biológica, etc. La segunda alternativa parece la más atractiva ya que la inserción de un nuevo producto en el mercado es un proceso largo, sobre todo en el mercado internacional. El manejo de bosques debe empezar en el mercado y no en la concesión o en el permiso forestal, en consecuencia, se debe incentivar el crecimiento de las especies forestales que demanda el mercado.

De acuerdo con la legislación nacional sobre especies amenazadas de flora silvestre aprobado mediante Decreto Supremo N°043-2006-AG, en el bosque de la ecozona hidromórfica se registró dos especies *Cedrela odorata* y *Manilkara bidentata*, la primera dentro de las especies con potencial mercado de exportación y la segunda con mercado nacional. Ambas consideradas en la citada norma como especies en situación vulnerable; sin embargo, el volumen de ambas especies no afecta el potencial aprovechable debido a los ínfimos valores de volumen que aportan.

En el bosque de la ecozona selva baja las especies amenazadas son mucho más, así por ejemplo *Cedrela odorata* y *Cedrela fissilis* registradas en este inventario dentro del grupo de especies con potencial mercado de exportación consideradas como especies en situación vulnerable restan 0.19 m³/ha de madera ≥30 cm dap de madera comercial. En el grupo de las especies con potencial mercado nacional, las especies *Manilkara bidentata*, *Mezilaurus itauba* y *Tabebuia serratifolia* (en situación vulnerable) y *Ceiba pentandra* (casi amenazada) descuentan 0.566 m³/ha de madera ≥30 cm dap. En el grupo de especies con potencial mercado regional no se ha encontrado especies amenazadas, sin embargo, en el grupo de especies sin demanda comercial se registró las especies *Clarisia racemosa*, *Clarisia biflora* (en situación casi amenazada), mientras que las especies *Pachira brevipes* y *Parahancornia peruviana* (en situación vulnerable). Todas estas especies restan 1.012 m³/ha de madera ≥30 cm dap; sin embargo, no afecta el volumen comercial debido a que estas especies no cuentan con demanda comercial.

Cabe precisar que las especies *Clarisia racemosa* y *Clarisia biflora* consideradas en la lista de especies en situación casi amenazada, son abundantes en el bosque amazónico tal como lo reportan los estudios de Dance y Ojeda (1979) para el género *Clarisia* y más preciso Aguilar (2014) para la especie *Clarisia biflora*. Al respecto, la especie *Clarisia biflora* fue asignada erróneamente hasta hace poco a “capinuri”, especie intensamente utilizada en la industria del laminado y contrachapado en el departamento de Loreto como especie alternativa a *Ceiba pentandra*; sin embargo, a la luz de los últimos estudios taxonómicos se ha descubierto que la especie utilizada en la industria de laminado y contrachapado corresponde al nombre científico *Maquira coriacea* que medra en la llanura aluvial de inundación, no obstante, que el nombre comercial acuñado al producto de dicha especie es triplay de “clarisia”.

Pachira brevipes conocida también con la sinonimia de *Rhodognaphalopsis brevipes* es una especie que crece en los bosques de arena blanca conocidos como “varillales”, cuya distribución se limita a estos ecosistemas (Anderson, 1978, 1981), por tal motivo, está considerada como una especie endémica o de distribución restringida, por lo que su inclusión en la lista de especies está plenamente justificada. Con respecto a *Parahancornia peruviana*, esta especie es abundante en los bosques de terrazas altas de la Amazonía peruana, tal como lo reportan numerosos estudios como Dance y Ojeda (1979) y Aguilar (2014). Este último investigador reportó 0.97 ind/ha y volúmenes de 0.96 m³/ha en la carretera Iquitos – Nauta.

6.1.4. Índice de valor de importancia de familias y especies

En la figura N° 16 y 29 se compara el índice de valor de importancia de las diez primeras familias a nivel de fustales y estrato arbóreo de la ecozona hidromórfica y selva baja, respectivamente. En ambas ecozonas a nivel de fustales, la dominancia relativa y la densidad relativa presentan valores similares, el mismo patrón se observa en el estrato arbóreo, indicando alturas de árboles similares que los promedios en las unidades muestrales inventariadas.

En la ecozona de bosque hidromórfico a nivel de fustales se registraron 40 familias, mientras que en el estrato arbóreo se anotó 29 familias. En el estrato fustal, las diez primeras familias representan 187.83% del total encontrado dentro de este grupo en el bosque de la zona hidromórfica, cuatro familias: Urticaceae (incluye Cecropiaceae), Fabaceae (incluye Caesalpinaceae y Mimosaceae), Arecaceae (Palmae) y Annonaceae aportan juntos 110.3% del total del IVI, sobresaliendo la familia Urticaceae con más de 40% del total. En el estrato arbóreo, las diez primeras familias contribuyen con 208.06% del total encontrado en este grupo dentro del bosque de la zona hidromórfica. Cinco familias: Urticaceae (incluye Cecropiaceae), Fabaceae (incluye Caesalpinaceae y Mimosaceae), Arecaceae (Palmae), Myristicaceae y Malvaceae (incluye Bombacaceae) son las que presentan mayor peso ecológico, pues se constituyen como la de mayor abundancia, frecuencia y dominancia, aportando juntos 125.22% del total del IVI, siendo dominados por la familia Fabaceae con más de 36% de estos atributos.

En la ecozona selva baja se registraron 66 familias a nivel de fustales y 53 familias a nivel de estrato arbóreo. En el estrato fustal, las diez primeras familias representan 165.55% del total encontrado dentro de este grupo, dos familias: Fabaceae (incluye Caesalpinaceae y Mimosaceae) y Myristicaceae aportan juntos 51.48% del total del IVI, sobresaliendo la familia Fabaceae con más de 28% del total.

En el estrato arbóreo, las diez primeras familias contribuyen con 185% del total encontrado en este grupo dentro del bosque de la zona hidromórfica. Tres familias: Fabaceae (incluye Caesalpinaceae y Mimosaceae), Lecythidaceae y Moraceae son las que presentan mayor peso ecológico, pues se constituyen como la de mayor abundancia, frecuencia y dominancia, aportando juntos 89.54% del total del IVI, siendo dominados por la familia Fabaceae con más de 40% de estos atributos.

Al respecto, Freitas (1996a) en un bosque latifoliado de tahuampa encontró 33 familias ≥ 10 cm dap, las familias Leguminosae (que incluye Fabaceae, Caesalpinaceae y Mimosaceae), Palmae (Arecaceae), Euphorbiaceae, Annonaceae, Lecythidaceae y Moraceae son las que muestran mayor IVI y representan más de la mitad del IVI total. La misma fuente, señala que en un bosque palmeral de tahuampa registró 28 familias, las familias Palmae (Arecaceae) y Euphorbiaceae son las que presentan el mayor peso ecológico con 128.4% y 35.1%, respectivamente; sobresaliendo claramente la primera, como la de mayor abundancia y dominancia aportando más del 50% de estos atributos. En términos generales, este informe muestra que el IVI a nivel de familias, presenta un patrón de similar, con los registros de los bosques latifoliado de tahuampa y palmeral de tahuampa estudiado por Freitas (1996a).

Con respecto a los bosques de la ecozona selva baja, Freitas (1996b) en el bosque de terraza baja encontró 43 familias ≥ 10 cm dap. Agrega que 8 familias aportan más de 50% del IVI total, destacando la familia Lecythidaceae con 27.9% del IVI. A nivel general nuestro dato discrepa con los resultados de Freitas (1996b) pero convergen en los valores porcentuales de la familia Lecythidaceae como una de las familias más abundantes en cuanto a IVI de individuos ≥ 10 cm dap.

El índice de valor de importancia a nivel de fustales para las especies, muestra valores similares en dominancia relativa y densidad relativa. En el estrato arbóreo la dominancia relativa es inferior que la densidad relativa, indicando alturas de árboles menores que los promedios en las 13 unidades muestrales inventariadas en la ecozona hidromórfica. Patrón similar fue observado en el bosque de la ecozona selva baja. Al respecto, Lamprecht (1990) ha sugerido medir la homogeneidad o heterogeneidad de un bosque a través de frecuencia absoluta del IVI; los resultados de este muestreo revelan que el bosque de la zona hidromórfica muestra composición florística homogénea a nivel de especies en las 13 unidades muestrales tanto a nivel de fustales como árboles. En la ecozona selva baja, los resultados muestran alta heterogeneidad de las especies en las 76 unidades muestrales evaluadas.

El IVI en el estrato fustal, muestra ocho especies que dominan este atributo y contribuyen con más de la mitad del IVI total. Cuatro especies *Cecropia* spp., *Eschweilera* spp., *Inga* spp. y *Cecropia membranacea*, aportan juntos más de la cuarta parte del IVI, lo que indica que son especies adaptadas a las condiciones especiales que presenta el bosque de la zona hidromórfica. Llama la atención la ausencia de *Mauritia flexuosa* en este grupo ya que esta especie es frecuente en este tipo de bosque y alcanza altas densidades dominando el sotobosque (González, 1971; Khan y Mejía, 1991). Esta situación nos hace suponer que la intensa extracción de frutos de esta especie para el consumo local (ej. Garcia y Pinto, 2001) está superando la capacidad de producción de las plantas productoras de frutos, o que la extracción irracional de frutos caracterizada por el apeo de las plantas femeninas esté diezmando las poblaciones juveniles de esta especie, tal como fue advertido por Penn *et al.* (2008), Endress *et al.* (2013) y Vacalla (2014).

Además del valor económico, *Mauritia flexuosa* “aguaje” es una especie de importancia ecológica, está considerada como “especie paraguas”, juega un papel importante en la protección de especies de la fauna silvestre, sus frutos forman parte de la cadena trófica y contribuyen de manera significativa de la dieta de mamíferos, roedores, primates y otras especies de aves y peces (Aquino, 2005). Al respecto, estudios realizados en la Reserva Nacional Pacaya Samiria indican que el 76% de la dieta de la sachavaca (*Tapirus terrestris*) está constituida por los frutos del aguaje (Bodmer, 1989). Importantes especies de peces de consumo humano como sábalo de cola roja (*Brycon erithropterum*), gamitana (*Colossoma macropomum*) y paco (*Piaractus brachypomus*) y otras especies de peces ornamentales para exportación como *Pygocentrus* sp., *Serrasalmus* sp., *Paracheirodon* sp; que se exhiben en acuarios, se desarrollan y viven en las quebradas de los ecosistemas de aguajal. Las palmeras de aguaje muertas en pie son utilizadas por loros y guacamayos para construir sus nidos y proteger sus crías (Brightsmith y Bravo, 2006); el aguaje es además hospedero del “suri”, larva de una especie de coleóptero, considerada como importante fuente de proteínas y aceites para la dieta de la población amazónica (Delgado *et al.*, 2008)

En el estrato arbóreo, las ocho especies con mayor IVI aportan juntos más de 115% del IVI total en este estrato. De este grupo, cuatro especies *Eschweilera* spp., *Inga* spp., *Mauritia*

flexuosa y *Cecropia* spp. son las que presentan mayor peso ecológico, pues se constituyen como las de mayor abundancia, frecuencia y dominancia, congregando juntos la cuarta parte de estos atributos, lo que indica que son especies adaptadas a las condiciones especiales que presenta el bosque de la zona hidromórfica. El IVI registrado en este estrato para la especie *Mauritia flexuosa* está muy por debajo de los valores reportados por (Perú-Minan, 2015) y por Endress *et al.* (2013) en pantanos del departamento de Loreto.

En la ecozona bosque de selva baja el IVI de las especies a nivel de fustales revela que las 10 primeras especies con mayor IVI contribuyen con 17% del total registrado en este estrato. La especie *Eschweilera* spp. sobresale de este grupo con 11% del IVI. En el estrato arbóreo, las 10 primeras especies con mayor IVI constituyen el 18% del total en este grupo. Al igual que en fustales la especie *Eschweilera* spp. sobresale de este grupo con más de 12% del IVI. Cabe precisar que la especie *Eschweilera* spp. confrontación *E. coriaceae* es también una de las especies más abundante en los bosques de la ecozona hidromórfica y de otras áreas boscosas de diferentes gradientes fisiográficas [ej. Dancé y Ojeda (1979), Puhakka *et al.* 1993, Freitas (1996b), Nebel *et al.* (2000)], lo que indica que se trata de una especie plástica que se adapta a diversas condiciones fisiográficas y ambientales de la selva peruana, que pone en evidencia su enorme importancia ecológica y ambiental. La sobreabundancia de esta especie en los bosques de la Amazonía peruana a motivado a Steege (2013) a denominarlo como una de las especies con hiperdominancia en el bosque junto con otras especies de la familia Arecaceae y Myristicaceae.

6.1.5. Perturbaciones naturales y antrópicas

Las perturbaciones naturales son eventos que ocurren de manera relativamente discreta en el tiempo y modifican el estado, el ambiente físico o la estructura de un ecosistema, comunidad o población, reiniciando procesos de regeneración y sucesión (Manson *et al.* 2009).

Por lo general, el efecto de las perturbaciones naturales en la dinámica de los ecosistemas se ve de forma negativa porque existe una percepción equivocada, de que los ecosistemas naturales o “bien conservados” se encuentran en una situación estable que ocasionalmente alteran las perturbaciones, lo que hace necesario poner en práctica medidas de prevención o remediación para minimizar los daños que estas causan. Tales ideas se basan en la noción del equilibrio ecológico, fuertemente arraigada en el pensamiento conservacionista (Pickett *et al.* 1997) citado por Manson *et al.* (2009) e incluso en ordenamientos legales; sin embargo, investigaciones recientes revelan que los ecosistemas naturales son dinámicos, se modifican continuamente, presentan cambios complejos, pueden estar en diferentes estados cercanos o no a la estabilidad, y las perturbaciones naturales tienen un papel importante en su funcionamiento.

La evidencia científica también muestra que la diversidad biológica es resultado de procesos evolutivos en los que las perturbaciones han actuado como fuerzas selectivas y como parte de los procesos ecológicos que mantienen, e incluso generan, patrones de variación espacial y temporal en la diversidad de ecosistemas, especies y poblaciones (Levin y Paine 1974; Connell 1979; Sousa 1984; Turner *et al.* 1997; Romme *et al.* 1998; Foster 2000; Brawn *et al.* 2001), citado por Manson *et al.* (2009).

Tal como en el caso de otras perturbaciones, las inundaciones forman parte de procesos naturales de los que depende el mantenimiento de biodiversidad, pero muchas veces esto entra en conflicto con las actividades humanas.

Entender las consecuencias ecológicas de las perturbaciones y su influencia en la estructura y dinámica del mosaico de parches en el paisaje es particularmente importante para conservar la biodiversidad (Manson *et al.* 2009).

Es esencial entonces reconocer la importancia de los procesos que regulan el funcionamiento de los ecosistemas y, en lugar de intentar restringir su variación natural, utilizar nuestro conocimiento acerca de ellos para minimizar o controlar ciertos efectos ambientales "indeseables". De hecho, varios estudios han demostrado que suprimir las perturbaciones que han formado parte de un ecosistema genera consecuencias negativas. Por ejemplo, modificar los ciclos naturales de inundación y sequía en ríos y humedales ha llevado a la desaparición de hábitats y especies, a cambiar los cauces y a su desbordamiento cuando ocurren precipitaciones y escurrimientos extremos.

Las estrategias de manejo de ecosistemas dirigidas a mitigar las perturbaciones que los regulan, generalmente los modifican a formas más simplificadas (menos diversidad estructural y de especies), aumentando su vulnerabilidad y disminuyendo su resiliencia frente a nuevas perturbaciones.

Las perturbaciones naturales que mantienen la diversidad en los ecosistemas generalmente son de carácter intermedio en términos temporales y espaciales, es decir, frecuentes y pequeñas o infrecuentes y grandes, por ejemplo la caída de un árbol genera claros en el bosque en el que se establecen especies pioneras que colonizan los bosques dando inicio a un nuevo proceso de sucesión.

En los ecosistemas acuáticos, las inundaciones cíclicas son esenciales para mantener hábitats como humedales y llanuras de inundación de las que dependen numerosas especies de plantas, aves y peces. Anderson (2005) documentó la importancia de la fauna ictiológica que medra en estos ecosistemas y su contribución a la conservación de la flora silvestre a través de la dispersión de semillas en la Reserva Nacional Pacaya - Samiria. En este sentido la heterogeneidad creada por las perturbaciones y los procesos de regeneración y sucesión subsiguientes son necesarias para el mantenimiento de la biodiversidad (Manson *et al.* 2009).

Este estudio revela que la inundación constituye uno de los principales factores naturales que causan perturbación e influyen en la composición florística de los bosques hidromórficos, seguido de daños por viento. En selva baja el principal factor de perturbación natural es también la inundación pero en menor intensidad.

Al respecto, Räsänen (1993), afirma que la perturbación fluvial y otros factores tectónicos juegan un papel importante como factores físicos de perturbación natural a largo plazo en la evolución de la biota en la Amazonía peruana, sobre todo en los bosques de la ecozona hidromórfica.

Los bosques inundables y los pantanos hidromórficos cercanos a los cauces de los ríos están influenciados por procesos fluviales dinámicos, que causan grandes perturbaciones al medio ambiente pero muestran una gran capacidad de resiliencia. Estos procesos

ocurren a diferentes escalas en el tiempo y el espacio, influenciando de manera profunda las condiciones medioambientales y creando diferentes formas de paisaje (Nebel *et al.* 2000).

Las inundaciones monomodales que se presentan en la Amazonía baja peruana, son fenómenos predecibles que ocurren en conjunción con el periodo reproductivo de los árboles. Los estudios muestran que la tolerancia de los árboles a la inundación defiere según la especie y según el tamaño de los árboles, y que existen diferentes adaptaciones fisiológicas y anatómicas de las plantas a la inundación (Gill, 1970; Crawford, 1982; Junk, 1989; Worbes, 1997). Sin embargo, eventos raros tales como varios años consecutivos de niveles de inundación altos y mínimos pueden contribuir con mayor fuerza al desarrollo de vegetación que el patrón promedio de inundación (Junk, 1989; Irion *et al.*, 1997). Investigaciones efectuadas por Nebel (2000), revelan por ejemplo que las plántulas de *Maquira coriácea* que crecen formando cohortes de hasta 150 plántulas/m² en el llano inundable de la selva baja peruana, perecen a consecuencia de la siguiente inundación.

Los bosques hidromórficos comúnmente llamados “pantanos” por su naturaleza y características propias no son aptos para fines agrícolas, sin embargo, investigadores como Kahn y Mejía (1989) han propuesto transformar los suelos hidromórficos o inundados en campos agroforestales productivos, integrando *Mauritia flexuosa* con otras especies de palmeras de importancia económica como *Jessenia bataua* y *Euterpe precatoria*.

Según Manson *et al.* (2009), las perturbaciones naturales y antropogénicas frecuentemente actúan de manera sinérgica. La transformación del paisaje por la acción humana (deforestación, fragmentación, explotación de recursos, intervenciones de manejo, ocupación del suelo, contaminación, etc.) puede imitar, modificar o amplificar los efectos de eventos naturales o alterar regímenes históricos de perturbación en un ecosistema particular, aumentar su vulnerabilidad o introducir nuevos tipos de perturbación

Al respecto, en la Amazonía baja peruana la principal perturbación antrópica que causa daño a los árboles y bosques está relacionada con la apertura de trochas con fines de extracción maderera, correspondiendo a los bosques de la ecozona hidromórfica 11% y al bosque de la ecozona selva baja 16.5%; no obstante, se observa alto porcentaje de bosque sin perturbación (75%) en la ecozona hidromórfica y cerca de 60% en el bosque de la ecozona selva baja. Es muy probable que las cifras mencionadas no se ajusten a la realidad, ya que la mayor parte de la extracción maderera en la selva baja peruana proviene de tala ilegal y sin ningún criterio de sostenibilidad. Según referencias bibliográficas citadas por Che Piu y Menton (2013) como SENECA (2004), Salazar y Benítez (2006) Cueto y Enrique (2010) estiman la tala ilegal representa entre 80% y 90% de la madera que se extrae de los bosques, las más bajas cifras establecen entre 15% y 40% (Pautrat y Lucich, 2006).

Aunque los bosques por naturaleza están adaptados a algunas grandes perturbaciones (Foster, 1990a, 1990b; Worbes *et al.*, 1992; Worbes, 1997), las consecuencias de conversiones extensas son inciertas y deberían evitarse en lo posible. Por lo tanto, los sistemas de uso de la tierra deben desarrollarse de una manera que salvaguarde la biodiversidad en donde fueron conducidos trabajos de campo. También la conversión de estas áreas a terrenos agrícolas pueden contribuir a la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera e incrementar los gases de efecto invernadero (Guzman, 2004; Freitas, 2006).

Gentry & López (1980) anunciaron un incremento en los máximos niveles anuales de agua en Iquitos, durante el periodo 1962-1978, debido a la deforestación ocurrida en los Andes peruanos, pero sus datos fueron interpretados muy pobremente. Los niveles anuales de agua, máximo y mínimo, registrados en Iquitos durante el periodo 1980-1997 no encontraron ningún indicio de aumento en el nivel máximo de inundación a pesar que la deforestación de las vertientes andinas viene ocurriendo desde 1978 a la fecha (Nebel, 2000).

6.1.6. Calidad de fuste, condición fitosanitaria y estado de los árboles

Más del 58.37% de los árboles de la zona hidromórfica presentan fustes óptimos y medio con 21.54%. En la ecozona selva baja la calidad de fuste óptimo de los árboles alcanza 68.37%, mientras que el fuste medio es de 27.70%, lo que muestra que existe una importante reserva de árboles con fuste en buen condiciones para desarrollar la industria maderera nacional.

La caracterización de la calidad de fuste de los árboles estimando la proporción de óptimos, medios o bajos, es un importante insumo para determinar el valor o potencial maderable del bosque, sin embargo, la evaluación pudo tener algunos errores debido a que la inspección ha sido ocular utilizando la experiencia del evaluador de campo para valorar las características superficiales (externas) de los fustes.

Los bosques tropicales poseen una riqueza y biodiversidad enorme, donde el espacio para el desarrollo de las especies es objeto de una fuerte competencia. Los árboles débiles son afectados naturalmente por bacterias, hongos o insectos; eliminándolos gradualmente y dejando lugar para árboles más vigorosos y árboles juveniles. Sin embargo, los bosques, como otros ecosistemas, están expuestos a varias amenazas que pueden causar la muerte de los árboles o reducir su capacidad para proporcionar toda la gama de bienes y servicios (FAO, 2005). Alteraciones en el clima o impactos sobre el ecosistema pueden brindar las condiciones para que las bacterias, hongos, o insectos nocivos que regulan los ciclos de renovación del bosque se conviertan en plagas. En casos más severos, el ingreso de especies exóticas invasoras podría generar plagas de consecuencias perjudiciales para el bosque, aunque esta variable no ha sido evaluada en el bosque de las ecozonas hidromórfica y de selva baja.

La evaluación de la condición fitosanitaria de los árboles registrados en las ecozonas hidromórfica y selva baja se realizó mediante una inspección ocular de la superficie del fuste o tronco desde el nivel del suelo. Esta forma de valorar la condición fitosanitaria de los árboles no brinda información acerca del sistema radicular, ramas y hojas de los árboles o deficiencias nutricionales y toxicidad debido a que resulta difícil determinar desde el nivel del suelo. Por este motivo, los resultados obtenidos deben tomarse como referenciales para esta variable.

A partir de los datos registrados en las parcelas evaluadas se evidencia que el 85.34% y el 77.54% de los árboles de las ecozona Hidromórfica y de selva baja no presentan daños fitosanitarios aparentes. Estos árboles se encontraron libres de lianas, bejucos o matapalos y sus fustes no evidenciaron daños atribuibles a hongos, bacterias o animales.

Por otro lado, las especies epífitas se presentan comúnmente en los bosques lluviosos y por lo general se ubican sobre los fustes y ramas de los árboles los cuales les brindan soporte. Las especies epífitas (lianas y bejucos) y hemiparásitas (matapalos) representan alrededor del 60% de los casos de afectación en los árboles de la ecozona hidromórfica; en la ecozona selva baja el porcentaje es menor, alrededor de 15.36%. Si bien muchas de estas plantas pueden convivir por muchos años, el crecimiento desmedido puede ocasionar desde una afectación fisiológica hasta dañar el fuste de los árboles, sobre todo las especies parásitas.

Según la FAO (2010) las plagas, tanto nativas como introducidas, representan una de las mayores amenazas para los bosques. En las ecozonas hidromórfica y selva baja, los fustes con presencia de parásitos, plagas o enfermedades alcanzan el 20% y 17.3% del total de fustes dañados, respectivamente. Por otro lado, los fustes registrados como huecos, picados o quemados, alcanza el 13% del total de los casos de árboles dañados en la ecozona hidromórfica y 3.44% en los bosques de la ecozona selva baja. En otras zonas tropicales como Guatemala el mayor porcentaje de daño en árboles es por fuste quemado (55%) producto de los incendios forestales; el siguiente factor con mayor incidencia es el daño causado por animales, plantas parásitas o estranguladoras con cerca del 21%, el daño por insectos está alrededor de 8%.

El estado de los árboles registrados en la ecozona hidromórfica se clasificó en vivo; muerto en pie con copa y ramas sin hojas y muerto en pie sin copas ni ramas.

Los árboles registrados en las diferentes parcelas evaluadas se presentan mayoritariamente vivos, alcanzando un promedio de 92.36% del total registrado, cifra similar fue registrado en la ecozona selva baja (93.28%). Lo que indica una alta reserva de biomasa viva y dióxido de carbono estacionado en estos bosques, dato que deberá ser verificado con la cuantificación de carbono.

El estado de los árboles muertos en pie se encuentra afectado por algunas plagas y enfermedades. Los daños más frecuentes se atribuye a lo siguiente: daño humano directo, plantas parásitas, insectos, viento, enfermedad, roedores, incendios y aprovechamientos.

6.1.7. Usos de las especies forestales

Los recursos forestales son aprovechados tradicionalmente por las poblaciones asentadas en la cercanía de los bosques de las ecozona hidromórfica y selva baja con fines de alimentación, suministro de energía (leña y carbón), medicina y como fuente de productos para el comercio local. Los productos forestales, tanto maderables como no maderables son importantes para la sostenibilidad de poblaciones rurales y su uso sostenible favorece la conservación de los bosques sobre los cuales se asientan.

Si bien se ha tratado de utilizar una metodología simple para registrar los usos de la mayoría de los árboles evaluados, la obtención de información ha sido limitada al personal de apoyo local del inventario. Los resultados del presente análisis deben ser tomados como referenciales pues no se ha seguido la rigurosidad de un estudio etnobotánico o socioeconómico para esta variable evaluada. Según los datos recogidos, los pobladores locales reconocen al menos, un uso para el 94.84% de árboles registrados en las parcelas evaluadas para la ecozona hidromórfica, considerándose un valor relativamente elevado.

En el caso de la ecozona selva baja esta cifra se reduce a 55.02% de los árboles registrados.

Los usos más recurrentes en los árboles registrados en la ecozona hidromórfica se relacionan con la provisión de madera para la construcción rural (37.26%), leña (29.23%), frutas (13.85%) y medicinas (3.10%) los cuales son aprovechados principalmente a nivel local. En menor medida, se utilizan aquellos árboles que proveen insumos para artesanía, carbón, semillas, chamanería y forraje; los cuales en conjunto alcanzan 1.23% de los árboles evaluados y son aprovechados también localmente. Los árboles proveen de madera para aserrío se restringe a 6.91% del total registrado, siendo estos aprovechados para el comercio fuera de su localidad de origen. Los usos más frecuentes de los árboles registrados en la ecozona selva baja se relacionan con el abastecimiento de madera para la construcción rural (18.26%), leña (21.10%), frutas (7.06%) y otros (7.86%) los cuales son aprovechados principalmente a nivel local. En menor medida, se mencionan aquellos árboles que proveen insumos para artesanía, carbón, semillas, medicinas, tintes, chamanería y forraje; que en conjunto alcanzan el 4.79% de los árboles evaluados y son también aprovechados localmente. Los árboles que proveen madera para aserrío en la ecozona selva baja es superior a la ecozona hidromórfica está cerca al 49.43% del total registrado, siendo estos aprovechados para el comercio fuera de su localidad de origen por la gran demanda de productos forestales maderables.

En la ecozona hidromórfica, las especies que destacan por el número de usos son: “huasa” *Euterpe precatoria* (Arecaceae), “shimbillo” *Inga* spp. (Fabaceae), “pashaco” (Fabaceae), “shiringa” *Hevea* sp. (Euphorbiaceae), “insira” *Maclura tinctoria* (Moraceae) y “chimicua” *Pseudolmedia* sp. (Moraceae). En la ecozona selva baja resaltan las especies: *Cedrela odorata*, *Carapa guianensis*, *Cedrelinga catenaeformis*, *Cariniana decandra*, *Calophyllum brasiliense*, *Ceiba pentandra*, *Calicophyllum spruceana*, *Copaifera reticulata*, *Guarea macrophylla*, *Maquira coriácea*, *Gutteria hyposericea*, *Mauritia flexuosa*, *Guazuma crinita*, *Minuartia guianensis*, *Hura crepitans*, *Miroxylon balsanum*, *Ocotea aciphylla*, *Simarouba amara*, *Ormosia amazónica*, *Virola albidiflora*, *Tabebuia serratifolia*, *Virola caducifolia*, *Terminalia oblonga*, *Virola duckei*, *Virola elongata*, *Xylopia bentamii*, *Virola mollissima*, *Virola pavonis* y *Virola sebifera*.

Por su abundancia, frecuencia e intensidad de uso las especies relevantes en la ecozona hidromórfica son: “aguaje” *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) como frutal; “cumala” *Virola* spp. (Myristicaceae) como insumo para construcción rural y aserrío comercial; “shimbillo” *Inga* spp. (Fabaceae) como insumo para construcción rural, leña, carbón y fruta. En la ecozona selva baja, las especies utilizadas con mayor frecuencia e intensidad son: “aguaje” *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) como fruta; “cumala” *Virola* spp. (Myristicaceae) como insumo para construcción rural y aserrío comercial; “shimbillo” *Inga* spp. (Fabaceae) como insumo para construcción rural, leña, carbón y fruta. Al respecto, Ruiz (1993) destaca el uso como alimentos del bosque un considerable número de especies frutales y hojas tiernas provenientes del bosque amazónico entre las que sobresale *Mauritia flexuosa* como la fruta más popular en Loreto.

En el inventario nacional forestal de Guatemala se reportaron hasta 20 tipos de productos de utilización frecuente, la mayoría derivados de árboles; sin embargo, también se reportaron otros usos que no necesariamente se extraen de los árboles, pero si dependen del ecosistema boscoso, tales como animales silvestres, algunos alimentos vegetales, plantas ornamentales, medicinales, condimentos, cera y miel. De acuerdo con las

estadistas el producto más utilizado es la leña, seguido de la madera y los materiales de construcción como postes, techos, varas y cortezas para amarres (Ramirez, Rodrigo, 2005).

6.1.8. Parámetros estadísticos obtenidos

En los cuadros N° 30 y 48 se muestran en detalle todas las estimaciones realizadas con un nivel de confianza del 95% expresado en porcentaje de la media para los principales parámetros estadísticos para las ecozonas bosque hidromórfico y selva baja. Como se mencionó en la metodología, el diseño del inventario nacional, tiene un enfoque multidimensional, es decir que abarca información de varios temas relacionados con los recursos de los bosques. Es por ello que existen varias poblaciones objetivo de las cuales se obtuvieron varias mediciones según las variables que se plantearon inicialmente. Por otro lado, se buscó un diseño que sea práctico y económico que proporcione información a nivel estratégico para el país, y no a nivel de planificación específica de unidades de manejo.

Bajo estas consideraciones hay que interpretar los resultados de las estimaciones obtenidas y sus respectivos errores de muestreo, donde cada usuario decide su utilización dependiendo del nivel de riesgo que le puede determinar dicho error. En realidad, no existe forma científica de decidir que error es aceptable, porque se trata de una decisión administrativa, pragmática y hasta política (Dauber, 1995). El error de estimación está en función de la variabilidad de los datos de cada variable. Además también están afectados por el número de replicas que tengamos de cada variable en la muestra. Cuanto mayor es el número de replicas (unidades muestrales), los datos serán más precisos y potencialmente más exactos (Dauber, 1995).

En el inventario nacional forestal se utilizó un diseño sistemático no alineado, el cual tuvo un efecto directo sobre el tamaño de las unidades a medir, es por ello que en general se logró mejor precisión en los elementos que ocupan más área que en aquellos escasos; sin embargo, los errores altos no deben descalificar totalmente los datos, ya que únicamente indican que la probabilidad de no encontrarse cerca de la realidad es alta, realidad que no se conocerá exactamente sin una precisa, difícil y costosa medición. Los datos pueden utilizarse siempre y cuando se tomen en cuenta estas consideraciones y que no exista un mejor dato hasta el momento.

El error obtenido en el volumen total de madera para árboles ≥ 30 cm dap registrado en el inventario nacional forestal para la ecozona hidromórfica es alto con respecto al error máximo permisible (10.4%) a un nivel de confianza de 95%. Lo que señala que hay una alta probabilidad (al 95% de confianza) que el volumen promedio verdadero de madera para toda la población de la ecozona hidromórfica esté entre 46.98 y 108.81 m³ [77.90 \pm (77.90 x 0.3969)]; sin embargo, en la medida que el número de unidades muestrales vaya ampliándose, el error de muestreo relativo irá disminuyendo progresivamente. Cabe precisar que el rango es para todas las especies (excepto palmeras) y que si se considera sólo el volumen para especies comerciales ≥ 30 cm dap, el error de muestreo sería mucho más alto y consecuentemente con un rango entre el límite inferior y superior más amplio.

Asimismo, en la ecozona selva baja el error obtenido en el volumen total de madera para árboles ≥ 30 cm dap registrado en el inventario nacional forestal es alto con respecto al error máximo permisible (3.3%) a un nivel de confianza de 95%. Lo que señala que hay una alta

probabilidad (al 95% de confianza) que el volumen promedio verdadero de madera para toda la población de la ecozona selva baja esté entre 116.26 y 140.17 m³ [128.22 ±(128.22 x 0.0932)]; sin embargo, en la medida que el número de unidades muestrales vaya ampliándose, el error de muestreo relativo, irá reduciendo; sin embargo, está por debajo del rango 10-20% que se establece frecuentemente en inventarios forestales. Cabe precisar que el rango es para todas las especies (excepto palmeras) y que si se considera sólo el volumen para especies comerciales ≥30 cm dap, el error de muestreo sería mucho más alto y consecuentemente con un rango entre el límite inferior y superior más amplio.

