



Pincirolí, Laura

# Evaluación del estado de conservación productivo de los distintos bosques altitudinales de Yungas a través de Criterios e Indicadores para su aplicación en los Planes de Manejo Forestal Sostenible (PMFS) en las provincias de Jujuy y Salta, Argentina. ...



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.  
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

*Cita recomendada:*

Pincirolí, L. (2026). *Evaluación del estado de conservación productivo de los distintos bosques altitudinales de Yungas a través de Criterios e Indicadores para su aplicación en los Planes de Manejo Forestal Sostenible (PMFS) en las provincias de Jujuy y Salta, Argentina. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/6129>*

Puede encontrar éste y otros documentos en: <https://ridaa.unq.edu.ar>

## **Evaluación del estado de conservación productivo de los distintos bosques altitudinales de Yungas a través de Criterios e Indicadores para su aplicación en los Planes de Manejo Forestal Sostenible (PMFS) en las provincias de Jujuy y Salta, Argentina.**

**TESIS DE MAESTRÍA**

**Laura Pincioli**

laupincioli@gmail.com

### **Resumen**

Históricamente, el bosque nativo en nuestro país ha sufrido una reducción en su superficie como consecuencia de la expansión de la frontera agrícola y una pérdida de su calidad dada en parte por usos extractivos de productos forestales madereros. Este uso del bosque se ha realizado de manera desordenada, sin la aplicación de criterios técnicos, fundamentalmente por la falta de información de base ecológica y de prácticas de manejo forestal acordes.

Actualmente las Leyes Nacionales 26.331 y 27.487 coinciden en el incentivo y fomento de planes de reforestación y enriquecimiento de bosques nativos degradados, sin embargo, no existen parámetros cuantitativos y/o cualitativos formales que definan lo que es un bosque nativo degradado. Esta inexistencia de criterios e indicadores de umbrales de la condición forestal que orienten la toma de decisiones para el manejo sostenible del bosque tiene connotaciones prácticas importantes en la aplicación de estas leyes.

En este contexto, es fundamental determinar formalmente criterios e indicadores que permitan evaluar las características del bosque generando herramientas prácticas para las intervenciones que se realizan en el marco de los PMFS. Dicha información no sólo será relevante para los profesionales y propietarios para mejorar sus prácticas de intervención sobre los bosques nativos de las Yungas sino también para el sector gubernamental al momento de evaluar los PMFS y para guiar la implementación de las políticas forestales en la región como las vinculadas al cambio climático.

Se analizó la información recabada por la Red Subtropical de Parcelas Permanentes (RedSPP) en las provincias de Salta y Jujuy, donde se encuentran establecidas 48 parcelas a lo largo del gradiente altitudinal de las Yungas en bosques que se presuponen con un buen estado de conservación. Para cada piso altitudinal, se caracterizó la estructura horizontal,

determinando la densidad de individuos por hectárea y la riqueza. Además, se definieron indicadores tomando como referencia lo trabajado en un taller regional organizado por autoridades nacionales y provinciales en el cual participaron especialistas del sector forestal de Salta y Jujuy. Los indicadores propuestos son: área basal total (ABT), la relación entre área basal de las especies maderables sobre el área basal de todas las especies (ABM/ABT), la abundancia de árboles futuro maderables (AFM) y el Índice de Valor de Importancia relativo de las especies maderables (IVIrM). Dichos indicadores aportan al Criterio “El mantenimiento de la capacidad productiva de los ecosistemas forestales” que corresponde al Criterio 2 del Proceso de Montreal. Los umbrales máximos (óptimos) y mínimos que definen el estado de calidad o conservación de un determinado tipo de bosque fueron establecidos con los datos de la RedSPP y puestos a prueba con los resultados de los indicadores de tres inventarios forestales realizados en la región para evaluar su utilidad y entender si permiten determinar de forma práctica las características del estado de conservación del bosque desde el punto de vista productivo maderable por medio de los indicadores propuestos.

Como resultado se adaptó un diagrama desarrollado por Sanchez et al., (2013), que permite de forma ágil ingresar con los valores de los indicadores obtenidos en un inventario forestal de forma tal de caracterizar el estado de conservación del bosque y las recomendaciones generales de manejo forestal.

Finalmente se concluye que los indicadores funcionan en conjunto, siendo que el ABT define en primera instancia si el bosque presenta condiciones o limitantes para su aprovechamiento, luego la relación ABM/ABT y el IVIrM nos muestran el peso de las especies maderables o interés comercial, siendo el primero más sencillo de calcular.

Finalmente, el indicador AFM es el que determina el tipo de manejo a llevar a cabo para mantener o incrementar el estado de conservación desde el punto de vista productivo.

Los Criterios e Indicadores (C e I) pueden ser de gran ayuda y utilidad para los organismos de certificación, los gobiernos y autoridades locales para el diseño de las políticas de sustentabilidad de sus bosques y otros sectores directamente vinculados como los profesionales prestadores de servicios técnicos y los tenedores de bosques nativos que deseen realizar un manejo sostenible sobre sus bosques.

Palabras clave: indicadores, umbrales, monitoreo, bosques.

**Universidad Nacional de Quilmes**  
**Maestría en Ambiente y Desarrollo Sustentable**  
**Orientación en Gestión Ambiental**

**Evaluación del estado de conservación productivo de los distintos bosques altitudinales de Yungas a través de Criterios e Indicadores para su aplicación en los Planes de Manejo Forestal Sostenible (PMFS) en las provincias de Jujuy y Salta, Argentina.**

**Nombre: Pincioli Laura**

**Director: Dr. Juan Manuel Cellini**

Año: 2025

## **Agradecimientos**

Quisiera agradecer a mi familia y amigos por acompañarme y apoyarme en todo este proceso. Después a la Fundación Proyungas y a Cecilia Blundo por compartir la información de las parcelas, siempre con la mejor predisposición. Finalmente les agradezco a los compañeros forestales y productores de Salta y Jujuy que siempre me abrieron las puertas para conocer los hermosos bosques de las Yungas.

# ÍNDICE

<b>Introducción</b> .....	6
<b>Objetivo general</b> .....	16
<b>Objetivos específicos</b> .....	16
<b>Materiales y Métodos</b> .....	17
<b>Área de estudio</b> .....	17
<b>Composición florística por piso altitudinal</b> .....	18
<b>Red Subtropical de Parcelas Permanentes</b> .....	20
<b>Ubicación de las parcelas</b> .....	20
<b>Datos relevados</b> .....	24
<b>Valor Maderable de las especies forestales</b> .....	25
<b>Planes de Manejo Forestal Sostenible</b> .....	30
<b>Ubicación y descripción</b> .....	30
<b>Criterios e Indicadores</b> .....	33
<b>Área Basal Total</b> .....	36
<b>Relación Área Basal Maderable y Área Basal Total</b> .....	36
<b>Árboles Futuros Maderables</b> .....	37
<b>Índice de Valor de Importancia relativo Maderable</b> .....	37
<b>Cálculo de los Umbrales</b> .....	39
<b>Comparación entre indicadores y aplicación de umbrales</b> .....	41
<b>Resultados</b> .....	42
<b>Red Subtropical de Parcelas Permanentes</b> .....	42
<b>Selva Pedemontana</b> .....	43
<b>Selva Montana</b> .....	46
<b>Selva Montana-Bosque Montano</b> .....	49
<b>Bosque Montano</b> .....	52
<b>Umbrales de los Indicadores</b> .....	54
<b>Planes de Manejo Forestal Sustentable</b> .....	55
<b>Bosque 1</b> .....	56
<b>Bosque 2</b> .....	61
<b>Bosque 3</b> .....	63
<b>Respuesta de los indicadores de los PMFS</b> .....	69
<b>Bosque 1</b> .....	72
<b>Bosque 2</b> .....	73
<b>Bosque 3</b> .....	74
<b>Discusión</b> .....	77

<b>Conclusiones</b> .....	83
<b>Bibliografía</b> .....	86



## Introducción

Históricamente, el bosque nativo en nuestro país ha sufrido una reducción en su superficie asociada a factores naturales y antrópicos que fue variando según las regiones y los años, pero que constituye la principal amenaza para el mantenimiento de la biodiversidad.

En el caso de las Yungas argentinas no ha sido la excepción, esta ecorregión se ubica en las provincias de Jujuy, Salta, Tucumán y Catamarca, extendiéndose de manera discontinua sobre las laderas orientales de la Cordillera Oriental y las Sierras Subandinas y Pampeanas en un rango altitudinal entre los 400 y 3000 m.s.n.m. (Morello *et al.*, 2012).

En las Yungas, el uso del bosque se ha hecho de manera desordenada, sin la aplicación de criterios técnicos, fundamentalmente por la falta de información de base ecológica y de prácticas de manejo acordes. El avance de la expansión de la frontera agrícola y urbana sobre los bosques acompañado por una pérdida de su calidad dada en parte por usos extractivos de productos forestales madereros y por la ganadería extensiva sin manejo generó una pérdida de cobertura y el empobrecimiento de sus bosques.

En ese contexto, la Argentina en el año 2007 sanciona la Ley N°26.331 de Presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos, también conocida como Ley de Bosques, la cual constituyó un avance fundamental para fomentar el enriquecimiento, la restauración, la conservación, el aprovechamiento y el manejo sostenible de los bosques nativos. Por otro lado, en materia de bosques cultivados, la Ley Nacional 25.080 (sancionada en el año 1999), de Inversiones para Bosques Cultivados y sus modificatorias 26.432 y 27.487, proporcionan otro importante instrumento de fomento, orientado a las plantaciones forestales y al enriquecimiento del bosque nativo. Aunque ambas leyes coinciden en el incentivo de planes de reforestación y enriquecimiento de bosques nativos degradados, no existen parámetros cuantitativos y/o cualitativos formales que definan lo que es un bosque nativo degradado, y la Selva Tucumano-boliviana o Yungas no es la excepción a pesar de que se han realizado diversos talleres sobre la temática. Esta inexistencia de criterios e indicadores de umbrales de la condición forestal que orienten la toma de decisiones para el manejo sostenible del bosque tiene connotaciones prácticas importantes en la aplicación de estas leyes.

El Estado Nacional aprobó el Acuerdo de París mediante la Ley 27.270 desde el cual se convoca a las partes firmantes a presentar ante la Convención Marco de las Naciones

Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) sus contribuciones para cumplir las metas. En dicho marco, se han desarrollado encuentros regionales de diálogo multisectorial para la construcción del Plan de Acción Nacional de Bosques y Cambio Climático (Gabinete Nacional de Cambio Climático, 2017), para identificar las principales causas de la deforestación y degradación de los bosques nativos. En dicho documento se definió como degradación “*a la reducción de las capacidades de los bosques para producir sus bienes o servicios (funciones ecosistémicas), producto de un disturbio natural o de una intervención humana*” (p.28). El Plan ha sido desarrollado y elaborado por el entonces Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través de la Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC), en conjunto con la Dirección Nacional de Bosques (DNB), y con el apoyo del Programa de Colaboración de las Naciones Unidas para la Reducción de Emisiones de la Deforestación y la Degradación de los Bosques (ONU-REDD) Argentina. En ese sentido, es que resulta necesario contar con indicadores y valores de referencia fácilmente evaluables de la capacidad productiva para poder monitorear la contribución regional de los bosques en el cambio climático (si es que aumenta la degradación) o a modo de sumidero, si efectivamente se están recuperando los niveles de conservación de los bosques.

El manejo productivo en los predios con bosques nativos debe aplicar prácticas que aseguren el cumplimiento de los principios de sostenibilidad establecidos en la Ley N° 26.331, a escala predial deberán responder a definiciones de escala supra-predial, como la de paisaje o regional tales como corredores biológicos, áreas de distribución de especies amenazadas, cercanía con áreas protegidas u otra definición que requiera atención particular.

Por otro lado, en el marco de la Ley 26.331, mediante la resolución 826/2014 (SAyDS, 2014) y la resolución 391/2017 (MAyDS,2017), se establecieron los mecanismos de rendición de los fondos otorgados a través de una certificación de obra donde las autoridades locales de aplicación deberán certificar que las actividades planteadas en los Planes de Manejo Forestal Sostenible (PMFS) fueron realizadas en tiempo y forma y que el beneficiario está manteniendo o incrementando los servicios ambientales que brindan sus bosques nativos. Para ello, a partir del monitoreo en terreno deben cumplimentar con una serie de indicadores del impacto de las actividades realizadas y su evolución en el tiempo que determinen el estado de conservación del bosque.