6.2. Ecozona costa

6.2.1. Composición florística y riqueza de especies

Desde el punto de vista ecosistémico, los bosques de la ecozona Costa revisten enorme importancia biológica por ser un ecosistema singular, altamente amenazado y poco conocido, ostenta alta presencia de especies endémicas y un importante grado de diversidad a nivel local y regional, todo en una superficie relativamente reducida. Los bosques de la costa son considerados como ecosistemas frágiles y se hallan en constante amenaza ante la pérdida de su composición florística original (Anónimo 2001a, Anónimo 2001b).

Las parcelas evaluadas en este primer avance del inventario nacional forestal están ubicadas en la costa norte, más precisa en los departamentos de Piura, Tumbes y Lambayeque, donde Pinedo & Palomino (2005) reportaron cerca de 26% de especies vegetales endémicas del total inventariado en los bosques secos.

Durante el trabajo de campo, en nuestro estudio fueron medidos 1,947 individuos ≥5 cm dap (promedio de 16.23 ±7.88 ind/unidad muestral) que corresponden a 119 familias (promedio de 0.99 ±0.41 por unidad muestral), en 151 especies (promedio de 1.26±0.55 por unidad muestral) y una densidad de 43 individuos por hectárea.

Las especies más abundantes en el grupo fustales y arbóreo son: *Bursera graveolens*, *Cordia lutea*, *Prosopis pallida*, *Loxopterygium huasango*, *Caesalpinia paipái*, *Capparis scabrida*, *Eriotheca ruizii*, *Tabebuia sp.*, *Pithecellobium excelsum*, *Cochlospermum vitifolium*.

Las familias en la ecozona costa con mayor número de especies para individuos ≥5 cm dap en las 122 unidades muestrales fueron: Fabaceae (15 especies), Capparaceae (4 especies), Malvaceae y Polygonaceae (3 especies cada uno), Anacardiaceae y Bignoniaceae (2 especies cada una).

El estudio realizado por Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005) registró 34 familias, 58 géneros y 85 especies y morfoespecies para toda la zona. La familia Leguminosae es la más representativa y sus especies se distribuyen en la mayoría de ambientes. Nuestros resultados son consistentes con lo obtenido por Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005), donde se identifica que la familia Leguminosae (Fabaceae) como la más abundante y reporta la mayor cantidad de especies como *Prosopis pallida*, *Caesalpinia paipái*, *Erythrina sp.*, *Leucaena sp.*, *Acacia sp.*, *Pithecellobium excelsum*, *Machaerium millei*, *Parkinsonia sp.* y *Pithecellobium multiflorum*, principalmente.

Se han realizado diversas expediciones botánicas en la región (ej. Weberbauer, 1914; Ferreyra, 1983; Wust 1998) y existen algunas listas florísticas (ej. Anónimo, 1992) que documentan las especies existentes. Enriquece la lista, las especies registradas en el Parque Nacional Cerros de Amotape – PNCA por Linares-Palomino & Ponce-Álvarez (2005). Estos estudios nos permiten hacer un análisis preliminar del nivel de diversidad y conservación de la vegetación leñosa que existe en el área, y cómo es influenciada por los factores ambientales y antrópicos de la región.

Las formaciones vegetales presentes en la costa se han adaptado a las condiciones de aridez. Muchas especies sobreviven a la espera de la temporada de lluvias. La cobertura vegetal y la composición de estos bosques no son uniformes y varía según las condiciones climáticas, hidrológicas y edáficas (ej. Block & Richter, 2000). Por un lado se observan formaciones vegetales conformadas por especies arbóreas bajas y achaparradas esparcidas, con vegetación herbácea rala y efímera y una mezcla de especies arbustivas y cactáceas columnares. El otro extremo lo conforman zonas más densas y de condiciones de humedad relativamente mayores, con árboles caducifolios cubiertos de epifitas hasta ejemplares siempre verdes, con dominancia de especies que superan los 20 m de alto (Aguilar, 1994; Brack-Egg, 1986).

Según Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005), la densidad de estos bosques varía en el rango de 31 a 458. Se identificaron 34 familias, 58 géneros y 85 especies y morfoespecies leñosas. La riqueza de especies por parcela varió entre 5 y 38 especies, pero no precisa la base diamétrica de referencia. Estas diferencias son quizás producto de la heterogeneidad de las condiciones ambientales locales (en especial la disponibilidad de agua y otros factores edáficos). En los cerros de Amotape (región Andina de Tumbes y Piura) se registraron cerca de 20 especies arbóreas >10 cm dap por hectárea (Linares-Palomino, 2005); en otro estudio Linares-Palomino (2002) citado en Linares-Palomino (2004), reporta densidades de 524 individuos y un mínimo de 27 especies >10 cm dap por hectárea y representan valores de densidad y riqueza de especies muy por encima de cualquier otro estudio reportado para esta ecozona. Según Tarazona (1998) la composición florística de los bosques secos del norte del Perú varía entre dos a catorce especies por unidad de área, que se incrementa con la altitud y hacia la línea ecuatorial.

Según Sánchez *et al.*, (2010), en el estudio realizado en la región Piura resultó significativa la presencia de un alto porcentaje de familias monotípicas representadas por una especie leñosa (entre 33.3% y 30.4%), lo cual indicó una alta tasa de diversidad beta y reconfirmó el alto grado de heterogeneidad de los bosques secos peruanos, tal como ya había sido observado por Bridgewater *et al.*, (2003) al comparar bosques secos del norte peruano, incluyendo los del valle del Marañón y de los alrededores de Tarapoto y por Leal-Pinedo & Linares-Palomino *et al.*, (2005), quienes mencionan que los bosques secos de la Reserva de Biosfera del Noroeste del Perú está representado por 32% de familias monotípicas, un valor muy similar a los reportados en nuestro trabajo. Donde se reporto especies de reconocida importancia forestal como *Loxopterygium huasango*, *Caesalpinia glabrata*, *Bursera graveolens*, *Eriotheca ruizii*, *Schrebera americana*, *Ximenia americana*, *Cochlospermum vitifolium* y *Geoffroea striata*, aparecieron con muy pocos individuos e incluso algunas especies con apenas un único individuo; sin embargo, eran árboles adultos, lo que de alguna manera hacía suponer que estarían siendo protegidos por las comunidades campesinas. Otras especies arbóreas como *Pithecellobium multiflorum* (Angolo), *Muntingia calabura* (Cerezo), *Capparis mollis* (Suno) y *Celtis iguanaea* (Palo

blanco), fueron observadas en los alrededores de las áreas de muestreo, en tanto que *Tabebuia billbergii* (Guayacán) y *Terminalia valverdae* (Guarapo).

Los resultados obtenidos con el índice de diversidad de Shannon-Wiener (individuos ≥ 5 cm dap) en las unidades muestrales UM 502 y UM 538 poseen índices de diversidad de 0.95 y 0.92, mientras que las unidades muestrales UM 600, UM 663 y UM 669 con una equidad de 2.13, 2.03 y 2.33, respectivamente, siendo las unidades muestrales menos diversas y con menor distribución de especies. Las unidades muestrales 554, 542, 556, 565 y 613 muestran valores bajos. Los valores de índice de diversidad reportado en este estudio son inferiores al reportado por Leal-Pinedo, Linares-Palomino (2005). Al respecto, los bajos valores podría deberse a la metodología de muestreo empleada donde la ubicación de las unidades muestrales fue no alineado, cayendo algunos en bosques en áreas con alto grado de intervención antrópica.

Para evaluar la diversidad beta, se calculó el coeficiente de Sørensen utilizando una matriz de doble entrada con datos de abundancia.

En la ecozona costa se observa que la mayor similitud se reportó entre las unidades muestrales UM 593 y UM 553 con aproximadamente 80% de similitud, con 2 especies compartidas entre parcelas. Por otro lado, se encuentra las unidades muestrales 629 y 568 que presentan 80% de similitud pero con 4 especies compartidas entre unidades muestrales.

6.2.2. Estructura del bosque

A nivel general, en las 27 unidades muestrales con bosque de la ecozona costa, se registró 1,299 individuos. La estructura horizontal de los árboles del bosque de costa, muestra un patrón similar a otros tipos de bosques con una mayor distribución de individuos en las clases diamétricas menores y escasa presencia de individuos en las clases diamétricas superiores. En total se contó hasta 43 tallos por hectárea para individuos >5 cm dap, valores muy bajos comparados con otros estudios; sin embargo, están dentro del amplio rango propuesto por Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005). Asimismo, nuestros resultados muestran mucha consistencia con los valores reportados por Tarazona (1998) para bosques secos muy ralos de llanura y ralos de llanura de la costa norte peruana.

Cerca del 49.9% de los tallos registrados en nuestro estudio corresponden a fustales ($5 \leq \text{dap} < 10$) y el resto 50.05% al estrato arbóreo (≥ 10 dap). Las especies más abundantes en el grupo fustales y arbóreo son: *Bursera graveolens*, *Cordia lutea*, *Prosopis pallida*, *Loxopterygium huasango*, *Caesalpinia paipái*, *Capparis scabrida*, *Eriotheca ruizii*, *Tabebuia sp.*, *Pithecellobium excelsum*, *Cochlospermum vitifolium*. Las clases diamétricas de 5-9.90 y 20-29.9 cm las especies *Cordia lutea* y *Bursera graveolens* sobresalen en sus respectivas clases diamétricas. Las especies que tienen menos abundancia en diámetros de 5-9.90 cm son *Caesalpinia paipái*, *Tabebuia sp.* y *Pithecellobium excelsum*. Las especies más abundantes en la clase diamétrica 15-19.9 cm son: *Loxopterygium huasango*. En la clase diamétrica ≥ 30 cm dap no existen especies que destaquen.

Para todos los casos en la estructura forestal de las parcelas (número de individuos, clases diamétricas) se encontró la clásica curva de "J" invertida. Las especies con mayor densidad promedio por hectárea para individuos >5 cm dap son: *Bursera graveolens*, *Cordia lutea* y

Prosopis pallida, con cerca de 8 individuos/ha para la primera y 7 individuos/ha para las dos restantes. Nuestros resultados difieren a los de Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005), quienes reportaron otras especies y valores más altos. Al respecto, las densidades bajas en algunos intervalos de clases diamétricas puede ser resultado de las alteraciones en los patrones normales de regeneración natural, muchos de ellos debido al sobrepastoreo y a la tala selectiva.

La distribución diamétrica de todas las especies registradas en las ecozona costa corresponde a una forma exponencial negativa, debido a la presencia de gran número de árboles en las clases diamétricas menores, cayendo fuertemente los valores hacia las clases diamétricas mayores, configurando la forma típica de “J” invertida, tendencia normalmente observado en bosques naturales.

En el bosque de la ecozona costa la distribución de los individuos por clases diamétricas muestra una escasa presencia de árboles, sobre todo de especies comerciales, debido a que la extracción de madera en los bosques de la costa peruana es selectiva, concentrada en algunas especies de valor comercial mayormente para leña y carbón, como ocurre con la especie algarrobo (Barrena *et. al.* 2011).

La mayoría de árboles están presentes hasta la clase diamétrica <30 cm dap. Cabe precisar que en el inventario en esta ecozona se reporta rala presencia de *Tabebuia spp.* debido a que es una especie codiciadas e ilegalmente explotadas por su valor comercial, (Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005).

Por otro lado, Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005), mencionan algunas especies identificadas en nuestro inventario como *Myroxylon peruiferum* (Leguminosae-Papilionoideae) y *Centrolobium ochroxylum* (Leguminosae-Papilionoideae), cuya distribución se restringe a zonas de mayor humedad, mientras que *Coccoloba sp.* (Polygonaceae) se distribuye en climas más secos. *Cochlospermum vitifolium* está restringida a esta árida región norte, *Eriotheca ruizii* y *Capparis scabrida* (Capparaceae) son de distribución restringida al suroccidente ecuatoriano y noroeste peruano. Especies con mayores límites de distribución, pero que también caracterizan a estos bosques del norte del Perú, son *Bursera graveolens* (Burseraceae) y *Triplaris cumingeana* (Polygonaceae). *Cavanillesia platanifolia* se limita a los ambientes de mayor humedad que corresponden a la ecorregión de Bosque Tropical del Pacífico, imponiéndose en altura y volumen.

La regeneración natural expresada en términos de brinzales y latizales muestra que existe un bajo número de individuos en la ecozona costa; así por ejemplo se anotó un aproximado de 111 individuos de brinzales/ha, la mayor cantidad corresponde a las especies de *Bursera graveolens*, *Cordia lutea* y *Prosopis sp.* Mientras que para Latizales se contó 37 individuos/ha aproximadamente, en donde la mayor cantidad correspondió a *Cordia lutea*, *Prosopis sp.*, *Bursera graveolens* y *Capparis sp.*

Algunas especies a pesar de tener diámetros pequeños mostraron periodos productivos, caracterizados por floración y fructificación como *Prosopis sp.* Mientras que la *Eriotheca ruizii* el 10% de los individuos no tiene regeneración en grandes cantidades. Independiente del tamaño de los individuos, las especies arbóreas alcanzan un nivel alto de cantidad de individuos (densidad) y frecuencia. La regeneración debe ser garantizada con la presencia de brinzales en grandes cantidades, lo cual depende directamente de factores climáticos,

las mismas que se identifican a través de ciclos de desarrollo. Se puede deducir que aproximadamente el 10% de individuos se mantienen o sobreviven ante las épocas de sequía a lo largo de los años. Algunas especies forestales de bosques secos se regeneran cuando ocurren precipitaciones excepcionales que ocurren en ciclos irregulares de 1 a 20 años o más, luego de superar periodos críticos (Morizaki, 1998).

En adición a los factores ambientales, otro de los motivos por la cual no se encuentra muchos individuos de regeneración natural es debido al efecto negativo de la ganadería como es el caso de *Eriotheca ruizii*, especie presente dentro de las diez primeras especies forestales de latizales y brinzales reportados en este estudio y tala local sobre los estados de conservación de estos bosques. Ambos factores, naturales y antropogénicos, determinan la capacidad regenerativa y el estado actual de los mismos.

El estudio de la regeneración natural es importante para ecosistemas amenazados con el de la ecozona costa. Por lo tanto, el conocimiento científico, específicamente en relación a las vías de regeneración, es crucial para la restauración de estos bosques (Vieira y Scariot, 2006).

En la ecozona costa la distribución altimétrica de los árboles ≥ 5 cm dap de las 27 unidades muestrales registradas con árboles, revela que la mayor cantidad de individuos se encuentra en la clase de 5-9.9 m con cerca de 407 individuos y es consistente con Linares-Palomino y Ponce (2005), el menor número de árboles se encuentra en la clase de 35–39.9 m (0.2%), mientras que el 13% de las especies están presentes en las clases altimétricas de 10 a 14.9 m de altura. Entre las especies valiosas desde el punto de vista comercial maderable y no maderable cuyas alturas son superiores a 25 m figuran *Bursera graveolens*, *Prosopis pallida*, *Cordia lutea*, *Loxopterygium huasango*, *Caesalpinia paipái*, *Capparis scabrida*, *Eriotheca ruizii*, *Cochlospermum vitifolium*, *Tabebuia* sp. y *Armatocereus* sp.

Según Aguilar (1994) y Brack-Egg & Mendiola (2000), indican en que en la zona de costa existe dominancia de especies que superan los 20 m de alto. En nuestro estudio, se encontró especies valiosas comercialmente que superan los 25 m de altura. Por otro lado, las especies muestreadas por los estudios realizados por Sánchez *et al.*, (2010) identifican especies forestales de altura aproximada entre 8 a 4 m para las especies de *Bursera graveolens*, *Capparis scabrid*, *Eriotheca ruizii*, las mismas especies forestales identificados en el inventario de la ecozona costa, con altura bajas.

6.2.3. Área basal y volumen

El área basal registrado en las 122 unidades muestrales en la ecozona costa para individuos ≥ 5 cm dap fue de 88.68 m² (promedio de 0.74 \pm 0.41 m²). La unidad muestral 599 albergó la mayor cantidad de área basal con 17 m² y el menor valor está representado en la unidad muestral 501, 553, 669 con 1 m².

En individuos del estrato arbóreo (≥ 10 cm dap) el área basal total es de 77.88 m²/ha (promedio de 0.65 \pm 0.38 m²/ha). El mayor valor en área basal se presenta en la unidad muestral 599 (16 m²/ha), la más baja en la unidad muestral 556, 567, 648, 669 con solo 1 m²/ha.

El área basal promedio encontrado en las 122 unidades muestrales de este estudio está entre 0.65 y 0.74 m²/ha para individuos ≥ 10 cm y > 5 cm, respectivamente. Considerando

solo las unidades muestrales con árboles que equivalen a 22, el área basal de individuos ≥ 5 cm dap es de 88 m²/ha y para individuos ≥ 10 cm dap es 78 m²/ha, valores superiores a lo reportado por Linares-Palomino y Ponce (2005).

Las diez primeras especies con mayor área basal representan más del 87% del total registrado en esta ecozona. A nivel de fustales las especies *Prosopis pallida*, *Bursera graveolens*, *Cordia lutea* y *Capparis scabrida* abarcan cerca de 66% del área basal del grupo. En el estrato arbóreo las especies *Loxopterygium huasango*, *Prosopis pallida*, *Bursera graveolens* y *Caesalpinia paipai* aportan juntos el 72% del área basal del grupo.

Sánchez *et al.*, (2010), reporta áreas basales de 128.86 m²/ha para dos zonas evaluados en Piura, destacando *Loxopterygium huasango* con 45.97 m²/ha y 196.63 m²/ha, otra especie forestal que destaca es *Erythrina smithiana* con 47.13 m²/ha. De las cuales *Loxopterygium huasango* es identificado en el inventario de la ecozona costa.

El volumen total de madera encontrado en las 122 unidades muestrales de la ecozona costa para individuos ≥ 5 cm dap es de 345 m³, con un promedio de madera de 2.87 \pm 1.97 m³/ha. El volumen total de madera por hectárea para los individuos ≥ 10 cm de dap es de 324 m³ con un promedio de 2.70 \pm 1.93 m³.

La unidad muestral 599 albergó la mayor cantidad de volumen para individuos ≥ 5 cm dap (85 m³/ha); mientras que en la unidades muestrales 501, 553 y 655 se registró la menor cantidad de volumen (1 m³/ha). En el estrato arbóreo (≥ 10 cm dap), la unidad muestral 599 acogió la mayor cantidad de volumen (83 m³/ha), el menor valor fue registrado en la unidad muestral 553 y 655 (1 m³/ha).

En la ecozona costa se presenta las diez primeras especies con mayor volumen constituyen más del 86% del total registrado en esta ecozona. A nivel de fustales cuatro especies (*Cordia lutea*, *Bursera graveolens*, *Prosopis pallida* y *Capparis scabrida*) representan más de 54% del volumen total registrado en este grupo. En el estrato arbóreo de las diez especies solo cuatro destacan por su volumen maderable (*Loxopterygium huasango*, *Ceiba* sp., *Eriotheca ruizii* y *Prosopis pallida*, con más de 63% del total registrado en este grupo.

6.2.4. Índice de valor de importancia de familias y especies

En la ecozona costa a nivel de fustales se registraron 18 familias, mientras que en el estrato arbóreo se anotó 20 familias. En el estrato fustal, las diez primeras familias representan 281.55% del total encontrado dentro de este grupo en el bosque de la zona costa. Cuatro familias: Fabaceae, Boraginaceae, Burseraceae, Capparaceae, son las aportan juntos 223.34% del total del IVI, sobresaliendo la familia Fabaceae con más de 82% del total.

En el estrato arbóreo, las diez primeras familias contribuyen con 276.75% del total encontrado dentro de este grupo en el bosque de la zona costa. Tres familias: Fabaceae, Anacardiaceae y Burseraceae contribuyen con 177.03% del total del IVI, sobresaliendo la familia Fabaceae con más de 79% del total.

A nivel de especies, las diez primeras especies de fustales representan 240.65% del total del IVI, tres especies (*Cordia lutea*, *Bursera graveolens* y *Prosopis pallida*) representan 141.41%, destacando la primera con 63.8% del IVI total y que es consistente con el IVI calculado por Sánchez *et al.* (2010).

En el estrato arbóreo, las diez especies con mayor IVI aportan juntos más de 237.05% del IVI total en este estrato. De este grupo, tres especies (*Loxopterygium huasango*, *Prosopis pallida* y *Bursera graveolens*) son las que presentan mayor peso ecológico, pues se constituyen como las de mayor abundancia, frecuencia y dominancia, congregando 136.64%, lo que indica que son especies adaptadas a las condiciones especiales que presenta el bosque de la zona costera.

6.2.5. Perturbaciones naturales y antrópicas

En la ecozona costa el factor que causa mayor perturbación natural es la sequía con un aproximado de 33.33%, mientras que un alto porcentaje de unidades muestrales (más de 59%) no presentan perturbación alguna. No obstante que el porcentaje de perturbación es bajo, la magnitud de perturbación registrada va desde moderada hasta fuertemente perturbado.

Según AIDER (2013), en la región Lambayeque la población señala que una de las causas principales que alteran los ecosistemas son: sequías e inundaciones, falta de protección de los bosques y alteración del clima. Al respecto, Aguirre-Mendoza, Geada-López (2015) señalan que uno de los factores limitantes para el establecimiento de la regeneración natural en los bosques secos es la falta de humedad.

Investigaciones efectuadas en los bosques secos de la costa norte peruana reportan que los efectos de las inundaciones ocasionadas por las fuertes lluvias del fenómeno El Niño contribuyen a la regeneración y recuperación de los bosques secos afectados por la larga sequía que afecta a estos bosques, resultando una “bendición” desde el punto de vista social, económico y ambiental por la provisión de madera para generación de energía y la captación de dióxido de carbono para mitigar los gases del efecto invernadero (Block & Richter, 2000).

Sin embargo, acciones antrópicas en los bosques de la ecozona costa inciden negativamente en la conservación de biodiversidad, como por ejemplo el pastoreo que afecta en 55.88% a estos bosques, en ese mismo sentido, la tala de árboles representa 17.65% y la apertura de trocha 11.76%. El menor daño concierne a la extracción de leña, seguido de construcción de infraestructura con 2.94% cada uno. Sólo el 8.8% de las unidades muestrales no presentan ningún nivel de perturbación en esta ecozona. Las cifras antes mencionadas revelan que los bosques secos se encuentran altamente vulnerables por acción antrópica y urge acciones concretas para recuperar esos ecosistemas.

Aunque esta situación no es nueva, los efectos de las actividades económicas descritas anteriormente fue advertida por Linares-Palomino (2005) quien aseveró que las actividades productivas como la ganadería, la agricultura y la extracción forestal son los factores que más severamente impactan y amenazan a estos bosques. La misma fuente añade que en las provincias y caseríos la ganadería es una actividad extensiva y trashumante, sin aplicación de prácticas de manejo pecuario.

El efecto de las actividades humanas de aprovechamiento directo de los recursos en el ámbito de influencia de la Reserva de Biosfera del Nor Este ubicada en las provincias de Zarumilla, Tumbes, Contralmirante Villar y parte de las provincia de Talara y Sullana fue

reportado por SERNANP (*sf-publicación*) y varían en función a la disponibilidad del agua, la fisiografía, el clima, la concentración de especies y otras variables. Es así que en donde existe el agua durante todo el año (valles de Zarumilla, Tumbes y Chira), existe una mayor concentración de la población y actividades económicas como la agricultura. Contrariamente, en los lugares donde el recurso es escaso se dedican a la ganadería de caprinos, vacunos y a la extracción de productos maderables y no maderables. De la misma manera, en época lluviosa se incrementa la producción a diferencia de la época seca. Otros elementos naturales como el suelo, las comunidades vegetales, las fuentes de agua y los paisajes condicionan también – con su variación – el desarrollo de las actividades humanas (agricultura de secano, extracción forestal, ganadería, pesca, turismo).

La perturbación de origen antrópica reportada en nuestro estudio es además consistente con otros hallazgos como por ejemplo SERNANP (*sf-publicación*) que menciona la seria afectación del Bosque Nacional de Tumbes por explotación forestal selectiva y el sobre pastoreo de ganado vacuno, causando impactos directos sobre la diversidad biológica; del mismo modo, Leal-Pinedo, Linares-Palomino (2015) coincide en que el sobrepastoreo es un factor impactante sobre los bosques secos debido a que esta actividad (extensiva y trashumante) conlleva a la quema de bosque a favor de la introducción de pastos.

6.2.6. Calidad de fuste, condición fitosanitaria y estado de los árboles

En la ecozona costa los árboles evaluados presentan baja calidad de fuste óptimo del orden de 21.81% y es superado por los árboles con fuste de calidad bajo (27.03%). Esta baja proporción de árboles de calidad óptima nos indica que no pueden sostener una industria de transformación de madera, por lo que estos bosques deben cumplir otras funciones.

La caracterización de la calidad de fuste de los árboles estimando la proporción de óptimos, medios o bajos, es un importante insumo para determinar el valor o potencial maderable del bosque. La calidad de fuste medio muestra una proporción cercana a 50% del total de los árboles evaluados, de acuerdo con estos resultados, la zona de bosques norte costero debe ser considerada como área de conservación y no como área de producción para madera.

La condición fitosanitaria de los árboles registrados en las unidades muestrales evaluadas de la ecozona costa, el 75% de árboles observados es sana, representando el más alto porcentaje. Por otro lado, un valor medio en porcentaje de los individuos se encuentran con fuste quemado que representa 5% y fuste picado que representa 4%, asimismo, se encuentra individuos con porcentaje muy bajo con fuste hueco que representa tan solo el 2%. Finalmente, no se encuentra daños causados por animales ni enfermo por plagas o enfermedades.

Los árboles de la ecozona costa registrados cuentan con buen estado fitosanitario con un aproximado de 75% de los individuos “sin daño”, mientras que existen individuos con “daño leve” representan el 9% y con “daño severo” representan solo el 2%, lo cual indica que los individuos identificados en estos bosques se encuentran en buenas condiciones fitosanitarias. Finalmente, existe un porcentaje alto de individuos muertos con cerca de 14%, incluyéndose a aquellos muertos por causas naturales y antrópicas.

Según Murillo (1995), en general los bosques de Piura, presenta una calidad media del fuste (58.9%), es decir, mayormente se manifiesta en el fuste algunas irregularidades, producto del retorcimiento del tronco, ataque de las cabras o invasión de insectos como hormigas y termitas. La longitud de las ramas por su parte, se halló directamente relacionada con la forma de la copa del árbol, siendo pequeñas para el caso del sapote y largas y rectas, para el algarrobo; y la calidad de las ramas por lo general, calificada de regular a buena.

Por otro lado, en las zonas de costa donde se realizó el inventario no existe muchas especies epífitas que se presentan comúnmente en los bosques lluviosos y por lo general se ubican sobre los fustes y ramas de los árboles los cuales les brindan soporte.

Con respecto al estado de los árboles registrados en la ecozona costa se encontró árboles mayoritariamente vivos, alcanzando un promedio de 18.43% del total registrado. Los árboles muertos en pie representan 3.61%, de los cuales un 0.87 % son muertos en pie sin copas ni ramas y 2.74% corresponden a muertos en pie con copa y ramas sin hojas. Los árboles muertos en pie pueden contener volúmenes considerables de carbono y cumplir funciones ecológicas importantes como refugio y alimento de animales, así como sustrato de plantas antes de descomponerse.

El estado de los árboles muertos en pie se encuentra afectado por algunos animales, plagas y enfermedades. Los daños más frecuentes se atribuye a: daño humano y animal directo, incendios y aprovechamiento selectivo.

6.2.7. Usos de las especies forestales

Los recursos forestales son aprovechados tradicionalmente por las poblaciones asentadas en la cercanía de los bosques de la ecozona costa son con fines de alimentación, suministro de energía (leña y carbón), medicina y como fuente de productos no maderables, incluso para el comercio local. Los productos forestales, tanto maderables como no maderables son importantes para la sostenibilidad de poblaciones rurales y su uso sostenible favorece la conservación de los bosques sobre los cuales se asientan. Otro de los aspectos a considerar en la ecozona costa es el uso tradicional de *Bursera graveolens* conocido como "palo santo" en ceremonias ancestrales como pago a la tierra.

Según los datos recogidos en las 27 unidades muestrales evaluadas en la ecozona costa, se puede identificar que los pobladores locales consideran hasta 8 usos diferentes a los árboles de la ecozona costa. El mayor porcentaje está destinado para construcción rural que representa el 38%, seguido de forraje que representa (24%) y el 12% para el uso como leña. Mientras que los porcentajes más bajos son para la actividad de chamanería con 5%, madera aserrada con 4% y artesanía con 3% destinan algún uso.

6.2.8. Parámetros estadísticos obtenidos

En el cuadro N° 64 se muestran en detalle todas las estimaciones realizadas con un nivel de confianza del 95% expresado en porcentaje de la media para los principales parámetros estadísticos para las ecozonas bosque seco. Como se mencionó en la metodología, el diseño del inventario nacional, tiene un enfoque multidimensional, es decir que abarca información de varios temas relacionados con los recursos de los bosques.

El error de estimación está en función de la variabilidad de los datos de cada variable. Además también están afectados por el número de replicas que tengamos de cada variable en la muestra. Cuanto mayor es el número de replicas (unidades muestrales), los datos serán más precisos y potencialmente más exactos (Dauber, 1995).

En el inventario nacional forestal se utilizó un diseño sistemático no alineado, el cual tuvo un efecto directo sobre el tamaño de las unidades a medir, es por ello que en general se logró mejor precisión en los elementos que ocupan más área que en aquellos escasos; sin embargo, los errores altos no deben descalificar totalmente los datos, ya que únicamente indican que la probabilidad de no encontrarse cerca de la realidad es alta, realidad que no se conocerá exactamente sin una precisa, difícil y costosa medición. Los datos pueden utilizarse siempre y cuando se tomen en cuenta estas consideraciones y que no exista un mejor dato hasta el momento.

El error obtenido en el volumen total de madera para árboles ≥ 10 cm dap registrado en el inventario nacional forestal para la ecozona costa es alto con respecto al error máximo permisible (10.9%) a un nivel de confianza de 95%. Lo que señala que hay una alta probabilidad (al 95% de confianza) que el volumen promedio verdadero de madera para toda la población de la ecozona costa esté entre 0.70 y 4.64 m³ [$2.70 \pm (2.70 \times 0.71)$]; sin embargo, en la medida que el número de unidades muestrales vaya ampliándose, el error de muestreo relativo irá disminuyendo progresivamente. Cabe precisar que el rango es para todas las especies, el error de muestreo sería mucho más alto y consecuentemente con un rango entre el límite inferior y superior más amplio.

6.3. Ecozona sierra

6.3.1. Composición florística y riqueza de especies

La ecozona sierra cuenta aproximadamente un total de 64 familias y 242 especies. Durante el trabajo de campo fueron medidos 9,700 individuos ≥ 5 cm dap (promedio de 129.33 ± 30.41 ind/unidad muestral), de los cuales se identificaron 411 familias (promedio de 5.48 ± 1.14 por unidad muestral), en 517 especies (promedio de 6.89 ± 1.49 por unidad muestral).

En el estrato arbóreo fueron medidos 5,236 individuos ≥ 10 cm dap (promedio de 69.81 ± 18.43 ind/unidad muestral), de los cuales se identificaron 320 familias (promedio de 4.27 ± 0.95 por unidad muestral), que comprenden 381 especies (promedio de 5.05 ± 1.16 por unidad muestral). Con respecto al número de individuos encontrados entre ≥ 5 y < 10 cm dap está representado por aproximadamente 4,464 individuos (promedio 59.52 ± 15.52), se identifican 343 familias (promedio de 4.57 ± 1 por unidad muestral), en 413 especies (promedio de 5.51 ± 1.24 por unidad muestral).

Las familias con mayor número de especies ≥ 5 cm dap en las 76 unidades muestrales fueron: Asteraceae (24), Fabaceae (18), Melastomataceae (17), Rosaceae (13), Cactaceae (10), Primulaceae (10), Myrtaceae (9), Euphorbiaceae (8), Lauraceae (8) y Araliaceae (7). Estos resultados son consistentes con otros estudios sobre composición florística de los bosques de sierra (ej. Yarupaitán y Alván (2003) y Parra *et al.* 2004).

Al respecto, Yarupaitán y Albán (2003) en los Andes centrales del Perú reportan la presencia de 214 especies de plantas comprendidas en 140 géneros y 52 familias. Las familias con más diversidad son las Asteraceae con 55 especies y Poaceae con 22 especies, dan a conocer además 32 nuevos registros de distribución para el departamento de Junín. Las familias Rubiaceae y Melastomaceae aportan mayor diversidad de familias a la ecozona sierra (Gallido *et al.*, 2003).

Asimismo, otros estudios realizados en condiciones similares de bosques en sierra, muestran resultados variables. En algunos de esos estudios se determinaron 180 especies pertenecientes a 57 familias, en cuanto al tipo de formas de vida, dominan las herbáceas y existen muy pocas arbóreas, sobre todo nativas. La composición florística de estas formaciones vegetales demuestra una gran riqueza específica, siendo las familias mejor representadas: Asteraceae en las partes medias y bajas, Poaceae en las partes altas y Fabaceae en las partes medias y bajas de la microcuenca (Parra *et al.*, 2004).

Estos resultados concuerdan con Cano (1994), quien concluye que las zonas altoandinas del Perú son florísticamente semejantes. Estas semejanzas se deben a que la flora andina pudo tener un mismo origen y evolución, esto es, haber pasado por los mismos acontecimientos históricos y climáticos, además de prevalecer en condiciones ecológicas muy similares (Raven y Axelrod, 1974; Gentry, 1982; Monasterio y Vuilleumier, 1986; Van der Hammen, 1982).

Los resultados obtenidos con el índice de diversidad de Shannon-Wiener se ajustan a una distribución normal, lo cual es cierto dado que se utilizó la Prueba de Normalidad de Anderson Darling obteniéndose un P-valor de 0.459, lo que indica que los datos pueden cumplir con el supuesto de normalidad a un nivel de significación del 10%.

Los valores presentados en el cuadro N°66, se puede observar que la UM 5805 presenta valor bajo (0.004) del índice de Shannon - Wiener, lo cual puede pensarse que tienen un comportamiento inusual respecto a la mayoría de los índices. También se puede detectar valores altos del índice en las UM 359 (2.418) y 172 (2.363).

La comparación entre unidades muestrales de la ecozona hidromórfica estimada a través del índice de Jaccard se observa que la mayor similitud se reportó entre las unidades muestrales 4260 y 4357 con aproximadamente 100% de similitud, con 1 especie compartidas entre ambas. Por otro lado, se encuentra las unidades muestrales 3433 y 3434 que tiene un 80% de similitud con 2 especies compartidas entre unidades muestrales.