Los criterios e indicadores (CeI) se pueden definir como herramientas con las cuales definir, guiar, monitorear y evaluar el avance hacia el manejo forestal sustentable tomando en cuenta las exigencias sociales, económicas, medioambientales, culturales y espirituales de todas las partes interesadas (FAO, 2024).

En este sentido, la provincia de Chubut se convirtió en la primera provincia del país que fiscaliza el uso de sus bosques mediante CeI de sustentabilidad que fue realizado mediante un diagnóstico de las condiciones de evaluación y control de los planes de manejo forestal en los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) (Roveta *et al.*, 2010).

Sin embargo, si bien se ha avanzado desde la sanción de la Ley de Bosques en diversos aspectos vinculados a la mejora de su implementación, aún se requiere desarrollar información técnica básica para poder establecer prescripciones técnicas de manejo y de monitoreo con las correspondientes recomendaciones silviculturales adecuadas a las distintas situaciones de bosques que se presentan en las Yungas. Politi *et al* (2021), plantea que una de las limitantes detectadas para las Yungas es la necesidad de generar mecanismos que permitan sistematizar la información de los resultados de los manejos aplicados y realizar las correcciones necesarias al manejo, en ese sentido los indicadores en el marco de los PMFS cumplen una función clave.

Los PMFS son necesarios para la planificación como el medio para conducir una situación inicial de los bosques a una situación proyectada mientras que el monitoreo es el proceso de recolectar y analizar información para hacer el seguimiento y ajustes necesarios para el cumplimiento de los objetivos propuestos. El conocer el estado inicial del bosque, planificar su manejo según los objetivos y posibilidades y realizar los correspondientes monitoreos y ajustes en el tiempo, se considera como parte del manejo adaptativo dentro del PMFS.

En este contexto, es fundamental determinar formalmente criterios e indicadores que permitan evaluar las características y estado productivo del bosque generando herramientas prácticas para la toma de decisiones respecto a las intervenciones de aprovechamiento forestal que se realizan en el marco de lo planificado. Dicha información no sólo será relevante para los profesionales y propietarios para mejorar sus prácticas de intervención sobre los bosques nativos de las Yungas sino también para el sector gubernamental al momento de evaluar y monitorear los PMFS y también para guiar la implementación de las políticas forestales en la región.

Es posible que la falta de criterios y pautas estandarizadas al momento de la evaluación de los PMFS pueda generar cierta subjetividad por parte de las autoridades evaluadoras, que dependen en su mayoría de su experiencia y criterio personal. Este trabajo busca aportar con un marco de referencia mediante CeI que ayude también a garantizar transparencia institucional en la evaluación y monitoreo de los PMFS.

### **Marco conceptual**

La gestión forestal sostenible ha demostrado ser, en la práctica, una de las actividades que generan mayores beneficios ecológicos, sociales y económicos para las comunidades, dado que comprende las decisiones y actividades encaminadas al aprovechamiento de los recursos forestales de manera ordenada, procurando satisfacer las necesidades de la sociedad actual, sin comprometer la provisión de bienes y servicios para las generaciones futuras. Sin embargo, su operatividad sigue siendo limitada por una serie de barreras técnicas, legales, financieras, logísticas, políticas y de mercado (Abarca Valverde, 2020).

Cada vez se requiere más a nivel mundial que se implementen prácticas de manejo forestal sustentable, lo que obliga a los países a mejorar sus intervenciones mediante un control más eficiente sobre el uso de los recursos naturales e incluso las empresas y tenedores de bosques se muestran interesados en adoptar estrategias sostenibles que les permita su ingreso a mercados más exigentes. Frente a ello, los criterios e indicadores representan una base ideal para el monitoreo y control legal del manejo forestal (Pokorny *et al.*, 2001).

La Declaración de Río de Janeiro sobre Medio Ambiente y Desarrollo puso de relieve la necesidad de la sostenibilidad y el principio de precaución para proteger el medio ambiente, a la vez que la Agenda 21 explicita la necesidad del desarrollo de indicadores ambientales: “los indicadores de desarrollo sostenible deben ser desarrollados para proporcionar bases sólidas para la toma de decisiones en todos los niveles”. En ese marco, se iniciaron distintas experiencias a nivel internacional por diferentes países para evaluar su contribución a la sostenibilidad del bosque; entre ellos, se encuentran los procesos de la Organización Internacional de Maderas Tropicales, Proceso de Montreal, Proceso de Tarapoto para la Amazonia, Proceso de la Zona Árida de África, Proceso Paneuropeo o de Helsinki, Proceso del Cercano Oriente, Iniciativa de Bosques Secos de Asia,

Organización Africana de la Madera, Proceso de Lepaterique para Centroamérica. (Perez Martinez *et al.*, 2021)

Argentina se sumó a los criterios del Proceso de Montreal al suscribir la Declaración de Santiago, en agosto de 1995, declarando su compromiso con la conservación y el manejo sustentable de sus bosques. Definieron el uso de los 7 criterios y 67 indicadores, como marco de referencia para que las autoridades encargadas de formular políticas pudieran evaluar las tendencias forestales nacionales y el avance hacia el manejo forestal sustentable.

Los criterios del Proceso de Montreal constituyen una guía orientadora de la política forestal argentina, siendo los indicadores herramientas que, a través de su monitoreo periódico, permiten verificar la calidad de las políticas nacionales y provinciales orientando las medidas correctivas correspondientes. Los CeI constituyen una herramienta de educación y toma de conciencia para avanzar hacia el manejo sustentable de los ecosistemas boscosos.

En nuestro país, en el año 2010, la Asociación CERFOAR que administra al Sistema Argentino de Certificación Forestal, fue aceptada como el Miembro Nacional CERFOAR - PEFC Argentina, por la Asamblea General del Consejo PEFC (Programa para la Homologación de Sistemas de Certificación Forestal) dedicada a promover la Gestión Forestal Sostenible (GFS). Prabhu *et al.* (1996) definen a la GFS como: “*un conjunto de objetivos, actividades y productos consistente en el mantenimiento y mejoramiento de la integridad ecológica de los bosques, con el fin de contribuir al bienestar de la gente ahora y en el futuro*”. La certificación de la GFS es el proceso por el cual una tercera parte independiente asegura que la gestión de una superficie forestal, implementada por un productor forestal, se ajusta a los requisitos establecidos en las normas del Sistema Argentino de Certificación Forestal (CERFOAR - PEFC Argentina). Esta GFS implementada en bosques nativos e implantados contempla la multifuncionalidad del bosque integrando las exigencias de los diferentes usos y funciones (conservación, producción, recreación, entre otros) y debe incluir inventarios programados y actividades de planificación, seguimiento y evaluación, así como dar la debida gestión a los aspectos e impactos sociales, ambientales y económicos de la actividad. Los requisitos establecidos por el CERFOAR para la certificación de la gestión forestal sostenible se

encuentran definidos en la serie de Normas IRAM 39801 si es una certificación individual o las IRAM 39801 e IRAM 39805 si es una certificación agrupada, (CERFOAR, 2024).

En lo que respecta a esfuerzos del sector no gubernamental, la FSC (Forest Stewardship Council A.C) es un organismo internacional que acredita a organizaciones certificadoras que tienen como propósito la certificación del manejo sustentable de los bosques de un predio o ejido. Esta certificación conocida como “sello verde” es solicitada voluntariamente por los dueños y manejadores de los bosques, y su objetivo principal es competir internacionalmente en los mercados de la madera.

En la actualidad, la Argentina posee un Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques Nativos desde el cual se brinda información actualizada de los recursos forestales nativos del país y permite dar seguimiento a la implementación de la Ley N°26.331, además de colaborar con el cumplimiento de los convenios internacionales asumidos por el país en materia de cambio climático y brindar información a la sociedad sobre la importancia de los bosques nativos (STAyD, 2024).

Prabhu *et al.* (1999) expresan que los principios se diseñan sobre la base del conocimiento y las expectativas; por ello, en los principios hay que considerar las dimensiones que se desea evaluar (ecológica, económica, social). Ellos proporcionan un punto de referencia que soporta científicamente el manejo forestal y ayudan a la formulación de políticas efectivas (USDA-Forest Service, 2002).

Toda acción sobre los bosques debe cumplir con los tres principios básicos de la sostenibilidad definidos por Carabelli y Peri (2005) y Rusch, *et al.* (2001) a ser respetados en consonancia con el artículo 16 de la Ley 26.331:

- a) La producción y la productividad del ecosistema deben mantenerse o mejorarse.
- b) La integridad del ecosistema y sus servicios deben mantenerse o mejorarse.
- c) El bienestar de las comunidades asociadas a su uso debe mantenerse o mejorarse.

Los principios, son reglas o leyes fundamentales, que sirven como base para el razonamiento y la acción, tienen el carácter de objetivo, o actitud frente a una función del ecosistema o a los aspectos relevantes del sistema social que interactúa con el ecosistema, y son elementos explícitos de una meta (Lammerts y Blom, 1997). Dichos principios están ligados con el logro de un sistema económicamente factible, socialmente deseable y ambientalmente viable; basándose en la “equidad”, no sólo dentro de la generación

presente sino especialmente en relación a las generaciones futuras. El cumplimiento de dichos principios deberá asegurar entonces que las generaciones futuras posean las mismas oportunidades de aprovechamiento de los bienes y servicios derivados del bosque que poseen la presente generación. En este contexto, los bosques requerirán un manejo adaptativo como sistemas complejos, dinámicos y resistentes que puedan soportar las tensiones del cambio climático, la fragmentación del hábitat y otros efectos antropogénicos (Chazdon, 2008). Como mencionan Politi y Rivera (2019), es necesario que las prácticas de manejo sostenible integren la provisión de madera, el mantenimiento de la biodiversidad, de los diversos servicios ecosistémicos y de las múltiples funciones que proveen los bosques (Feldpausch *et al.*, 2005).

Según Peri *et al.* (2021) se entiende por sistema de monitoreo al “proceso sistemático de recolección, evaluación y análisis de la información necesaria para el seguimiento del impacto de la aplicación de las intervenciones propuestas en el manejo sobre los componentes ecológicos del bosque” (p. 2). El monitoreo mediante CeI de las intervenciones sobre los bosques permite la detección temprana de cualquier desvío en el cumplimiento del PMFS considerando los aspectos relacionados con el mantenimiento y conservación de la integridad ecológica del ecosistema, y con el bienestar social y económico que los bosques proporcionan a las comunidades forestales y a la sociedad en general, a través de los bienes y servicios que ellos generan (Narváez Flores, 2003).

Es decir, que los CeI pueden ser de gran ayuda y utilidad para los organismos de certificación, los gobiernos y autoridades locales para el diseño de las políticas de sustentabilidad de sus bosques y otros sectores directamente vinculados como los profesionales prestadores de servicios técnicos y los tenedores de bosques nativos que deseen realizar un manejo sostenible.

La definición de Lammerts van Bueren y Blom (1997) de un criterio es “*Una situación o un aspecto del proceso dinámico del ecosistema forestal, o una situación del sistema social que interactúa, el cual debería ser ubicado como un resultado de la adherencia a un principio. La manera cómo los criterios son formulados deberá dar origen a un veredicto en el grado de conformidad en una situación real*”. Por su parte, el FSC usa una definición más sencilla y comprensible: “*Un criterio es un medio para juzgar si un principio se ha cumplido o no*” (FSC, 1996). Los criterios son descriptores de los

principios, y deben formularse de manera que se pueda dar un veredicto o un juicio sobre su cumplimiento (Morán Montaña *et al.*, 2006).

Muchas comunidades dependen directa o indirectamente de los bosques para abastecerse de la amplia gama de bienes y servicios que ellos producen. La producción sustentable de estos bienes y servicios está claramente asociada con la capacidad productiva de los bosques. Si se supera esta capacidad, existe el riesgo de deterioro y colapso del ecosistema. Según el Proceso de Montreal (2015) *“Para que los bosques sean manejados sustentablemente, es necesario comprender los niveles dentro de los cuales pueden extraerse o utilizarse los bienes y servicios que ellos producen sin socavar el funcionamiento y procesos de los ecosistemas forestales”* (p. 10).

Los responsables de la adopción de decisiones pueden utilizar los CeI de ámbito nacional para orientar las políticas, reglamentos y legislación nacionales y provinciales en apoyo de la ordenación forestal sostenible. Sin embargo, debido a la heterogeneidad de los ecosistemas forestales argentinos y a su extensión, no existe para todos los casos información en el ámbito nacional y muchas veces los datos regionales no son extrapolables. Según Castañeda, disponible en la web de la FAO, indica que *“La elaboración y aplicación de CeI contribuye a unificar el concepto de ordenación forestal sostenible y ayuda a concretarlo en un instrumento operacional que se pueda aplicar en el manejo forestal a escala predial e incluso podría permitir acceder a certificaciones o sellos verdes”*.

De acuerdo con Rodríguez (1997), la utilidad práctica que se prevé con el establecimiento y uso de los CeI son las siguientes: 1) Orientar las políticas futuras para el manejo forestal, 2) Identificar y priorizar las necesidades de información e investigación, 3) Orientar las prácticas de manejo forestal, 4) Concientizar a la sociedad en la utilización adecuada de los recursos forestales, 5) Auxiliar en la formulación de legislaciones o normas, orientadas al manejo forestal sustentable, 6) Proporcionar datos e información sobre la condición de los bosques, 7) Proporcionar datos e información sobre los resultados de las prácticas de manejo forestal, 8) Proveer de un marco de referencia para evaluar el estatus de una unidad de manejo forestal o un país hacia el manejo forestal sustentable, y 9) Tener una base común para la colaboración internacional.

Por consiguiente, los indicadores son medidas de los criterios y se deben monitorear y medir periódicamente para entender un cambio de estado del bosque en el tiempo por medio de umbrales. Para ello deben ser claros, ya que deben ser comprendidos fácilmente en los diferentes niveles ya sean públicos y/o técnicos. Deben también poseer la suficiente solidez científica basado en la investigación y experiencia científica que argumenten su confiabilidad. Por último, deben ser aplicables pudiendo utilizarse y medirse con facilidad mediante una metodología sencilla y con tecnología de fácil disposición.

Uno de los principales objetivos del manejo forestal sustentable es mantener la integridad ecológica de los ecosistemas bajo uso antrópico, con el fin de garantizar la provisión de bienes y servicios ambientales en el tiempo, y, por ende, está asociada al mantenimiento de atributos estructurales y funcionales claves para el ecosistema (Reza y Abdullah, 2011). Los indicadores son una herramienta fundamental para el manejo sustentable, ya que permiten determinar qué prácticas de manejo o de restauración mantienen o restituyen la integridad ecológica, y qué prácticas degradan los ecosistemas (Convention on Biological Diversity, 2005; Briske et al., 2006; Hobbs et al., 2009).

La elaboración y aplicación de criterios e indicadores es una herramienta que contribuirá a la aplicación de un manejo forestal sostenible a escala predial para evaluar el estado actual de los bosques, las prácticas de manejo aplicadas y su monitoreo en el tiempo. En este marco es clave el manejo adaptativo que puede definirse como la adquisición sistemática y la aplicación de información confiable para mejorar el manejo en el tiempo (Wilhere, 2002).

Como menciona Gallopin (2006), los umbrales de los indicadores “representan valores o conjunto de valores por encima de los cuales algo es cierto o algo ocurre y debajo de los cuales no es cierto o no ocurre”. La medición de los atributos estructurales del bosque proporciona información precisa sobre el estado actual del ecosistema con esfuerzos de muestreo relativamente bajos (p.15).

En este trabajo se entiende como estado de conservación en función de la situación en la que se encuentra un determinado bosque desde el punto de vista productivo y las intervenciones que se pueden realizar o no, es decir, si posee especies de interés maderable o, por el contrario, se encuentra degradado productivamente y hay que definir la práctica necesaria para su recuperación. Según Helzer y Gurevich (1996), la definición de degradación conlleva aspectos ecológicos, políticos, sociales, económicos, culturales

y técnicos que merecen ser analizados cuidadosamente. Según la Ley N° 26.331, en su decreto reglamentario 91/09 se considera a un *bosque nativo degradado o en proceso de degradación a aquel bosque que, con respecto al original, ha perdido su estructura, funciones, composición de especies y/o su productividad.*

Las principales causas de degradación identificadas para la región son la sobreexplotación forestal y el aprovechamiento forestal no regulado, el sobrepastoreo, la fragmentación, la pérdida de atributos de conservación y el uso disociado de los recursos del bosque, o sea la superposición de usos diferentes y no coordinados en un mismo territorio. Las principales causas directas de la deforestación son la expansión y diversificación de la empresa agropecuaria, principalmente la agricultura y ganadería intensiva, aunque también, en menor medida, la agricultura de subsistencia, el uso inadecuado del fuego, la fragmentación, pérdida de hábitat y agotamiento de los suelos, con la consecuente pérdida de atributos de conservación y categorización en el ordenamiento territorial, (Diaz *et al*, 2017).

El tratamiento silvícola tradicionalmente utilizado en las Yungas ha sido de tipo selectivo de especies arbóreas de mayor valor económico basado en el Diámetro Mínimo de Corta (DMC), que, si bien facilita la operatividad del trabajo de extracción y control por parte de las autoridades, a largo plazo puede llevar a la degradación del recurso ya que se extraen todos los individuos arbóreos con mejores características y más requeridos por la industria y el mercado. Esta situación repercute sobre las especies maderables de mayor valor ya que son las más buscadas y al remover los árboles de mayores diámetros puede afectar la regeneración que incluso empeora con la presencia de ganado sin ningún tipo de manejo, lo que dificulta aún más el reclutamiento por el ramoneo y pisoteo, modificando la composición y simplificando la estructura del sotobosque (Mazzini, 2018). Otro aspecto a considerar es el ciclo de corta o intervención sobre un bosque, tradicionalmente es de 20 a 25 años; sin embargo, Humano (2013) plantea que debería ser al menos el doble para no empobrecer los bosques desde el punto de vista económico y ecológico. Idealmente los ciclos de corta deben determinarse en función de las tasas de crecimiento de las especies maderables hasta alcanzar el diámetro de corta necesario para la industria.

Como indica Peri *et al.* (2021) “La silvicultura de los bosques nativos debería diseñarse de manera tal de no traspasar umbrales críticos que conlleven a producir cambios a nivel

estructural que determinen la pérdida significativa de los procesos claves del ecosistema y de los servicios ecosistémicos que brinda”, (p. 40). En base a los criterios descriptivos establecidos para los distintos tipos de bosques y presiones de uso, es posible determinar umbrales indicadores de calidad o degradación, con sus respectivas metodologías de medición, que guíen acciones de intervención en el bosque en el marco de los planes de manejo sustentable para que estos puedan ser efectivos en el tiempo.

### **Objetivo general**

Establecer y evaluar criterios e indicadores para la definición del estado de conservación productivo de los distintos bosques altitudinales de Yungas que puedan ser utilizados como valores de referencia de buenas prácticas en Planes de Manejo Forestal Sostenible.

### **Objetivos específicos**

-Establecer el estado de conservación productivo de los tres pisos altitudinales de las Yungas mediante criterios e indicadores.

-Determinar los umbrales que determinen de manera simple el estado de conservación productivo de los distintos pisos altitudinales de Yungas.

-Evaluar la respuesta del set de indicadores definidos en Planes de Manejo Sostenibles de la región.

## **Materiales y Métodos**

### **Área de estudio**

En la Argentina, la región forestal de la Selva Tucumano Boliviana, conocida como Yungas, se extienden desde el límite con Estado Plurinacional de Bolivia (22°LS) hasta el norte de la provincia de Catamarca (29°LS), la región equivale al territorio fitogeográfico descrito por Cabrera (1976) como Provincia de Yungas, perteneciente al dominio Amazónico de la Región Neotropical con una ocupación de 54.000 km<sup>2</sup>, equivalente al 3% del área total de las regiones forestales. En general se caracterizan por un fuerte gradiente altitudinal, al que está asociado un amplio rango de condiciones ambientales a lo largo del cual se distribuyen las diferentes especies vegetales (Brown *et al.*, 2001).

El área de estudio de esta tesis comprendió el sector norte de la Provincia Fitogeográfica de las Yungas argentinas, correspondiente a la Cuenca Alta del Río Bermejo, en las provincias de Jujuy y Salta. Esta zona es una de las de mayor biodiversidad de Argentina (Brown y Grau, 1993; Grau y Brown, 1995) y se desarrolla sobre las sierras subandinas o precordillera oriental desde los 400 hasta los 3000 m.s.n.m. (Cabrera, 1976; Hueck, 1978; Brown y Ramadori, 1989). En las zonas bajas (400-700 m.s.n.m.), se encuentran especies tolerantes a la sequía y a las altas temperaturas en el período estival; y en las partes más altas (1500-3000 m.s.n.m.), aparecen especies adaptadas a elevados niveles de humedad ambiental y a la ocurrencia regular de heladas y nevadas invernales (Brown, 1995a; Brown *et al.*, 2001).

En las Yungas argentinas se pueden distinguir principalmente tres unidades ambientales diferentes según el piso altitudinal y diferencias microclimáticas asociadas a las exposiciones de laderas: Selva Pedemontana, Selva Montana y Bosque Montano (Cabrera, 1976; Brown y Ramadori, 1989). En esta clasificación existen variaciones a estos tipos forestales, conformadas por ecotonos, transiciones o situaciones particulares determinadas sobre todo por la pendiente y la exposición y su interrelación con el clima, especialmente luz, temperatura y humedad. La dinámica vinculada a disturbios naturales de las Yungas es modelada por los incendios recurrentes, los deslizamientos de laderas y la caída de árboles que generan claros en el bosque, donde se dan condiciones apropiadas para el reclutamiento de las diferentes especies vegetales (Politi *et al* 2021).

## Composición florística por piso altitudinal

La composición florística describe la organización de la comunidad en relación a las especies que componen la masa boscosa (Mainardi *et al.*, 2005), teniendo en cuenta la presencia y abundancia de dichas especies (Finegan, 1996). Además, la composición del bosque depende de los factores ambientales como de la posición geográfica, clima, suelo y topografía, como por la dinámica y ecología de las especies (Louman, 2001). Los estudios de composición florística y estructura de bosque, permiten realizar deducciones sobre el origen, características ecológicas, dinámica y posibles tendencias de desarrollo de una comunidad forestal (Danserau, 1951; Lamprecht, 1990).

En el marco del Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos (2INBN) se publicó el Informe región forestal yungas - primera revisión (MAyDS, 2020) en sus resultados determinaron valores promedios para todas las Yungas con un total de 312,77 individuos leñosos vivos por hectárea. La altura media de los individuos leñosos vivos de la región es igual a 11,98 metros con un área basal promedio de 16,67 m<sup>2</sup> por hectárea y un volumen de madera encontrada en los fustes de 136,70 m<sup>3</sup> por hectárea. En la Tabla 1 observamos los valores obtenidos para cada piso altitudinal, donde se destaca que la densidad de individuos es mayor en el Bosque Montano. La Selva Montana presenta los valores más altos en la altura de los individuos leñosos, así como el área basal y volumen maderable por hectárea en relación a lo observado en los otros pisos altitudinales.

**Tabla 1.** Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos (MAyDS, 2020).

Piso Altitudinal	Densidad Total (Individuos/ha)	ABT (m <sup>2</sup> /ha)	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)
Selva Pedemontana (SP)	289,6±31,8	13,8±1,4	11,5±0,4	104,3±13,1
Selva Montana (SM)	319,4±35,2	19,2±2,3	13,1±0,6	167,4±26,7
Bosque Montano (BM)	352,8±69,8	18,7±3,5	11,1±0,9	157,8±31,9

Piso altitudinal (SP: Selva Pedemontana, SM: Selva Montana, SM-BM: Transición Selva Montana y Bosque Montano, BM: Bosque Montano), Densidad total: individuos por hectárea, ABT: área basal total (m<sup>2</sup>/ha), Altura promedio (metros), Volumen promedio (m<sup>3</sup>/ha).

En el cálculo del Índice de valor de importancia (IVI) para toda la región, tuvieron en cuenta los individuos leñosos vivos con un DAP  $\geq$  20 cm, con un total de 175 especies distintas registradas, se observó que la especie con mayor IVI fue *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) con un IVI = 11,95 %, en segundo lugar,

*Parapiptadenia excelsa* (Griseb.) Burkart con un IVI de 6,24 % y en el tercer lugar, con un valor de IVI de 4,52 % se encontró a *Phyllostylon rhamnoides* (J. Poiss.) Taub. (SADyT, 2020).