El índice de Sørensen indica que existe la mayor similitud entre las unidades muestrales 4260 y 4357 con 80% de similitud y las unidades muestrales 3433 y 3434 (80% de similitud), con 1 y 2 especies compartidas entre parcelas. Entre las parcelas 3028 y 2735 se encontró una similitud de 60% con 3 especies compartidas.

6.3.2. Estructura del bosque

A nivel general, en las 75 unidades muestrales de la zona sierra se registró 3,700 individuos. Por otro lado, se presenta la distribución diamétrica del número de ≥ 5 cm dap, configurando la típica "J" invertida. La estructura horizontal de los árboles del bosque de sierra, refleja una mayor distribución de individuos en las clases diamétricas menores y escasa presencia

de individuos en las clases diamétricas superiores, muy similar a las otras ecozonas estudiadas.

En total se contó hasta 377 tallos por hectárea, el 63% de los tallos corresponden a fustales ($5 \leq \text{dap} < 10$) y el resto (37%) al estrato arbóreo (≥ 10 dap). Las especies más abundantes en el grupo fustales son: *Polylepis microphylla*, *Polylepis flavipila*, *Polylepis rugulosa*, *Polylepis tomentella*, *Browningia altissima*, *Eucalyptus globulus*, *Cordia saccellia*, *Gynoxys oleifolia*, *Escallonia myrtilloides*, *Alnus acuminata*.

En las clases diamétricas de 5-9.90 cm y 20-24.9 cm las especies más abundantes son *Polylepis microphylla* y *Polylepis flavipila*, respectivamente. Las especies que tienen menos abundancia en diámetros de 5-9.90 cm son *Alnus acuminata* y *Browningia altissima*. La especie más abundante en la clase diamétrica 15-19.9 cm es *Polylepis flavipila*. En la clase diamétrica superior a 35 cm dap no existen especies que destaquen.

Por otro lado, las diez primeras especies forestales con mayor número de árboles por hectárea representan cerca de 45% del número total de individuos. Sobresalen de este grupo la especies *Polylepis microphylla*, *Polylepis flavipila*, *Polylepis rugulosa*, con mas de 22% de los tallos por hectárea.

El aumento en el número de especies y de individuos al incluir en el muestreo individuos con dap entre 1 y 2.5 cm fue notorio, especialmente para el número de individuos en los bosques situados a menor altitud (Gallido *et al.*, 2003). Resultados similares han sido registrados por otros investigadores en bosques subandinos húmedos y secos de Colombia (Franco-Rosselli *et al.*, 1997; Mendoza, 1999), respectivamente. Al igual que estos investigadores, opinamos que las modificaciones hechas a la “metodología de inventario rápido” propuesta por Gentry (1982, 1995), como es la inclusión de individuos con dap entre 1 y 2.5 cm, son muy útiles para estimar la diversidad en los bosques andinos, ya que incluyen elementos de los estratos inferiores, los cuales tienen gran importancia ecológica.

La distribución diamétrica de todas las especies registradas en las ecozona sierra corresponde a una forma exponencial negativa, debido a la presencia de gran número de árboles en las clases diamétricas menores y pocos individuos hacia las clases diamétricas mayores, configurando la forma típica de “J” invertida, tendencia normalmente observado en bosques naturales.

En general, no se ha detectado problemas en la estructura diamétrica en las especies registradas en la ecozona sierra; sin embargo, algunas especies crecen en pequeños relictos y requieren de agua para el desarrollo de las plántulas como el caso de la especie *Capparis scabrida* cuyos tallos menores de 15 cm dap y mayores de 25 cm dap no fueron registrados en este inventario. Asimismo, la especie *Kageneckia lanceolata* no presenta individuos mayores de 20 cm debido a que ha sido intensamente utilizada como leña.

La regeneración natural en la ecozona de sierra es baja, expresada en términos de brinzales y latizales; inclusive nuestros resultados están por debajo de los valores obtenidos en otras zonas de mismas condiciones de sierra. Uno de los motivos principales es su lento crecimiento y el cambio brusco del clima que altera la germinación y desarrollo de las especies forestales. En la ecozona sierra se encontró un total de 277 individuos brinzales, de los cuales 3 especies son las que tienen mayor abundancia por hectarea como son *Dodonaea viscosa*, *Croton thurifer* y *Miconia sp.*

Algunos estudios realizados en zonas de sierra indican que se debe reforestar estos bosques considerando 3 factores como son: altitud, pendiente y exposición solar para garantizar el desarrollo de las especies forestales. Los mismos criterios se debe considerar para la recuperación de la regeneración de los bosques de *Polylepis* (Dourojeanni, 2008)

La distribución altimétrica de los árboles ≥ 5 cm dap de las 75 unidades muestrales registradas muestra que la mayor cantidad de individuos se encuentra en la clase < 5 m con 4,589 individuos, el menor número de árboles se encuentra en la clase de 35–39.9 m (0.013%), mientras que en la clase altimétrica entre 5-9.9 m se presenta 2,322 individuos. La clase altimétrica entre 10-14.9 m presenta 317 árboles. Entre las especies valiosas desde el punto de vista comercial maderable y no maderable cuyas alturas son superiores a 25 m, figura *Eucalyptus globulus*.

En la clase altimétrica < 5 m las especies más abundantes son *Polylepis rugulosa* con 461 individuos, *Polylepis flavipila* con 434 individuos y *Polylepis microphylla* con 424 individuos. La especie *Eucalyptus globulus* es la más abundante en la clase altimétrica 5-9.9 m (165 individuos), en segundo lugar está la especie *Cordia saccellia* (137 individuos) y en tercer lugar *Alnus acuminata* (125 individuos).

En la clase altimétrica 10-14.9 m, la especie *Eucalyptus globulus* es la más abundante con (74 individuos), en segundo lugar está la especie *Alnus acuminata* (35 individuos). Ambas especies son también las más abundantes en la clase altimétrica 15-19.9 m con 16 y 2 individuos cada una. Lo mismo sucede en la clase altimétrica 20-24.9 m, las especies más abundantes son *Eucalyptus globulus* y *Alnus acuminata* con 7 y 1 individuos cada uno, respectivamente. La especie *Eucalyptus globulus* es la más abundante en la clase altimétrica 25-29.9 m con 5 individuos. En la clase altimétrica de 30-34.9 m sobresale la especie *Polylepis rugulosa*, *Eucalyptus globulus* y *Polylepis tomentella* con un individuo de cada especie.

Según Martínez (2010), en inventarios realizados en zonas de características similares a la ecozona sierra existen especies forestales de aproximadamente 4 metros de altura, formando bosquetes dispersos. Entre las especies más representativas de esta unidad se presentan: *Buddleia* sp. (un tipo de *quishuar*), *Clusia* sp. (pulao), *Rapanea* sp. (manglillo), *Myrcia* sp. (unca), *Lupinus* sp. (tarwi), *Polylepis* sp. (quinual), *Escallonia* sp. (chachacomo y tasta), entre otras, las que son utilizados por los pobladores de la zona generalmente como leña.

6.3.3. Área basal y volumen

El área basal total en la ecozona sierra encontrado en las 75 unidades muestrales para individuos ≥ 5 cm dap es de 323 m²/ha (promedio de 4.31 \pm 1.09 m²/ha). La unidad muestral 1,818 y 3,706 albergó la mayor cantidad de área basal con 18 m²/ha y el menor valor está representado en la unidad muestral 265, 370, 1067, 1092, 3353, 4354 con 1 m²/ha cada una.

En individuos del estrato arbóreo (≥ 10 cm dap) el área basal total es de 252 m²/ha (promedio de 3.36 \pm 0.94 m²/ha). El mayor valor en área basal se presenta en la unidad muestral 1,918 y 2,735 con 16 m²/ha y 15 m²/ha, la más baja en la unidad muestral 103, 265, 370, 912, 1,092, 1,720, 3,834, 4,260, 4,355, 4,357 con solo 1 m²/ha cada una.

Las diez primeras especies con mayor área basal representan más del 46% del total registrado en esta ecozona. A nivel de fustales las especies *Polylepis microphylla*, *Polylepis flavipila* y *Polylepis rugulosa* representan cerca de 21% del área basal en este grupo. En el estrato arbóreo las especies *Polylepis flavipila*, *Polylepis microphylla* y *Polylepis rugulosa* aportan juntos más de 24% del total registrado en este grupo.

El volumen total de madera encontrado en las 75 unidades muestrales para individuos ≥ 5 cm dap es de 425.98 m³, con un promedio de m de 5.68 ± 1.595 m³/ha. El volumen total de madera por hectárea para los individuos ≥ 10 cm dap es de 354.44 m³ con un promedio de 4.726 ± 1.46 m³/ha.

La unidad muestral 5,805 albergó la mayor cantidad de volumen (m³/ha) ≥ 5 cm dap (4.94 m³/ha); mientras que en la unidades muestrales 3,363 se registró la menor cantidad de volumen (0.13 m³/ha). En el estrato arbóreo (≥ 10 cm dap), la unidad muestral 1639 acogió la mayor cantidad de volumen (24.31 m³/ha), el menor valor fue registrado en varias unidades muestrales con menos de 1 m³/ha.

Las diez primeras especies con mayor volumen constituyen el 25% del volumen total registrado en esta ecozona sierra. A nivel de fustales tres especies (*Eucalyptus globulus*, *Polylepis rugulosa* y *Polylepis flavipila*) representan algo más de 18% del volumen total registrado en este grupo. En el estrato arbóreo de las diez especies solo tres especies (*Eucalyptus globulus*, *Polylepis flavipila* y *Alnus acuminata*) presentan importantes volúmenes maderables y aportan cerca de 24% del volumen registrado. En la actualidad las asociaciones de *Polylepis* son bosques que tienen gran diversidad y son bastante extensos a nivel nacional, la mayoría ubicado sobre los 3,500 metros sobre el nivel del mar, considerados como bosques de conservación y manejo (Dourojeanni, 2008).

La agrupación de las especies en grupos comerciales para individuos ≥ 10 cm dap presenta importantes volúmenes de madera con potencial mercado nacional y local como es el *Eucalyptus globulus* que representa el 25% del total registrado en el bosque de la ecozona sierra. A nivel de fustales tres especies (*Eucalyptus globulus*, *Polylepis rugulosa* y *Polylepis flavipila*) representan algo más de 18% del volumen total registrado en este grupo. En el estrato arbóreo de las diez especies con mayor volumen, solo tres especies (*Eucalyptus globulus*, *Polylepis flavipila* y *Alnus acuminata*) presentan importantes volúmenes maderables y aportan cerca de 24% del volumen registrado en el estrato arbóreo, principalmente como madera rolliza por sus diámetros inferiores de 15 cm.

Otro estudio realizado, menciona que la especie *Polylepis* presenta árboles tortuosos de porte bajo (menos de 8 m de altura). En lugares con fuertes limitaciones climáticas o edáficas, estos bosquecillos se reducen a matorrales menores de 3 m. En los queñoales acompañan a las especies de *Polylepis* algunos arbustos como *Gynoxis* sp., *Lupinus* sp. y herbáceas de tipo gramínea. Evaluaciones hechas en los departamentos de Ancash y Lima reportan volúmenes de madera de 42.60 m³/ha y 73.63 m³/ha para las especies *Polylepis incana* y *Polylepis racemosa*, respectivamente (FAO, 1979).

De acuerdo con la legislación nacional sobre especies amenazadas de flora silvestre aprobado mediante Decreto Supremo N°043-2006-AG, en el bosque de la ecozona sierra se registró varias especies que están incluidas en dicha lista. Así las especies *Polylepis microphylla*, *Polylepis tomentella* están consideradas en la citada norma como especies en situación de peligro; por otro lado, las especies en situación vulnerable son: *Escallonia*

resinosa, *Caesalpinia spinosa*, *Cyathostegia mathewsii*, *Polylepis rugulosa* y *Polylepis weberbaueri*. Asimismo, en estado crítico se reportan las especies *Tetrasida chachapoyensis*, *Myrcia fallax*, *Prumnopitys harmsiana*, *Kageneckia lanceolata* y *Buddleja longifolia*; finalmente, como especies amenazadas se mencionan: *Acacia macracantha*, *Myrcianthes oreophila*; sin embargo, el volumen que presentan estas especies son ínfimos que no afectan las existencias maderables.

6.3.4. Índice valor de importancia de familias y especies

En la ecozona sierra el nivel de fustales se registraron 61 familias, mientras que en el estrato arbóreo se anotó 58 familias. En el estrato fustal, las diez primeras familias representan 181.76% del total encontrado dentro de este grupo en el bosque de la zona sierra, cuatro familias: Rosaceae, Asteraceae, Myrtaceae y Fabaceae, aportan juntos 117.5% del total del IVI. En el estrato arbóreo, las diez primeras familias contribuyen con 189.18% del total encontrado en este grupo dentro del bosque de la ecozona sierra. Tres familias: Rosaceae, Cactaceae y Escalloniaceae son las que presentan mayor peso ecológico, pues se constituyen como la de mayor abundancia, frecuencia y dominancia, aportando juntos 112.8% del total del IVI.

Según Gallido *et al.* (2003), en todos los bosques de sierra la mayor parte de las familias presentaron valores de importancia bajos, pero en cada bosque algunas familias sobresalen por su importancia ecológica. En el bosque de la sierra las familias más importantes fueron: Fagaceae, Rubiaceae y Melastomataceae.

El IVI en el estrato fustal las diez especies que dominan este atributo contribuyen con más de 95% del total en este grupo. De los cuales tres especies *Polylepis microphylla*, *Polylepis rugulosa* y *Polylepis flavipila*, aportan juntos más aproximadamente 41.45 % del IVI, lo que indica que son especies adaptadas a las condiciones especiales que presenta el bosque de la zona sierra.

En el estrato arbóreo, las diez especies con mayor IVI aportan juntos más de 107% del IVI total en este estrato. De este grupo, tres especies *Polylepis flavipila*, *Polylepis rugulosa* y *Polylepis microphylla* son las que presentan mayor peso ecológico, pues se constituyen como las de mayor abundancia, frecuencia y dominancia, congregando juntos aproximadamente 53.40%, lo que indica que son especies adaptadas a las condiciones especiales que presenta el bosque de la zona sierra.

6.3.5. Calidad de fuste, condición fitosanitaria y estado de los árboles

La calidad de fuste de los árboles de las 66 unidades muestrales registradas en esta ecozona es bastante alta, algo más de 82% ha obtenido la calificación de fuste óptimo, lo que indica que existen árboles con calidad de fuste en condiciones óptimas para ser manejadas. La calidad de fuste regular o medio es de 2.62%, mientras que la calidad de bajo es de 0.28%.

La caracterización de la calidad de fuste de los árboles estimando la proporción de óptimos, medios o bajos, es un importante insumo para determinar el valor o potencial maderable del bosque, sin embargo, la evaluación pudo tener algunos errores debido a que la

inspección ha sido ocular utilizando la experiencia del evaluador de campo para valorar las características superficiales (externas) de los fustes.

Los árboles de la ecozona sierra cuentan en general con buen estado fitosanitario, reflejado en 73% de los individuos “sin daño”, mientras que existen individuos con “daño leve” representan el 1.7% y con “daño severo” representan solo el 0.37%, lo cual indica que los individuos identificados en los bosques se encuentran en buenas condiciones fitosanitarias. Finalmente, existe un porcentaje alto de individuos muertos con cerca de 25%, incluyéndose a aquellos muertos por causas naturales y antrópicas.

Por otro lado, los árboles registrados en las 66 unidades muestrales de la ecozona sierra, muestran buena condición fitosanitaria, reflejado en 97% de árboles sanos. Los árboles afectados por quema de bosques muestran fustes quemados (0.29%), similar porcentaje de daños se relaciona con fustes con hueco. Asimismo, la presencia de plantas parásitas ocasionan daños del orden de 0.49% y un porcentaje menor de 0.44% se atribuye a la presencia de lianas y bejucos.

Según la ECOAN (2016), permanentemente los bosques son utilizados para el pastoreo de animales domésticos con el consiguiente deterioro y muerte de los brinzales (plántulas) de *Polylepis*.

Más del 86% de los árboles de la ecozona sierra están vivos, mientras que cerca de 6.34% están muertos en pie, correspondiendo 3.93% a muertos en pie sin copa ni ramas y 2.41% a muertos en pie con copa y ramas sin hojas. Asimismo, aproximadamente 6.88% de los árboles en esta ecozona fueron convertidos a tocón, incluyendo tocones con rebrote (cerca de 1.40%), lo que da cierta particularidad a los árboles de esta ecozona.

Los árboles muertos en pie han sido afectados por algunas plantas parásitas; además de este factor, los daños más frecuentes en los árboles se atribuye a: daño humano directo, insectos, viento, enfermedad, roedores, incendios y aprovechamientos.

6.3.6. Usos de las especies forestales

Los recursos forestales son aprovechados tradicionalmente por las poblaciones asentadas en la cercanía de los bosques de la ecozona sierra con fines de alimentación, suministro de energía (leña), medicina y como fuente de productos para el comercio local y nacional. Los productos forestales, tanto maderables como no maderables son importantes para la sostenibilidad de poblaciones rurales que reciben beneficios de los bosques y su uso sostenible favorece la conservación de los bosques en sierra.

Si bien se ha tratado de utilizar una metodología simple para registrar los usos de la mayoría de los árboles evaluados en las otras ecozonas, la obtención de información no ha sido considerada en el formulario de sierra por lo que no se cuenta con información.

Sin embargo, se puede deducir algunos usos obtenidos a través información de segunda fuente. Por ejemplo los bosques de *Polylepis* han sido objeto de tala excesiva desde tiempo atrás para la producción de leña y en menor medida para la fabricación de mangos de herramientas, construcción de vivienda y diversos trabajos de artesanía. Esta especie, pese a estar protegido oficialmente, persiste su aprovechamiento, quedando solo pequeños

relictos de bosques o árboles dispersos en áreas cada vez más inaccesibles e inhóspitos de la serranía altoandina.

Algunas especies exóticas como *Eucalyptus globulus*, *Pinus* spp., *Cupressus* spp., *Casuarina* spp., especialmente el primero, se encuentran muy difundidas en los andes peruanos. Estas especies son plantadas en diferentes modalidades, desde cercos en los linderos de las “chacras” o fincas, hasta macizos en laderas, pasando por pequeños grupos de árboles o bosquetes, usadas como madera rolliza, material de construcciones, entre otros (FAO, 1979).

6.3.7. Parámetros estadísticos obtenidos

En el cuadro N° 79 se muestra en detalle todas las estimaciones realizadas con un nivel de confianza del 95% expresado en porcentaje de la media de los principales parámetros estadísticos para la ecozona sierra, el diseño del inventario nacional, tiene un enfoque multidimensional, es decir que abarca información de varios temas relacionados con los recursos de los bosques. Es por ello que existen varias poblaciones objetivo de las cuales se obtuvieron varias mediciones según las variables que se plantearon inicialmente. Por otro lado, se buscó un diseño que sea práctico y económico que proporcione información a nivel estratégico para el país, y no a nivel de planificación específica de unidades de manejo.

En el inventario nacional forestal se utilizó un diseño sistemático no alineado, el cual tuvo un efecto directo sobre el tamaño de las unidades a medir, es por ello que en general se logró mejor precisión en los elementos que ocupan más área que en aquellos escasos; sin embargo, los errores altos no deben descalificar totalmente los datos, ya que únicamente indican que la probabilidad de no encontrarse cerca de la realidad es alta, realidad que no se conocerá exactamente sin una precisa, difícil y costosa medición. Los datos pueden utilizarse siempre y cuando se tomen en cuenta estas consideraciones y que no exista un mejor dato hasta el momento.

El error obtenido en el volumen total de madera para árboles ≥ 10 cm dap registrado en el inventario nacional forestal para la ecozona sierra con respecto al error máximo permisible (10.9%) a un nivel de confianza de 95% es alto (31.00%). Lo que señala que hay una alta probabilidad (al 95% de confianza) que el volumen promedio verdadero de madera para toda la población de la ecozona sierra esté entre 3.26 y 6.19 [$4.73 \pm (4.73 \times 0.31)$]; sin embargo, en la medida que el número de unidades muestrales vaya ampliándose, el error de muestreo relativo irá disminuyendo progresivamente. Cabe precisar que el rango es para todas las especies y que si se considera sólo el volumen para especies comerciales ≥ 10 cm dap, el error de muestreo sería mucho más alto y consecuentemente con un rango entre el límite inferior y superior más amplio.

VII. CONCLUSIONES

- La composición florística del bosque de la ecozona hidromórfica (13 unidades muestrales) está conformada por 132 especies que corresponden a un total de 43 familias de individuos ≥ 10 cm dap. El bosque de la ecozona selva baja (76 unidades muestrales), está constituida por 718 especies que comprenden a 69 familias de individuos ≥ 10 cm dap.
- En la ecozona costa, fueron registrados 151 especies que corresponden a 119 familias de individuos ≥ 5 cm dap en 122 unidades muestrales. En la ecozona sierra (75 unidades muestrales) se anotó 517 especies que comprenden a 411 familias botánicas.
- En las 13 unidades muestrales de la ecozona bosque hidromórfico se ha registrado un total de 1,714 individuos ≥ 10 cm dap, correspondiendo 1,534 a árboles y 180 individuos de palmeras; mientras que en el bosque de la ecozona selva baja (76 unidades muestrales) se ha encontrado 14,692 individuos ≥ 10 cm dap, de las cuales 13,444 son árboles y 1,248 son palmeras.
- En las 122 unidades muestrales de la ecozona costa se ha anotado 1,947 individuos ≥ 5 cm dap. En la ecozona sierra se ha registrado 9,700 individuos ≥ 5 cm dap.
- Las familias más abundantes de las ecozonas bosque hidromórfico y selva baja para individuos ≥ 10 cm dap son: Fabaceae, Malvaceae y Moraceae. En el bosque de la ecozona bosque hidromórfico la familia Arecaceae añade más diversidad a dicha ecozona, mientras que en el bosque de la ecozona selva baja, las familias Annonaceae, Euphorbiaceae y Lauraceae contribuyen a incrementar la diversidad de especies.
- En la ecozona costa, las familias más abundantes para individuos ≥ 5 cm dap son: Fabaceae, Capparacea, Malvaceae, Polygoniaceae, Anacardiaceae y Bignoniaceae. En la ecozona sierra las familias con mayor número de especies cuyos individuos ≥ 5 cm dap son: Asteraceae, Fabaceae, Melastomataceae, Rosaceae, Cactaceae, Primulaceae, Myrtaceae y Euphorbiaceae.
- La distribución diamétrica de los árboles ≥ 10 cm dap de las ecozonas bosque hidromórfico y selva baja muestran un patrón similar, caracterizados por un gran número de individuos en las clases diamétricas inferiores y escasos individuos en las clases diamétricas superiores, considerado como normal para los bosques sanos de la Amazonía peruana; sin embargo, el análisis individualizado de las especies revela comportamiento atípico en la especie *Mauritia flexuosa* en el bosque de la ecozona hidromórfica. En el bosque de la ecozona selva baja las especies *Ceiba pentandra* y *Hura crepitans* muestran tendencia irregular en su estructura diamétrica. Situación similar ocurre con las especies *Cedrela odorata* y *Maquira coriácea*, *Virola albidiflora* y *Virola duckei*.
- La especie *Eschweilera* spp. confrontación *Eschweilera coriácea* es una de las especies con mayor abundancia en las ecozonas Selva baja e hidromórfica junto con otras especies de las familias Arecaceae y Myristicaceae. Lo que sugiere la gran

importancia ecológica y ambiental de esta especie desde el punto de vista de prestación de servicios ecosistémicos.

- En las ecozonas Costa y Sierra la distribución diamétrica de los individuos ≥ 5 cm dap muestran un patrón similar a los bosques de otras zonas tropicales del mundo, sobre todo con los bosques de selva baja e hidromórfica indicados en este informe.
- La especie *Mauritia flexuosa* cuyo hábitat son los bosques hidromórficos de la selva peruana presenta anomalías en su distribución diamétrica debido a su total desaparición de las clases diamétricas inferiores, las mismas que son evidenciadas en el IVI fustales, lo que pone de manifiesto que la especie no se está regenerando apropiadamente, por lo que habría que investigar las causas que están ocasionando este comportamiento.
- Las especies *Ceiba pentandra* y *Hura crepitans* que medran en el bosque de la ecozona selva baja también presentan comportamiento atípico, especialmente *Ceiba pentandra* por su escasa regeneración natural; en el caso de la especie *Hura crepitans* solo se encontró en el bosque, individuos < 40 cm dap. En relación a las especies *Cedrela odorata* y *Maquira coriácea*, se ha reportado escaso número de individuos por hectárea inferior a 60 cm de dap. Mención especial también requieren las especies *Virola albidiflora* y *Virola duckei* conocidos con el nombre vernacular de “cumala” cuya madera se exporta al mercado Norteamericano, ambas especies muestran estructuras diamétricas erráticas caracterizadas por la ausencia de individuos en las clases diamétricas superior de 20 cm dap.
- En la ecozona sierra, no se ha detectado problemas en la estructura diamétrica de los árboles en general, sin embargo, dada las pequeñas poblaciones de bosques aislados, algunas especies se están desapareciendo como el caso de *Capparis scabrida* y *Kageneckia lanceolata* cuyos árboles mayores de 20 cm dap están prácticamente extintos, por lo que se hace imperativo algunas acciones para la recuperación de estas especies.
- El número de individuos por hectárea ≥ 10 cm dap registrado en el bosque de la ecozona hidromórfica (trece unidades muestrales) es de 461 árboles, mientras que en el bosque de la ecozona selva baja (76 unidades muestrales) se registró 407 individuos.
- En el bosque de la ecozona costa (122 unidades muestrales) se ha anotado un total de 43 árboles por hectárea ≥ 5 cm dap. En la ecozona sierra se ha registrado 377 árboles por hectárea ≥ 5 cm en 75 unidades muestrales evaluadas.
- La diversidad alfa de especies con individuos ≥ 10 cm dap, evaluada mediante el Índice de Shannon-Wiener muestra valor 3.42 y equidad de Pielou de 0.70 en trece unidades muestrales de la ecozona bosque hidromórfico; mientras que el bosque de la ecozona selva baja evaluada en 76 unidades muestrales presenta mayor valor de índice de diversidad equivalente a 4.30 y equidad de Pielou 1.02. En la ecozona costa la diversidad alfa de individuos ≥ 5 cm dap muestra un valor de 2.64 en las 27 unidades muestrales que cuentan con bosques; mientras que el bosque de la ecozona sierra evaluada mediante este mismo índice de diversidad en individuos

con igual base diamétrica muestra un valor de 4.07 en las 75 unidades muestrales que cuentan con bosques.

- Las especies con mayor número de árboles por hectárea (≥ 10 cm dap) de la ecozona bosque hidromórfica son: *Cecropia* spp., *Cecropia membranacea* y *Oxandra* spp. y representan más del 18% del total general. En la ecozona selva baja, las especies *Eschweilera* spp., *Inga* spp., *Pouteria* spp. y *Virola* spp. son las que cuentan con mayor número de individuos por hectárea y en conjunto representan más del 12% del total general.
- En la ecozona costa, las especies con mayor número de árboles (≥ 5 cm dap) son *Bursera graveolens*, *Cordia lutea*, *Prosopis pallida*. En la ecozona sierra, estas especies son *Polylepis microphylla*, *Polylepis flavipila*, *Polylepis rugulosa*, con más de 22% de los tallos por hectárea.
- El área basal promedio (≥ 10 cm dap) registrado en 13 unidades muestrales del bosque de la ecozona hidromórfica es 21.33 m²/ha, mientras que en árboles (≥ 30 cm dap) el área basal promedio es de 12.04 m²/ha. En el bosque de la ecozona selva baja el área basal promedio encontrado (≥ 10 cm dap) evaluados en 76 unidades muestrales es 21.94 m²/ha y en árboles (≥ 30 cm dap) es 13.75 m²/ha. En el bosque de las ecozonas costa y sierra el área basal promedio registrado (≥ 5 cm dap) evaluadas en 120 unidades muestrales de costa fue de 0.74 m²/ha, en sierra el área basal en 75 unidades muestrales es 4.31 m²/ha.
- Las existencias de volumen total de madera para todos los árboles ≥ 10 cm de dap en 13 unidades muestrales del bosque de la ecozona hidromórfica es de 1,472.66 m³ de un total estimado de 1,534 árboles. Los árboles ≥ 30 cm dap, representan 1,012.64 m³ en un aproximado de 374 árboles, en una superficie de 1'425,221.69 ha. El volumen promedio de madera por hectárea para los individuos ≥ 10 cm dap es de 77.89 m³/ha. En el caso del estrato arbóreo (≥ 30 cm dap), el volumen promedio de madera por hectárea es de 113.28 m³/ha.
- Las existencias de volumen total de madera para todos los árboles ≥ 10 cm de dap en 76 unidades muestrales del bosque de la ecozona selva baja es 13,593 m³ de un total estimado de 13,444. Los árboles ≥ 30 cm dap representan 9,745 m³ en un aproximado de 4,288 árboles, en una superficie de 5'213,775.71 ha. El volumen promedio de madera por hectárea para los individuos ≥ 10 cm dap es de 179 m³/ha. En el caso del estrato arbóreo (≥ 30 cm dap), el volumen promedio de madera por hectárea es de 128 m³/ha.
- En la ecozona costa, el volumen de madera para árboles (≥ 5 cm dap) evaluadas en 122 unidades muestrales es de 345 m³, en árboles ≥ 10 cm de dap es de 324 m³, estimado en un total de 1,947 y 1,299 individuos/ha, respectivamente; en una superficie de 1'584,485.18 ha. El promedio de volumen ≥ 10 cm dap es de 2.70 m³/ha.
- En la ecozona sierra, el volumen de madera en árboles (≥ 5 cm dap) evaluadas en 75 unidades muestrales es de 425.98 m³; en árboles ≥ 10 cm de dap es de 354.42 m³, estimado en un total de 9,700 y 5,236 individuos/ha, respectivamente, en una

superficie de 1'989,258.87 ha. El promedio de volumen ≥ 10 cm dap es de 4.726 m³/ha.

- En el bosque de la ecozona hidromórfica, la distribución del volumen por clases diamétricas, muestra que los árboles ≥ 30 cm dap <60 cm de dap concentran cerca de 51% del volumen de madera, mientras que los árboles con diámetro ≥ 60 cm representan el 49%. En el caso del bosque de la ecozona selva baja, los árboles ≥ 30 cm dap <60 cm de dap concentran más del 56% del volumen de madera, mientras que los árboles con diámetro ≥ 60 cm representan cerca de 43%. Lo que indica que existe entre 43% y 49% de potencial maderable para generar actividad económica a partir de recursos forestales maderables provenientes de las ecozonas selva baja e hidromórfica, respectivamente.
- El volumen potencial comercial de árboles ≥ 30 cm dap del bosque de la ecozona hidromórfica es de 27.14 m³/ha, mientras que en la ecozona selva baja este valor asciende a 32.67 m³/ha. Asimismo, existe un elevado porcentaje de volumen de madera sin demanda comercial en los bosques de las ecozonas bosque hidromórfica y selva baja del orden de 65% y 74%, respectivamente que tiene ser evaluada para decidir que hacer con los árboles de esas especies.
- Las especies forestales amenazadas incluidas en la legislación peruana, no afectan considerablemente los volúmenes de árboles ≥ 30 cm. En el bosque de la ecozona hidromórfica la reducción del volumen por especies amenazadas constituye una merma de 1.10% y en el bosque de la ecozona selva baja la reducción es de 1.38%.
- El bosque de la ecozona hidromórfica muestra bajo número de brinzales, a diferencia de la eazona selva baja donde el número de individuos por hectárea está dentro de los rangos establecidos.
- En el bosque de la ecozona hidromórfica las familias: Urticaceae, Fabaceae, Arecaceae y Annonaceae son las que presentan mayor peso ecológico, contribuyen juntos con 110.3% del IVI en el estrato fustal. En el estrato arbóreo (≥ 30 cm dap), las familias; Fabaceae, Arecaceae, Urticaceae, Malvaceae y Myristicaceae muestran mayor peso ecológico y aportan con 125.22% del IVI del estrato arbóreo.
- En la ecozona selva baja las familias que contribuyen con 51.48% del IVI en el estrato fustal son Fabaceae y Myristicaceae. En el estrato arbóreo las familias Fabaceae, Lecythidaceae y Moraceae son las que cuentan con mayor peso ecológico y aportan con 89.54% del total del IVI.
- En la ecozona costa las familias Fabaceae, Boraginaceae, Burseraceae y Capparaceae son las que presentan mayor peso ecológico, contribuyen juntos con 223.34% del IVI en el estrato fustal. En el estrato arbóreo (≥ 10 cm dap), las familias; Fabaceae, Anacardiaceae y Burseraceae muestran mayor peso ecológico y aportan con 177.03% del IVI del estrato arbóreo.
- En la ecozona sierra la familia Rosaceae es la que presenta mayor peso ecológico (63.80%) del IVI en el estrato fustal. En el estrato arbóreo (≥ 10 cm dap), esta misma familia presenta mayor peso ecológico con 80.97% del IVI del estrato arbóreo.