### ***Selva Pedemontana (SP)***

Se encuentra en las áreas planas y serranías bajas entre los 400 y 900 m.s.n.m. En este sector, las temperaturas pueden superar los 40°C en verano y las precipitaciones oscilan entre los 800 y 1500 mm al año y ocurren principalmente durante el verano (Bianchi y Yañez, 1992). En este piso altitudinal, los bosques están compuestos en su mayoría por especies caducifolias. Se han reportado 118 especies arbóreas y una alta diversidad y abundancia de bejucos y lianas (Brown *et al.*, 2001).

En las zonas más secas podemos encontrar horco quebracho (*Schinopsis marginata* Engl), tipa colorada (*Pterogyne nitens* Tul.) y roble criollo (*Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Sm.). En las zonas más húmedas hay mayor abundancia de palo amarillo (*P. rhamnoides*), palo blanco (*Calycophyllum multiflorum* Griseb.), afata (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud.), cebil colorado (*A. colubrina*) y cedro orán (*Cedrela balansae* C. DC.), (Balducci *et al.*, 2012)

Este piso altitudinal es clave ecológicamente al ser la transición entre los otros pisos de las Yungas y el parque Chaqueño hacia el Este, sin embargo, se encuentra escasamente representado en el sistema de áreas protegidas. Fue el ambiente de las Yungas más afectado por la conversión a otros usos del suelo, principalmente en tierras planas por debajo del 5% de pendiente, donde se estima que más del 80% del área original que cubría este piso altitudinal ya fue transformado (Gutiérrez Angonese y Grau, 2014).

### ***Selva Montana (SM)***

La Selva Montana se ubica entre los 900 y 1500 m.s.n.m., con precipitaciones entre 1500 y 2500 mm por año y temperaturas más estables. Este es el piso con mayor riqueza total de especies que incluye la presencia de epífitas, bromeliáceas, orquídeas y cactáceas.

En su estructura predominan el palo barroso u horco molle (*Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg), mato (*Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand), acompañado por tipa blanca (*Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze), laurel del cerro (*Ocotea porphyria* (Griseb.) van der Werff), lanza amarilla (*Terminalia triflora* (Griseb.) Lillo), palo san antonio

(*Myrsine laetevirens* (Mez) Arechav.) y ceibo (*Erythrina falcata* Benth), (Balducci *et al.*, 2012).

En este sector, los fuegos son poco frecuentes debido a la alta humedad ambiente. Por la presencia de fuertes pendientes e intensas lluvias estivales los deslizamientos de laderas son los principales disturbios naturales. En este piso no es habitual encontrar áreas con agricultura intensiva permanente, por lo que el uso antrópico se limita principalmente a la explotación forestal y la ganadería extensiva (Grau, 2005).

### ***Bosque Montano (BM)***

El bosque montano se ubica desde los 1500 a los 3000 m.s.n.m. Es el piso altitudinal más frío, con un invierno seco con heladas y posibilidad de nevadas. Es el piso menos biodiverso con 54 especies arbóreas registradas según Grau y Brown (1995) y Brown *et al.*, (2001). Se encuentra lindante a los pastizales de neblina (ubicados altitudinalmente por encima) expresando un paisaje ambientalmente heterogéneo. Las especies principales de este piso son el pino del cerro (*Podocarpus parlatorei* Pilg.), aliso del cerro (*Alnus acuminata* Kunth), cochucho (*Zanthoxylum coco* Gillies ex Hook. f. e Arn.) así como el cedro coya (*Cedrela angustifolia* DC) y el nogal (*Juglans australis* Griseb.), (Balducci *et al.*, 2012).

Este piso altitudinal tiene un uso histórico trashumante por parte de las comunidades siendo sus principales usos la ganadería extensiva, la agricultura migratoria y el aprovechamiento de productos no madereros que son parte importante en la dieta de los lugareños, y suelen ser aprovechados de acuerdo a la disponibilidad, el sitio y la época del año (Oyharzabal Castro, 2024). En la actualidad, la explotación maderera es muy escasa ya que los rodales de mejor calidad y accesibilidad ya han sido explotados (Lorenzatti, 2004).

## **Red Subtropical de Parcelas Permanentes**

### **Ubicación de las parcelas**

Para poder establecer el estado de conservación productivo de los tres pisos altitudinales de las Yungas mediante criterios e indicadores, se analizó la información recabada tanto en Jujuy como Salta por la Red Subtropical de Parcelas Permanentes

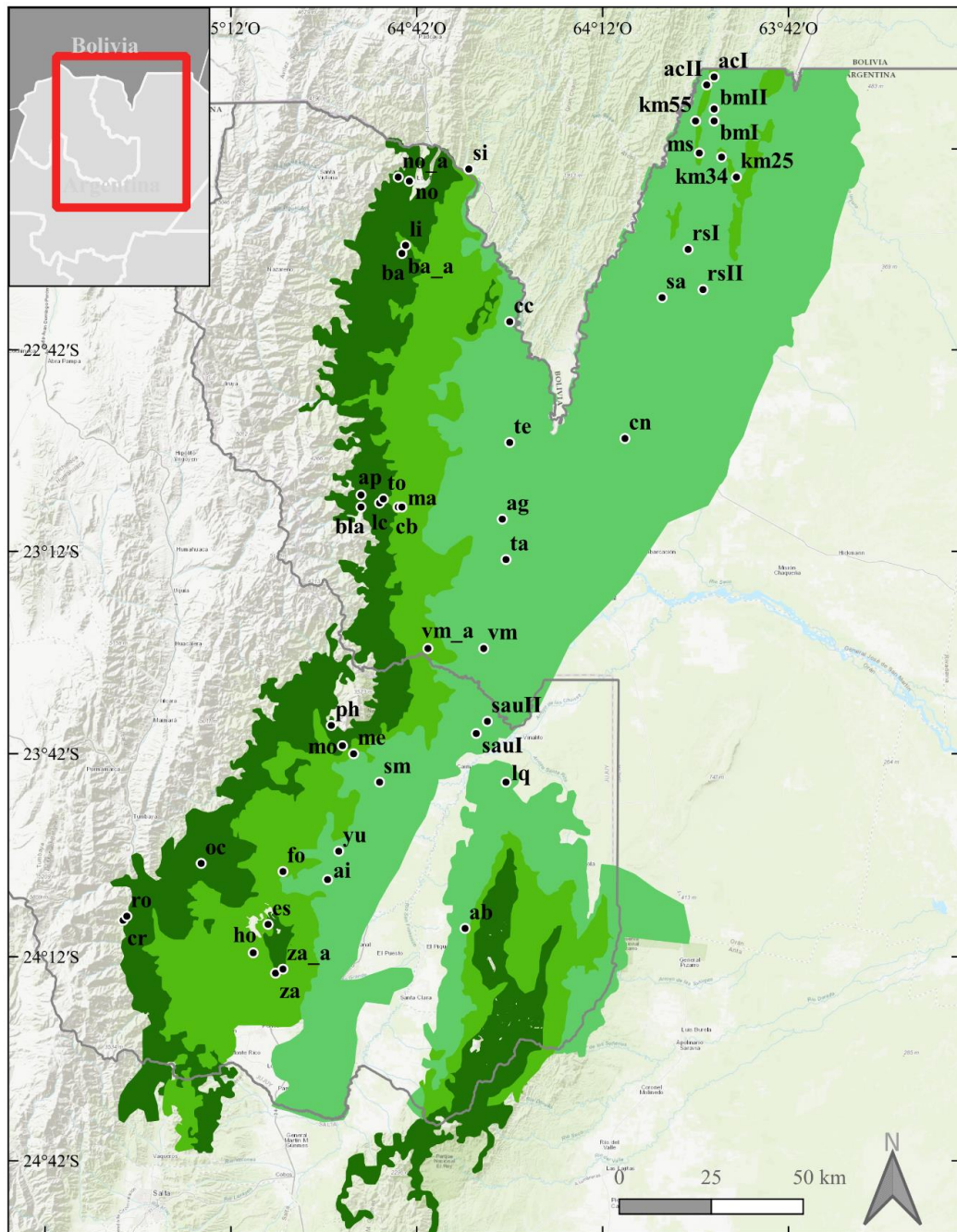
(RedSPP), donde se obtuvo como resultado los indicadores que serán puestos a prueba con inventarios forestales realizados en el marco de Planes de Manejo Forestal Sustentables desarrollados en la región.

La RedSPP está compuesta por la Red Subtropical de Parcelas Permanentes del Alto Bermejo (iniciativa conjunta de la Fundación ProYungas y del Centro de Estudios Territoriales Ambientales y Sociales -CETAS- de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNJu) y la Red de Parcelas Permanentes del Instituto de Ecología Regional (IER, Facultad de Ciencias Naturales, UNT) que a su vez forman parte de la Red Argentina de Parcelas Permanentes de Bosques Nativos (RAPP). Se analizaron 48 parcelas permanentes de 1 ha cada una (20 m x 500 m), corregidas por pendiente para cubrir 1 ha (Condit, 1998), ubicadas en las provincias de Salta y Jujuy distribuidas entre los 400 m.s.n.m. y los 2300 m.s.n.m., en donde se han identificado y marcado 24.287 árboles mayores de 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) de los cuales un 2,58 % fueron identificados como muertos. Fueron establecidas principalmente entre los años 2002 y 2011 y una última que fue instalada en el año 2017.

La localización de las parcelas fue definida mediante la interpretación de mapas de vegetación e imagen de satélite, además se tomó en cuenta su accesibilidad y estado de conservación (Malizia *et al.*, 2006; Blundo y Malizia 2009).

Las parcelas están establecidas a lo largo del gradiente altitudinal de las Yungas: 21 parcelas en Selva Pedemontana (SP) (ca. 600 m.s.n.m.), 11 parcelas en Selva Montana (SM) (ca. 1100 m.s.n.m.), 7 parcelas en la transición Selva Montana-Bosque Montano (SM-BM) (ca. 1600 m.s.n.m.) y 9 parcelas en Bosque Montano (BM) (ca. 2100 m.s.n.m.), (Mapa 1).

**Mapa 1.** Ubicación de la RedSPP en la Alta Cuenca del Río Bermejo en las provincias de Salta y Jujuy. En la Tabla 2 se encuentra la descripción de cada parcela.



**Ubicación de la RedSPP en la Cuenca Alta del Río Bermejo**

● Red Subtropical de Parcelas Permanentes

**Pisos Altitudinales de las Yungas**

- Bosque Montano
- Selva Montana
- Selva Pedemontana

De cada parcela se determinó su posición espacial (latitud, longitud), altitud y propietario. De las 48 parcelas, un 25% se ubican en áreas protegidas ya sea en Parques Nacionales o Reservas Provinciales. Además, se cuenta con información del tiempo transcurrido desde la última intervención forestal desde el momento en que se hizo la medición (información proporcionada por propietarios y personas del lugar) para aquellas parcelas establecidas en el piso altitudinal de la Selva Pedemontana, información que fue utilizada en el marco de la tesis “*Determinantes regionales y locales de los patrones florísticos, estructurales y demográficos de la selva pedemontana en la Cuenca del Río Bermejo*”, (Blundo, 2013) (Tabla 2).