- En el bosque de la ecozona hidromórfica las especies que destacan por su valor de importancia en el estrato fustales son: *Cecropia* spp., *Eschweilera* spp., *Inga* spp. y *Cecropia membranacea* que congregan juntos más de la cuarta parte del total del IVI en este grupo. En el estrato arbóreo (≥ 30 cm dap), las especies *Eschweilera* spp., *Inga* spp., *Mauritia flexuosa* y *Cecropia* spp. son las que presentan mayor peso ecológico, contribuyen juntos con 75% del IVI.
- El bosque de la ecozona selva baja la especie *Eschweilera* spp. confrontación *Eschweilera coriacea* sobresale por su alto IVI en el estrato fustales y árboles, representando 11 y 12% del IVI total en sus respectivos grupos.
- Las especies *Cordia lutens*, *Bursera graveolens*, *Prosopis pallida* y *Capparis scabrida* sobresalen en el estrato fustales de la ecozona costa congregando junto 169.55% del IVI. En el estrato arbóreo (≥ 10 cm dap) las especies *Loxopterygium huasango*, *Prosopis pallida* y *Bursera graveolens* son las que cuentan con mayor peso ecológico y abarcan 136.64% del IVI en este grupo.
- En la ecozona sierra las especies *Polylepis microphylla*, *Polylepis rugulosa* y *Polylepis flavipila*, sobresalen en el estrato fustales congregando juntos 41.46% del IVI. En el estrato arbóreo (≥ 10 cm dap) las especies *Polylepis flavipila*, *Polylepis rugulosa* y *Polylepis microphylla* son las que cuentan con mayor peso ecológico y abarcan 53.4% del IVI en este grupo.
- Cerca del 80% de los 1,534 árboles ≥ 10 cm dap presentan fustes entre óptimos y medios en el bosque de la ecozona hidromórfica; mientras que en el bosque de la ecozona selva baja aproximadamente el 96% de los 13,444 ostentan fustes entre óptimos y medios; lo que pone de manifiesto que existe una importante reserva de madera en buen estado para desarrollar la industria maderera nacional.
- En la ecozona costa aproximadamente 27% de los 1,947 árboles ≥ 5 cm dap presentan fustes de baja calidad y solo el 21.8% cuentan con fustes de buena calidad, por esta razón estos bosques deben destinarse a la prestación de servicios ecosistémicos como secuestro de carbono, protección de suelos y regulación de recursos hídricos.
- En la ecozona sierra, 82% de los 9,700 árboles ≥ 5 cm dap presentan fustes de calidad óptima y 2.90% cuentan con fustes de calidad media y baja.
- El 85% de los árboles ≥ 10 cm dap, de la ecozona hidromórfica están sanos, mientras que el 7.01% se encuentra en estado enfermo y 7.65% están muertos. En la ecozona selva baja el 86.07% de los árboles ≥ 10 cm dap se encuentran en situación similar, es decir, están sanos; mientras que el 6.6% presenta leve daño y 0.4% daño severo.
- En la ecozona costa a pesar de que una gran cantidad de árboles presenta fuste de calidad baja, cerca de 75% de los árboles ≥ 5 cm dap están sin daño, los árboles con leve daño es de 9% y con daño severo 2%. En la ecozona sierra, la situación es

similar ya que cerca de 73% de los árboles ≥ 5 cm dap están sin daño, los árboles con leve daño representan 1.7% y con daño severo 0.37%.

- Los pobladores locales cercanos a los bosques de la ecozona hidromórfica reconocen hasta nueve usos a los árboles del bosque hidromórfico, siendo los principales: alimentación (frutas, hojas tiernas, semillas), suministro de energía (leña y carbón), medicina y madera aserrada. En relación al bosque de la ecozona selva baja, los pobladores locales cercanos a estos bosques han registrado hasta diez usos de los árboles, los principales usos que mencionan son: leña, madera para construcción de viviendas rurales, carbón, frutales, forraje, medicinas, etc. En el bosque de la ecozona costa los pobladores rurales reconocen hasta ocho usos diferentes a las especies, destinando mayormente a construcción rural, forraje y leña.
- El error de muestreo relativo del volumen por hectárea de todos los árboles ≥ 30 cm de dap excluyendo palmeras es de 39.69% con un nivel de confianza de 95%, para la ecozona hidromórfica. En el bosque de la ecozona selva baja este parámetro para todos los árboles ≥ 30 cm de dap excluyendo palmeras es de 9.32% con un nivel de confianza de 95%. Asimismo, en el bosque de la ecozona costa el error de muestreo relativo es de 71.52% para árboles ≥ 10 cm dap y para la ecozona sierra, este parámetro estadístico es de 31% para árboles con la misma base diamétrica.
- El coeficiente de variación del volumen por hectárea para todos los árboles ≥ 30 cm de dap, excluyendo palmeras es de 51.16%, para la ecozona hidromórfica. Este mismo parámetro para todos los árboles ≥ 30 cm de dap de selva baja excluyendo palmeras es de 40.80% con un nivel de confianza de 95%. En la ecozona costa el coeficiente de variación del volumen por hectárea para individuos ≥ 10 cm dap es bastante alto, alrededor de 395.65% y en la ecozona sierra este parámetro estadístico para árboles ≥ 10 cm dap es también alto (alrededor de 134.75%).

VIII. RECOMENDACIONES

- Efectuar estudios poblacionales de *Mauritia flexuosa* “aguaje” que se concentren en el registro de individuos de plantas adultas femeninas y masculinas existentes en el bosque hidromórfico y las existencias de regeneración natural de esta especie. En forma simultánea se debe formular proyectos para enriquecer estos bosques con plántulas de regeneración natural de esta especie a fin de asegurar su perpetuación y que continúen con la prestación de sus funciones ecosistémicas.
- Generar normas complementarias a fin de prohibir la tala de palmeras de aguaje y promover el uso de subidores para el aprovechamiento de frutos, mediante el uso de la potestad normativa de nuestra institución.
- Brindar mayor atención a los bosques hidromórficos debido a su importancia en la prestación de servicios ecosistémicos y porque confina especies forestales especializadas en estos ecosistemas que deben ser protegidas.
- Identificar áreas aptas para facilitar el establecimiento de regeneración natural de especies de interés comercial y efectuar raleos de árboles en la ecozona selva con el fin de promover el crecimiento de la regeneración natural de las especies *Ceiba pentandra*, *Hura crepitans*, *Cedrela odorata*, *Maquira coriacea*, *Virola albidiflora* y *Virola duckei* a fin de recuperar sus poblaciones naturales seriamente afectadas por la extracción selectiva.
- Difundir las características tecnológicas de las especies maderables más abundantes que cuentan con usos probables a fin de que el aprovechamiento se oriente hacia esas especies.
- Se debe realizar estudios más profundos sobre la regeneración de las especies, para garantizar el uso de información más precisa en la planificación de los programas de manejo de bosques.
- La especie *Eschweilera* spp. confrontación *Eschweilera coriacea* junto con otras especies de las familias Arecaceae y Myristicaceae constituyen las especies más abundantes de bosque de la Amazonía baja peruana, lo que permitiría focalizar los estudios de investigación en prestación de servicios ecosistémicos concentrados en este pequeño grupo de especies.
- En lo sucesivo se debe marcar mediante pequeños rótulos de aluminio los árboles registrados en las unidades muestrales a fin de facilitar su ubicación durante las operaciones de control de calidad y la remediación de los árboles en los siguientes paneles.
- Profundizar el estudio de la identificación botánica de las especies registradas en el inventario para mejorar la presentación de los resultados.
- Destinar presupuesto para ejecutar el control de calidad “hot check” para mejorar el registro de datos de campo del inventario nacional forestal.

- Utilizar la información generada en este informe para la valoración del bosque en su estado natural.
- Revisar la lista de especies amenazadas aprobado mediante Decreto Supremo N°043-2006-AG en relación a la inclusión de las especies *Clarisia biflora*, *Clarisia recemosa* y *Parahancornia peruviana* por los motivos expuestos en la sección discusión.
- Se debe presentar más atención a la limpieza de la data electrónica, debido a que se ha encontrado algunos errores en los nombres científicos de las especies sobre todo de la ecozona selva baja.
- Contratar los servicios de un especialista en estadística para facilitar el procesamiento de datos y la obtención de los resultados del inventario.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar, J. 2014. Estructura horizontal y volumen maderable en bosques del ámbito de la carretera Iquitos – Nauta, Loreto, Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal UNAP. Iquitos, Perú. 71 p.
- Aguilar, P. 1994. Características Faunísticas del Norte del Perú. *Arnaldoa* 2(1):77-102.
- Aguirre, N.; Añazco, M.; Cueva, K.; Pekkarinen, A.; Ramírez, C.; Salazar, X.; Sánchez, G. 2010. Manual de Campo. Versión 2010. Proyecto Evaluación Nacional Forestal/Ministerio de Ambiente del Ecuador. 89 p.
- Aguirre-Mendoza, J.; Linares-Palomino, R. y Kvist, L.P. 2006. Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. *Arnaldoa* 13: 324-350
- Aguirre-Mendoza, Z.; Geada-López, G. 2015. Regeneración natural del bosque seco de la provincia de Loja y utilidad para el manejo local. *Revista Forestal Baracoa* vol. 34 (1):79-86
- AIDER (2013) Línea Base del Proyecto: Mejorando capacidades para elaborar proyectos REDD en Ecosistemas de Bosque Seco. pp 58.
- Anderson, G. 2005. Estudio sobre la dispersión de semillas por *Colossoma macropomum* "gamitana" y *Piaractus brachypomus* "paco" en los bosques inundables de la Reserva Nacional Pacaya- Samiria, Loreto- Perú. Iquitos, Perú. 15 p.
- Aquino R.; Pacheco T.; Vásquez M. 2007. Evaluación y valorización económica de la fauna silvestre en la Amazonía peruana. *Rev. Per. Biol.* 14(2): 187 – 192. Facultad de Ciencias Biológicas.
- Aquino, R. 2005. Alimentación de mamíferos de caza en los “aguajales” de la Reserva Nacional Pacaya Samiria (Iquitos-Perú). *Revista Peruana de Biología* V12 (3): 10 pp.
- Anderson, A. B. 1981. White-Sand vegetation of Brazilian Amazonia. *Biotrópica* 13(3): 199-210.
- Anderson, A. B. 1978. Aspectos florísticos y fitogeográficos de campinas e campinaranas no Amazônia Central. Tesis de M. Sc. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Universidad do Amazonas. Manaus, Brasil.
- Angulo, A. 2014. Guía de Aves del Santuario Histórico Bosque de Pómac.
- Anónimo. 2001a. Estrategia de Conservación y Desarrollo Sostenible de la Reserva de Biosfera del Noroeste 2001-2010. Instituto Nacional de Recursos Naturales. Tumbes.
- Anónimo. 2001b. Plan Maestro del Parque Nacional Cerros de Amotape. Instituto Nacional de Recursos Naturales. Tumbes.

- Anónimo. 1992. Estado de la conservación de la diversidad natural de la región noroeste del Perú. Centro de Datos para la Conservación, Lima.
- Arias, E.; Cadenillas, R. y Pacheco, V. 2009. Dieta de murciélagos nectarívoros del Parque Nacional Cerros de Amotape, Tumbes. *Revista Peruana de Biología* v.16 n. 2 Lima. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332009000200010&script=sci_arttext
- Armstrong, W.; Brandle, R.; Jackson, M. 1994. Mechanisms of flood tolerance in plants. *Acta Botanica Neerlandica*, 43 (4) : 307-358.
- Asociación de Ecosistemas Andinos-ECOAN. 2016. Gestión Sostenible del Sistema de Áreas de Conservación Privada de Bosques Nativos de la Cordillera del Vilcanota, Perú. Revisado 30/06/2016. <http://www.ecoanperu.org/esp%C3%B1ol/vilcanota.html>
- Ayres, J. 1995. As matas de várzea do mamirauá. MCT - CNPq Sociedade Civil Mamirauá. Brasil. 123 pp.
- Balslev, H.; Luteyn, J.; Øllgaard, B.; Holm-Nielsen, L. 1987. Composition and structure of adjacent unflooded and floodplain forest in Amazonian Ecuador. *Opera Botanica*, 92: 37- 57.
- Barrena, V., Vargas, C., Zúñiga, C., Guillén, R. 2011. Bases técnicas del Inventario Nacional Forestal. UNALM. Lima. 64 p.
- Barrena, V.; Vargas, C.; Zúñiga, C.; Guillén, R. 2013. Resumen de las discusiones técnicas sobre los criterios del INF. UNALM. Lima. 73 p.
- Bechtold, W.; Patterson, P.; (editors). 2005. The enhanced forest inventory and analysis program – national sampling design and estimation procedures. Gen. Tech. Rep SRS-80. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 85 p.
- Best, B.J.; Kessler, M. 1995. Biodiversity and Conservation in Tumbesian Ecuador and Peru. BirdLife I. BirdLife International, Wellbrook Court, Girton Road. 218 p. Cambridge CB3 0NA, U.K.
- Bodmer, R. 1989. Frugivory in Amazonian Ungulates. Doctoral dissertation. University of Cambridge. United Kingdom. 158 p.
- Block M. & Richter M. 2000. Impacts of heavy rainfalls in El Niño 1997/98 on the vegetation of Sechura Desert in Northern Perú (A preliminary report). *Phytocoenologia* 30 (3-4):491-517.
- Brack-Egg, E. 1986. Las ecorregiones del Perú. *Boletín de Lima*, 44:57-70.
- Brack Egg, A., Mendiola, C. 2000). *Ecología del Perú*. Editorial Bruño/PNUD, Lima, Perú.
- Brako, J.; Zarucchi, L. 1993. Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. *Missouri Botanical Garden Monographs in Systematic Botany* 45. 1286 p.

- Bravo, A.; Borman, R. 2008. Mamíferos. En: Ecuador-Perú: Cuyabeno-Güepí. Rapid Biological and Social Inventories Report 20. W.S Alverson, C. Vriesendorp, A. del Campo, D.K. Moskovits, D.F. Stotz, M. García D. y L.A. Borbor L. (eds.). The Field Museum, Chicago. 105–111.
- Brightsmith, D. y Bravo, A. 2006. Ecology and Management of Nesting Blue-and-Yellow Macaws (*Ara ararauna*) in Mauritia Palm Swamps. *Biodiversity & Conservation* V15(13): 4271-4287.
- Brinson, M. 1990. Riverine forests. En: A.E. Lugo, M. Brinson, S. Brown (Editores), *Forested wetlands*. Elsevier, Amsterdam. 87-141.
- CDC-WWF. 2002. Complejo de humedales del Abanico del río Pastaza; evaluación ecológica rápida del Abanico del Pastaza. CDC - WWF. 76 p.
- Chávez-Villavicencio. C. 2013. Las aves de la ciudad de Piura, Perú y sus alrededores: ocho años mirando al cielo. *The Biologist* (Lima). Vol. 11, Nº2, jul-dec 2013.
- Cochran, W. G. 1977. *Sampling techniques*. 3ª ed. Nueva York: John Wiley & Sons, Inc.
- Cadenillas, R. 2010. Diversidad, Ecología y análisis biogeográfico de los murciélagos del Parque Nacional Cerros de Amotape, Tumbes Perú. Tesis de grado para optar el grado académico de Magister en Zoología con mención en Sistemática y Evolución. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. 107 p.
- Campbell, D.; Douglas, C.; Prance, G.; Maciel, U. 1986. Quantitative ecological inventory of terra firme and várzea tropical forest on the Rio Xingu, Brazilian Amazon. *Brittonia*, 38(4): 369-393.
- Chavez, C. 2013. Las aves de la ciudad de Piura, Perú y sus alrededores: ocho años mirando al cielo. *The Biologist* (Lima), 11(2), jul-dec: 193-204.
- Condit R., Foster R. y Hubbell S. 1998. Assessing forest diversity on small plots: calibration using species-individual curves from 50 ha plots. Pages 247-268 in: Dallmeier, F. y J. A. Comiskey (eds.) *Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modeling*. MAB Series Vol. 20, UNESCO, Paris, and Parthenon Publishing Group, N.Y.
- Cano, A. 1994. Sinopsis de la Flora Fanerogámica Altoandina del Parque Nacional del Manu, Cusco. Tesis para Optar el Grado de Magister en Botánica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. 216 pp.
- Carrillo, N. & J. Icochea. 1995. Lista taxonómica preliminar de los reptiles vivientes del Perú. *Publ. Mus. Hist. Nat. UNMSM* (A) 49: 1-27.
- Che Piu, H.; Menton, M. 2013. Contexto de Red + en Perú: Motores, actores e instituciones. Documentos Ocasionales 90. Centro Internacional de Investigación Forestal. Bogor, Indonesia. 68 p.

- Condit, R.; Hubbell, R.; Lafrankie, J.; Sukumar, R.; Manokaran, N.; Foster, R. & Ashton, P. 1996. Species – area and species – individual relationships for tropical trees: a comparison of three 50 – ha plots. *Journal of Ecology* 84: 549–562.
- Crawford, R. 1982. Physiological responses to flooding. *Enc. Plant Physiol*, 12B: 453-477.
- Cummings, D. L.; Kauffman, J. B.; Perry, D. A. & Hughes, R.F. 2002. Aboveground biomass and structure of rainforest in the southwestern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management* 163: 293 – 307.
- Dance, J. & Ojeda, W. 1979. Evaluación de los recursos forestales del trópico peruano. UNALM. Lima, Perú. 119 p.
- Dauber, E. 1995. Guía Práctica y Teórica para el Diseño de un Inventario Forestal de Reconocimiento. Documento Técnico N° 21. Santa Cruz, Bolivia. 24 p.
- Delgado, C.; Couturier, G.; Mathews, P.; Mejía, K. 2008. Producción y comercialización de la larva de *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Dryophtoridae) en la Amazonía peruana. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, N°41:407-412.
- Dourojeanni P., 2008. Distribución y conectividad de bosques alto andinos (*Polylepis*) en la cuenca alta del río Pativilca. Lima. 80 p.
- Dumont, J.; Lamotte, S.; Kahn, F. 1990. Wetland and upland forest ecosystems in Peruvian Amazonia: Plant species diversity in the light of some geological and botanical evidence. *Forest Ecology and Management*, 33/34: 125-139 pp.
- Encarnación, F. 1985. Introducción a la flora y la vegetación de la Amazonía peruana: estado actual de los estudios, medio natural y ensayo de claves de determinación de las formaciones vegetales en la llanura amazónica. *Candollea* 40(1): 237-252 pp.
- Endress, B.; Horn, Ch.; Gilmore, M. 2013. *Mauritia flexuosa* palm swamps: Composition, structure and implications for conservation and management. *Forest Ecology and Management* V 302:346-353 pp.
- ECOAN. 2016. Gestión Sostenible del Sistema de Áreas de Conservación Privada de Bosques Nativos de la Cordillera del Vilcanota. <http://www.ecoanperu.org/espa%C3%B1ol/vilcanota.html>
- FAO. 1979. Situación Actual del Sector Forestal en Perú. Revisado el 15/06/2016. <http://www.fao.org/docrep/007/j4024s/j4024s06.htm>
- FAO. 1995. Memoria-Consulta de expertos sobre productos forestales no madereros para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 40 p.
- FAO. 2006. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2005. Hacia la ordenación forestal sostenible. Roma-Italia.
- FAO. 2008. Integrated Land Use Assessment of Kenia. Field Manual (disponible en <http://www.fao.org/forestry/16186-0a5ec8b9ed431eaef067be4555c17d1ec.pdf>).

- FAO. 2010. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010. Hacia la ordenación forestal sostenible. Roma-Italia.
- FAO. 2010. Global Forest Resources Assessment. Main Report. Forestry Paper 163. Roma: FAO.
- FAO. 2014. Iniciativa Open Foris. (Disponible en <http://www.openforis.org>).
- Ferreira, R. 1983. Los tipos de vegetación de la costa peruana. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 40(1):241-256.
- Foster, R.B. 1990a. Long-term change in the successional forest community of the Rio Manu floodplain. In: A.H. Gentry (Editor), *Four neotropical rainforests*. Yale University Press, New Haven and London, pp. 565 – 572.
- Foster, R.B. 1990 b. The floristic composition of the Rio Manu Floodplain forest. In: A.H. Gentry (Editor), *Four neotropical rainforests*. Yale University Press, New Haven, pp. 99 – 111.
- Franco-Rosselli, P.; Betancur, J. & Fernández-Alonso, J. 1997. Diversidad florística en dos bosques subandinos del sur de Colombia. *Caldasia* 19 (1-2): 205-234.
- Freitas, L. 1996a. Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de la llanura aluvial inundable en la zona de Jenaro Herrera, Amazonía peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía peruana. Documento Técnico N° 21. Iquitos, Perú. 73 p.
- Freitas, L. 1996b. Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de terraza baja en la zona de Jenaro Herrera, Amazonía Peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Iquitos. Documento Técnico N° 26. 77 p
- Freitas, L.; Otárola, E.; Del Castillo, D.; Linares, C.; Martínez, P.; Malca, G. 2006. Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de Carbono del ecosistema aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto – Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Documento Técnico N°29. Segunda Edición. 64 p.
- Frost, D. 2014. *Amphibians Species of the World (Version 6.0): an Online Reference*. New York, USA: American Museum of Natural History. Recuperado de <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>.
- Galindo-T R., Betancur J. y Cadena-M J. 2003. *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York.
- García, A.; Pinto, J. 2001. Diagnóstico de la demanda de *Mauritia flexuosa* Lf. “aguaje”, en la ciudad de Iquitos. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 39 p.
- Gentry, A. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. In: M.K. Hecht. B. Wallace, G.T. Prance (Editors), *Evolutionary biology*. Volume 15 Plenum Press, New York, pp. 1-84.

- Gentry, A. 1986. Sumario de patrones fitogeográficos neotropicales y sus implicaciones para el desarrollo de la Amazonía. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, V16(61): 101-116.
- Gentry, A. 1988. Tree species richness of upper Amazonian Forests. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 85: 156-159.
- Gentry, A. 1993. A field guide to the Families and Genera of woody plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú) with supplementary notes on herbaceous taxa. Conservation International (Editores). Washington D.C. 895 p.
- Gentry, A. 1995. Patrones de diversidad y composición florística en los bosques de las montañas neotropicales. En: M. Kappelle & D. Brown (eds.), *Bosques Nublados del Neotropico*. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia Costa Rica. 107–121 pp.
- Gentry, A. & López, J. 1980. Deforestation and increased flooding of the upper Amazon. *Science*, 210:1354-1356.
- Gentry, A. y Ortiz, R. 1993. Patrones de composición florística en la Amazonía peruana. En: *Amazonía peruana; vegetación húmeda tropical en el llano subandino*. Kalliola, R., Puhakka, M., Danjoy, W. Editores. Proyecto Amazonía – Universidad de Turku, Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Finlandia. 155-166 pp.
- Gill, C. 1970. The flooding tolerance of woody species – a review. *Forestry Abstracts*, V31(4): 671-688.
- Gilmore, M. P.; Vriesendorp, C.; Alverson, W. S.; del Campo, Á. von May, R.; López Wong, C. and Ríos Ochoa, S. 2010. Perú: Maijuna. Rapid Biological and Social Inventories Report 22. The Field Museum, Chicago. 140 p.
- Girardin, C. A.; Malhi, Y.; Mamani, M.; Huaraca Huasco, W.; Durand, L.; Feeley, K. J.; Rapp, J.; Silva-Espejo, J. E.; Silman, M.; Salinas, N.; Whittaker, R.J. 2010. Net primary productivity and its allocation along a tropical forest elevation transect in the Peruvian Andes. *Global Change Biology*, 16 (12): 3176-3192.
- Gonzales, M. 1971. Estudio sobre la densidad de poblaciones de aguaje (*Mauritia* sp.) en Tingo María - Perú. Universidad Nacional Agraria – La Molina. *Revista Forestal Del Perú*, V5:41 -53
- Guzmán, W. 2004. Valoración económica de beneficios ambientales en el manejo sostenible de humedales: Estudio del caso del Manejo Sostenible de Sistemas de “Aguajal” en la Comunidad de Parinari, Reserva Nacional Pacaya Samiria (RNPS). En: *Valoración Económica de los Bienes y Servicios Ambientales: Resultados del Segundo Programa de Becas 2002-2003*. Roger Loyola Gonzáles y Eduardo García Zamora (Editores). INRENA-USAID. Lima, Perú. 269-302 pp.

- Herrera M., Del Valle, J. & Orrego, S. (2001). Biomasa de la vegetación herbácea y leñosa pequeña y necromasa en bosques tropicales y secundarios de Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
http://www.uach.cl/procarbono/pdf/simposio_carbono/28_Herrera.PDF
- Honorio, E.; Baker, T. 2010. Manual para el monitoreo del ciclo de carbono en bosques amazónicos. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Universidad de Leeds. Primera edición. Lima. 54 p.
- Hurtado M., Cindy M. 2015. Riqueza y abundancia de macromamíferos terrestres en la margen nor-oriental del Parque Nacional Cerros de Amotape. Tesis para optar el título de Biólogo con mención en zoología UNMSM. Lima. 67 p.
- Instituto Nacional Forestal de Nicaragua. 2009. Resultados del Inventario Nacional Forestal: Nicaragua 2007-2008. Managua: INAFOR. 229 p.
- Irion, G., Junk, J. & De Mello, J. 1997. The large central Amazonian river floodplain nears Manaus: geological, climatological, hidrological and geomorfolological aspects. In: J. Junk (Editors), The Central Amazon floodplain. Ecological of a pulsing system. Springer-Verlag, Berlina, pp. 23-46.
- IUCN Red List of Threatened Species. 2015. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 24 March.
- Joppa, L.; Roberts, L.; Myers, N. y Pimme, S. 2010. Biodiversity hotspots house most undiscovered plant species. Proceedings of the National Academy of Science of the U.S.A. 32(108): 13171-13176.
- Junk, W. 1989. Flood tolerance and tree distribution in central Amazonian floodplains. En: L.B. Holm-Nielsen, I.C. Nielsen, H. Balslev (Editores), Tropical forests. Botanical dynamics, speciation and diversity. Academic Press Limited, 47-64 pp.
- Kahn, F.; Mejía, K. 1989. Las palmeras nativas de importancia económica en la Amazonía peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. Folia Amazónica V1: 103-116
- Kahn, F.; Mejía, K. 1991. Las comunidades de palmeras en los ecosistemas forestales inundables de la Amazonía peruana. Folia Amazónica V 3: 47-58.
- Killeen, T.; Jardim, A.; Mamani, F.; Rojas N. & Saravia, P. 1998. Diversity, composition and structure of a tropical semideciduous forest in the Chiquitanía region of Santa Cruz, Bolivia. Journal of Tropical Ecology 14(6): 803-827.
- Kvist, L., Andersen, M., Stagegaard, J., Hesselsøe, M. & Llapapasa, C. 2001. Extraction from woody forest plants in flood plain communities in Amazonian Peru: use, choice, evaluation and conservation status of resources. Elsevier, Amsterdam. Forest Ecology and Management 150:147-174

- Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura en los trópicos; los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. Traducido por Antonio Carrillo. Alemania. 335 p.
- Leal-Pinedo, J.M. & Linares-Palomino, R. 2005. Los bosques secos de la Reserva de Biosfera del Noroeste (Perú): Diversidad arbórea y estado de conservación. *Caldasia* 27(2): 195-211.
- Linares, C. 2011. *Sistematización de información sobre los recursos forestales. Informe Final. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO, Lima - Perú. Proyecto: FAO GCP/GLO/194/MUL. "Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible del Perú ante el Cambio Climático"*. Lima, Perú. 248 p.
- Linares-Palomino R. 2002. *A floristic and phytogeographic analysis of Peruvian seasonally dry tropical forests*. MSc thesis. University of Edinburgh, UK. 112 pp.
- Linares-Palomino, R. 2004. Los bosques tropicales estacionalmente secos: II Fitogeografía y composición florística. *Arnaldoa* 11(1):103-138.
- Linares-Palomino, R. & Ponce, S. I. 2005. Tree community patterns in seasonally dry tropical forests in the Cerros de Amotape Cordillera, Tumbes, Perú. *Forest Ecology and Management* 209: 261-272.
- Linares-Palomino R. 2005. (en línea). Annotated Checklist of the woody plants in Peruvian seasonally dry forests. <rbg-web2.rbge.org.uk/dryforest/database.htm>. Acceso 28/8/2008.
- Linares-Palomino R. 2006. *Phytogeography and Floristics of Seasonally Dry Tropical Forests in Peru*. In: R.T. Pennington, G.P. Lewis, J.A. Ratter, eds. *Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography, and Conservation*, The Systematics Association Special Volume Series 69, Taylor and Francis Group. Pp. 257-280.
- Linares-Palomino, R. & Ponce-Álvarez, S. 2009. Structural patterns and floristics of a seasonally dry forest in Reserva Ecológica Chaparri, Lambayeque, Peru. *Tropical Ecology* 50(2): 305-314.
- Linares-Palomino, R.; Kvist, L. P.; Aguirre-Mendoza, Z. & Gonzales-Inca, C. 2010. Diversity and endemism of woody plant species in the Equatorial Pacific seasonally dry forests. *Biodiversity and Conservation* 19: 169-185.
- Linares-Palomino, R.; García-Naranjo, L.; Cortez, E., de Rutte, J.; Monzon-Ramos, M.; Pinedo-Alonso, G. 2012. Estructura y florística en cuatro tipos de bosque estacionalmente seco de Tumbes, Perú. *Arnaldoa* 19(1): 47-56.
- Magurran, A. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing. Oxford. 256 p.
- Malleux, J. 1971. *Estratificación forestal con uso de fotografías aéreas*. Universidad Nacional Agraria, Lima. Vol I. 82 p.

- Malleux, J. 1973. Análisis de Dispersión de 10 Especies Forestales de los Bosques de Nueva Italia. Universidad Nacional Agraria. Revista Forestal del Perú, Vol. V N° 1-2.
- Malleux, J. 1975. Mapa Forestal del Perú. Memoria explicativa. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Manejo Forestal. Lima, Perú. 161 p.
- Malleux, J. 1982. Inventarios forestales en bosques tropicales. Universidad Nacional Agraria, Lima.
- Magurran, A. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing, Oxford.
- Mc Roberts, R. 2005. The Enhanced Forest Inventory and Analysis Program. En Bechtold, W. y Patterson, P., editores. The Enhanced Forest Inventory and Analysis Program - National Sampling Design and Estimation Procedures, p. 1-10. Asheville, NC: Department of Agriculture, Forest Service.
- Manson, R.; Jardel Peláez, J.; Jiménez-Espinoza, M.; Escalante-Sandoval, C. 2009. Perturbaciones y desastres naturales: impactos sobre las ecorregiones, la biodiversidad y el bienestar socioeconómico, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 131-184.
- Martínez, P. 2010. Forestal. Proyecto Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible del Valle del Río Apurímac - VRA. Iquitos – Perú. 64 p.
- Mendoza, H. 1999. Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el valle del río Magdalena, Colombia. *Caldasia* 21(1):70-94.
- Mejía, K. 2000. Palmerales de la reserva Nacional Pacaya Samiria. Informe final. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 38 p.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2012. Evaluación Nacional Forestal, revisada el 10/05/16. <http://www.ambiente.gob.ec/evaluacion-nacional-forestal-del-ecuador-enf/>.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2012. Manual de campo, revisado el 10/05/16 <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Manual-2012-bosques-liviano-9.pdf>
- Ministerio de Agricultura. 1996. Guía explicativa del mapa forestal del Perú 1995. Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA, Dirección General Forestal Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Forestal Natural. 100 p.
- Ministerio de Agricultura del Perú. 2011. Ley Forestal y Fauna Silvestre Decreto Legislativo No. 29763. El Peruano, 22 de julio de 2011.
- Ministerio de Agricultura y Riego. 2015. Inventario Forestal en la zona 7 y 8 del bosque de producción permanente en las provincias de Ramón Castilla y Maynas en el departamento de Loreto. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. Lima, Peru. 180 p.

- Ministerio de Agricultura del Perú. 2013. Manual base para la planificación y ejecución de inventarios forestales en bosques de producción permanente. Lima: MINAG.
- Ministerio de Agricultura–Ministerio del Ambiente. 2013. Proyecto Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible del Perú ante el Cambio Climático. Datos de campo del muestreo forestal en las ecozonas hidromórfica y de tierra firme (Loreto) y en zona costera (Piura y Lambayeque). Lima: MA-MINAM.
- Ministerio de Agricultura y Riego del Perú, Ministerio del Ambiente del Perú y FAO. 2014. Memoria descriptiva del mapa de Ecozonas. Lima: MINAGRI. En prensa.
- Minagri, Minam, Fao y Ministerio de Relaciones Exteriores de Finlandia. 2014. Marco metodológico del inventario nacional forestal. Proyecto Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático en el Perú - INF, GCP/GLO/194/MULPrimera edición. 60 p.
- Ministerio del Ambiente del Perú. 2009. Política Nacional del Ambiente. Decreto supremo No 012-2009-MINAM del 23 de mayo de 2009.
- Ministerio del Ambiente del Perú. 2010. Perú ante el Cambio Climático, Segunda Comunicación del Perú ante la Convención Marco de Naciones Unidas Ante el Cambio Climático. Lima: MINAM.
- Ministerio del Ambiente del Perú. 2012. Memoria Descriptiva. Mapa de cobertura vegetal del Perú. Lima: MINAM.
- Ministerio del Ambiente. 2013. Inventario de la flora vascular de las cuencas de los ríos Nanay, Itaya y Tahuayo. Lima: MINAM.
- Ministerio del Ambiente. 2015. Mapa Nacional de Cobertura Vegetal; Memoria descriptiva. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Forestal Natural. 100 p.
- Ministerio del Ambiente. 2015. Inventario y evaluación de los bosques de las cuencas de los ríos Itaya, Nanay y Tahuayo en el departamento de Loreto. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima. 140 p.
- Monasterio, M. y F. Vuilleumier, 1986. High Tropical Mountain Biota of the World, pp. 3-7. En: Vuilleumier, F. y M. Monasterio (Eds.), High Altitude Tropical Biogeography. Oxford University Press, Oxford.
- Morisaki, A. 1998. Política de manejo de los bosques secos. En: memorias del Seminario Internacional Bosque Secos y Desertificación. Proyecto Algarrobo – INRENA. Ministerio de Agricultura. Lima. 3-9.
- Murillo M. (1995). Manjfo de bosque en la comunidad campesina depabur en el Distrito de La Matanza, Provincia de Morropón, Departamento de Piura. pp 151.

- Nascimento, H.E.M. & Laurance, W.F. 2002. Total aboveground biomass in central Amazonian rainforests: a landscape-scale study. *Forest Ecology and Management*. 168 (1-3): 311-321.
- Nebel, G. 2000. Árbol de la llanura aluvial amazónica *Maquira coriacea* (Karsten) C.C. Berg: aspectos de ecología y manejo. *Folia Amazónica* V11(1-2): 5-30
- Nebel, G.; Kvist, L.P., Vanclay, J.; Vidaurre, H. 2000. Dinámica de los bosques de la llanura alluvial inundable de la Amazonía peruana: efectos de las perturbaciones e implicancias para su manejo y conservación. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. *Folia Amazónica* V11 (1-2): 65-97.
- Nebel, G.; Kvist, L.P.; Vanclay, J.; Christensen, H.; Freitas, L. y Ruiz, J. 2000. Estructura y composición florística del bosque de la llanura aluvial en la Amazonía peruana: I El Bosque Alto. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. *Folia Amazónica* V 10 (1-2): 91-149
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales - ONERN. 1975. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona Iquitos, Nauta, Requena y Colombia Angamos. LimaPerú. 269 p.
- Pacheco V.; Cadenillas, R.; Velazco, S. 2007. Noteworthy bat records from the Pacific Tropical rainforest region and adjacent dry forest in northwestern Peru. *Acta Chiropterologica* 9(2): 409–422.
- Pacheco V.; Cadenillas, R.; Salas, E.; Tello, C. y Zeballos, H. 2009. Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. *Revista Peruana de Biología* 16(1): 005-032.
- Pacheco V.; Cadenillas, R.; Salas, E. 2009. Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú.
- Pacheco V.; Marquez, G.; Salas, E. 2011. Diversidad de mamíferos en la cuenca media del río Tambopata, Puno, Perú. *Revista Peruana de Biología* 18(2): 231–244.
- Patterson, P. y Reams, G. A. 2005. Combining Panels for Forest Inventory and Analysis Estimation. En Bechtold, W. & Patterson, P., editores. *The Enhanced Forest Inventory and Analysis Program - National Sampling Design and Estimation Procedures*, p. 69–74. Asheville, NC, U.S: Department of Agriculture, Forest Service.
- Patton, J. 1982. Aboriginal perspectives of a mammals community in Amazon Peru: knowledge and utilization patterns among the Aguaruna Jivaro. En: M. Mares & H. Genowais (Editors). *Mammalian Biology in South America*. Pymontug Symp. Ecol. 6. 11-128 pp.
- Parra F.; Torres J. y Ceroni A. 2004. Composición florística y vegetación de una microcuenca andina: el Pachachaca (Huancavelica). Revisado el 25/06/2016 http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-22162004000100002&script=sci_arttext

- Pekkarinen, A. 2012. Views and Consideration for Sampling Design. Presentación Taller "Criterios para el diseño del INF". Lima.
- Penn, J.; Sledright, Van, M.; Bertiz, G.; Guerra, E. 2008. Los aguajales y sus condiciones en el Río Tahuayo: Aportes para el Plan Maestro del Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu-Tahuayo (ACRCTT). Gobierno Regional de Loreto. Iquitos. 20 p.
- Pinedo J. & Palomino R. Los bosques secos de la reserva de biosfera del noroeste (Perú): diversidad arbórea y estado de conservación. 211 p.
- Pitman, N.; Vriesendorp, C.; Moskovits, D. 2003. Perú:Yavarí. Rapid Biological Inventories Report 11. Chicago, Illinois: The Field Museum.
- Pitman, N.; Smith, R. C.; Vriesendorp, C.; Moskovits, D.; Piana, R.; Knell, G. & Wachter, T. (eds.). 2004. Perú: Ampiyacu, Apayacu, Yaguas, Medio Putumayo. Rapid Biological Inventories Report 12. Chicago, Illinois: The Field Museum.
- Pitman, N.; Ruelas-Inzunza, E.; Vriesendorp, C.; Stotz, D.; Wachter, T.; del Campo, A.; Alvira, D.; Rodríguez-Grández, B.; Chase Smith, R.; Sáenz-Rodríguez, A.R. y/and Soria-Ruiz, P. (eds.). 2013. Perú: Ere-Campuya-Algodón. Rapid Biological Inventories Report 25. Chicago, Illinois: The Field Museum. 172 p.
- ProNaturaleza. 2005. Plan de manejo forestal de *Mauritia flexuosa* ("aguaje") en la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Iquitos.
- Peters, C.; Balick, M.; Kahn, F; y Anderson, A. 1989. Oligarchic forests of economic plants in Amazonia: utilization and conservation of an important tropical resource. *Conservation Biology*, 3(4): 341-349.
- Pitman, N.; Vriesendorp, C.; Moskovits, D. (eds.). 2003. Perú: Yavarí. Rapid Biological Inventories Report 11. Chicago, IL: The Field Museum. 106 p.
- Pitman, N.; Chase Smith, R.; Vriesendorp, C.; Moskovits, D.; Piana, R.; Knell, G. y/and Wachter, T. (eds.). 2004. Perú: Ampiyacu, Apayacu, Yaguas, Medio Putumayo. Rapid Biological Inventories Report 12. Chicago, IL: The Field Museum. 273 p.
- Pitman, N.; Ruelas-Inzunza, E.; Vriesendorp, C.; Stotz, D.; Wachter, T.; del Campo, A.; Alvira, D.; Rodríguez-Grández, B.; Smith, R.; Sáenz-Rodríguez, A. and Soria-Ruiz, P. (eds.). 2013. Perú: Ere-Campuya-Algodón. Rapid Biological and Social Inventories Report 25. The Field Museum, Chicago. 172 p.
- Plenge, M. 2016. Versión [07/05/2016] Lista de las Aves de Perú. Lima, Perú. Disponible en: <https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist>.
- Puhakka, M., Kalliola, R. 1993. La vegetación en áreas de inundación en la selva baja de la Amazonía peruana. En: Amazonía peruana; vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Kalliola, R.; Puhakka, M. y Danjoy, W. Editores. Universidad de Turku, Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Finlandia. 113-138 p.

- Puhakka, M.; Kalliola, R.; Salo, J.; Rajasilta, M. 1993. La sucesión forestal que sigue a la migración de los ríos en selva baja peruana. En: Amazonía peruana; vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Kalliola, R.; Puhakka, M. y Danjoy, W. Editores. Universidad de Turku, Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Finlandia. 167-201 p.
- Ramirez, C. 2012. Memorias: Taller sobre criterios para la metodología y diseño del Inventario Nacional Forestal. Lima: MINAGRI, MINAM y FAO.
- Ramirez, C.; Rodrigo, R.J. 2005. Evaluación Nacional Forestal; Inventario Nacional Forestal de Guatemala 2002 – 2003. FAO, INAB. Guatemala. 129 p.
- Rasal, M.; Troncos, J.; Lizano, C.; Parihuamán, O.; Quevedo, D.; Rojas, C. y Delgado, G. 2011. Características edáficas y composición florística del bosque estacionalmente seco la Menta y Timbes, Región Piura, Perú. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú. *Ecología Aplicada*, 10 V2: 61-74.
- Räsänen, M. 1993. La geohistoria y la geología de la Amazonía peruana. En: Amazonía peruana; vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Kalliola, R.; Puhakka, M. & Danjoy, W. (Editores). Universidad de Turku, Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Finlandia. 43-67 p.
- Raven, P. y D. Axelrod. 1974. Angiosperm biogeography and past continental movements. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 61: 539-673.
- Richards, P. 1969. Speciation in the tropical rain forest and the concept of the niche. *Biol J Linn Soc*, 1:149-153.
- Rodriguez, F.; Rodriguez, M.; Vásquez, P. 1995. Realidad y perspectivas; la Reserva Nacional Pacaya - Samiria; análisis integrado. Pro Naturaleza Fundación para la Conservación de la Naturaleza. 132 p.
- Roukolainen, K.; Tuomisto, H. 1993. La vegetación de terrenos no inundables (tierra firme) en la selva baja de la Amazonía peruana. En: Amazonía peruana; vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Kalliola, R., Puhakka, M., Danjoy, W. Editores. Universidad de Turku, Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Finlandia. 139-153 pp.
- Ruiz, J. 1993. Alimentos del Bosque Amazónico: Una alternativa para la protección de los bosques tropicales. Montevideo, Uruguay. UNESCO/ORCYT. 226 p.
- Sánchez M., Troncos J., Lizano C., Parihuamán O., Quevedo D. 2010. Características edáficas y composición florística del bosque estacionalmente seco la menta y timbes, región Piura, Perú
- Scott, C. 1993. Optimal Design of a Plot Cluster for Monitoring. The optimal design of forest experiments and forest surveys, Sept 10-14. pp 233-242, School of Math, Statistics and Computing. University of Greenwich, London.

SERNANP, 2012. Resolución Presidencial N° 026. Plan Maestro 2012-2017 RN Tumbes. Revisado el 13/07/16 en el siguiente link. http://old.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/publicaciones/RN_TUMBES/Plan%20Maestro%202012-2017%20RN%20Tumbes.pdf

SERNANP sf-publicación. Plan Maestro 2011-2015 de la Reserva Nacional de Tumbes. pp 172. Revisado el 13/07/16 en el siguiente link. http://www.tfcaperu.org/plan_maestro_contenido.pdf

Sonco R. 2013. Estudio de la diversidad Alfa y Beta en tres localidades de un bosque montano de la región de Madidi, La Paz-Bolivia. pp 116.

Stanley, S. A. 1997. Guía para la interpretación de resultados de un inventario forestal para concesiones en Reserva de la Biosfera Maya, Guatemala. Informe Técnico N° 297. Colección Manejo Forestal en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala, Publicación N° 8. Catie – Costa Rica. 38 p.

Steege, H.T.; Pitman, N.C.A.; Sabatier, D.; Baraloto, C.; Salomão, R.P.; Guevara, J.E.; Phillips, O.L.; Castilho, C. V.; Magnusson, W.E.; Molino, J.F.; Monteagudo, A.; Núñez Vargas, P.; Montero, J.C.; Feldpausch, T.R. Honorio Coronado, E.; Killeen, T. J.; Mostacedo, B.; Vasquez, R.; Assis, R.L.; Terborgh, J.; Wittmann, F.; Andrade, A.; Laurance, W.F.; Laurance, S.G.W.; Marimon, B.S.; Marimon, Ben-Hur Jr.; Guimarães Vieira, I.C.; Leão Amaral, L.; Brienens, B.; Castellanos, H.; Cárdenas López, D.; Duivenvoorden, J.F. Mogollón, H.F.; de Almeida Matos, de F.D.; Dávila, N.; García-Villacorta, R.; Stevenson Diaz, P.R.; Costa, F; Emilio, T.; Levis, C.; Schietti, J.; Souza, P.; Alonso, A.; Dallmeier, F.; Duque Montoya, A.J.; Fernandez Piedade, M.T.; Araujo-Murakami, A.; Arroyo, L.; Gribel, R.; Fine, P.V.A.; Peres, C.A.; Toledo, M.; Aymard C., G.A.; Baker, T.R.; Cerón, C.; Engel, J.; Henkel, T.W.; Maas, P.; Petronelli, P.; Stropp, J.; Zartman, C.E.; Daly D.; Neill, D.; Silveira, M.; Ríos Paredes, M.; Chave, J.; Andrade Lima Filho, de D.; Møller Jørgensen, P.; Fuentes, A.; Schöngart, J. Cornejo Valverde, F.; Di Fiore, A.; Jimenez, E.; Peñuela Mora, M.C.; Phillips, J.F.; Rivas, G.; Andel, van, T.R.; Hildebrand, von, P.; Hoffman, B.; Zent, E.L.; Malhi, Y.; Prieto, A.; Rudas, A.; Ruschell, A.R.; Silva, N.; Vos, V.; Zent, S.; Oliveira, A.A.; Cano Schutz, A.; Gonzales, T.; Nascimento, M.T.; Ramirez-Angulo, H.; Sierra, R.; Tirado, M.; Umaña Medina, M.N.; Heijden, van der G.; Vela, C.I.A.; Vilanova Torre, E.; Vriesendorp, C.; Wang, O.; Young, K.R.; Baider, C.; Balslev, H.; Ferreira, C.; Mesones, I.; Torres-Lezama, A.; Urrego Giraldo, L.E.; Zagt, R.; Alexiades, M.N.; Hernandez, L.; Huamantupa-Chuquimaco, I.; Milliken, W.; Palacios Cuenca, W.; Pauletto, D.; Valderrama Sandoval, E.; Valenzuela Gamarra, L.; Dexter, K.G.; Feeley, K.; Lopez-Gonzalez, G.; Silman, M.R. 2013. Hyperdominance in the Amazonian Tree flora. *Science* V 342: 1243092-1 – 1243092-9.

Tarazona, R. 1998. Variabilidad de los bosques secos en la costa norte del Perú. En: memorias del Seminario Internacional Bosque Secos y Desertificación. Proyecto Algarrobo – INRENA. Ministerio de Agricultura. Lima. 297-317.

Uetz, P. & Hallermann, J. 2014. The Reptile Database. (01 July 2014). Recuperado de http://reptile-database.reptarium.cz/advanced_search

- Vacalla, F. 2014. Plan de manejo de *Mauritia flexuosa* "aguaje" de las comunidades Veinte de Enero y Buenos Aires, Yanayacu Pucate (Reserva Nacional Pacaya-Samiria. COMAPA, ACORENA, ORMARENA, PRO NATURALEZA, SERNANP, ACB Perú. Iquitos. 42 p.
- Van der Hammen, T. 1982. Paleoeecology of Tropical America, pp. 60-66.
- Venegas, P. 2005. Geographic distribution. *Eleutherodactylus lymani*. Herpetol. Rev. 36(1): 73- 74.
- Vieira, D., Scariot, A. 2006. Principles of Natural Regeneration of Tropical Dry Forests for Restoration. Society for Ecological Restoration International: March 2006. Restoration Ecology Vol. 14, N° 1, pp. 11-20 11.
- Villacorta, R. Hábitat altamente amenazado: los bosques estacionalmente secos de Tarapoto, Perú. Revisado el 25/06/2016 http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332009000100010&script=sci_arttext
- Villarreal, H.; Álvarez, M.; Córdoba, S.; Escobar, F.; Fagua, G.; Gast, F.; Mendoza, H.; Ospina, M. y Umaña, A. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Segunda edición. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.
- Vriesendorp, C.; Rivera-Chávez, L.; Moskovits, D. and Jennifer Shopland (eds.). 2004. Perú: Megantoni. Rapid Biological Inventories Report 15. Chicago, Illinois: The Field Museum. 300 p.
- Vriesendorp, C.; Álvarez, J.; Barbagelata, N.; Alverson, W.S. and Moskovits, D. (eds.). 2007. Perú: Nanay, Mazán, Arabela. Rapid Biological Inventories Report 18. The Field Museum, Chicago. 86 p.
- Weberbauer, A. 1914. Die Vegetationsgliederung des nördlichen Perú um 5° südl. Br. (Departamento Piura und Provincia Jaen des Departamento Cajamarca). Botanische Jahrbücher und Systematik 50:72-94.
- Williams, R.S. & Plenge, H. (Eds). 2005. Guía de vida silvestre de Chaparri / A Guide to the wildlife ok Chaparri. Lima; Perú: Foto Natur SRL.
- Worbes, M. 1997. The forest ecosystem of the floodplains. En: Junk, W. (Editor), The central Amazon floodplain. Ecology of a pulsing system. Springer-Verlag, Berlin, 223-266 pp.
- Worbes, M.; Klinge, H.; Revilla, J.D.; Martius, C. 1992. On the dynamics, floristic subdivision and geographical distribution of várzea forests in Central Amazonia. In: Journal of Vegetation Science, 3: 553-564.

- Wust, W. (ed.). 1998. La Zona Reservada de Tumbes. Biodiversidad y Diagnóstico Socioeconómico. The John D. and Catherine C. Mac Arthur Foundation. PROFONANPE, Lima.
- Yarupaitán G. y Albán J. 2003. Flora silvestre de los Andes centrales del Perú: un estudio en la zona de Quilcas, Junín. Revisado el 25/06/2016. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332003000200006
- Zambia Forestry Department, Ministry of Tourism, Environment and Natural Resources and FAO. 2008. Integrated Land Use Assessment (ILUA), Zambia 2005-2008. 2005-2008. Zambia: MTENR-FAO.
- Zambia Forestry Department, Ministry of Tourism, Environment and Natural Resources and FAO. 2008. Integrated Land Use Assessment (ILUA), Zambia 2005-2008. 2005-2008. Zambia: MTENR-FAO.
- Zárate, R. 2015. Vegetación. Proyecto Microzonificación Ecológica y Económica de la Provincia de Alto Amazonas. Iquitos, Perú. Iquitos: IIAP-GOREL-Municipalidad Provincial de Alto Amazonas.



Capítulo II

Componente
Fauna

I. INTRODUCCIÓN

El registro de fauna del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre INFFS está basado en la metodología empleada para dicho fin en los Inventarios de Bosques de Producción Permanente (IBPP) (Vega, 2013) en que se colecta registros directos (avistamientos o vocalizaciones) e indirectos (huellas, madrigueras, entre otros) de la presencia de fauna cercana a las parcelas de evaluación forestal.

La metodología de colecta de datos de fauna silvestre se diseñó para aprovechar el esfuerzo desarrollado durante el levantamiento de parcelas forestales por las brigadas del INFFS.

En ésta se mantiene el enfoque de manejo adaptativo, por lo cual en base a los resultados iniciales se debe proponer cambios que contribuyan a un mejor análisis y proporcione información de importancia para la gestión del patrimonio de fauna silvestre.

La colecta se realiza de manera oportunista pero siguiendo un protocolo estandarizado para poder ser medible y repetible.

Debido a las limitaciones en la colecta de datos por tiempo y requerimientos logísticos, la información colectada no pretende servir como inventario de fauna silvestre.

Sin embargo este registro es útil como información de la presencia de especies en lugares que no existan registros de la fauna local o para actualizar información de la distribución de especies en alguna categoría de amenaza.

Además, al poder complementar estos registros con información colectada por los otros niveles de inventarios y evaluaciones poblacionales, se puede conocer el uso y preferencia de hábitat de la fauna en las zonas de evaluación y podría ser extrapolada a áreas con características similares.

II. OBJETIVOS

- Obtener información básica sobre la fauna silvestre mediante el Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre que sirva para apoyar las decisiones sobre su manejo y uso sostenible.
- Generar una base de datos con los registros de presencia de especies.

III. METODOLOGÍA

3.1. Registro de Fauna Silvestre

Con la finalidad de tener mejor opción de avistamiento de la fauna silvestre, a través de avistamientos, vocalizaciones o rastros, el especialista en fauna y su personal de apoyo conforman el grupo de avanzada de la brigada forestal del INFFS, efectuando la navegación hacia la parcela forestal

Durante el trayecto se registran todos los avistamientos, definidos como todo contacto visual o escuchado con un espécimen de fauna silvestre durante la caminata de acceso. También se registra evidencias indirectas de la presencia de fauna silvestre, tales como, colpas, bebederos, bañaderos, comederos, plumas, pieles, osamentas, sonidos (cánticos, gruñidos, silbidos, otros), excretas, huellas, olores u otros que permitan registrar la presencia de la fauna en las zonas de trabajo.

Las observaciones son apuntadas considerando no retrasar el tránsito del grupo a las parcelas forestales.

Los formularios de registros son llenados *in situ* por el especialista de fauna, en donde se toma la coordenada inicial (x, y, altitud) que hace referencia al lugar donde se empieza la caminata hacia la parcela forestal y se inicia el registro de avistamientos de fauna, lo cual generalmente ocurre desde el último centro poblado donde se hacen las coordinaciones finales para el acceso. Al terminar la evaluación se registra la coordenada final que hace referencia al punto central de la parcela forestal.

Los atributos considerados para cada registro de fauna son:

- N°: Número de registro de la evidencia de fauna (directa o indirecta), debiendo efectuarse cada registro de manera correlativa.
- Fecha. Día, mes y año en que se toma el registro de fauna, en formato dd/mm/aa.
- Hora: Hora en que se toma el dato de fauna, en formato de 24 horas.
- Nombre científico: Nombre de la especie según la clasificación de taxonomía, éste consigna el género y la especie y en caso de duda se considera el género o hasta la familia.
- Nombre común: idealmente el nombre conocido por la población local o en su defecto el conocido por el especialista de fauna.
- Clase. Que puede ser: A=Aves, M=Mamíferos, R=Reptiles, N=Anfibios
- Zona UTM: según corresponda
- Referencia geográfica del punto de registro en coordenadas UTM en los campos del eje X y Y según corresponda.
- Tipo de registro: El cual se denota el tipo de evidencia reportada en la zona de trabajo, según la siguiente clave: A=Avistamiento E=Escucha H=Huella O=Olor M=Madriguera S=Osamenta P=Piel L=Pluma F= Heces C=Cadáver
- N° Foto Evidencia: Donde se consigna el código asignado a la foto que hace referencia a una evidencia de fauna.
- Características/Observaciones: Para ampliar la descripción de la presencia de fauna, directa o indirecta, observada en el campo. Este campo se llena con datos breves y precisos para ayudar a la clasificación taxonómica de las especies.

En caso de no encontrar evidencia de fauna se detalló la justificación de manera breve la razón de no tener registros (por inaccesibilidad, por ejemplo), debiendo sustentar mejor en el correspondiente informe técnico.

3.2. Registro de evidencia directa e indirecta de fauna en la parcela forestal

Al llegar a la parcela forestal se registra cualquier evidencia directa (visto o escuchado) o indirecta (huella, heces, nidos, madrigueras) de fauna silvestre. Para ello se diseñó un recorrido estandarizado en el cual el especialista camina por la parte central de cada subparcela y al llegar al final se regresa haciendo un recorrido en zigzag (Figura N° 1).

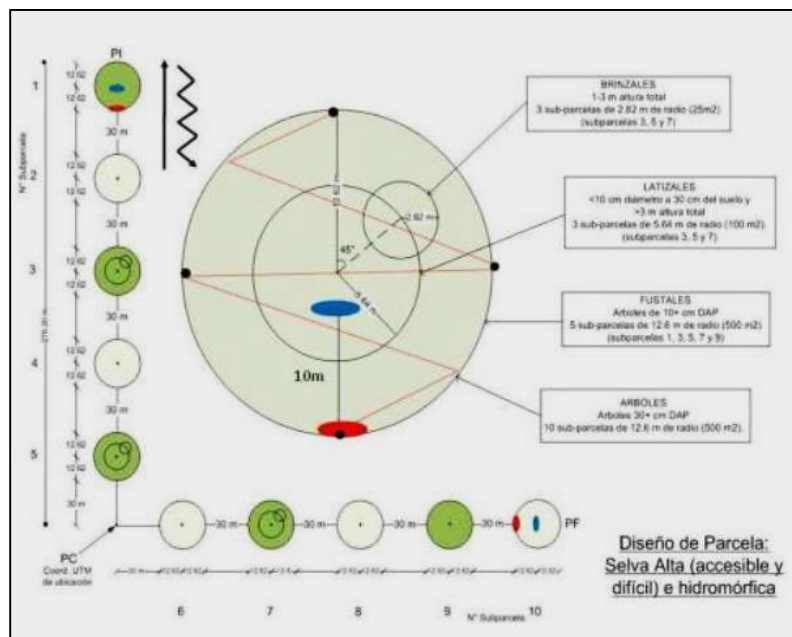


Figura N° 1. Esquema del recorrido en la parcela para levantamiento de datos de fauna

Toda la información de los formularios posteriormente es introducida a una base de datos digital para su revisión y validación previa a su uso para análisis descriptivos.

3.3. Generación de listas y mapas de registros de fauna

Se desarrollaron listas de las especies registradas actualizando los nombre científicos tomando como referencias publicaciones científicas (Pacheco, 2009., Plengue 2016, Aguilar *et al.*, 2010) y bases de datos de instituciones científicas reconocidas disponibles en línea (Uetz 2016, Frost 2016).

Se generaron mapas del área de estudio representando la presencia de las especies registradas, mediante el programa ArcGIS 10.2 y usando shapefiles proporcionados por equipo técnico del INFFS.

IV. RESULTADOS

Se describen los resultados de los registros de fauna realizados en los recorridos de 200 parcelas evaluadas en el INFFS, durante las cuales se identificaron a nivel de especie un total de 5328 registros.

La ecozona Selva Baja fue la que tuvo mayor cantidad de registros con 2223, seguido por la ecozona Sierra con 1956 registros, luego la ecozona Costa con 805 registros y por último la ecozona Hidromórfica con 344 registros.

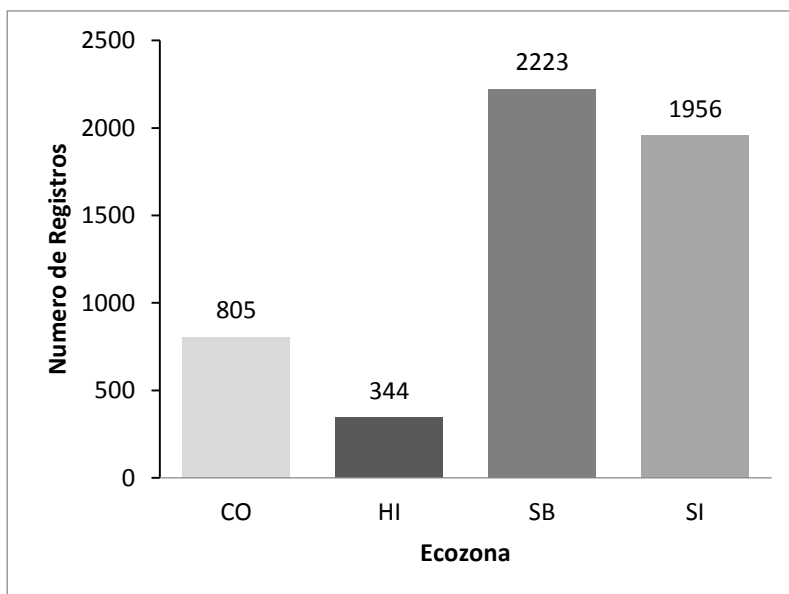


Figura N° 2. Total de registros por Ecozona

Cuadro N° 1. Resumen de registros de fauna en las Ecozonas Costa, Sierra, Hidromórfica y Selva Baja

N°	Ecozonas			
	Costa	Hidromórfico	Selva baja	Sierra
Parcelas	29	14	80	77
Registros	805	344	2223	1956
Especies	171	142	332	257
Sp. Aves	136	85	203	239
Sp. Mamíferos	15	24	43	10
Sp. Reptiles	15	14	41	6
Sp. Anfibios	5	19	45	2

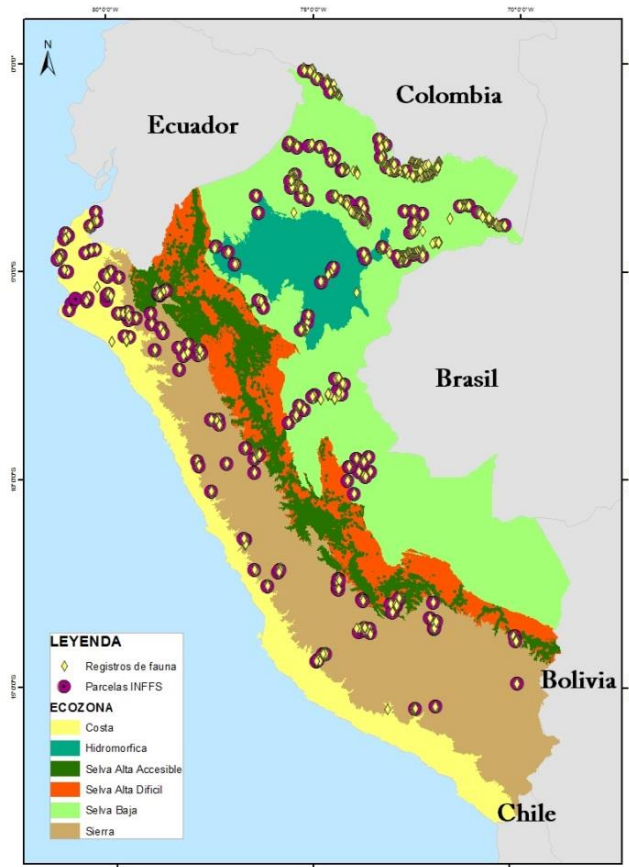


Figura N° 3 Registros de fauna colectados en las Ecozonas

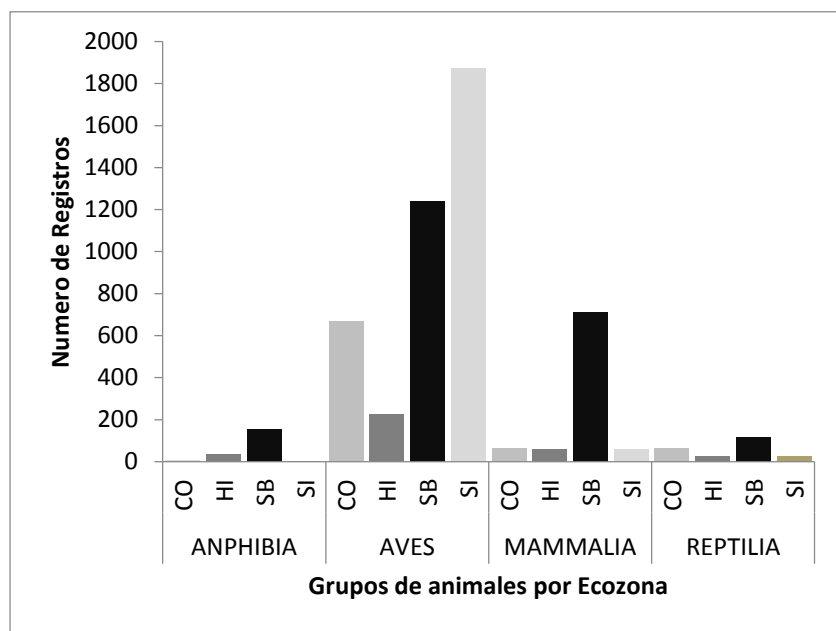


Figura N° 4 Comparación descriptiva de la cantidad de registros pro Clase en cada Ecozona

4.1. Ecozona Costa

Se sistematizó la información proveniente de los recorridos a 29 parcelas con un total de 805 registros de fauna silvestre, con un promedio 27.7 registros por recorridos en cada parcela.

Para la Ecozona Costa se registraron un total de 171 especies, divididas en 136 de aves, 15 especies de mamíferos, 5 especies de anfibios y 15 especies de reptiles.

Las aves con mayor cantidad de evidencias de su presencia (más de 15 registros) fueron la tórtola *Zenaida meloda*, la calandria o chisco *Mimus longicaudatus*, el turtupilín *Pyrocephalus rubinus*, el tordo parasito *Molothrus bonariensis*, la torotolita *Columbina cruziana*, la perlita tropical *Polioptila plumbea*, el colibrí vientre rojo *Amazilia amazilia*, el gallinazo cabeza negra *Coragyps atratus*, el gallinazo cabeza roja *Cathartes aura*, y el tordo *Dives waczewiczi*.

Los mamíferos con mayor cantidad de evidencias (4 a más registros) de su presencia fueron el zorro costero *Lycalopex sechurae*, la ardilla nuca blanca *Sciurus stramineus*, el venado cola blanca *Odocoileus peruvianus*, el puma *Puma concolor*, el zorrillo *Conepatus semistriatus* y el venado colorado *Mazama americana*.

Solo se reportó evidencias de las siguientes especies de anfibios: las ranas *Hyloxalus elachyistus*, *Lithobates bwana*, *Epipedobates anthonyi*, *Leptodactylus labrosus* y el sapo *Rhinella marina*.

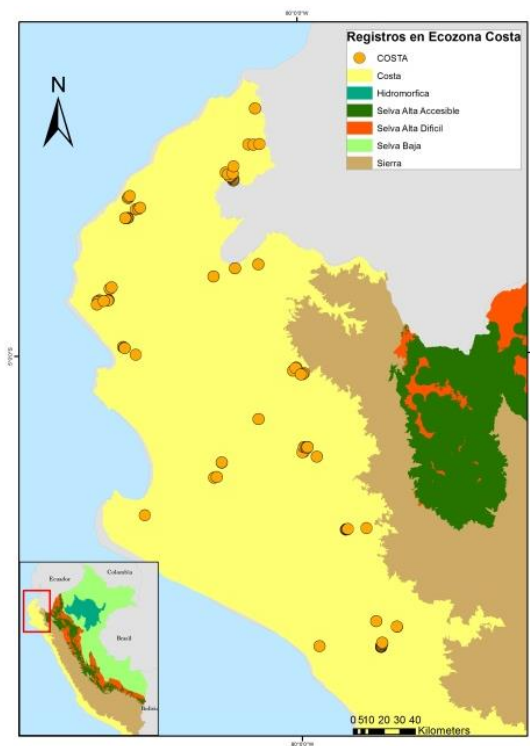


Figura N°5 Registros de Fauna en la Ecozona Costa

Los reptiles más registrados fueron la lagartija o cañan *Dicrodon guttulatum*, la lagartija *Microlophus occipitalis*, el falso varano *Callopistes flavipunctatus*, la lagartija *Microlophus koepckeorum*, la boa costera *Boa constrictor ortonii* y la lagartija *Medopheos edracanthus*.

Los principales tipos de registros fueron el avistado y el escuchado.

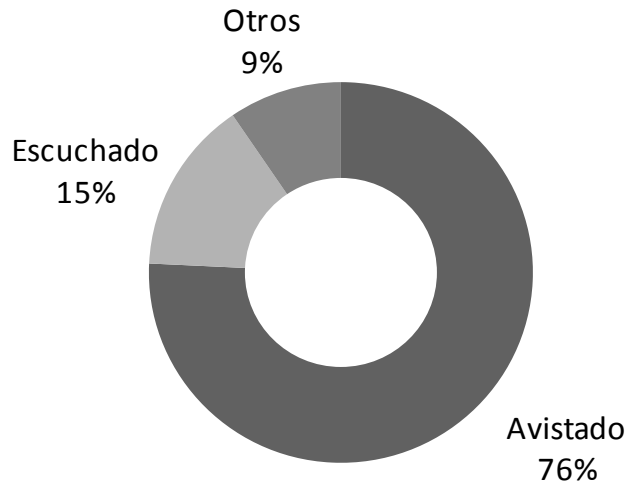


Figura N°6 Proporción de registros de fauna de Ecozona Costa según tipo de evidencia

Especies amenazadas en el Ecozona Costa

Se encuentran en estado de amenaza según el DS 04-2014-MINAGRI las siguientes especies registradas en la ecozona Costa:

- *En Peligro Crítico* según la legislación peruana la pava aliblanca *Penelope albipennis*; *En Peligro* la rana *Hyloxalus elachyistus*, el venado rojo pequeño *Mazama rufina* y el perico *Brotogeris pyrrhoptera*;
- *Vulnerable* se reportó a la jergón *Bothrops barnetti*, la rana *Lithobates bwana*, el marsupial *Marmosa simonsi*, la paloma *Leptotila ochraceiventris* y el copetón rufo.

4.2. Ecozona Sierra

Se sistematizó la información proveniente de los recorridos a 77 parcelas con un total de 1956 registros, con un promedio 25.4 registros en cada parcela.

Para la Ecozona Sierra se registraron 257 especies de vertebrados, los cuales se agrupan en 239 especies de aves, 10 especies de mamíferos, 2 especies de anfibios y 6 especies de reptiles.

Las aves con mayor cantidad de evidencias de su presencia (más de 30 registros) fueron el gorrión *Zonotrichia capensis*, el colibrí oreja violeta de vientre azul *Colibri coruscans*, el zorzal grande *Turdus fuscater*, el jilguero encapuchado *Spinus magellanicus*, el cucarachero común *Troglodytes aedon*, frígido de pecho negro *Phrygilus fruticeti*, el colibrí

rayo de sol brillante *Aglaeactis cupripennis*, el colibri gigante *Patagona gigas*, el zorzal chihuano *Turdus chiguano*, el fringilo peruano *Phrygilus punensis*, el caracara *Phalcoboenus megalopterus*, el pitajo de ceja blanca *Ochthoeca leucophrys*, la tórtola orejuda *Zenaida auriculata* y el carpintero *Colaptes rupicola*.