**Tabla 2.** Datos generales de la Red Subtropical de Parcelas Permanentes

<b>Acrónimo RedSPP</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altitud</b>	<b>Piso altitudinal</b>	<b>Año RedSPP</b>	<b>Área protegida</b>	<b>Años desde el último aprovechamiento</b>
<b>bmI</b>	22,12736	63,90189	829	SP	2005	Sí	10 años
<b>bmII</b>	22,10467	63,90008	778	SP	2005	Sí	10 años
<b>ms</b>	22,20919	63,94150	996	SP	2004	No	12 años
<b>km55</b>	22,12622	63,94933	990	SM	2011	No	12 años
<b>ai</b>	24,00580	64,93722	735	SP	2003	No	15 años
<b>cc</b>	22,62672	64,44547	572	SP	2003	No	15 años
<b>cn</b>	22,92442	64,14120	619	SP	2008	No	15 años
<b>ag</b>	23,12134	64,47196	465	SP	2003	No	18 años
<b>sauI</b>	23,65313	64,53502	396	SP	2007	No	2 años
<b>km34</b>	22,21775	63,88131	827	SP	2005	No	20 años
<b>ta</b>	23,22202	64,46175	521	SP	2003	No	20 años
<b>te</b>	22,93241	64,45080	524	SP	2003	No	20 años
<b>vm</b>	23,44233	64,52046	677	SP	2003	No	20 años
<b>sm</b>	23,76960	64,80440	595	SP	2002	No	25 años
<b>yu</b>	23,94067	64,90520	500	SP	2002	No	25 años
<b>sa</b>	22,56614	64,03636	609	SP	2005	No	3 años
<b>sauII</b>	23,62037	64,51455	407	SP	2017	No	3 años
<b>rsII</b>	22,54881	63,92556	711	SP	2004	No	30 años
<b>rsI</b>	22,45217	63,97481	596	SP	2004	No	5 años
<b>ab</b>	24,12869	64,57446	654	SP	2008	No	6 años
<b>km25</b>	22,27392	63,83928	845	SP	2005	No	sin información
<b>lq</b>	23,77426	64,45872	473	SP	2009	No	sin información
<b>acI</b>	22,01611	63,90483	1181	SM	2004	No	sin información
<b>acII</b>	22,04481	63,91528	1014	SM	2004	No	sin información

<b>cb</b>	23,08537	64,74740	1136	SM	2003	No	sin información
<b>fo</b>	23,99355	65,06492	1084	SM	2003	No	sin información
<b>ho</b>	24,19460	65,14035	1159	SM	2003	No	sin información
<b>ma</b>	23,09299	64,74106	982	SM	2003	No	sin información
<b>vm_a</b>	23,43689	64,66749	934	SM	2003	No	sin información
<b>li</b>	22,43547	64,73178	1175	SM	2003	Sí	sin información
<b>me</b>	23,69939	64,86783	1082	SM	2003	Sí	sin información
<b>si</b>	22,24714	64,55597	1051	SM	2004	Sí	sin información
<b>es</b>	24,12402	65,09565	1548	SM-BM	2003	No	sin información
<b>lc</b>	23,08432	64,79998	1486	SM-BM	2003	No	sin información
<b>to</b>	23,07063	64,78515	1616	SM-BM	2003	No	sin información
<b>ba</b>	22,46083	64,74183	1684	SM-BM	2003	Sí	sin información
<b>mo</b>	23,68209	64,90258	1747	SM-BM	2003	Sí	sin información
<b>no</b>	22,27858	64,72445	1650	SM-BM	2002	Sí	sin información
<b>za</b>	24,23693	65,07523	1610	SM-BM	2003	Sí	sin información
<b>ap</b>	23,05965	64,85142	1984	BM	2003	No	sin información
<b>bla</b>	23,08709	64,84767	2134	BM	2003	No	sin información
<b>oc</b>	23,97027	65,27997	1961	BM	2003	No	sin información
<b>ph</b>	23,62602	64,92995	2304	BM	2003	No	sin información
<b>ba_a</b>	22,46333	64,73769	1973	BM	2003	Sí	sin información
<b>cr</b>	24,10745	65,48538	2140	BM	2010	Sí	sin información
<b>no_a</b>	22,27093	64,75230	2200	BM	2002	Sí	sin información
<b>ro</b>	24,10060	65,47986	2166	BM	2010	Sí	sin información
<b>za_a</b>	24,23478	65,06168	2059	BM	2003	Sí	sin información

Latitud: en grados y décimas de grados, Altitud: en m.s.n.m., Piso altitudinal (SP: Selva Pedemontana, SM: Selva Montana, SM-BM: Transición Selva Montana y Bosque Montano, BM: Bosque Montano), Año: año de establecimiento de la parcela, Años del último registro de aprovechamiento forestal desde el establecimiento de la parcela.

## Datos relevados

En cada parcela de 1ha, se identificaron todos los individuos de DAP iguales o mayores a 10 cm y a cada uno se le determinó:

1. Especie: identificada por el nombre científico en campo y/o gabinete mediante el uso de bibliografía, adecuada para la Provincia fitogeográfica de Yungas (Biloni, 1990; Digilio y Legname, 1966; Dimitri *et al.*, 2000; Darwinion, 2024).

2. Diámetro a la altura del pecho (DAP): medido a 1,3 m de altura por encima del suelo, medido con cinta dendrométrica. Las mediciones fueron registradas al milímetro.

Los datos fueron procesados y analizados a nivel de parcela y su promedio por piso altitudinal.

### **Valor Maderable de las especies forestales**

A continuación, se comparte en la Tabla 3 el valor maderable o comercial para cada especie forestal definidos en valores de alto, medio o bajo, en función de su uso maderero habitual. Se tomó como referencia las especies presentadas en el **Taller “Criterios y umbrales de Degradación en Yungas”** realizado en San Salvador de Jujuy el 27 de junio de 2013. El Taller fue organizado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP) y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS), concretamente con la participación de los técnicos de la Dirección de Producción Forestal (DPF) del MAGyP y de la Dirección de Bosques (DB) de la SAyDS. La metodología y presentaciones se basaron en el trabajo de Sanchez *et al.*, (2013) y las conclusiones fueron sistematizadas en un informe técnico por la Dirección de Bosques de la provincia de Jujuy (Dirección de Bosques, 2013). Además, para este trabajo de tesis se incorporaron más especies con valor maderable tomando como referencia los cupos de extracción de la Provincia de Jujuy (Dirección de Bosques, 2020), excluyendo las especies de distribución principalmente chaqueñas ya que la ubicación de la RedSPP analizadas es exclusivamente sobre las Yungas. El listado es amplio para poder visualizar todo el potencial existente en la diversidad de especies y que siempre la presión de extracción no recaiga sobre las especies tradicionales de mayor valor maderable. En el listado se incluyeron especies que tienen valor maderable pero que se encuentran con distintos grados de protección según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como es el caso de *P. nitens* que figura como “casi amenazada” desde 1998 y *Jacaranda mimosifolia* D. Don como especie “vulnerable” desde 2019 y *A. cearensis* que ha sido evaluada recientemente para la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN en 2022 y fue catalogada como “En Peligro”, además se encuentra prohibido su aprovechamiento tanto en la provincia de Jujuy como de Salta mediante Decreto N° 676-H-72 y Resolución N.º 14/2019 respectivamente. También se incluyen a las especies *P. parlatorei* y a los géneros *Cedrela* y *Handroanthus* encontrándolas en el Apéndice I y en el Apéndice II respectivamente en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna (CITES, 2005), además la primera también se encuentra catalogada como “casi amenazada” según la UICN desde el año 2012.

**Tabla 3.** Especies forestales relevadas con valor maderable.

Valor Maderable	Acronimo	Nombre Científico	Familia
Alto	<b>Ambcea</b>	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm.	Fabaceae
Alto	<b>Cedang</b>	<i>Cedrela angustifolia</i> DC.	Meliaceae
Alto	<b>Cedbal</b>	<i>Cedrela balansae</i> C. DC.	Meliaceae
Alto	<b>Hanimp</b>	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Bignoniaceae
Alto	<b>Jugaus</b>	<i>Juglans australis</i> Griseb.	Juglandaceae
Alto	<b>Mactin</b>	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) G. Don ssp. <i>mora</i> (Griseb.) Vázq. Avila	Moraceae
Alto	<b>Myrper</b>	<i>Myroxylon peruiferum</i> L. f.	Fabaceae
Medio	<b>Anacol</b>	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	Fabaceae
Medio	<b>Aspque</b>	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> Schltld.	Apocynaceae
Medio	<b>Calmul</b>	<i>Calycophyllum multiflorum</i> Griseb.	Rubiaceae
Medio	<b>Corame</b>	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling e J.S. Mill.	Boraginaceae
Medio	<b>Cortri</b>	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Boraginaceae
Medio	<b>Entcon</b>	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Fabaceae
Medio	<b>Hanlap</b>	<i>Handroanthus lapacho</i> (K. Schum.) S. Grose	Bignoniaceae
Medio	<b>Hanoch</b>	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos ssp. ochraceus	Bignoniaceae
Medio	<b>Libpar</b>	<i>Libidibia paraguariensis</i> (D. Parodi) G.P. Lewis	Fabaceae
Medio	<b>Myruru</b>	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Anacardiaceae
Medio	<b>Phyrha</b>	<i>Phyllostylon rhamnoides</i> (J. Poiss.) Taub.	Ulmaceae
Medio	<b>Podpar</b>	<i>Podocarpus parlatoarei</i> Pilg.	Podocarpaceae
Medio	<b>Ptenit</b>	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Fabaceae
Medio	<b>Schmar</b>	<i>Schinopsis marginata</i> Engl.	Anacardiaceae
Medio	<b>Tiptip</b>	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	Fabaceae
Bajo	<b>Alnacu</b>	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae
Bajo	<b>Blesal</b>	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	Myrtaceae
Bajo	<b>Corsac</b>	<i>Cordia saccelia</i> Gottschling e J.S. Mill.	Boraginaceae
Bajo	<b>Jacmim</b>	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Bignoniaceae
Bajo	<b>Lonlil</b>	<i>Lonchocarpus lilloi</i> (Hassl.) Burkart	Fabaceae
Bajo	<b>Myrmat</b>	<i>Myrcianthes mato</i> (Griseb.) McVaugh	Myrtaceae
Bajo	<b>Ocopub</b>	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Lauraceae
Bajo	<b>Parexc</b>	<i>Parapiptadenia excelsa</i> (Griseb.) Burkart	Fabaceae
Bajo	<b>Piszap</b>	<i>Pisonia zapallo</i> Griseb.	Nyctaginaceae
Bajo	<b>Ruplax</b>	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Polygonaceae

Valor maderable: alto, medio, bajo. Acrónimo de las especies. Nombre científico de las especies maderables, Familias botánicas.

A continuación, se comparte el listado de aquellas especies forestales relevadas en las parcelas de la RedSPP consideradas para este trabajo sin valor maderable (nulo), lo que no significa que no puedan tener algún valor potencial maderable futuro. Se incluye el acrónimo, nombre científico y familia botánica.

**Tabla 4.** Especies forestales relevadas sin valor maderable.

Acrónimo	Nombre Científico	Familia
<b>Acacia sp.</b>	<i>Acacia sp.</i>	Fabaceae
<b>Acafal</b>	<i>Acanthosyris falcata</i> Griseb.	Santalaceae
<b>Achpra</b>	<i>Achatocarpus praecox</i> Griseb. var. <i>praecox</i>	Achatocarpaceae
<b>Aegsal</b>	<i>Aegiphila saltensis</i> Legname	Lamiaceae
<b>Agoexc</b>	<i>Agonandra excelsa</i> Griseb.	Opiliaceae
<b>Alledu</b>	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. e Cambess.) Hieron. ex Niederl.	Sapindaceae
<b>Anispe</b>	<i>Anisocapparis speciosa</i> (Griseb.) X. Cornejo e H.H. Iltis	Capparaceae
<b>Annema</b>	<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H. Rainer	Annonaceae
<b>Athwei</b>	<i>Athyana weinmanniifolia</i> (Griseb.) Radlk.	Sapindaceae
<b>Azasal</b>	<i>Azara salicifolia</i> Griseb.	Salicaceae
<b>Bactuc</b>	<i>Baccharis tucumanensis</i> Hook. e Arn.	Asteraceae
<b>Berjob</b>	<i>Berberis jobii</i> Orsi	Berberidaceae
<b>Bohcau</b>	<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	Urticaceae
<b>Bousti</b>	<i>Bougainvillea stipitata</i> Griseb.	Nyctaginaceae
<b>Caeflo</b>	<i>Caesalpinia floribunda</i> Tul.	Fabaceae
<b>Cassyl</b>	<i>Casearia sylvestris</i> Sw. var. <i>sylvestris</i>	Salicaceae
<b>Cascar</b>	<i>Cassia carnaval</i> Speg.	Fabaceae
<b>Ceicho</b>	<i>Ceiba chodatii</i> (Hassl.) Ravenna	Malvaceae
<b>Celigu</b>	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Cannabaceae
<b>Celtal</b>	<i>Celtis tala</i> Gillies ex Planch.	Cannabaceae
<b>Cerfor</b>	<i>Cereus forbesii</i> Otto ex C.F. Först.	Cactaceae
<b>Chrgon</b>	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. e Eichler) Engl.	Sapotaceae
<b>Chrmar</b>	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. e Arn.) Radlk. ssp. <i>marginatum</i>	Sapotaceae
<b>Citjor</b>	<i>Citharexylum joergensenii</i> (Lillo) Moldenke	Verbenaceae
<b>Citapo</b>	<i>Citronella apogon</i> (Griseb.) R.A. Howard	Cardiopteridaceae
<b>Citaur</b>	<i>Citrus aurantium</i> L.	Rutaceae
<b>Clesca</b>	<i>Clethra scabra</i> Pers. var. <i>venosa</i> (Meisn.) Sleumer	Clethraceae
<b>Cnilor</b>	<i>Cnicothamnus lorentzii</i> Griseb.	Asteraceae
<b>Cnivit</b>	<i>Cnidocolus vitifolius</i> (Mill.) Pohl var. <i>cnicodendrum</i> (Griseb.) Lourteig e O'Donell	Euphorbiaceae
<b>Coccor</b>	<i>Coccoloba cordata</i> Cham.	Polygonaceae
<b>Coctil</b>	<i>Coccoloba tiliacea</i> Lindau	Polygonaceae

<b>Conbux</b>	<i>Condalia buxifolia</i> Reissek	Rhamnaceae
<b>Corsel</b>	<i>Cordyline sellowiana</i> Kunth	Asparagaceae
<b>Couhex</b>	<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.	Rubiaceae
<b>Critic</b>	<i>Crinodendron tucumanum</i> Lillo	Elaeocarpaceae
<b>Criara</b>	<i>Critonia arachnoidea</i> (Legname) R.M. King e H. Rob.	Asteraceae
<b>Cropil</b>	<i>Croton piluliferus</i> Rusby	Euphorbiaceae
<b>Cupver</b>	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Sapindaceae
<b>Cyadel</b>	<i>Cyathea delgadii</i> Pohl ex Sternb.	Cyatheaceae
<b>Cynfle</b>	<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl	Capparaceae
<b>Cynret</b>	<i>Cynophalla retusa</i> (Griseb.) X. Cornejo e H.H. Iltis	Capparaceae
<b>Dasbra</b>	<i>Dasyphyllum brasiliense</i> (Spreng.) Cabrera var. <i>divaricatum</i> (Griseb.) Cabrera	Asteraceae
<b>Diasor</b>	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Sapindaceae
<b>Durser</b>	<i>Duranta serratifolia</i> (Griseb.) Kuntze	Verbenaceae
<b>Eriros</b>	<i>Eriotheca roseorum</i> (Cuatrec.) A. Robyns	Malvaceae
<b>Eryfal</b>	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Fabaceae
<b>Eryarg</b>	<i>Erythroxylum argentinum</i> O.E. Schulz	Erythroxylaceae
<b>Escmil</b>	<i>Escallonia millegrana</i> Griseb.	Escalloniaceae
<b>Eughye</b>	<i>Eugenia hyemalis</i> Cambess. var. <i>marginata</i> (O. Berg) D. Legrand	Myrtaceae
<b>Eugmor</b>	<i>Eugenia moraviana</i> O. Berg	Myrtaceae
<b>Eugrep</b>	<i>Eugenia repanda</i> O. Berg	Myrtaceae
<b>Euguni</b>	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae
<b>Euplas</b>	<i>Eupatorium lasiophthalmum</i> Griseb.	Asteraceae
<b>Fagnig</b>	<i>Fagara nigrescens</i> R.E. Fr.	Rutaceae
<b>Ficmar</b>	<i>Ficus maroma</i> A. Cast.	Moraceae
<b>Gleamo</b>	<i>Gleditsia amorphoides</i> (Griseb.) Taub. var. <i>amorphoides</i>	Fabaceae
<b>Helpop</b>	<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	Malvaceae
<b>Ilearg</b>	<i>Ilex argentina</i> Lillo	Aquifoliaceae
<b>Ingedu</b>	<i>Inga edulis</i> Mart.	Fabaceae
<b>Ingmar</b>	<i>Inga marginata</i> Willd. var. <i>itayensis</i> J.F. Macbr.	Fabaceae
<b>Ingsal</b>	<i>Inga saltensis</i> Burkart	Fabaceae
<b>Jathie</b>	<i>Jatropha hieronymi</i> Kuntze	Euphorbiaceae
<b>Kausal</b>	<i>Kaunia saltensis</i> (Hieron.) R.M. King e H. Rob.	Asteraceae
<b>Lacvir</b>	<i>Lachesiodendron viridiflorum</i> (Kunth) P.G. Ribeiro, L.P. Queiroz e Luckow	Fabaceae
<b>Loxgri</b>	<i>Loxopterygium grisebachii</i> Hieron. e Lorentz ex Griseb.	Anacardiaceae
<b>Luefie</b>	<i>Luehea fiebrigii</i> Burret	Malvaceae
<b>Micmol</b>	<i>Miconia molybdaea</i> Naudin	Melastomataceae
<b>Moralb</b>	<i>Morus alba</i> L.	Moraceae
<b>Morins</b>	<i>Morus insignis</i> Bureau	Moraceae
<b>Mutcal</b>	<i>Muntingia calabura</i> L.	Muntingiaceae
<b>Myrbar</b>	<i>Myrcia barituensis</i> (Legname) B. Holst	Myrtaceae
<b>Myrcal</b>	<i>Myrcianthes callicoma</i> McVaugh	Myrtaceae
<b>Myrpse</b>	<i>Myrcianthes pseudomato</i> (D. Legrand) McVaugh	Myrtaceae
<b>Myrpun</b>	<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D. Legrand	Myrtaceae
<b>Myrflo</b>	<i>Myrciaria floribunda</i> (West ex Willd.) O. Berg	Myrtaceae
<b>Myrsti</b>	<i>Myriocarpa stipitata</i> Benth.	Urticaceae
<b>Myrcor</b>	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	Primulaceae

<b>Myrlae</b>	<i>Myrsine laetevirens</i> (Mez) Arechav.	Primulaceae
<b>Necang</b>	<i>Nectandra angusta</i> Rohwer	Lauraceae
<b>Ocopor</b>	<i>Ocotea porphyria</i> (Griseb.) van der Werff	Lauraceae
<b>Orekun</b>	<i>Oreopanax kuntzei</i> Harms	Araliaceae
<b>Parmar</b>	<i>Parodiodendron marginivillosum</i> (Speg.) Hunz.	Picrodendraceae
<b>Penang</b>	<i>Pentapanax angelicifolius</i> Griseb.	Araliaceae
<b>Phyacu</b>	<i>Phyllanthus acuminatus</i> Vahl	Phyllanthaceae
<b>Pipadu</b>	<i>Piper aduncum</i> L.	Piperaceae
<b>Piptuc</b>	<i>Piper tucumanum</i> C. DC.	Piperaceae
<b>Pogtub</b>	<i>Pogonopus tubulosus</i> (A. Rich. ex DC.) K. Schum.	Rubiaceae
<b>Prutuc</b>	<i>Prunus tucumanensis</i> Lillo	Rosaceae
<b>Psearg</b>	<i>Pseudobombax argentinum</i> (R.E. Fr.) A. Robyns	Malvaceae
<b>Ptinud</b>	<i>Ptilochaeta nudipes</i> Griseb	Malpighiaceae
<b>Ranmic</b>	<i>Randia micracantha</i> (Lillo) Bacigalupo	Rubiaceae
<b>Rhasph</b>	<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw. var. <i>pubescens</i> (Reissek) M.C. Johnst.	Rhamnaceae
<b>Roumei</b>	<i>Roupala meisneri</i> Sleumer	Proteaceae
<b>Roumon</b>	<i>Roupala montana</i> Aubl. var. <i>brasiliensis</i> (Klotzsch) K.S. Edwards	Proteaceae
<b>Rupape</b>	<i>Ruprechtia apetala</i> Wedd.	Polygonaceae
<b>Samper</b>	<i>Sambucus peruviana</i> Kunth	Viburnaceae
<b>Saphae</b>	<i>Sapium haematospermum</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae
<b>Schgra</b>	<i>Schinus gracilipes</i> I.M. Johnst.	Anacardiaceae
<b>Schven</b>	<i>Schinus venturii</i> F.A. Barkley	Anacardiaceae
<b>Scubux</b>	<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	Rhamnaceae
<b>Sebbra</b>	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Euphorbiaceae
<b>Senpra</b>	<i>Senegalia praecox</i> (Griseb.) Seigler e Ebinger	Fabaceae
<b>Sipocc</b>	<i>Siphoneugena occidentalis</i> D. Legrand	Myrtaceae
<b>Solrip</b>	<i>Solanum riparium</i> Pers.	Solanaceae
<b>Soltri</b>	<i>Solanum trichoneuron</i> Lillo	Solanaceae
<b>Stysub</b>	<i>Styrax subargenteus</i> Sleumer	Styracaceae
<b>Tecsta</b>	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth var. <i>stans</i>	Bignoniaceae
<b>Tesint</b>	<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz e Pav.	Asteraceae
<b>Tricla</b>	<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	Meliaceae
<b>Urebac</b>	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	Urticaceae
<b>Urekar</b>	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	Urticaceae
<b>Vaccav</b>	<i>Vachellia caven</i> (Molina) Seigler e Ebinger	Fabaceae
<b>Valsti</b>	<i>Vallea stipularis</i> L. f.	Elaeocarpaceae
<b>Vasque</b>	<i>Vasconcellea quercifolia</i> A. St.-Hil.	Caricaceae
<b>Vasbre</b>	<i>Vassobia breviflora</i> (Sendtn.) Hunz	Solanaceae
<b>Vibsee</b>	<i>Viburnum seemenii</i> Graebn.	Viburnaceae
<b>Weibol</b>	<i>Weinmannia boliviensis</i> R.E. Fr.	Cunoniaceae
<b>Xyllon</b>	<i>Xylosma longipetiolata</i> Legname	Salicaceae
<b>Xylpub</b>	<i>Xylosma pubescens</i> Griseb.	Salicaceae
<b>Zancoc</b>	<i>Zanthoxylum coco</i> Gillies ex Hook. f. e Arn.	Rutaceae
<b>Zanpet</b>	<i>Zanthoxylum petiolare</i> A. St.-Hil. e Tul.	Rutaceae
<b>Zanrho</b>	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Rutaceae

---

Acrónimo de las especies. Nombre científico de las especies maderables, Familias botánicas.