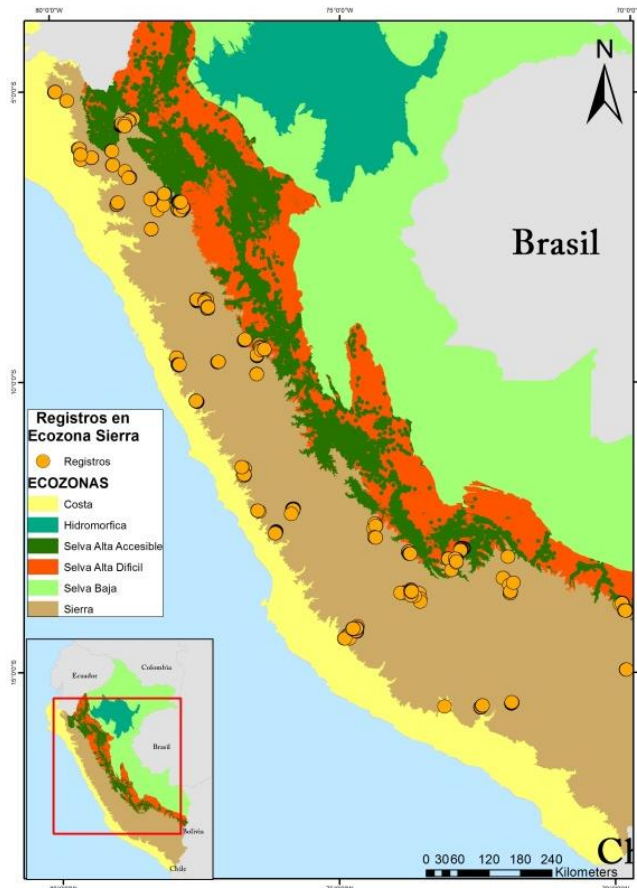


Figura N°7 Registros de Fauna en la Ecozona Sierra

Los mamíferos con mayor cantidad de evidencias de su presencia (de 5 a más registros) fueron el zorrillo *Conepatus chinga*, el venado cola blanca *Odocoileus peruvianus*, el zorro andino *Lycalopex culpaeus*, la taruca *Hippocamelus antisensis*, y la vizcacha *Lagidium viscacia*.

En el caso de los anfibios solo se registró evidencia del sapo *Rhinella spinulosa* y la rana *Gastrotheca griswoldi*.

Las especies de reptiles más registradas (más de 5 registros) fueron las lagartijas *Microlophus stolzmanni*, *Stenocercus ornatissimus* y *Stenocercus percultus*.

Los principales tipos de registros fueron el avistado y el escuchado.

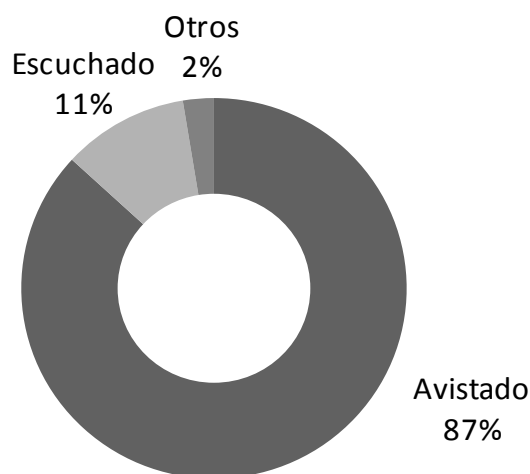


Figura N°8 Proporción de registros de fauna de ecozona sierra según tipo de evidencia

Especies amenazadas en el Ecozona Sierra

Se encuentran en estado de amenaza según el DS 04-2014-MINAGRI las siguientes especies registradas en la ecozona Sierra:

- En Peligro: el cóndor andino *Vultur gryphus*;
- Vulnerable: la cotinga de mejilla blanca *Zaratornis stresemanni*, el periquito de cara amarilla *Forpus xanthops*, la pava barbada *Penelope barbata*, el Javiru *Theristicus melanopis*, el arriero de cola blanca *Agriornis albicauda*, la paloma peruana *Patagioenas oenops*, la taruca *Hippocamelus antisensis*, el oso andino *Tremarctos ornatus* y el hormiguero de cabeza gris *Ampelornis griseiceps*.

4.3. Ecozona Selva Baja

Se sistematizó la información proveniente de los recorridos a 80 parcelas con un total de 2223 registros, con un promedio 27.8 registros por recorridos en cada parcela.

Para la Ecozona Selva Baja se registraron 203 especies de aves, 43 especies de mamíferos, 45 especies de anfibios y 41 especies de reptiles.

Las aves con mayor cantidad de evidencias de su presencia (más de 15 registros) fueron el guacamayo azul y amarillo *Ara ararauna*, el wiswinsho *Lipaigus vociferans*, el tucán *Ramphastos tucanus*, el paucar *Cacicus cela*, la pucacunga *Penelope jacquacu*, la garza cuca *Ardea cocoi*, el guacamayo azul rojo y verde *Ara chloropterus*, el pihuicho ala amarilla *Brotoyeris versicolurus*, el caracara o tatatao *Ibycter americanus*, el Martín pescador grande *Megaceryle torquata*, el "Victor Diaz" *Pitangus sulphuratus*, la garza blanca grande *Ardea alba*, la monjita o tihuacuro *Monasa nigrifrons*, la perdiz grande *Tinamus major*, la golondrina *Tachycineta albiventer*, el guacamayo escarlata *Ara macao*, la paloma de monte *Patagioenas plúmbea* y el tirano *Tyrannus melancholicus*.

Los mamíferos con mayor cantidad de evidencias de su presencia (de 10 a más registros) fueron el majaz *Cuniculus paca*, el sajino *Pecari tajacu*, el tapir *Tapirus terrestris*, el pichico

comun *Saguinus fuscicollis*, el mono choro *Lagothrix poeppigii*, el mono fraile o huasita *Saimiri sciureus*, el venado colorado *Mazama americana*, el armadillo gigante o yungunturo *Priodontes maximus*, la huangana *Tayassu pecari*, el mono coto o aullador *Alouatta seniculus*, el mono machín negro *Cebus apella*, el añuje negro *Dasyprocta fuliginosa*, el mono machín blanco *Cebus albifrons*, el mono choro *Lagothrix lagotricha*, el mono huapo negro *Pithecia monachus* y el delfín colorado *Inia geoffrensis*

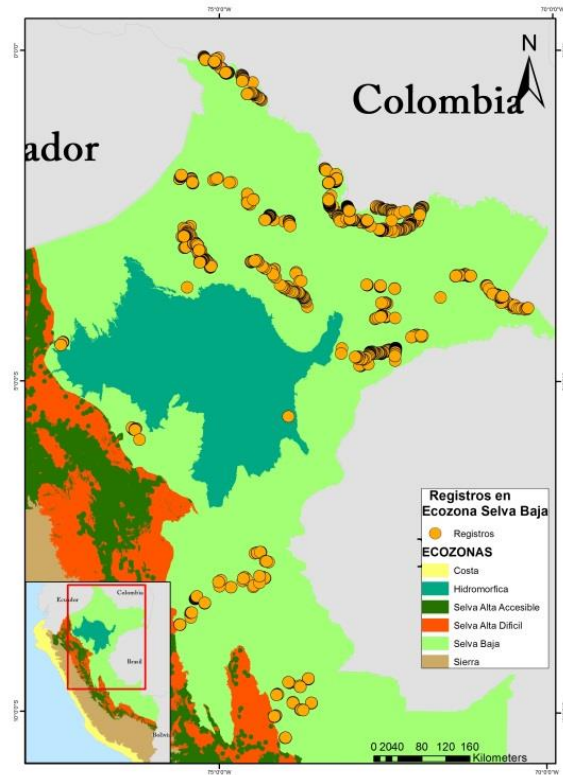


Figura N°9 Registros de Fauna en la Ecozona Selva Baja

Los anfibios con mayor cantidad de evidencias de su presencia (más de 3 registros) fueron el sapo hoja *Rhinella margaritifera*, la rana *Allobates femoralis*, el hualo *Leptodactylus pentadactylus*, las ranas *Pristimantis ockendeni*, *Osteocephalus deridens*, la salamandra *Bolitoglossa peruviana* y la rana *Allobates conspicuus*.

Las especies de reptiles más registradas (más de 3 registros) fueron la tortuga motelo *Chelonoidis denticulatus*, la jergón *Bothrops atrox*, la lagartija *Kentropyx pelviceps*, la lagartija *Cercosaura argulus*, la taricaya *Podocnemis unifilis*, la serpiente *Clelia clelia* y el lagarto *Caiman crocodilus*.

Los principales tipos de registros fueron el avistado y el escuchado.

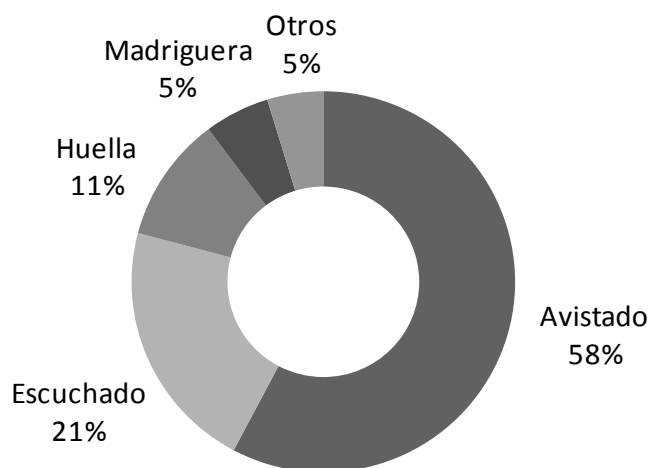


Figura N°10 Proporción de registros de fauna de ecozona selva Baja según tipo de evidencia

Especies amenazadas en el Ecozona Selva Baja

Se encuentran en estado de amenaza según el DS 04-2014-MINAGRI las siguientes especies registradas en la ecozona Selva Baja:

- En Peligro: el mono choro *Lagothrix lagotricha*, el maquisapa *Ateles chamek*, la nutria de río *Pteronura brasiliensis*, y la lagartija *Stenocercus modestus*,
- Vulnerable: fueron registrados el paujil *Mitu salvini*, el mosquero real *Onychorhynchus coronatus*, el águila harpia *Harpia harpyja*, el mono choro *Lagothrix poeppigii*, el mono coto *Alouatta seniculus* y el huapo rojo *Cacajao calvus*, el mono tocon *Callicebus lucifer*, el yungunturo o armadillo gigante *Priodontes maximus*, el oso hormiguero gigante *Myrmecophaga tridactyla*, la taricaya *Podocnemis unifilis* y la perdiz *Crypturellus casiquiare*.
- Casi amenazado: se registraron evidencias del carpintero *Campephilus gayaquilensis*, el paucar *Cacicus koepckeae*.
- Datos insuficientes: se encuentra el venado colorado *Mazama americana*, el delfín rosado *Inia geoffrensis* y el delfín gris *Sotalia fluviatilis*.

4.4. Ecozona Hidromórfica

Se sistematizó la información proveniente de los recorridos a 14 parcelas con un total de 344 registros, con un promedio 24.5 registros por recorridos en cada parcela.

Para la Ecozona Hidromórfica se registraron un total de 142 especies, de las cuales 85 especies fueron de aves, 24 especies de mamíferos, 19 especies de anfibios y 14 especies de reptiles.

Las aves con mayor cantidad de evidencias de su presencia fueron (más de 5 registros) fueron el guacamayo azul y amarillo *Ara ararauna*, el Martín pescador *Megasceryle torquata*, el Trogon viridis, el tihuacuro *Monasa nigrifrons*, el tuqui tuqui *Jacana jacana*, el guardacaballo *Crotophaga major*, el guacamayo escarlata *Ara macao*, el perico ala amarilla *Brotogeris versicolurus*, el paucar *Cacicus cela*, el shihuango *Milvago chimachima*, el

camungo *Anhima cornuta*, la garza blanca *Ardea alba*, el pato aguja *Anhinga anhinga* y la paloma *Patagioenas subvinacea*.

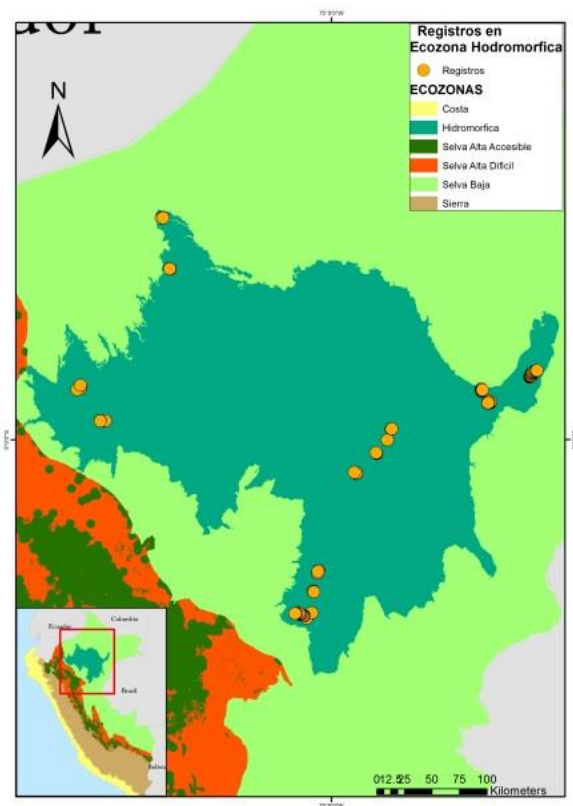


Figura N°11 Registros de Fauna en la Ecozona Hidromorfica

Los mamíferos con mayor cantidad de evidencias de su presencia (de 3 a más registros) fueron el sajino *Pecari tajacu*, el pichico común *Saguinus fuscicollis*, la sachavaca o tapir *Tapirus terrestres*, el mono coto *Alouatta seniculus*, el mono machin negro *Cebus apella* y el yungunturo *Priodontes maximus*.

Los anfibios con mayor cantidad de evidencias de su presencia (de 3 a más registros) fueron el sapo hoja *Rhinella margaritifera*, y las ranas *Allobates femoralis*, *Allobates trilineatus* y *Hypsiboas lanciformis*.

Las especies de reptiles más registradas (más de 2 a más registros) fueron la jergon *Bothrops atrox*, la tortuga motelo *Chelonoidis denticulatus* y la lagartija *Kentropyx pelviceps*.

Los principales tipos de registros fueron el avistado y el escuchado.

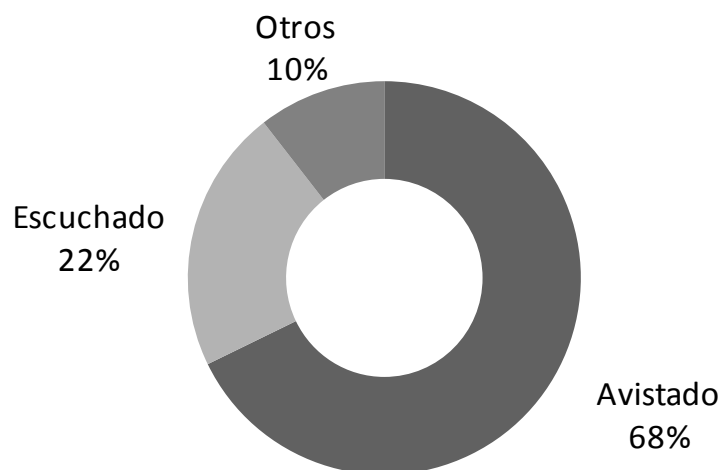


Figura N°12. Proporción de registros de fauna de ecozona hidromórfica según tipo de evidencia

Especies amenazadas en el Ecozona Hidromorfica

Se encuentran en estado de amenaza según el DS 04-2014-MINAGRI las siguientes especies registradas en la ecozona Hidromorfica:

- En Peligro: el mono choro *Lagothrix lagotricha*,
- Vulnerables: el yungunturo *Priodontes maximus* y el mono coto *Alouatta seniculus*.
- Casi amenazadas: el tapir *Tapirus terrestris*, la huangana *Tayassu pecari*, el otorongo *Panthera onca*, el guacamayo rojo y verde *Ara chloropterus*, el guacamayo escarlata *Ara macao*, tuyuyo *Jabiru mycteria* y el paujil *Mitu tuberosum*,
- Datos insuficientes: el venado colorado *Mazama americana* y la ardilla *Sciurus ignitus*.

V. DISCUSIÓN

El componente de fauna dentro del INFFS contiene actualmente más de 5000 registros de presencia de distintas especies de vertebrados pequeños, medianos y grandes, constituyéndose en un valioso insumo para determinar y actualizar la distribución de diferentes especies a nivel nacional. Estos datos pueden servir para enfocar estudios de evaluaciones poblacionales de especies priorizadas (como especies amenazadas⁹ o en CITES¹⁰) y para proporcionar una lista de especies que puede presentarse a diferentes escalas de límites políticos para incorporarlo como antecedente de información biológica a considerar, para cautelar su sostenibilidad cuando se otorgue derechos de aprovechamiento en las áreas donde se tenga confirmada su presencia.

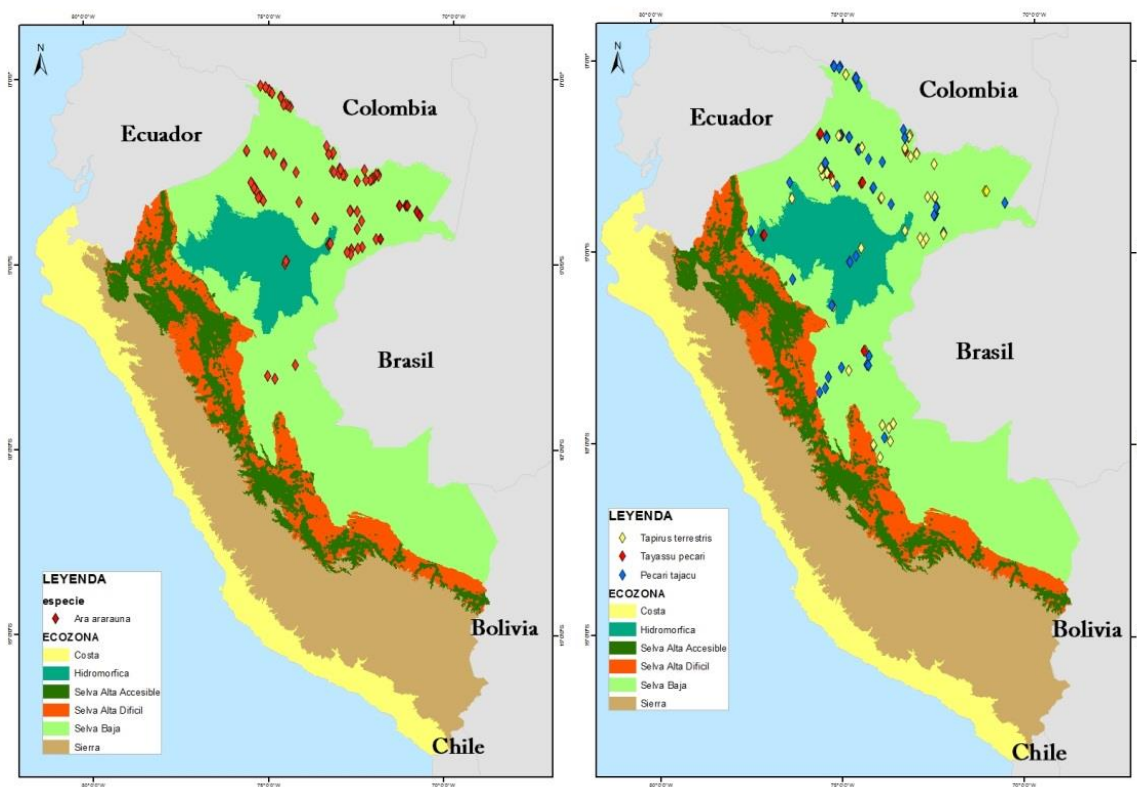


Figura N°13. Mapas de Registros del INFFS para Guacamayo Azul y amarillo Ara ararauna (Izquierda) y de Tapir Tapirus terrestres, Sajino Pecari tajacu y Huangana Tayassu pecari (derecha)

La continuidad del registro de fauna durante el INFFS permitirá el crecimiento de la base de datos, la cual una vez incorporada al SNIFFS, permitirá desarrollar análisis cada vez más detallados para los mapas de distribución, y que además sirva de plantilla para incorporar registros oportunistas de otras investigaciones y que puedan servir para monitorear el cambio de las distribuciones de especies de interés.

⁹ Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI; aprueba la Lista de Clasificación y Categorización de las Especies Amenazadas de Fauna Silvestre Legalmente Protegida.

¹⁰ Decreto Ley N° 21080, aprueba la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre-CITES

Por ello es necesario que una calidad alta de los registros aportando la mayor cantidad de información que respalde dicha identificación ya sea a través de colectas, fotografías, grabaciones o descripciones detalladas.

Una de las restricciones que presenta esta información es que no puede ser usada de manera directa para generar indicadores de abundancia o preferencia de hábitat ya que debido a las características intrínsecas del registro, el esfuerzo para la evaluación se ve sesgada principalmente al área de la parcela, que es relativamente pequeña para una gran proporción de especies de vertebrados por lo que la cantidad de especies y registros se ve disminuida, o que la identificación de las especies esté limitada a la experiencia del evaluador, es decir, como ejemplo, si el especialista en fauna es un experto en reptiles, éste considerará en sus registros mayor cantidad de reptiles que un experto en aves a pesar que ambos puedan transitar la misma área en el mismo momento.

Por ello, la información de registros del INFFS sirve como un insumo de cómo están distribuidas las especies para identificar las áreas donde se pueden concentrar esfuerzos ya sea a través de evaluaciones poblacionales de fauna o inventarios especializados, y que puedan conseguir objetivos más específicos.

Los registros de fauna en las ecozonas Costa y Sierra tienen una muy alta proporción de registros directos (mayor al 90 % en ambos casos), en donde la observación directa tiene el 76 y 87 % de los registros respectivamente, mientras que el registro mediante evidencia auditiva tiene de 15 y 12 % respectivamente lo que le confiere una mayor confiabilidad a los datos (Figura N° 8 y Figura N° 6).

Los registros directos en las ecozonas Selva baja e Hidromorfica también tienen similar cantidad de registros directos (80 y 90 % de los registros respectivamente), donde la proporción de las evidencias auditivas aumenta (Figura N° 10 y Figura N° 12) comparado con la ecoregión costa o sierra. Esto principalmente debido a que a medida que aumenta la densidad de cobertura boscosa se limita la posibilidad de observación a distancia.

Por otro lado en Selva Baja se observa que el tipo de evidencia “madriguera” también tiene una proporción considerable (5% del total, Figura N° 12) cuya presencia generalmente se asocia al armadillo *Dasyus novemcinctus*. Aunque su presencia es muy probable, existen al menos dos especies de armadillos más que viven simpátricamente en la Amazonia, el armadillo 7 bandas *Dasyus kapleri* y el armadillo gigante *Priodontes maximus* que pueden generar madrigueras que pueden ser percibidas como similares por lo que este tipo de registro no es tan preciso para identificar especie.

La acumulación de mayor cantidad de registros en las ecozonas, sierra y selva baja (Figura N° 2) va casi en directa proporción a la mayor cantidad de parcelas evaluadas en esas dichas ecozonas (Cuadro N°1).

Esto se puede comprobar ya que al analizar los datos de registros, se observa que en la ecoregión selva baja y costa, el promedio de registros por parcela de más de 27 registros/parcela mientras que los de las ecozonas Hidromorfica y Sierra tienen un promedio de 24 a 25 registros por parcela respectivamente, es decir solo 3 registros menos en la mayor diferencia.

El método oportunista del registro permite identificar especialmente a las especies más comunes o abundantes de cada ecozona por lo que es necesario ejercer un mayor esfuerzo para poder captar toda la diversidad, en especial para registrar a las especies crípticas como los carnívoros pequeños o aves de ecosistemas específicos. Para ello se puede considerar técnicas de evaluación que no requieran mayor cantidad de personal, como el poder incorporar esfuerzo adicional a través de censos de aves en la madrugada y al atardecer, búsquedas diurnas y nocturnas por encuentro visual para anfibios o reptiles, transectos lineales de menos dos kilómetros o el uso de cámaras trampa para mamíferos (MINAM, 2015). La aplicación de este esfuerzo será particularmente dependiente de la disponibilidad de tiempo en que la brigada forestal permanezca en un mismo sitio por lo que la etapa de planificación es clave para incorporar más esfuerzo a la evaluación.

VI. CONCLUSIONES

- Se obtiene información básica sobre la fauna silvestre mediante el Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre para las ecozonas hidromórficas, selva baja, costa y sierra que sirva para apoyar las decisiones sobre su manejo y uso sostenible.
- Se genera una base de datos con los registros de presencia de especies, considerando los factores discutidos, se puede concluir que el registro de fauna por el INFFS es un insumo muy útil y confiable para complementar listas de especies a nivel local y para la delimitación y/o actualización sus distribuciones presentando el potencial de incrementar su eficiencia con un moderado esfuerzo.
- La mayor diversidad y abundancia de especies de fauna en la Amazonia, que comprende a las ecozonas Selva Baja e Hidromorfica, son factores principales que posibilitan un mayor número de registros.
- Un panorama diferente se observa en las ecozonas Costa y Sierra, en donde, a pesar que la diversidad y abundancia es menor, estas mantienen paisajes con coberturas vegetales poco densas, y que por tanto permite visibilizar e identificar a gran distancia a la fauna silvestre, manteniendo un promedio de registros por parcela similar al de las ecozonas en Amazonia.
- Este es el caso de la ecozona Hidromorfica, en la cual a pesar de su alta diversidad presenta el menor número de especies identificadas, debido probablemente a la menor probabilidad de encuentro por solo haberse levantado 14 parcelas hasta la actualidad.
- En la ecozona Sierra, en donde se evaluó una mayor cantidad de parcelas permitió una mayor probabilidad de observar especies y sumado con la facilidad de observación que ofrece el paisaje, permitió que en esta ecozona se registre 257 especies de fauna de las cuales 239 fueron aves.

VII. RECOMENDACIONES

- Se puede aumentar la cantidad de registros de fauna por parcela empleando técnicas que usen poca cantidad de recursos. Los trayectos de desplazamiento entre parcelas de evaluación pueden ser aprovechados para realizar dichas técnicas incrementando el esfuerzo y en consecuencia la probabilidad de recoger mayor cantidad de registros.
- El perfil del evaluador debe tratar de incluir experiencia en al menos 2 clases taxonómicas (mamíferos, reptiles, aves o anfibios) para aumentar la posibilidad de registros a nivel específico.
- El registro de la fauna debe ser a nivel de nombre científico o en su defecto obtener registros fotográficos o colectas que permitan su identificación posterior. Registros con nombre común son muy variables dependiendo del observador y no pueden ser utilizados para los análisis de la información.
- Es de gran importancia que cualquier evidencia indirecta (huella, madriguera, heces, entre otros) de fauna silvestre sea fotografiada, incluyendo en la imagen algún objeto referencial para apreciar el tamaño de la evidencia, y así confirmar o ayudar a identificar los registros obtenidos.
- Se debe considerar incorporar encuestas a la población local cercana a las parcelas forestales, sobre las especies, percepciones, usos y valor que le dan a la fauna silvestre y que sirva como complemento a la información de registros de fauna en campo.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, C., Ramírez, C., Rivera, D., Siu-Ting, K., Suarez, J., & Torres, C. (2010). Anfibios andinos del Perú fuera de Áreas Naturales Protegidas: amenazas y estado de conservación. *Revista Peruana de Biología*, 17(1), 5-28.
- AmphibiaWeb : Information on amphibian biology and conservation. [web application]. 2015. Berkeley, California: AmphibiaWeb. Available: <http://amphibiaweb.org/>.
- Frost, Darrel R. 2015. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (19/aug/2015). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.
- MINAM.2015. Guia de inventario de la fauna silvestre. DGEVFPN-MINAM. Lima. Perú. 84 pp.
- Pacheco, V. Cadenillas, R. Salas, E. Tello, C. Zeballos, H. 2009. Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. *Rev. peru. biol.* 16(1):005-032
- Plenge, M. A. 2016. Lista de las aves del Perú. Lima, Perú. Última actualización: Marzo 2015, Manuel A. Plenge, Lima, Peru. Accedido el 15 de junio del 2016 en: <https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist>
- Uetz, P. & Jirí Hošek (eds.), The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, creada el 10/nov/1995/Ultima actualización:12/Agosto/2015
- Vega, C. 2013. Metodología para la Evaluación de Fauna Silvestre y Protocolo para la Colecta de Datos en Campo en el marco de los inventarios en BPP.



Capítulo III

Estimaciones de los contenidos de carbono de la biomasa aérea

I. INTRODUCCIÓN

A fines de la década de 1970 el Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y luego la Sociedad Mundial de Meteorología (SMM) advirtieron sobre drásticas variaciones climáticas, las que serían consecuencia de la gradual y creciente acumulación de “gases de efecto invernadero” (GEI) en la atmósfera, proveniente principalmente de la actividad industrial y deforestación masiva (IUCC y PNUMA, 1995).

Algunas manifestaciones del calentamiento global implican el incremento de la temperatura en casi 0.5°C desde el siglo pasado (Ciesla, 1996) y cambios en los regímenes hídricos. Estos cambios pueden reducir la estabilidad y la reserva de carbono orgánico presente en el suelo, el aumento de la susceptibilidad del suelo a la escorrentía y la erosión, y alterar los ciclos del agua, carbono, nitrógeno, fósforo, azufre y otros elementos, causando efectos negativos en la productividad de biomasa, la biodiversidad y el medio ambiente (IPCC, 2001).

Uno de los gases responsable de esta variación climática es el dióxido de carbono (CO₂). Las plantas utilizan CO₂ y liberan O₂ durante el proceso fotosintético; asimismo, almacenan componentes de carbono en sus estructuras por periodos prolongados, por lo cual se les considera como reservas naturales de carbono (Schlesinger & Andrews, 2000). El tiempo desde que el carbono se encuentra constituyendo alguna estructura de la planta hasta que es enviado al suelo o la atmósfera, se considera almacenado (Rodríguez *et al.*, 2006).

Los bosques son los almacenes más importantes del mundo (Jandl, 2001), y son responsables de la mayor parte de los flujos de carbono entre la tierra y la atmósfera a través de la fotosíntesis y la respiración. Aproximadamente el 90% de la biomasa acumulada en la tierra se encuentra en los bosques en forma de fustes, ramas, hojas, raíces y materia orgánica (Leith & Whithacker, 1975). De éstos, el tipo bosque tropical domina claramente sobre los otros bosques del mundo (40% de área global de bosques representados). Por ello, el rol del bosque tropical predomina por sobre los demás bosques en el ciclo del carbono, basado en el flujo y volumen almacenado de carbono (Butcher *et al.*, 1998) y por tanto la gran importancia de su conservación como sumidero de carbono.

Según los trabajos realizados en Perú y la Amazonía continental, basados en compilaciones de datos de campo (DeFries *et al.*, 2002; IPCC, 2006) e inventarios florísticos del bosque (Brown, 1992; Achard *et al.*, 2002; Draper *et al.*, 2014), calculan las concentraciones de carbono almacenado entre los 2,782 y 13,241 MtC, siendo uno de los más elevados en el mundo. Por tal motivo, se requiere implementar sistemas de monitoreo de carbono como parte de los proyectos que buscan recibir financiamiento para aumentar el stock de carbono en el paisaje a través de proyectos de instalación de sistemas agroforestales y plantaciones o reducir la tasa de emisiones de dióxido de carbono a través de proyectos orientados a evitar la deforestación y degradación de los bosques – REDD+.

En muchos estudios se ha empleado la biomasa de los árboles para estimar su contenido de carbono, a través de la multiplicación de la cantidad disponible en una determinada superficie por un factor que va desde 0.40 hasta el 0.55 (Figueroa *et al.*, 2005), ya que se ha encontrado que esta es la proporción de carbono contenido en cualquier especie vegetal (Díaz *et al.*, 2007). Según Husch (2001), para estimar la biomasa en un sistema forestal, y por tanto el contenido de carbono, se requiere de: un inventario de árboles en pie (vivos o

mueritos), la cuantificación de la vegetación no arbórea, la estimación de la biomasa muerta (necromasa) y la estimación de biomasa en las raíces y el suelo.

En el contexto nacional, la extracción de madera, genera empleo y beneficios económicos, y el cambio de uso del bosque a pastos o cultivos, provee de alimentos y oportunidades de inversión; sin embargo estas actividades degradan los bosques e incrementan los efectos del calentamiento global. Una alternativa de desarrollo sostenible podría ser el financiamiento de la absorción de carbono de los bosques de nuestra Amazonía a partir del reconocimiento de los servicios que brindan las turberas amazónicas para beneficiar a las comunidades rurales en extrema pobreza “carbono social” (Santana *et al.* 2008).

Por tanto, el objetivo de este trabajo fue: estimar el carbono almacenado en las distintas ecozonas presentes en nuestro país e identificar entre estas, las que almacenan mayores cantidades de carbono,

Debido a las limitaciones en la colecta de datos por tiempo y requerimientos logísticos, además considerando que la información utilizada como insumo para los cálculos corresponde al 10.4% de la muestra total planificada a nivel nacional, la información colectada no pretende servir como información definitiva, pero si como resultados preliminares, considerados para el reporte del INFFS como referencia de las estimaciones del contenido de carbono de la biomasa aérea.

II. OBJETIVO Y ALCANCES

El objetivo principal de este capítulo es presentar las estimaciones del contenido de carbono de la biomasa aérea en cada una de las ecozonas de los bosques del Perú y cuál de estas ecozonas presentan el mayor stock de carbono.

Las estimaciones de contenido de carbono, toman como insumo los datos recogidos en campo para las ecozonas sierra, hidromórfica, costa y selva baja en el marco del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.

Los resultados presentados en este ítem corresponden a un avance que comprende exclusivamente al contenido de carbono de la biomasa aérea de las ecozonas antes mencionadas.

III. METODOLOGÍA

Previo a los cálculos se realizaron diversas reuniones técnicas entre representantes del Proyecto REDD+MINAM, Dirección de Cambio Climático del MINAM, especialistas del PFSI y del ámbito académico e investigación.

Durante el proceso para las estimaciones de carbono se realizaron tres reuniones técnicas con especialistas de las instituciones antes citadas que permitió definir parámetros y aspectos metodológicos para los cálculos de carbono, en este contexto se destaca el valioso aporte de los especialistas Natalia Málaga, Berioska Quispe y Jorge Cobián del Proyecto REDD+, Dirección de Cambio Climático y la DGEVFPN del MINAN, respectivamente.