## Planes de Manejo Forestal Sostenible

### Ubicación y descripción

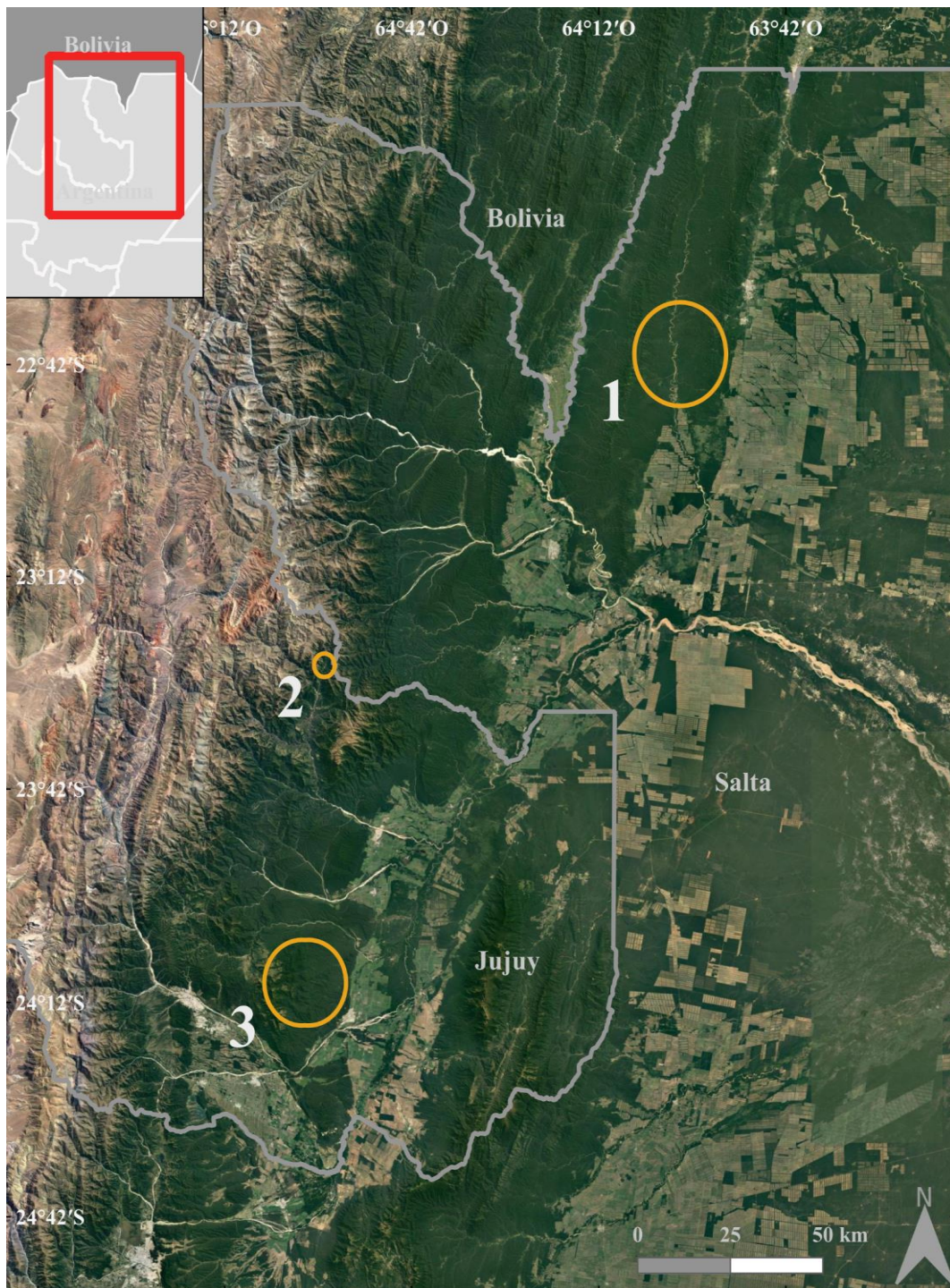
Para el trabajo se analizaron los resultados de tres inventarios forestales realizados en el marco de sus Planes de Manejo Forestal, uno ubicado en la provincia de Salta y dos en Jujuy. Se buscó acceder a la información de inventarios ubicados en los distintos pisos altitudinales e historia de uso diferentes, de forma tal de poder compararlo con las variables e indicadores de la RedSPP. La información proveniente de cada inventario fue especie, DAP mayor a 10cm, piso altitudinal y tamaño de las parcelas. Se utilizó la clasificación utilizada para la RedSPP sobre el valor maderable o comercial de cada especie forestal de interés para realizar los análisis.

**Tabla 5.** Caracterización de cada uno de los inventarios forestales de los bosques analizados.

ID	Provincia	Departamento	Año inventario	Piso altitudinal	Cantidad de parcelas	Superficie Parcelas DAP >20cm	Superficie Parcelas DAP <20cm
<b>Bosque 1</b>	Salta	San Martin	2017	SP	77	1000 m <sup>2</sup>	300 m <sup>2</sup>
				SM	16		
<b>Bosque 2</b>	Jujuy	Valle Grande	2021	BM	11	1000 m <sup>2</sup>	255 m <sup>2</sup>
				SP	9		
<b>Bosque 3</b>	Jujuy	San Pedro	2013-2014	SM	20	1000 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>

ID: nombre para la identificación de cada inventario forestal. Año de realización del inventario forestal. Piso altitudinal (SP: Selva Pedemontana, SM: Selva Montana, SM-BM: Transición Selva Montana y Bosque Montano, BM: Bosque Montano). Cantidad de parcelas por piso altitudinal. Superficie de las parcelas del inventario para la medición de DAP >20cm. Superficie de las parcelas del inventario para la medición de DAP <20cm (latizales).

**Mapa 2.** Ubicación de los tres bosques en las provincias de Salta y Jujuy.



### ***Bosque 1***

El inventario fue realizado en la provincia de Salta, departamento de San Martín, sobre una superficie de 31.810 hectáreas de las cuales, un 83 % se corresponde con el piso altitudinal de la SP con 77 parcelas relevadas y un 17% representado por la SM donde se instalaron 16 parcelas de medición de 1000m<sup>2</sup> y de 300m<sup>2</sup> para la medición de los

latizales o árboles futuro (Tabla 5). Las parcelas de muestreo, distribuidas al azar, ocupan diferentes posiciones topográficas que permitieron reflejar la variabilidad del bosque.

Según lo informado por el responsable del inventario, en más del 70% de las parcelas se identificaron signos de aprovechamiento con una antigüedad estimada entre 30 y 40 años y signos de presencia de ganado. Asimismo, informa signos de incendios en un 47% de las parcelas, muchos de los cuales se corresponden al incendio ocurrido en el año 2013.

### ***Bosque 2***

El inventario fue realizado en la provincia de Jujuy, departamento de Valle Grande, en un típico bosque montano subtropical húmedo, caducifolio y verde en verano, con presencia importante del estrato arbustivo y pterófitos. Estos bosques, casi en transición con los pastizales de neblina, presentan bosques mixtos de aliso del cerro y molles entre los 1400-1500 m.s.n.m. hasta alrededor de los 2500 m.s.n.m. con presencia de queñoas en un estrato con menor cobertura.

Fue realizado sobre una superficie total de 285 hectáreas lindantes a una localidad donde viven aproximadamente 200 personas que hacen uso del mismo principalmente para la extracción de leña y ganadería extensiva trashumante. Se llevaron a cabo 11 parcelas de 1000m<sup>2</sup> y para la medición de los latizales, las parcelas tuvieron una superficie de 255m<sup>2</sup> distribuidas al azar (Tabla 5).

### ***Bosque 3***

El tercer inventario fue llevado a cabo también en la provincia de Jujuy en el departamento de San Pedro. La superficie total relevada fue de 9211 hectáreas que fue estratificada según el piso altitudinal, correspondiendo un 69% de su superficie a la SM con 20 parcelas instaladas y el 31% restante a la SP con 9 parcelas de medición. Las mismas fueron establecidas al azar con una superficie de 1000m<sup>2</sup> y para la medición de latizales de 200m<sup>2</sup> (Tabla 5).

Los bosques más planos y con mayor accesibilidad, según la información del PMFS, se vieron afectados históricamente por la extracción maderable de las especies más valiosas y la presencia de ganado sin ningún tipo de manejo.

## **Criterios e Indicadores**

En función de los tres principios de sostenibilidad definidos por Carabelli y Peri (2005) y Rusch, *et al.* (2001), en este trabajo se hace hincapié sobre el primero que se relaciona con la capacidad productiva del ecosistema la cual debe mantenerse o mejorarse con el tiempo.

En el marco del Proceso de Montreal, el segundo criterio definido es el adecuado para el presente trabajo el cual fue definido como: *“El mantenimiento de la capacidad productiva de los ecosistemas forestales”*.

Para este criterio, el mantenimiento de la capacidad productiva de los bosques nativos depende de la existencia de ejemplares sanos distribuidos de forma irregular y en crecimiento activo, luego de cualquier tipo de disturbio, como la extracción; y de la presencia de regeneración de las especies de interés. Existen distintos tipos de escala, en este trabajo el análisis es a escala predial para aquellos casos en los que se quiera implementar y monitorear un aprovechamiento forestal en la zona de la ACRB de las Yungas.

Debido a las prácticas no sostenibles vinculadas a la extracción selectiva de los mejores ejemplares forestales, que en su mayoría son los árboles maduros y semilleros, se va degradando el recurso también desde el punto de vista genético, que acompañado de la presencia de ganado se impacta negativamente sobre la regeneración, por lo tanto, es posible que la capacidad productiva se haya visto reducida.

Por lo tanto, en el marco del manejo adaptativo, los indicadores permiten a los productores y técnicos realizar una evaluación y seguimiento del manejo propuesto en el bosque, e identificar los desvíos existentes respecto de lo planificado, así como ajustar sus objetivos y las estrategias de intervención para mejorar los resultados de la ejecución y mitigar sus impactos.

La primera medida en la formulación de un PMFS es la de realizar los correspondientes relevamientos para el diagnóstico inicial o línea de base que describa el estado ambiental, productivo y social del predio enmarcado en un contexto regional. Los datos obtenidos son el punto de partida con el cual comparar valores de referencia y de esa forma definir las acciones e intervenciones a llevar adelante que serán monitoreadas para evaluar los cambios y efectuar correcciones en caso de ser necesario a través de la implementación del sistema de manejo adaptativo. Por lo tanto, las etapas esenciales para este tipo de

manejo son: diagnóstico, formulación, ejecución, monitoreo, evaluación y ajuste de las actividades.

Los valores umbrales obtenidos para los indicadores de la RedSSP determinarán el estado de conservación desde el punto de vista productivo para cada piso altitudinal de las Yungas que permitan ser utilizados como referencia para evaluar y monitorear las prácticas en el marco de los PMFS.

En este trabajo, los datos fueron analizados con la misma metodología tanto para la RedSPP como para los tres inventarios forestales de los PMFS. En cada caso se analizaron las parcelas por piso altitudinal, donde se caracterizó la estructura horizontal, determinando la densidad de individuos por hectárea y la riqueza de sus especies, en ambas variables indicando a su vez, la cantidad de especies maderables sobre el total. La riqueza específica expresa el número total de especies por sitio de muestreo, obtenido a través del censo de la comunidad (Moreno, 2001), en este caso medido para cada parcela permanente y para el total por piso altitudinal.

Para definir los indicadores de forma tal de establecer el estado de conservación productivo de los bosques, se tomó como referencia los indicadores trabajados durante el taller participativo (Dirección de Bosques, 2013) el cual tuvo como objetivo definir parámetros indicadores fácilmente cuantificables a través de un proceso de consulta interinstitucional de especialistas y profesionales de la temática.

**Figura 1.** Fotografías del Taller “*Criterios y umbrales de Degradación en Yungas*” realizado en San Salvador de Jujuy el 27 de junio de 2013. Dirección de Bosques de Jujuy.



Del listado de indicadores propuestos en el Taller (Dirección de Bosques, 2013), entre los presentes acordaron reducir su cantidad solamente a cuatro que fueron considerados

como los más adecuados o que interpretaban mejor el estado de conservación de los bosques desde el punto de vista productivo, (Tabla 6).

**Tabla 6.** Listado de indicadores consensuados en el Taller (Dirección de Bosques, 2013).

<b>Indicadores consensuados</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>● ABT m<sup>2</sup>/ha</li><li>● Relación ABM/ABO o ABM/ABT.</li><li>● abundancia de AFM (individuos/ha).</li><li>● Reclutamiento de especies de alto valor (5-10cm DAP)</li></ul>

ABT: área basal total, ABM: área basal de las especies de valor maderable, ABO: área basal otras especies sin valor maderable, AFM: Arboles Futuro Maderables.

De los indicadores propuestos, en este trabajo se tomaron los de Área Basal Total, Relación entre el área basal maderable y el área basal total, Abundancia de Arboles Futuro Maderables y se incorpora para este trabajo el Índice de Valor de Importancia relativa de las especies maderables.

En la propuesta de indicadores se buscó no incorporar requerimientos o variables que no son contempladas actualmente por las autoridades provinciales, sino trabajar sobre lo existente. Tanto las provincias de Salta y Jujuy solicitan en su normativa (Resolución N°558/13 y Resolución N°81/2009 respectivamente), que los resultados de los inventarios forestales deban incluir los parámetros estadísticos en el que exigen que “el error de muestreo no deberá ser mayor al 20 % del área basal de las especies inventariadas a un nivel de confianza del 95%” y dentro de las variables solicitan el área basal y el Índice Valor de Importancia. Ello significa que los indicadores aquí planteados ya se enmarcan en los requerimientos actuales y no serían exigencias nuevas a solicitar en el marco de los PMFS.

Por lo tanto, se buscó adaptar lo ya requerido por la normativa y lo trabajado en el mencionado Taller, en una propuesta de indicadores con sus umbrales establecidos a escala regional que permitan servir de referencia para evaluar la estructura y composición del bosque a partir de los datos relevados durante el inventario forestal, realizado al momento de establecer la línea de base del PMFS. Su aplicación se enmarca en la modalidad de planes de aprovechamiento o de restauración, y pueden ser nuevamente medidos en intervalos de entre cinco y diez años, con fines de monitoreo, conforme a los requerimientos de la autoridad local correspondiente. Por lo tanto, considerando que las

normativas provinciales establecen un nivel de error de muestreo del 20 %, los valores obtenidos son considerados técnicamente confiables como referencia para el seguimiento temporal del estado del bosque y para el ajuste adaptativo de las prácticas de manejo.