3.1. Parámetros considerados en los cálculos

Para los cálculos se tomaron las siguientes consideraciones:

- a. **Altura:** En el caso que el árbol se ramifique, se considera cada rama como un individuo, en este caso la altura a considerar para la ecuación alométrica es la altura de fuste, que corresponde a la longitud de la rama. En caso el árbol no cuente con ramas cuyo diámetro exceda los 10 cm, se considera la altura total para los cálculos.
- b. **Hábito:** Para el presente reporte solo se considera a los individuos cuyo hábito corresponde a árboles.
- c. **Estado del árbol:** Los cálculos realizados excluyen en esta etapa aquellos cuyo estado corresponde a tocones y árboles muertos en pie.
- d. **Panel:** Para este reporte solo se han considerado los resultados que corresponden a las parcelas del panel 1 ubicadas en las ecozonas sierra, costa, selva baja e hidromórfica del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (INFFS).
- e. **Factor de conversión de biomasa a carbono:** Para convertir las unidades de biomasa a carbono se utilizó un factor de conversión, aceptado a nivel internacional, que indica que para cualquier estructura vegetal el 49% del peso seco (biomasa o necromasa) es carbono.
- f. **Características y formas de las parcelas:** La fuente de información para las estimaciones de biomasa y contenidos de carbono ha sido el resultado del levantamiento de información biofísica del INFFS. La metodología propuesta para el INFFS contempla el recojo de información considerando los parámetros indicados en el Cuadro N°1.
- g. **Ecozonas analizadas:** Las ecozonas analizadas corresponden a las mismas subpoblaciones donde fueron muestreados los árboles para el componente maderable. En el cuadro N° 2 se presenta una breve descripción de estas ecozonas.

Cuadro N° 1. Características y forma de las parcelas del INFFS

Características	Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre		
	Costa y Sierra	Zona Hidromórfica	Selva Baja
Forma de la parcela	L	L	L
Superficie total de la parcela (ha)	0.5	0.5	0.7
Longitud de los ejes N/E, N/S-E/O	276.2 m c/u	276.2 m c/u	385 m/425 m
N° Subparcelas	10	10	7
Forma Subparcelas	Circular	Circular	Rectangular
Distancia entre SP/UR	30 m	30 m	75 m
Dimensiones de la Subparcela	radio = 12.62 m (0.05 ha)	radio = 12.62 m (0.05 ha)	20 m x 50 m (0.1 ha)
Registro de árboles (fustales maduros)	En todas las SP se registran fustales con DAP > 10cm	En todas las SP se registran fustales con DAP > 30cm	En todas las UR se miden fustales con DAP > 30cm
Registro de fustales en crecimiento	En las SP impares se medirán los fustales de 10cm >DAP> 5cm	En las SP impares se medirán los fustales entre de 30 cm >DAP> 10 cm	En todas las UR pares se medirán fustales de 30 cm >DAP> 10cm
Regeneración vegetal: Latizales	SP anidada de 5.64 m de radio en las SP 3, 5 y 7; se miden latizales en crecimiento con DAP < 5 cm y 3 > H > 1 m	SP anidada de 5.64 m de radio en las SP 3, 5 y 7; se miden latizales en crecimiento con DAP < 10 cm y H > 3 m	SP anidada de 10 x 10 m en las UR pares de las parcelas 2, 4, 6; se miden latizales en crecimiento con DAP < 10 cm y H > 3 m
Regeneración vegetal: Brinzales	SP anidada de 2.8 m de radio a 45 grados del centro de las subparcelas 3, 5 y 7 se miden brinzales en crecimiento entre 1 m > H > 0.3 m	SP anidada de 2.8 m de radio a 45 grados del centro de las subparcelas 3, 5 y 7 se miden brinzales en crecimiento con DAP < 10 cm y entre 3 m >H> 1 m	SP anidada de 5 x 5 m, dentro de la SP de brinzales se miden fustales en crecimiento con DAP < 10 cm y entre 3 m>H> 1 m

Fuente: Adecuación de información de MINAM

Cuadro N° 2. Breve descripción de las ecozonas analizadas

Ecozona	Características
Costa	Situados entre los 0 hasta 2000 msnm, predomina una cobertura vegetal arbórea rala tipo seco, de porte bajo y ramificado; están ubicados en zona norte del Perú
Sierra	Zona de los Andes desde los 2 000 msnm desde la zona de costa, llegando hasta 6 000 msnm y bajando en la zona oriental hasta los 3 800 msnm. Presentan predominantemente una cobertura vegetal de pajonal altoandino y páramos. La cobertura arbórea diseminada de porte bajo de tipo relictos altos y mesoandinos homogéneos con fuertes intervenciones, complementada con los bosques secos de valles interandinos
Selva baja	Situados entre los 100 hasta los 500 msnm, la vegetación predominante es de porte arbóreo, pueden llegar hasta 45 m de altura, con fustes definidos y rectos, copas amplias y frondosas, cubriendo unidades fisiográficas de complejos de orillares denominados llanuras meándricas, terrazas bajas, terrazas medias, terrazas altas, colinas bajas que son los que predominan y colinas altas en forma aislada
Hidromórfica	Abarca la formación geológica Ucamara (Ucayali-Marañón) y el abanico de Pastiza, está representada por los grandes humedales presentes entre los ríos Ucayali, Marañón, Tigre y Pastaza

Fuente: Memoria descriptiva del mapa de ecozonas del INFFS (SERFOR, MINAM y FAO. 2014)

- h. Selección de reservorios:** El carbono de los ecosistemas terrestres está almacenado en diferentes componentes, comúnmente llamados depósitos o reservorios. A continuación, en el cuadro N° 3 se describen brevemente dichos reservorios.

Cuadro N° 3. Breve descripción de los reservorios de carbono

Tipo de Reservorio		Descripción
Biomasa viva	Biomasa arriba del suelo (aérea)	Toda la biomasa de la vegetación viva, que se encuentra arriba del suelo, incluyendo troncos, tocones vivos, ramas, cortezas, semillas, flores y hojas. Para facilitar su medición, se separa en biomasa aérea arbórea y biomasa aérea no arbórea Cuando el sotobosque es un componente relativamente pequeño o poco significativo del depósito de carbono de biomasa sobre el suelo se puede excluir de las metodologías y datos asociados utilizados en algunos niveles, siempre y cuando los niveles se utilicen de manera coherente en todas las series cronológicas de inventarios
	Biomasa subterránea	Toda la biomasa de raíces vivas. Se excluyen las raíces finas de menos de 2 mm de diámetro por la dificultad de distinguir las empíricamente de la materia orgánica del suelo.
Materia orgánica muerta	Madera muerta en pie	Toda la biomasa de los árboles muertos que continúan en pie y tocones muertos de más de 10 cm de diámetro
	Madera muerta yacente	Toda la biomasa de troncos y ramas caídos en el suelo con más de 10 cm de diámetro en el lugar de medición
	Hojarasca	Toda la biomasa no viva arriba del suelo (hojas, flores, corteza, ramas, troncos y cáscaras de frutos) en diferentes grados de descomposición que no está incluida en madera muerta (en pie o yacente), por encima o dentro del suelo mineral orgánico. Incluye los detritos y el humus
Suelos	Materia orgánica del suelo	Comprende el carbono orgánico de los suelos minerales y orgánicos hasta una profundidad específica previamente definida. Incluye las raíces finas de menos de 2 mm de diámetro, cuando éstas no se puedan distinguir del suelo

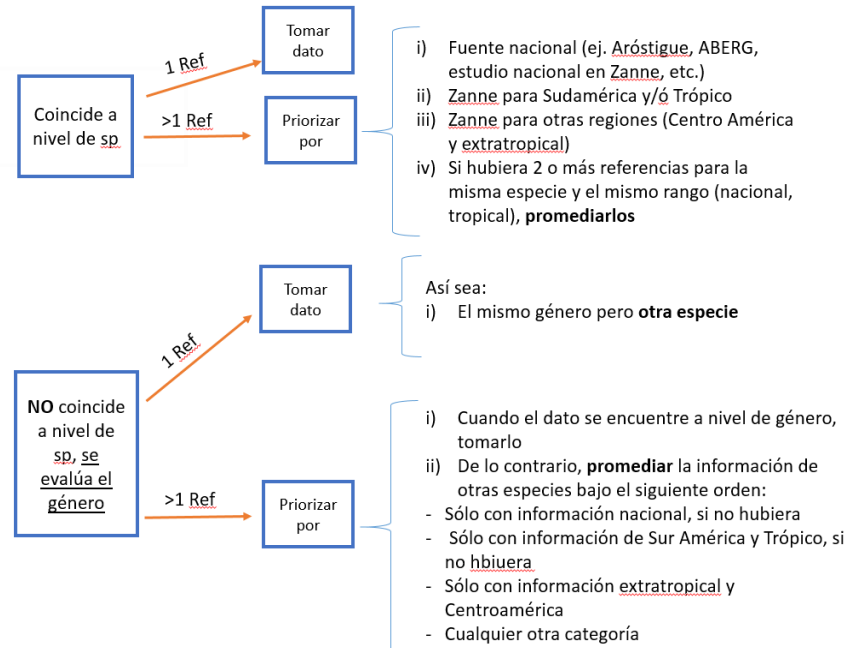
Fuente: Adaptación de las definiciones de los depósitos de carbono utilizados en AFOLU. IPCC (2006).

Para el presente reporte, se ha considerado el análisis del contenido de carbono correspondiente al reservorio de biomasa arriba del suelo (aérea).

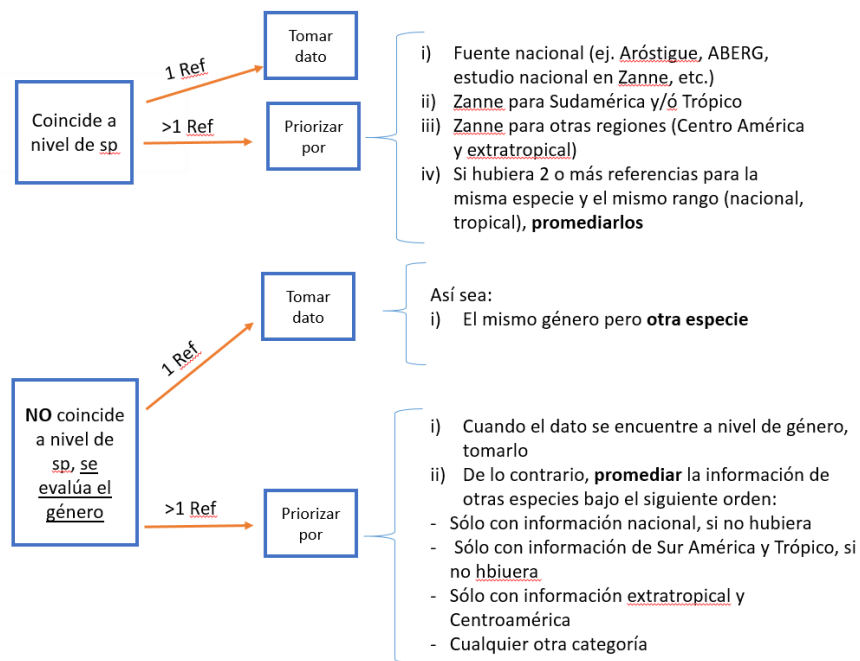
- i. Densidad de madera:** Los cálculos correspondientes a las ecozonas costa, selva baja e hidromórfica consideran una densidad de madera por defecto de 0.64 g/cm³. La asignación de la densidad de la madera para las especies forestales de la ecozona sierra se basaron en criterios de decisión indicados en el esquema N° 1, que se indica a continuación.

Esquema N° 1. Criterios de decisión para la asignación de densidades

i. Cuando la identificación del INF llega a nivel de especie y la bibliografía revisada:



i. Cuando la identificación del INF llega a nivel de especie y la bibliografía revisada:



Fuente: Programa REDD+, MINAM

- j. **Ecuaciones alométricas:** Las ecuaciones utilizadas para los cálculos de biomasa se indican en el cuadro N° 4 y son las siguientes:

Cuadro N° 4. Ecuaciones alométricas para el cálculo de biomasa por ecozona

Ecuación	Ecozona	Región	Referencia
$0.112 \times (\rho \cdot \text{dap}^2 \cdot \text{Ht})^{0.916}$	Sierra	Dry forest	Chave <i>et al.</i> (2005)
$0.112 \times (\rho \cdot \text{dap}^2 \cdot \text{Ht})^{0.916}$	Costa	Dry forest	Chave <i>et al.</i> (2005)
$\rho \cdot \text{Exp}(-1.499 + 2.148 \cdot \text{Ln}(\text{dap}) + 0.207 \cdot \text{Ln}(\text{dap})^2 - 0.0281 \cdot \text{Ln}(\text{dap})^3)$	Selva baja	Moist forest	Chave <i>et al.</i> (2005)
$\rho \cdot \text{Exp}(-1.239 + 1.980 \cdot \text{Ln}(\text{dap}) + 0.207 \cdot \text{Ln}(\text{dap})^2 - 0.0281 \cdot \text{Ln}(\text{dap})^3)$	Hidromórfica	Wet forest	Chave <i>et al.</i> (2005)

Donde: ρ =densidad de madera, DAP= Diámetro a la altura del pecho, Ht= Altura total

Para la elección de la ecuación alométrica de la ecozona sierra se siguió el mismo procedimiento señalado en Málaga (2016) y que involucró las siguientes actividades:

- En reunión con especialistas involucrados en el levantamiento de información de la ecozona Sierra, realizada el 10 de mayo del 2016 en la cual participaron expertos de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNALM, investigadores invitados de ABERG, IAP y Silvacarbon, además de especialistas del SERFOR y MINAM; se acordó: i) ABERG compartiría con el SERFOR la información sobre densidad básica de la madera de especies forestales que han desarrollado en el marco de una investigación; ii) los criterios de selección de densidad de madera que guiaron la decisión anteriormente descrita; iii) la aplicación de la ecuación alométrica de Chave *et al.* 2005 dado el corto tiempo disponible para presentar el reporte.
- Para determinar cuál de las ecuaciones alométricas correspondía mejor a las parcelas evaluadas de la ecozona Sierra se evaluaron tres fuentes de información. Una de ellas es la data proveniente del sensor TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) que cuenta con información de alta resolución espacial-temporal (1 km) de promedios de precipitación mensual y anual de una serie de tiempo de 12 años (<http://www.geog.ucsb.edu/bodo/TRMM/>). También se revisó la información proveniente de World Clim a 1 km de resolución (<http://www.worldclim.org/methods>) que cuenta con información meteorológica del Perú, y, finalmente, la herramienta recientemente construida por el SENAMHI denominada PISCO en base a interpolaciones de más de 50 estaciones meteorológicas a nivel nacional. Se seleccionó la información basada en el sensor TRMM puesto que se trata de observaciones espacialmente explícitas ajustadas con información de campo; mientras que las dos restantes son interpolaciones en función de estaciones meteorológicas que en el Perú son muy escasas, sobre todo en la región amazónica.

3.2. Cálculos

Los cálculos se realizaron utilizando la herramienta Evalidator, que considera los procedimientos definidos para el INFFS considerando el diseño estadístico de muestreo y levantamiento de información señalado en el marco metodológico del INF (Minagri *et al.* 2014). De esta manera, considerando el diseño bietápico del INF donde existe un efecto de la panelización, se decidió llevar a cabo los cálculos mediante el estimador de razón y la varianza que considera la variabilidad de los paneles. Dado que el cálculo de la varianza exige cierto grado de complejidad en los cálculos de hacerse en forma directa en Excel, se optó por utilizar la herramienta previamente construida por el Servicio Forestal de Estados Unidos en el marco del Proyecto Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático denominada Evalidator y en la que los procedimientos de cálculo ya se encuentran programados.

IV. RESULTADOS

El contenido de biomasa y carbono en los diferentes ámbitos analizados muestra variabilidad que depende del tipo y estado de los bosques. Se debe tener en cuenta que los resultados presentados son una primera aproximación correspondiente al 10.4% de parcelas evaluadas sobre el total (1854) planificado a nivel nacional y del 52.7% del total de la muestra el panel 1.

A nivel general, la ecozona hidromórfica contiene un estimado de biomasa de 1,194'275,731.77 toneladas, la ecozona selva baja alcanza un valor estimado de biomasa total de 12,983'666,493.78 toneladas, mientras que la ecozona costa y sierra tienen un valor aproximado de biomasa total de 71'181,012.43 toneladas y 51'610,968.70 toneladas, respectivamente. Si realizamos el análisis a nivel de promedio por hectárea, encontramos que para la ecozona selva baja es 283.5 t/ha, mientras que para las ecozonas hidromórfica, sierra y costa alcanzan cifras de 176.5 t/ha, 55.2 t/ha y 19.1 t/ha, respectivamente (Figura N° 1).

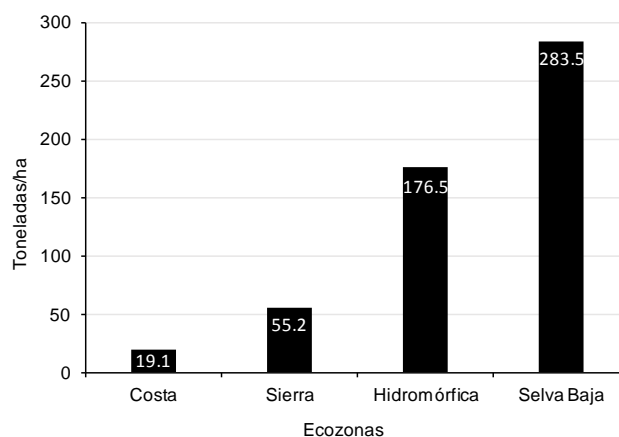


Figura N° 1. Contenido de biomasa a nivel de ecozonas

En cuanto al contenido de carbono, los resultados muestran un valor de 138.9 t C/ha para la ecozona selva baja, mientras que para las ecozonas hidromórfica, sierra y costa alcanzan cifras de 86.5 t C/ha, 27.1 tC/ha y 9.4 t C/ha, respectivamente (Figura N° 2).

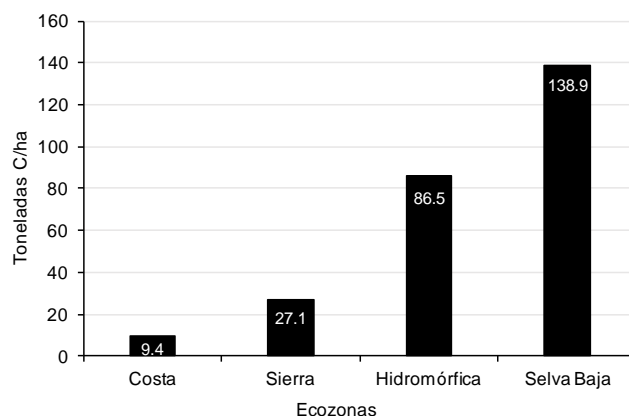


Figura N° 2. Contenido de carbono a nivel de ecozonas

Los resultados del presente estudio no representan factores de emisión en sí sino existencias de carbono para el reservorio indicado, dado que los factores de emisión refieren a cambios de existencias en las transiciones de diferentes categorías o usos de la tierra. Al tratarse de existencias de carbono para un momento determinado, los resultados son expresados en toneladas de carbono o biomasa por hectárea (t C/ha o t/ha) y no en toneladas de CO₂ equivalente por hectárea (tCO₂e/ha). Su aplicación como factores de emisión dependerá de la información disponible sobre existencias de carbono en otros usos del suelo (si existiera un cambio); o en todo caso, si no se contase con datos, se asumiría la oxidación instantánea y la pérdida total de las reservas de carbono una vez sucedido el cambio.

V. DISCUSIÓN

Brown *et al.* (1996) indica que la estimación adecuada de la biomasa de un bosque, es un elemento de gran importancia debido que esta permite determinar los montos de carbono y otros elementos químicos existentes en cada uno de sus componentes y, representa la cantidad potencial de carbono que puede ser liberado a la atmosfera, o conservando y fijando en una determinada superficie cuando los bosque son manejados para alcanzar los compromisos de mitigación de gases de efecto invernadero.

Existen métodos directos e indirectos para estimar la biomasa de un bosque. El método directo consiste en cortar el árbol y pesar la biomasa directamente, determinando luego su peso seco. Una forma de estimar la biomasa con el método indirecto es a través de ecuaciones y modelos matemáticos calculados por medio de análisis de regresión entre las variables colectadas en terreno y en inventarios forestales (Brown, 1997). También se puede estimar la biomasa través de volumen del fuste, utilizando la densidad básica para determinar el peso seco y un factor de expansión para determinar el peso seco total (biomasa total del árbol) (Minam, 2009). En este estudio optamos por el método indirecto.

Los valores totales de biomasa viva por sobre la superficie del suelo en el presente estudio es ligeramente superior comparado con los de otros bosques secos de la costa norte peruana [ej. Padron y Navarro-Cerillo (2007), Carnegie y Minam (2014) y Málaga *et al.* (2014)]. En la ecozona Sierra el valor encontrado en biomasa aérea está muy por debajo de los promedios obtenidos en otros estudios en los Andes peruanos (ej. Girardin *et al.* (2003) y Girardin *et al.* (2010) citado en Girardin (2003) indicados en el Cuadro N° 5.

Con respecto a la ecozona Selva Baja los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con los rangos establecidos en los mapas de biomasa de la región oeste de la Amazonía de Saatchi *et al.* (2007), que presentan un rango entre 200 a 300 t/ha de biomasa. Asimismo, nuestro resultado es superior a los valores estimados por Carnegie y Minam (2014) y por Málaga *et al.* (2014) en ecosistemas similares de la selva baja del departamento de Loreto; del mismo modo, es mayor a los valores obtenidos en los bosques húmedos tropicales de colina alta, colina baja, terraza alta y bosque de terraza baja inundable del departamento de Ucayali [ej. OIMT (2013)] (Cuadro N° 5).

Con respecto a los bosques de la ecozona Hidromórfica, las estimaciones de biomasa viva encontrado en nuestro estudio está por debajo de los valores reportados en otros estudios en bosques hidromórficos pantanosos [ej. Nebel (2000), Guzman (2003), Freitas *et al.* (2006), OIMT (2013), García *et al.* (2012) y Honorio *et al.* (2015)] (Cuadro N° 5). Los valores más altos fueron registrados por Guzman (2003) y Freitas *et al.* (2006), debido a que incluyeron la evaluación de los reservorios necromasa y suelo.

La cuantificación de carbono obtenido en la ecozona Costa en este estudio es ligeramente superior a los obtenidos por Carnegie y Minam (2014) y Padrón y Navarro-Cerrillo (2014) y muy similar al obtenido por Málaga *et al.* (2014). Estas diferencias, sobre todo con Carnegie y Minam (2014) y Padrón y Navarro-Cerrillo (2014) probablemente se debe a que estos estudios utilizaron sensores remotos en la cuantificación de carbono aéreo. En nuestro caso, el establecimiento de parcelas usando protocolos estándares es fundamental para

obtener la información de la composición y estructura de los bosques y así estimar decuadamente la biomasa aérea.

En la ecozona Sierra el valor de carbono registrado por Málaga *et al.* (2014) es ligeramente superior al obtenido en este estudio. Asimismo, los registros de carbono reportados por Girardin *et al.* (2010), citado en Girardin *et al.* (2003) en los bosques de los Andes peruanos son bastante superiores a nuestros resultados (Cuadro N° 5).

Con respecto a las densidades de carbono en la ecozona Selva Baja, estos son consistentes con los rangos comunes establecidos en los mapas de carbono de la región Amazónica de Saatchi *et al.* (2007) que dan cuenta de la existencia de alrededor de 100 a 150 t C/ha. En este contexto, nuestro resultado es ligeramente superior a los valores obtenidos por Málaga *et al.* (2014) y Carnegie y Minam (2014) en bosques de selva baja del departamento de Loreto. También es mayor a los valores obtenidos en los bosques húmedos tropicales de colina alta, colina baja, terraza alta y bosque de terraza baja inundable del departamento de Ucayali [ej. OIMT (2013)]. (Cuadro N° 5). Estas divergencias en cuantificación de carbono con Málaga *et al.* (2014) es que este último utilizó datos de distintas fuentes con diferentes metodologías en el levantamiento de campo, mientras que OIMT (2013) utilizó una metodología muy complicada en el registro de datos de campo. En el caso de Carnegie y Minam (2014), como ya se mencionó anteriormente utilizó sensores remotos y es muy probable que haya incluido en el cálculo áreas perturbadas con menor cantidad de carbono almacenado.

Respecto a la ecozona hidromórfica, nuestro registro de carbono entrega valor superior al obtenido por Málaga *et al.* (2014) y muy inferior en comparación a los resultados de estudios realizados por investigadores de IIAP [Guzmán (2003), Freitas *et al.* (2006), Nebel *et al.* (2000), García *et al.* (2012)] en ecosistemas aguajales de zonas bajas inundables (estructura semejante a la ecozona Hidromórfica), cuyos datos están indicados en el cuadro N° 5. La enorme diferencia entre nuestro resultado con reportes de Guzmán (2003), Freitas *et al.* (2006) y García *et al.* (2012) es que estos consideran el carbono almacenado en el suelo y necromasa, mientras que el presente informe analiza el carbono almacenado en el reservorio aéreo.

En esta línea, considerando los resultados de RAINFOR y el IIAP (Draper *et al.* 2014) sobre un estudio conducido en los ecosistemas inundables del abanico Pastaza-Marañon muestra alto contenido de carbono orgánico del suelo en aguajales, humedales y demás bosques inundables. En comparación con un bosque de tierra firme, los bosques inundables pueden llegar a mostrar concentraciones bastante más altas (en promedio 892 ± 535 t C/ha) principalmente referido al aporte de la biomasa subterránea (la biomasa aérea representa alrededor del 10% del stock) por ello resulta relevante realizar esfuerzos para obtener información que ayude a estimar el contenido de carbono en suelos para la ecozona hidromórfica.

Se conoce que la producción primaria neta de los bosques hidromórficos de la Amazonía baja es alta (Nebel *et al.* 2000). La producción de biomasa muerta es rápidamente integrada en la necromasa y acumulada debajo del suelo junto a otros restos orgánicos que debido a la saturación del agua en el suelo se conserva en forma de turba, sin embargo, este reservorio no se ha cuantificado en el presente estudio. Se estima que los pantanos acumulan casi el 90% del carbono debajo del suelo y contribuyen considerablemente con los reservorios de carbono a nivel regional y nacional (Draper *et al.*, 2014).

Los bosques de tierra firme de la Amazonía baja cuentan con mayor riqueza de especies comparado con los bosques hidromórficos, ya que presentan una composición y estructura particular que ha ganado el reconocimiento de los bosques más ricos del mundo (Gentry, 1988). Esta característica nos hace predecir una menor biomasa aérea en los bosques pantanosos frente a los de tierra firme; sin embargo, los bosques pantanosos presentan gran abundancia de palmeras de gran diámetro y altura, cuyas características no fueron debidamente evaluadas en este estudio. La altura y diámetro de las palmeras son variables importante que al no ser medida adecuadamente genera una subestimación de la biomasa total del bosque (Goodman *et al.* 2013), por lo que en lo sucesivo, se debe medir el diámetro y estimar con mayor precisión la altura de las palmeras que en gran abundancia medran en la ecozona hidromórfica.

Una comparación a nivel general entre los resultados obtenidos en el presente reporte frente a los resultados del Inventario Nacional Forestal del Ecuador (Casanoves *et al.*, 2014), que estima la existencia de una gradiente en el almacenamiento de biomasa y carbono en los bosques del Ecuador, encontrándose que los bosques secos son los que almacenan menos carbono y los bosques amazónicos almacenan mayores cantidades de carbono en términos de toneladas por hectárea (t C/ha), nuestros resultados muestran la misma tendencia; pero son relativamente inferiores a los valores del inventario nacional de Ecuador, debido principalmente a que el reporte es preliminar ya que corresponde al 10.4% del total de muestra planificada para todos los paneles, además solo se ha evaluado el contenido de biomasa y carbono aéreo.

En este sentido se espera que los resultados del presente análisis muestren variaciones positivas sobre los resultados para las diversas ecozonas (Hidromórfica, selva baja, costa y sierra) en tanto se vayan adicionando resultados de otros reservorios, como carbono orgánico del suelo, biomasa subterránea y materia orgánica muerta.

VI. CONCLUSIONES

- Los resultados presentados en este reporte, no deben ser considerados como definitivos, ya que la información utilizada como insumo para los cálculos corresponde al 52.7% del total de muestra del panel 1 y el 10.4% de la muestra total planificada a nivel nacional de todos los paneles. En este sentido, se deberá considerar estos resultados como preliminares.
- Las estimaciones de biomasa y contenido de carbono para las distintas ecozonas corresponden solo al reservorio de biomasa arriba del suelo (aérea).
- Los cálculos se realizaron utilizando la herramienta Evalidator, que considera los procedimientos definidos para el INFFS considerando el diseño estadístico de muestreo y levantamiento de información.
- El análisis respecto a biomasa promedio por hectárea, encontramos que para la ecozona selva baja es 283.5 t/ha, mientras que para las ecozonas hidromórfica, sierra y costa alcanzan cifras de 176.5 t/ha, 55.2 t/ha y 19.1 t/ha, respectivamente.
- En cuanto al contenido de carbono, los resultados muestran un valor de 138.9 t C/ha para la ecozona selva baja, mientras que para las ecozonas hidromórfica, sierra y costa alcanzan cifras de 86.5 t C/ha, 27.1 t C/ha y 9.4 t C/ha, respectivamente.
- Las estimaciones de biomasa y carbono en el territorio nacional muestran un gradiente decreciente desde los bosques de la selva baja peruana hacia los bosques de la sierra y costa peruana.
- Nuestros resultados en términos de captura de carbono en la ecozona selva baja está dentro del rango establecido en el mapa de carbono de la región Amazónica de Saatchi *et al.* (2007) y supera la mayoría de los valores reportados en la literatura para bosques tropicales.
- Los resultados hallados para la ecozona hidromórfica son inferiores frente a otros resultados para similar ámbito debido a que solo se ha considerado el carbono almacenado en el reservorio aéreo, a diferencia de los otros estudios que consideran el reservorio suelo y necromasa.
- Se espera que los resultados del presente análisis muestren variaciones positivas sobre los resultados para las diversas ecozonas (Hidromórfica, selva baja, costa y sierra) en tanto se vayan adicionando resultados de otros reservorios, como carbono orgánico del suelo, biomasa subterránea y materia orgánica muerta.

VII. RECOMENDACIONES

- Respecto a los cálculos de carbono en la ecozona hidromórfica, de acuerdo a reportes científicos se conoce que el mayor contenido de carbono se encuentra en el suelo, en ese sentido se recomienda realizar un esfuerzo para levantar información del reservorio suelo para este ámbito.
- Es necesario registrar en las libretas de campo la medición el diámetro y mejorar las estimaciones de altura de palmeras a fin de que se incluya adecuadamente el aporte de este taxón en el inventario de carbono.
- Se recomienda impulsar la firma de convenios entre SERFOR e instituciones académicas y de investigación para la generación información de contenidos de carbono forestal en diferentes ámbitos y distintos reservorios a nivel nacional.
- En relación a la herramienta informática para realizar los cálculos, se ha utilizado el EValidator; sin embargo, es conveniente definir si los futuros cálculos se realizarán con esta herramienta o se optará por otra. En este sentido, es importante capacitar a los especialistas sobre el manejo de la herramienta elegida.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a Natalia Málaga, Berioska Quispe y Jorge Cobián del Proyecto REDD+, Dirección de Cambio Climático y la Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural (DGEVFPN) del Ministerio del Ambiente (MINAN). La participación de los profesionales antes mencionados ha permitido procesar los datos y crear las bases para la redacción del presente informe.



BIBLIOGRAFÍA

- Achard, F.; Eva, H.D.; Stibig, H.J.; Mayaux, P.; Gallego, J., Richards, T. & Malingreau, J.P. 2002. Determination of deforestation rates of the world's human tropical forests. *Science*. 297: 999-1002.
- Brown, K. 1992. Carbon Sequestration and Storage in Tropical Forests. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment University of East Anglia. UK.
- Brown, S.; Sathaye, J.; Cannell, M.; Kauppi, P. 1996. Mitigation of carbon emission to the atmosphere by forest management. *Commonwealth Forestry Review*. 75(1): 80 – 91.
- Brown, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. A primer. A Forest Resources Assessment publication. FAO. Forestry Paper N° 135.
- Butcher, P.N.; Howard, J.M.; Regetz, J.S.; Semmens, B.X. & Vincent, M.A. 1998. Evaluating the Carbon Sequestration Potential of Tropical Forests. Donald Bren School of Environmental Science and Management.
- Carnegie & Minam. 2014. La Geografía del Carbono en alta resolución del Perú; Un Informe Conjunto del Observatorio Aéreo Carnegie y el Ministerio del Ambiente del Perú. Lima. Perú. 69 p.
- Casanoves F., Ospina M., Günter S., Chacón M., Villalobos R., Cifuentes M. 2014. Análisis de resultados de la evaluación nacional forestal del Ecuador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Quito. 145 p.
- Chave, J., C. Andalo, S. Brown, A. Cairns, J.Q. Chambers, H. Folster, F. Fromard, N. Higuchi, T. Kira, J.P. Lescure, B.W. Nelson, H. Ogawa, H. Puig, B. Riera Y T. Yamakura. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests, *Oecologia*, 145, 87–99
- Ciesla, W.M. 1996. Cambio Climático, Bosques y Ordenación Forestal. Una Visión de Conjunto. FAO. Roma. Italia.
- Díaz, R.; Acosta, M.; Carrillo, F.; Buendía, E.; Flores, E. & Etchevers, J.D. 2007. Determinación de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en *Pinus patula* Schl. et Cham. *Madera y Bosques*. 13(1): 25-34.
- DeFries, R.S.; Houghton, R.A.; Hansen, M.C.; Field, C.B.; Skole, D. & Townshend, J. 2002. Carbon emissions from tropical deforestation and regrowth based on satellite observations for the 1980s and 1990s. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*. 99: 14256-14261.
- Draper, F. C.; Roucoux, K. H.; Lawson, I. T.; Mitchard, E. T. A; Honorio, E. N.; Lähteenoja, O.; Torres, I.; Valderrama, E.; Zaráte, R. and Baker, T. R. 2014. The distribution and amount of carbon in the largest peatland complex in Amazonia. *Environmental Research Letters* N° 9. 12 p.

- Figuroa, C.; Etchevers, J.D.; Velázquez, A. & Acosta, M. 2005. Concentración de carbono en diferentes tipos de vegetación de la Sierra Norte de Oaxaca. *Terra*. 23: 57-64.
- Freitas, L.; Otárola, E.; Del Castillo, D.; Linares, C.; Martínez, P.; Malca, G. 2006. Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono del ecosistema aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto – Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Documento Técnico N° 29. Segunda edición. Iquitos. Perú. 62 p.
- García, D.; Honorio, E.; Del Castillo. 2012. Determinación del stock de carbono en aguajales de la cuenca del río Aguaytía, Ucayali – Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. V 21 (1 – 2): 153 – 160.
- García, D. y Del Castillo, D. 2013. Estimación del almacenamiento de carbono y estructura en bosques con presencia de bambú (*Guadua sarcocarpa*) de la Comunidad Nativa Bufe Pozo, Ucayali, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. *Folia Amazonica* V 21 (1 – 2): 105 – 113.
- Gentry, A. 1988. Tree species richness of upper Amazonian Forests. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 85: 156-159.
- Girardin, C.A.J.; Farfan-Rios, W.; Garcia, K.; Feeley, K.; Jørgensend, P.; Araujo Murakami, A.; Cayola, L.; Seidel, R.; Paniagua, N.; Fuentes, A.; Maldonado, C.; Silman, M.; Salinas, N.; Reynel, C.; Neill, D.; Serrano, M.; Caballero, C.; La Torre, M.A.; Macía, M.; Killeen, T.; Malhia, Y. 2013. Spatial patterns of above-ground structure, biomass and composition in a network of six Andean elevation transects. *Plant Ecology & Diversity* ahead-of-print. 7(1-2): 161-171.
- Goodman, R. C.; Phillips, O. L., Del Castillo, D.; Freitas, L.; Cortese, S. T.; Monteagudo, A. and Baker, T. R. 2013. Amazon palm biomass and allometry *For. Ecol. Manage.* N° 310: (994–1004).
- Guzmán, W. 2004. Valoración económica de beneficios ambientales en el manejo sostenible de humedales: Estudio del caso del Manejo Sostenible de Sistemas de “Aguajal” en la Comunidad de Parinari, Reserva Nacional Pacaya Samiria (RNPS). En: *Valoración Económica de los Bienes y Servicios Ambientales: Resultados del Segundo Programa de Becas 2002-2003*. Roger Loyola Gonzáles y Eduardo García Zamora (Editores). INRENA-USAID. Lima. Perú. 269-302 pp.
- Honorio, E.; Vega, J.; Corrales, M. 2015. Diversidad, estructura y carbono de los bosques aluviales del noreste peruano. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. *Folia Amazónica* V 24 (1):55 – 70.
- Husch, B. 2001. Estimación del contenido de carbono de los bosques. Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales. Valdivia. Chile. 13 p.
- IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change). 2001. Summary for policymakers. A report of working group I of the Intergovernmental Panel of Climate Change. (www.ipcc.ch).

- IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change). 2006. Guidelines for National greenhouse Gas Inventories. Chapter 4. Forest Land. Disponible en http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_04_Ch4_Forest_Land.pdf
- IUCC, PNUMA. 1995. Para comprender el cambio climático: guía elemental de la convención marco de las Naciones Unidas. Oficina de Información sobre el Cambio Climático. Oficina Suiza del Medio Ambiente de Bosques y Paisajes. Chatelaine. Suiza. 20 p.
- Jandl, R. 2001. Medición de tendencias en el tiempo del almacenamiento de carbono del suelo. Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales. Valdivia. Chile. 10 p.
- Leith H. & Whithacker R. 1975. Primary Productivity of the Biosphere. Ecological Studies V. 14. Springer-Verlag, New York-USA.
- Málaga, N. 2016. Memoria de la estimación de biomasa aérea arbórea en la ecozona Sierra. Ministerio del Ambiente. 2016. Lima. 19 p.
- Málaga, N.; Giudice, R.; Vargas, C.; Rojas, E. 2014. Estimación de los contenidos de carbono de la biomasa aérea en los bosques de Perú. MINAM. Lima. Perú. 65 p.
- Ministerio de Agricultura y Riego del Perú, Ministerio del Ambiente del Perú y FAO. 2014. Memoria descriptiva del mapa de Ecozonas. Lima: MINAGRI. En prensa.
- Minagri, Minam, Fao y Ministerio de Relaciones Exteriores de Finlandia. 2014. Marco metodológico del inventario nacional forestal. Proyecto Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático en el Perú - INF, GCP/GLO/194/MUL. Primera edición. 60 p.
- Minam. 2009. Identificación de Metodologías existentes para determinar stock de carbono en ecosistemas forestales. Segunda Comunicación Nacional del Perú ante la Convención Marco de Naciones Unidas Ante el Cambio Climático. Lima. 99 p.
- Nebel, G.; Grasdted, J.; Salazar, A. 2000. Depósito de detrito, biomasa y producción primaria neta en los bosques de la llanura aluvial inundable de la amazonia peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Folia Amazónica V 11 (1-2):41-63
- Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT). 2013. Estimación del carbono almacenado en la biomasa del bosque de las Comunidades Nativas de Callería, Flor de Ucayali, Buenos Aires, Roya, Curiaca, Pueblo Nuevo del Caco y Puerto Nuevo en la región de Ucayali – Perú. Proyecto “Puesta en valor de los servicios ambientales de los bosques manejados de 07 comunidades nativas”. 41 p.
- Padrón, E. & Navarro-Cerrillo, R. 2007. Aboveground biomass in *Prosopis pallida* (Humb. and Bonpl. ex Willd.) H. B. K. ecosystems using Landsat 7 ETM+ images. Revista Chilena de Historia Natural V80: 43-53.

- Rodríguez, R.; Jiménez, J.; Aguirre, O.A. & Treviño E.J. 2006. Estimación del Carbono almacenado en un bosque de niebla en Tamaulipas, México. *Ciencia UANL*. 9(2): 179-187.
- Saatchi, S.; Halligan, K.; Despain, D. & Crabtree, R. 2007. Estimation of forest fuel load from radar remote sensing. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 45, 1726-1740.
- Santana, R.F.; Vacalla, J.; Salazar, A. & Ximenes, M. 2008. Manejo de Aguaje (buriti) na Comunidade de Parinari – Reserva Nacional Pacaya Samiria na Região de Loreto no Peru: uma proposta de pagamento por serviço ambiental carbono. IV Encontro Nacional da Anppas. Brasília - DF – Brasil. 19 p.
- Schlesinger W.H. & Andrews J.A. 2000. Soil respiration and the global carbon cycle. *Biogeochemistry*. 48: 7-20.

Cuadro N° 5. Resumen de algunos estudios de cuantificación de biomasa aérea y carbono por regiones según fuente bibliográfica

Fuente	Localización y ecozona	Tamaño y forma de la parcela	DAP mín (cm)	Biomasa Aérea (t/ha)	Carbono (tC/ha)
Carnegie y Minan (2014)	Costa Norte/Costa	Sensores remotos		2 - 16	1 - 8
Carnegie y Minan (2014)	Loreto/Selva baja	Sensores remotos		256	128
Padrón y Navarro-Cerrillo (2007)	Costa Norte/Costa	Sensores remotos		0 - 9	0 - 4.5
Málaga <i>et al.</i> (2014)	Costa Norte/Costa	Diferentes formas y tamaños	5	17.09	8.37
Málaga <i>et al.</i> (2014)	Sierra/Ecozona Sierra	Diferentes formas y tamaños	5	63.96	31.34
Málaga <i>et al.</i> (2014)	Loreto/Selva baja	Diferentes formas y tamaños	10	238.24	116.74
Málaga <i>et al.</i> (2014)	Loreto/Hidromórfica	Diferentes formas y tamaños	10	143.39	70.26
Freitas <i>et al.</i> (2006)	Loreto/Hidromórfica (Aguajal denso)	Cuadrada 50 x50 m	10	235.96	484.52*
Freitas <i>et al.</i> (2006)	Loreto/Hidromórfica (Aguajal mixto)	Cuadrada 50 x50 m	10	179.52	424.72*
Guzmán (2003)	Loreto/hidromórfico (Aguajal con manejo)		10	1087.54	543.77*
Guzmán (2003)	Loreto/hidromórfico (Aguajal sin manejo)		10	1244.24	622.12*
Nebel <i>et al.</i> (2000)	Loreto/Hidromórfico (Bosque pantanoso-río Ucayali)	Cuadrado 100 x 100 m	10	493.84	246.92
Honorio <i>et al.</i> (2015)	Loreto/hidromórfico (Ocho zonas de bosques pantanosos)	Rectángulo 50 x 100 m	10	196.6	98.3
García <i>et al.</i> (2012)	Ucayali/Hidromórfica (Aguajal de terraza inundable)	Rectángulo 100 x25 m	10	609.2	304.6*
García y del Castillo (2013)	Ucayali/Bosque pacal no inundable	Rectángulo 10 x 25 m	10	215.45	107.73
OIMT (2013)	Ucayali/Hidromórfico	Circular 30 m de radio	5	231.52	115.76
OIMT (2013)	Ucayali/Colina Alta	Circular 30 m de radio	5	246.08	123.04
OIMT (2013)	Ucayali/Colina Baja	Circular 30 m de radio	5	229.06	114.53
OIMT (2013)	Ucayali/Terraza Alta	Circular 30 m de radio	5	225.6	112.8
OIMT (2013)	Ucayali/Terraza Media	Circular 30 m de radio	5	238.52	119.26
OIMT (2013)	Ucayali/Terraza Baja Inundable	Circular 30 m de radio	5	230.48	115.24
Girardin <i>et al.</i> (2003)	Andes peruano (3450 msnm)			96	43
Girardin <i>et al.</i> (2010), citado por Girardin <i>et al.</i> 2003)	Andes peruano (2380 msnm)			246.98	123.49
Girardin <i>et al.</i> (2010), citado por Girardin <i>et al.</i> 2003)	Andes peruano (1855 msnm)			111.14	55.57
Girardin <i>et al.</i> (2010), citado por Girardin <i>et al.</i> 2003)	Andes peruano (1000 msnm)			158.9	79.45
En este estudio	Costa Norte (ecozona Costa)	Conglomerado en "L" con 10 círculos de 12.62 m de radio	5	19.1	9.4
En este estudio	Sierra (ecozona Sierra)	Conglomerado en "L" con 10 círculos de 12.62 m de radio	5	55.2	27.1
En este estudio	Selva baja (ecozona selva baja)	Conglomerado en "L" con 7 subparcelas de 20 x50 m	10	283.5	138.9
En este estudio	Selva baja (ecozona hidromórfica)	Conglomerado en "L" con 10 círculos de 12.62 m de radio	10	176.5	86.5

*Incluye carbono del reservorio necromasa y edáfico

GLOSARIO DE TÉRMINOS IMPORTANTES PARA EL INFFS

Árbol

Planta leñosa con tallo principal (tronco) de por lo menos 3m de alto y con copa bien definida.

Arbusto

Planta semileñosa de menos de 2 m de alto, sin tallo principal porque se ramifica desde la base.

Biomasa

Masa total de materia viva de un componente o reservorio que suele expresarse como peso seco.

Bosque

Se denomina así a comunidades arbóreas o de palmeras arborescentes a partir de 2m de altura para las ecozonas costa y sierra y 5 m de altura para las ecozonas selva baja, selva alta e hidromórfica y ocupan una superficie de terreno mínimo de 0.5 ha y una cobertura de copa a partir de 10% y ancho de 20 m

Copa

Conjunto de ramas de un árbol que se disponen en la cima o parte superior del tallo o tronco.

Emisiones

Liberación de gases de efecto invernadero y/o de sus precursores en la atmósfera, en una zona y por un periodo determinado.

Evalidator

Aplicativo especializado en el procesamiento de datos de inventarios forestales y carbono, diseñado por el USDA.

Factores de emisión

Coeficiente que cuantifica las emisiones o abosorciones de un gas por actividad unitaria. Los factores de emisión suelen basarse en una muestra de datos de medición, promediada para elaborar un índice representativo de emisión para un nivel de actividad dado, de acuerdo con un cierto conjunto de condiciones de funcionamiento.

Fisonomía

Rasgos morfológicos externos de una planta.

Flora

Conjunto de especies vegetales que se encuentran en un determinado lugar y su respectiva clasificación taxonómica.

Interpretación de imágenes

Técnica que permite examinar, identificar y delinear objetos a través de imágenes satelitales.

Inventario de la Flora

Registro y medición de las especies vegetales de una determinada área.

Pacal

Tipo de cobertura vegetal representada por comunidades puras del género *Guadua*, conocido localmente como "paca".

Palmeral

Comunidad con dominancia de palmeras.

Parámetro

Atributo o valor de una variable basado en una muestra, que es tomado como necesario para analizar o valorar una situación.

Potencial forestal

Posibilidad de ofrecer productos forestales maderables y no maderables.

Potencial Florístico

Posibilidad de ofrecer una diversidad de especies de plantas.

Regeneración natural

Es la población futura de una comunidad vegetal, conformado por individuos juveniles con $dap < 10$ cm en los boques húmedos y subhúmedos de la selva amazónica y subhúmedos de la selva del pacífico, y con $dap < 5$ cm en los bosques áridos y semiáridos del noreste, así como en los bosques altoandinos.

Reservorio

Componente o componentes del sistema climático en el cual almacenan un gas de efecto invernadero o un precursor de un gas de efecto invernadero.

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ABERG	Andes Biodiversity and Ecosystem Research Group
ACP	Área de Conservación Privada
ADEFOR	Asociación Civil para la Investigación y el Desarrollo Forestal
ANP	Área Natural Protegida
BT	Bosques de Transición
BTP	Bosques Tropicales del Pacífico
CDC	Centro de Datos para la Conservación
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas ante el Cambio Climático
CV	Coeficiente de variación
DAP	Diámetro a la altura del pecho
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GEMA	Servicios Geográficos & Medio Ambiente
GORE	Gobiernos regionales
GTA	Grupo Técnico de Apoyo
IBPP	Inventario de Bosques de Producción Permanente
IMA	Incremento Medio Anual
INF	Inventario Nacional Forestal
INFFS	Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre
IUCN	International Union for Conservation of Nature
IIAP	Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
IVI	Índice Valor Importancia
MINAGRI	Ministerio de Agricultura y Riego
MINAM	Ministerio del Ambiente
MSEF	Monitoreo Socioeconómico Forestal
MFS	Manejo Forestal Sostenible
OIMT	Organización Internacional de Maderas Tropicales
PFSI	Programa de Cooperación del Servicio Forestal de los Estados Unidos de América en Perú
PROBONA	Programa de Bosques Nativos y Agroecosistemas Andinos
REDD+	Reducción de Emisiones causadas por la Deforestación y Degradación de los Bosques
SERNANP	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
TLC	Tratado Libre Comercio
UNALM	Universidad Nacional Agraria La Molina
UNFF	Foro de las Naciones Unidas sobre los Bosques
UR	Unidad de Registro
USFS	Servicio Forestal de los Estados Unidos
UTC	Unidad Técnica Central
UNCED	Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
USFS	Servicio Forestal Norteamericano
WWF	World Wildlife Fund

EQUIPO TÉCNICO QUE HIZO EL REPORTE PARCIAL DEL INFFS

FORMULACIÓN DEL INFORME

- Juan Baluarte Vásquez
- Erica Castro Aponte
- Alexs Arana Olivos
- Alfonso Zuñiga Hartley
- Natalia Málaga Durán

DEFINICION DE CLUSTERS DE LOS 5 PANELES DE LAS 6 ECOZONAS

- Ricardo De La Cruz Paiva
- José Salazar Rivero

ELABORACIÓN DE MAPAS

- Ricardo De La Cruz Paiva
- José Salazar Rivero

LIMPIEZA DE LA BASE DE DATOS

- David Velarde
- Edwin Ángeles
- Daniel Ascencios Vásquez
- Juan Baluarte Vásquez
- Erica Castro Aponte
- Gabriel Clostre Orellana
- Carmen Damian Espinoza
- Ricardo De La Cruz Paiva
- Patricia Duran Montesinos
- Adriana Jiménez Campos
- Nilda Olivera Salcedo
- James Rivera Gonzáles
- José Salazar Rivero
- Christian Sánchez Montesinos
- Germán Sánchez Rojas
- Kanebo Vargas Campos
- Alfonso Zúñiga Hartley

PROCESAMIENTO ESTADISTICO

- Grimaldo Febres – consultor FAO
- Alexs Arana
- Natalia Málaga Duran – MINAM/PNCBMC
- Berioska Quispe – MINAM-DGCCDRH

- Jorge Cobian – MINAM- DGEVFPN

ANALISIS DE RESULTADOS

- Juan Baluarte Vásquez
- Erica Castro Aponte
- Alexs Arana
- Natalia Málaga Duran
- Alfonso Zúñiga Hartley

ELABORACIÓN DEL INFORME

- Juan Baluarte Vásquez
- Erica Castro Aponte
- Alexs Arana
- Alfonso Zuñiga
- Natalia Málaga Duran

SOPORTE TÉCNICO

- Andy Lister – PFSI
- Paul Paterson - PFSI

SOPORTE ADMINISTRATIVO

- Carmen Novella
- María Del Pilar Rodriguez
- Cristian Ronseros

REVISIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO

- Elvira Gómez Rivero

PARTICIPANTES EN EL DISEÑO DEL INFFS

CONCEPTUALIZACIÓN DE LOS CRITERIOS PARA EL DISEÑO DEL INFFS

- Carla Ramirez Zea - FAO
- Anssi Pekkarinnen – FAO
- Jorge Malleux – Consultor FAO
- Teddy Peñaherrera – Consultor FAO
- Antonio Morizaki – MINAG/DGFFS
- Humberto León – MINAG/DGFFS
- Renzo Vergara – MINAG/DGFFS
- Rudy Tapia - MINAG/DGFFS
- Jenri Ruiz – MINAG/DGFFS
- Manuel Olavarría – MINAG/ DGFFS
- Verónica Sobrevilla – MINAG/ DGFFS
- Rosario Acero - MINAG
- Rocío Malleux – MINAG
- Sara Yalle – MINAG/DGAAA
- Jessica Gálvez – MINAG/DGFFS
- Beatriz Dapozzo Ibáñez – MINAG/DGFFS
- Berioska Quispe - MINAM
- Jasiel Blanco - MINAM
- Daniel Matos - MINAM
- Laura Secada - MINAM
- Hubert Portuguez - MINAM
- Lucas Dourojeanni - MINAM
- William Llactayo - MINAM
- Daniel Galaguer MINAM
- Alexander Montero MINAM
- Germán Marchand MINAM
- Freddy Gutiérrez MINAM
- Renzo Barrón SERNANP
- Andrew Lister – US Forest Service
- Charles Scott - US Forest Service
- Pavel Bermúdez PSFI/USFS
- Craig Wayson – Silva Carbon
- Claudia Lebel - AIDER
- Cecilia Macera - Acción Agraria
- José Dancé Caballero - Bosques, Sociedad
- Peter Schlesinger - Carbon Decisions International
- Luis Campos - Conservation International
- Carlos Linares – Consultor
- Mary Menton - CIFOR
- María de los Ángeles La Torre - ICRAF

- Lizardo Fachín Malaverri – IIAP
- Percy Martínez Davila - IIAP
- Ricardo Zárate Gómez - IIAP
- Juan Carlos Ocaña UNALM
- Víctor Barrena Arroyo UNALM
- Carlos Vargas - UNALM
- Fernando Regal UNALM
- Steven Sevillano - Wildlife Conservation Society (WCS)
- Carla Zuñiga – Consultora
- Roxana Guillen - Consultora

DISEÑO DE HERRAMIENTAS Y COORDINACIÓN DE LA COOPERACIÓN

EVALIDATOR

- Patrick Miles – US Forest Service
- Thomas Brandeis - US Forest Service
- Paul Patterson - US Forest Service
- Tracy Frescino - US Forest Service

SIBP2

- Asdrubal Calderón – Consultor
- US Forest Service

OPEN FORIS COLLECT y CALC

- Cosimo Togna - FAO
- Stefano Ricci – FAO
- Gino Michelli – FAO

EQUIPO DE COORDINACION DE LA COOPERACION

- Carla Ramírez Zea – Asesora Principal FAO
- Teija Reyes - FAO
- Erín Carey
- Ashley Warriner
- Pavel Bermúdez

EQUIPO DE UNIDAD TECNICA DE COORDINACIÓN DEL INFFS

- José Dance Caballero - UTC
- Francisco Reátegui – UTC
- Patricia Duran - UTC
- Patricia Huertas - UTC
- Luis Morales – UTC
- Edgar Mego – UTC
- Adeir Mondragon - UTC
- Jorge Cobian - MINAM
- Brioska Quispe - MINAM
- Jasiel Blanco - MINAM
- Guillermo Zapata – MINAM

CONSULTAS TÉCNICAS PARTICIPATIVAS– GRUPOS REGIONALES

GRUPOS REGIONALES

1. Loreto
2. San Martín
3. Ucayali
4. Madre de Dios
5. Amazonas, Cajamarca
6. Cusco, Ayacucho, Apurímac
7. Junín, Pasco, Huánuco, Huancavelica
8. Arequipa, Tacna, Moquegua, Puno
9. Lima, Ica, Ancash, La Libertad, Callao
10. Piura, Tumbes, Lambayeque

PRECEDENCIA	CIUDAD SEDE	REGIONES ADMINISTRATIVAS PARTICIPANTES	FECHA DE REUNIÓN
1	Iquitos	Loreto	9 de julio
2	Pucallpa	Ucayali	26 de julio
3	Moyobamba	San Martín	31 de julio
4	Puerto Maldonado	Madre de Dios	31 de julio
5	Chachapoyas	Amazonas, Cajamarca	3 de agosto
6	Cusco	Cusco, Apurímac	3 de agosto
7	Arequipa	Arequipa, Moquegua, Puno	7 de agosto
8	Lima	Huánuco, Huancavelica, Pasco	10 de agosto
9	Piura	Piura, Tumbes, Lambayeque	14 de agosto
10	Lima	La Libertad, Junín, Lima, Callao	17 de agosto

Gerentes y colaboradores por Región en el Diseño del INFFS

REGION	CARGO	NOMBRES
LORETO	Director Ejecutivo Colaborador	Ing. Abel Benites
CAJAMARCA	Gerente Colaborador	Ing. Rolando Reategui Sub Gerente: Ing. James Rivera
AMAZONAS	Gerente Colaborador	Ing. Juan Moncada Ing. Miguel Alva Reátegui
SAN MARTIN	Gerente Colaborador	Ing. Silvia Reategui Ing. Karla Mendoza
MADRE DE DIOS	Gerente Colaborador	Ing Cesar Huisa Ing. Piero Rengifo Cardenas
UCAYALI	Gerente Colaborador	Ing. Marcial Pezo Ing. Miguel Cambero Ramos
CUSCO	Gerente Colaborador	Blga. Ninoska Rozas Ing. Israel Aragon
APURIMAC	Gerente Colaborador	Ing. Francisco Carrion Ing. Hernan Sanchez
AYACUCHO	Gerente Colaborador	Blgo. Willian Ayala
AREQUIPA	Gerente Colaborador	Ing. Guido Roca Blgo. Anibal Diaz
MOQUEGUA	Gerente Colaborador	Ing. Agapito Mamani Blo. Edwin Gutierrez
PUNO	Gerente Colaborador	Blgo. Roger Cahua
JUNIN	Gerente Colaborador	Ing. Ulises Panes
PASCO	Gerente Colaborador	Ing. Julio Palomino Ing. Nexzer Rimari
HUANUCO	Gerente Colaborador	Ing. Eloy Alzamora
HUANCAVELICA	Gerente Colaborador	Ing. Reden Suarez
PIURA	Gerente Colaborador	Ing. Cristina Del Pilar Portocarrero Ing. Abraham Diaz
TUMBES	Gerente Colaborador	Ing. Erling Francisco Jimenez
LAMBAYEQUE	Gerente Colaborador	Ing. William Mendoza
CALLAO	Gerente Colaborador	Ing. Julio Echazu
LIMA	Gerente Colaborador	Ing. Abel Vidal Quim. Paola Galvan
ANCASH	Gerente Colaborador	Ing. Erick Mautino
LA LIBERTAD	Gerente Colaborador	Lic. Norberto Escobedo

Brigadas de campo INFFS – Costa y Sierra

COSTA NORTE – MARZO 2013		
N°	NOMBRE	CARGO
1	Rubén Darío Benites Sierra	Jefe
2	Elberth Edevaly Puse Fernández	Fauna
3	Damián Olivos Rivas	Flora
4	Eider Jarold Marín Jullca	Fauna
5	Luis Alberto Calderón Remaycuna	Flora
6	Anabel Navarro Carrillo	Jefe
7	Jaime Ruiz Gonzales	Supervisor
8	Johana Maritza Cruz Llacsahuanga	Control de calidad
9	Leyli Roxana Laban Cabrera	Control de calidad

SIERRA – 2015 / CANDES		
N°	NOMBRE	CARGO
1	Ing. Carlos Garnica	Coordinador General del Proceso
2	Ing. Juan Carlos Ocaña	Coordinador Técnico
3	Ing. Jorge Carranza	Coordinador de Campo y Logística
4	Bach. Hatzel Ortiz	Especialista en Sistemas de Información Geográfica
5	Ing. Lenny García Naranjo	Jefes de Brigada
6	Bach. Vicente Masías	
7	Ing. Daigard Ortega	
8	Ing. Robín Fernández	Especialistas en Botánica
9	Ing. Eli Pariente	
10	Blgo. Ítalo Revilla	
11	Blgo. Segundo Crespo	Especialistas en Fauna Silvestre

SIERRA – 2015 / CANDES		
N°	NOMBRE	CARGO
12	Blgo. Karlom Herrera	Especialistas en Fauna Silvestre
13	Bach. Luis Ríos	
14	Blga. Rafaela Novoa	
15	Blgo. Emil Rivas	
16	Bach. Leissy Domínguez	Asistentes de Brigada
17	Bach. Daniela Requena	
18	Bach. Vanessa Moreano	
19	Bach. Shirley Mormontoy	
20	M.Sc. Víctor Barrena	Asesor en Inventarios Forestales
21	Ph.D. Carlos Reynel	Asesor Botánica
22	M.Sc. Manuel Ríos	Asesor en Fauna Silvestre
23	Ing. Antonio Tovar	
24	Ing. Carlos Vargas	Asesor en Base de Datos

Brigadas de campo INFFS – Selva Baja Loreto

SELVA BAJA LORETO – JUNIO 2013		
N°	NOMBRE	CARGO
1	Miqueas Perez Walter	Asistente en flora
2	José Adrián Aguilar Flores	
3	Marco Antonio Olortegui Flores	
4	Nicole Mitidieri Rivera	
5	Rubí Mariana Vigo Teco	
6	Erma Babilonia Cáceres	
7	Gabriel García Mendoza	
8	Clara del Rosario Sandoval Rodríguez	Fauna
9	Elvis Jackson Charpentier Uraco	
10	Victor Hugo Contreras Campos	
11	Kenny Tairon Gómez Vela	
12	Jack Antoni Moncada Lauriano	

SELVA BAJA LORETO – JUNIO 2013		
N°	NOMBRE	CARGO
13	Ricardo Villacorta Mora	Jefe
14	Carlos Gabriel Hidalgo Pizango	
15	Edwin Ricardo Mathews Cumapa	
16	Jerson Ocmin Galan	
17	Carlos Eduardo Paredes Flores	
18	Cesar Junior Calderon Rengifo	
19	Gregorio Juan Carpio Sánchez	Matero
20	Leodovigilio Vela Salas	
21	Julio Santo Siri Rodriguez	
22	Ivan Melendez Rengifo	
23	Julio Melvin Siri Huayanga	
24	Jeiner Hurimachi Panduro	

Brigadas de campo INFFS – Selva Baja Loreto

SELVA BAJA UCAYALI - OCTUBRE 2013 /FONAM		
N°	NOMBRE	CARGO
1	Edwin Ricardo Mathews Cumapa	Jefe
2	Edgar Max Pérez Padilla	Especialista en identificación botánica
3	Tony Enrique Noriega Piña	Especialista en fauna silvestre
4	Julio Melvin Siri Huayamba	Matero
5	Santos Siri Huayamba	Sanitario
6	Nicky Sandoval Macedo	Jefe
7	Juan Carlos Jiménez Guerrero	Especialista en identificación botánica
8	Liseth Estefany Lavajos Cárdenas	Especialista en fauna silvestre
9	Gregorio Juan Carpio Sánchez	Matero
10	Gerson Veintimilla Mozombite	Sanitario
11	Carlos Eduardo Paredes Flores	Jefe
12	Geancarlo Cohelo Huaymacari	Especialista en identificación botánica
13	Kenny Tairon Gómez Vela	Especialista en fauna silvestre
14	Leandro Natorce Huansi	Matero
15	Atenas López Ríos	Sanitario
16	Erma Babilonia Cáceres	Jefe
17	José Manuel Reyna Huaymacari	Especialista en identificación botánica
18	Roland Royer Rengifo Ramirez	Especialista en fauna silvestre
19	Guillermo Jipa Prada	Matero
20	Laura Maritza Ermijo Pinedo	Sanitario
21	Marco Arturo Olortegui Flores	Jefe
22	Roger Soplin Rios	Especialista en identificación botánica
23	Edgardo Gabriel Mori Insapillo	Especialista en fauna silvestre
24	Eliseo Cachique Nuñez	Matero

SELVA BAJA (FONAM), OCTUBRE 2013		
N°	NOMBRE	CARGO
25	Melita Isabel Arévalo Malafaya	Sanitario
26	Jerson Ocmin Galan	Jefe
27	Julissa Rengifo Tello	Flora
28	Edward Jimmy Alarcón Mozombite	Flora
29	Jelhoanne De Jesus Pinheyro Rodríguez	Especialista en fauna silvestre
30	Leovigildo Vela Salas	Matero
31	Eliseo Cachique Nuñez	Matero
32	Roxana Vásquez Quiroz	Sanitario
33	Melita Isabel Arévalo Malafaya	Sanitario
34	Ricardo Villacorta Mora	Jefe
35	Diana Wieslawa Meza Mori	Especialista en identificación botánica
36	Juan José Huanaquiri Ahuanari	Especialista en fauna silvestre
37	Jarlis Isuiza Chota	Matero
38	Rut Yoana Pereyra Gómez	Sanitario
39	Carlos Gabriel Hidalgo Pizango	Jefe
40	Edward Jimmy Alarcón Mozombite	Especialista en identificación botánica
41	Andy Bicerra Canayo	Especialista en fauna silvestre
42	Julio Santos Siri Rodríguez	Matero
43	Romero Angulo Vargas	Sanitario
44	César Junior Calderón Rengifo	Jefe
45	Rubí Mariana Vigo Teco	Especialista en identificación botánica
46	Joseph Zegarra Liao	Especialista en fauna silvestre
47	Rogelio Vásquez Prada	Matero
48	Thalia Villacorta Pérez	Sanitario

Brigadas de campo INFFS – Hidromórfica – Loreto

HIDROMÓRFICA - NOVIEMBRE 2013		
N°	NOMBRE	CARGO
1	Nicole Mitidieri Rivera	Jefe de Brigada
2	Carlo Magno Shapiama Villacorta	Asistente
3	Manuel Córdova Berrú	Especialista en Fauna
4	Jorge Willer Ayachi Casternoque	Especialista en Flora
5	Jose Huayamba Yaicate	Téc. Enfermería
6	Linder Felipe Mozombite Pinto	Jefe de Brigada
7	Carlos Hugo Vásquez Vásquez	Asistente
8	Liz Gisella Tananta López	Especialista en Fauna
9	George Pepe Gallardo Gonzáles	Especialista en Flora
10	Raquel Tamani Yaicate	Téc. Enfermería
11	Danny Vela García	Jefe de Brigada
12	Francisco Cachique Salinas	Asistente
13	Sixto Mananita Curinuqui	Especialista en Fauna

HIDROMÓRFICA - NOVIEMBRE 2013		
Nº	NOMBRE	CARGO
14	Diego Nicolás Macedo Ramírez	Especialista en Flora
15	Arman Shupingahua Padilla	Téc. Enfermería
16	Jack Antoni Moncada Lauriano	Jefe de Brigada
17	Leodovigildo Vela Salas	Asistente
18	Ian Paul Simon Medina Torres	Especialista en Fauna
19	Hilda Paulette Dávila Doza	Especialista en Flora
20	Willian Hugo Huayamba Yaicate	Téc. Enfermería
21	Jaime Ruiz Gonzáles	Supervisor
22	Eneas Pérez Walter	Botánico
23	Elvis Harry Valderrama Sandoval	Botánico
24	Tony Jonatan Mori Vargas	Botánico
25	Carlos Alberto Amasifuen Guerra	Botánico
26	Jorge Luis Yaicate Murayari	Téc. Enfermería

Brigadas de campo INFFS – Selva Baja Ucayali

SELVA BAJA UCAYALI - NOVIEMBRE 2014		
Nº	NOMBRE	CARGO
1	José Rengifo Shuña	Jefe de brigada
2	Huber Torres Calampa	Matero
3	Oscar Ramirez Miranda	Especialista en fauna
4	Linder Villacorta Mora	Especialista botánico
5	Hers Fredy Checalle Tang	Jefe de brigada
6	Dan Janhson Zavaleta Cárdenas	Especialista botánico
7	Raul Cachique López	Matero
8	Piter Soto Corzo	Especialista en fauna
9	Juan Carlos Rioja Cordova	Jefe de brigada
10	Mahli Rohe Tarazona Flores	Especialista botánico
11	Mario Yumbato Aranda	Matero
12	Christian Daniel Atencia Muñoz	Especialista en fauna
13	Frankling Lopez Panduro	Jefe de brigada
14	Carlos David Huaya Cauper	Especialista botánico
15	Emilio Pezo Tuanama	Matero
16	José Carlos Cambero Ramos	Especialista en fauna

SELVA BAJA UCAYALI, NOVIEMBRE 2014

Nº	NOMBRE	CARGO
17	Alfonso Torres Vasquez	Jefe de brigada
18	Victor Vela Marquez	Especialista botánico
19	Bicecomio Valeriano Lopez Duran	Matero
20	Himber Edward Ramirez Sanchez	Especialista en fauna
21	Lenin Vela Tapullima	Cocinero
22	Gimble Albert Perez Tangoa	Enfermero
23	Hicler Rodriguez Guimaraes	Motorista
24	Julio Cesar Urquia Sanchez	Cocinero
25	Bruce Arirama Tamani	Cocinero
26	Luis Antonio Chung Andrade	Enfermero
27	Carlos Franco Solsol Chumbe	Enfermero
28	Ricardo Clayton Espinar Pasmíño	Cocinero
29	Jose Luis Valderrama Tananta	Cocinero
30	Onésimo Franco Muñoz	Enfermero
31	Luis Macedo Mahua	Enfermero
32	Wilker Silva Silvano	Cocinero

www.serfor.gob.pe



ALIADOS INSTITUCIONALES



**GOBIERNOS
REGIONALES**