Si bien en el taller habían seleccionado también como indicador el reclutamiento de individuos en la clase diamétrica de 5 a 10cm, en este trabajo no fue considerado ya que no contábamos con la información de base, pero se entiende que es un indicador clave también para evaluar el estado y la persistencia de los bosques en el tiempo.

### **Área Basal Total**

El primer indicador seleccionado para este trabajo es el Área Basal Total (**ABT**) ( $m^2/ha$ ) que es el área correspondiente a una sección transversal del fuste a 1,30 m del suelo y a nivel de rodal es la sumatoria de estas secciones en una hectárea (Prodan *et al.*, 1997). Para cada árbol fue calculada a partir de su DAP de la siguiente manera:  $AB = \pi \times (DAP/2)^2$ . El ABT se corresponde a la sumatoria de todas las áreas basales de todas las especies presentes en una parcela y luego se promedia a nivel de piso altitudinal.

Es un indicador estructural que permite conocer el grado de ocupación del espacio por parte de los árboles. Es básico para definir intervenciones silvícolas y comparar el desarrollo entre diferentes bosques.

### **Relación Área Basal Maderable y Área Basal Total**

Otro indicador propuesto es la relación entre Área Basal de las especies Maderables (**ABM**) que es la suma de las áreas basales de las especies de interés maderable, sobre el Área Basal de todas las especies (**ABM/ABT**) presentes en una parcela y luego se promedia a nivel de piso altitudinal. Esta relación, expresada en porcentaje, refleja la ocupación de las especies maderables sobre el total de especies que lo vuelve útil para evaluar la calidad productiva del bosque en términos económicos y para orientar estrategias de manejo (por ejemplo, si se busca aumentar el porcentaje de especies valiosas).

En este caso y como parte de las conclusiones obtenidas por Dirección de Bosques (2013), fue que el ABM debería incluir el concepto de calidad/sanidad en su cálculo, es decir, que refleje solamente el AB efectivamente aprovechable, sin embargo, es información con la que no se cuenta en todos los inventarios forestales. A los fines de este trabajo y para que la información de la RedSPP con los inventarios forestales pueda ser comparada no se pudo considerar la calidad/sanidad de las especies maderables.

## Árboles Futuros Maderables

La abundancia de los latizales o Árboles Futuro de las especies Maderables (**AFM**) es el indicador que expresa la cantidad de individuos por hectárea (Individuos/ha) de interés maderable con DAP entre 10 y 20 cm, considerada como regeneración establecida, el cual también es calculado para cada parcela y posteriormente a nivel de piso altitudinal. Mide la cantidad de individuos de interés con potencial productivo futuro, lo que es esencial para proyectar el rendimiento a mediano y largo plazo, y para tomar decisiones de manejo como raleos o liberación de competencia.

## Índice de Valor de Importancia relativo Maderable

Finalmente, el último indicador propuesto para este trabajo es el Índice de Valor de Importancia relativo de las especies Maderables (**IVIrM**), expresado en porcentaje, que permite comparar el peso ecológico relativo de las especies con valor maderable dentro del bosque, tomando en cuenta la sumatoria de la abundancia, frecuencia y dominancia de cada especie maderable. Este índice interpreta las especies que están mejor adaptadas, ya sea porque son dominantes, muy abundantes o porque están mejor distribuidas (Arroyo Padilla, 1995), por lo que puede reflejar el estado del bosque desde una perspectiva productiva. También puede usarse para monitorear cambios en la composición florística a lo largo del tiempo y por ejemplo detectar cambios drásticos en las especies de mayor importancia para la estructura del bosque lo que podría relacionarse con tipos e intensidad de manejos.

Este índice se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Donde: } \mathbf{IVI} (\%) = \mathbf{Ar} + \mathbf{Fr} + \mathbf{Dr}$$

Ar: Abundancia relativa de la especie i.

Fr: Frecuencia relativa de la especie i.

Dr: Dominancia relativa de la especie i.

Para facilitar su interpretación, se calculó su valor relativo, refiriéndose a porcentaje. De esta forma el máximo valor de IVI relativo queda establecido como 100% (equivalente a 300, valor máximo de IVI absoluto) (Bascope y Jorgensen, 2005).

El **IVIr relativo** (IVIr) se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Donde: } \mathbf{IVIr} (\%) = \Sigma \mathbf{IVIi} \times \mathbf{0,33}$$

IVIr: IVI relativo de la especie i.

IVIi: IVI absoluto de la especie i.

Finalmente, el **IVIrM** es la sumatoria del IVIr de las especies con valor maderable.

El cálculo de cada uno de los Índices para construir el IVIrM se obtuvo de la siguiente manera:

### ***Abundancia***

Se calculó la abundancia absoluta de acuerdo a la definición de Matteucci y Colma (1982), donde establece como abundancia al número de individuos de una especie en un área determinada. La Abundancia relativa (AR) indica el porcentaje de participación de cada especie, referida al número de individuos totales encontrados por hectárea, multiplicado por 100. Se calculó la abundancia relativa, por ser uno de los parámetros de la fórmula del índice valor de importancia (IVI), de la siguiente manera (Uslar *et al.*, 2003).

Donde:  **$Ar = Ai / \Sigma A \times 100$**

Ar (%): Abundancia relativa de la especie i.

Ai: Número de individuos por hectárea de la especie i.

$\Sigma A$ : Sumatoria de individuos por hectárea de todas las especies.

### ***Frecuencia***

La frecuencia es un índice que revela la distribución espacial de las especies, es decir la dispersión media y su grado de homogeneidad. Según Matteucci y Colma (1982), la frecuencia de un atributo es la probabilidad de encontrar dicho atributo en una unidad muestral particular. Para calcular la frecuencia absoluta para el IVI a nivel de piso altitudinal, se registró la ocurrencia de cada especie en cada parcela, ya que esta variable indica la existencia o falta de una especie determinada. La frecuencia absoluta se expresa en porcentaje (Lampretch 1990).

Donde:  **$Fa = Oi / \Sigma O \times 100$**

Fa (%): Frecuencia absoluta de la especie i.

O: Número de ocurrencia de la especie i.

$\Sigma O$ : Número total de ocurrencias posibles.

La frecuencia relativa se calcula como el porcentaje de la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies que se considera igual al 100 % (Lamprecht 1990), calculándose de la siguiente manera:

Donde:  $Fr = Fai / \Sigma Fa \times 100$

Fr (%): Frecuencia relativa.

Fai: Frecuencia absoluta de la especie i.

$\Sigma Fa$ : Sumatoria total de las frecuencias absolutas.

### ***Dominancia***

La Dominancia o grado de ocupación de las especies, expresa la cobertura ocupada por ellas. Lamprecht (1990) la define como la sección determinada en la superficie de suelo por el haz de proyección horizontal del cuerpo de la planta, lo que equivale al análisis de la proyección horizontal de las copas. Sin embargo, en las Selvas subtropicales resulta difícil determinar dichos valores por la complejidad de sus estructuras, especialmente los distintos doseles dispuestos uno encima de otro y la entremezcla de las copas de unas con otras (Arroyo Padilla, 1995; Bascope y Jorgensen, 2005). Por tal motivo, se utilizó el área basal de los árboles en sustitución de la proyección de sus copas, de acuerdo a la propuesta de Matteucci y Colma (1982).

La dominancia relativa ( $Dr$ ) es la participación en porcentaje que corresponde a cada especie del área basal total (Bascope y Jorgensen, 2005). Se calculó también la dominancia relativa mediante la siguiente expresión (Lamprecht, 1990; Uslar *et al.*, 2003), por ser uno de los parámetros de la fórmula del índice IVI:

Donde:  $Dr = Abi / \Sigma AB \times 100$

$Dr$  (%): Dominancia relativa de la especie i.

$Abi$ : Sumatoria de las áreas basales ( $m^2/ha$ ) de la especie i.

$\Sigma AB$ : Sumatoria de áreas basales ( $m^2/ha$ ) de todas las especies.

### **Cálculo de los Umbrales**

Para cada uno de los indicadores definidos se estableció para cada piso altitudinal, en función de su intervalo de confianza, cuáles son los promedios y sus umbrales o límites

máximos y mínimos que definen el estado de calidad o degradación de un determinado tipo de bosque.

El intervalo de confianza implica que el parámetro poblacional se encuentra en un determinado nivel de confianza con una probabilidad determinada del 95%. Se obtiene para cada variable con la siguiente formula (Wabo, 2002):

$$IC(P\%) = \bar{y} \pm t_{(n-1)} s\bar{y}$$

Media estimada =  $\bar{Y}$

variable “t” de Student para n-1 grados de libertad

error estándar de la media =  $S\bar{Y}$

Cada uno de los umbrales obtenidos para los indicadores de las parcelas de la RedSPP que en teoría se presuponen como bosques con buen estado de conservación productivo fueron comparados con los resultados de los indicadores de los inventarios forestales realizados para los PMFS. El umbral mínimo se comporta como el límite inferior, por debajo del cual el bosque perdió potencial productivo y por lo tanto, el valor meta que se defina en el marco del PMFS para el manejo de un bosque no debería ubicarse por debajo del mismo y si se ubica por debajo se deberían planificar acciones de manejo y restauración para superar dicho umbral.

En el caso del indicador IVIrM al ser un análisis por especie en todas las parcelas del piso, será tomado con su valor en porcentaje para compararlo con los resultados obtenidos en los inventarios de los PMFS también a nivel de piso, sin calcular sus umbrales máximos y mínimos.

En el Taller (Dirección de Bosques, 2013), llegaron únicamente a conclusiones basada en la experiencia de los especialistas y productores asistentes en el taller, respecto a posibles umbrales sobre el piso altitudinal correspondiente a la Selva Pedemontana. En la tabla 7 se comparten los resultados a los que arribaron para la SP donde se reflejan los umbrales expresados como el umbral mínimo (umbral factible para el cambio de uso del suelo), rango considerado para realizar enriquecimiento y el umbral óptimo donde no sería necesario enriquecer.

**Tabla 7.** Resultados consensuados en el Taller para la SP.

Indicadores	Umbral mínimo	Enriquecimiento	Sin necesidad de enriquecimiento
ABT (m <sup>2</sup> /ha)	< 13	13-20	> 20
ABM/ABT	< 20%	20-30%	> 30%
AFM (individuos/ha)	< 50	50-100	> 100

ABT: área basal total, ABM: área basal de las especies de valor maderable, AFM: Arboles Futuro Maderables.

Además, para la Selva Pedemontana, se tuvo en cuenta la información brindada por los propietarios donde se instalaron la RedSPP con la información del tiempo transcurrido desde la última intervención forestal (Tabla 2).

### Comparación entre indicadores y aplicación de umbrales

Finalmente, se analizaron los inventarios forestales de los PMFS de la región con el cálculo de las variables estructurales y los indicadores definidos los cuales fueron comparados con los respectivos umbrales obtenidos de la RedSPP con el objetivo de evaluar la viabilidad práctica de los mismos para su utilización en el marco de los Planes de Manejo Forestal Sostenibles para evaluar el estado de conservación de un bosque desde el punto de vista productivo.

Tomando como referencia un diagrama elaborado por Sanchez *et al.*, (2013) se trabajó sobre su esquema para facilitar la lectura de los valores umbrales obtenidos para los indicadores que determinan el estado de conservación del bosque y su correspondiente propuesta de manejo.

El umbral mínimo de la RedSPP es el que funciona como referencia y define la interpretación de los indicadores propuestos, por encima o por debajo del mismo determinará las acciones a realizar en el bosque para mantener o mejorar el estado de conservación productivo.

## Resultados

### Red Subtropical de Parcelas Permanentes

A continuación, se comparte la información procesada de la RedSPP sobre los 4 pisos altitudinales donde se observa un gradiente ascendente de densidades desde los pisos inferiores hasta la transición SM-BM (Tabla 8) y que luego decrece nuevamente hacia el BM. Los latizales maderables se ubican en general cercanos al 50% de los individuos maderables con excepción del piso del BM que se ubica cercano al 40%. Por otra parte, la riqueza total de especies y de especies maderables se comporta de forma opuesta a la estructura forestal, con una mayor riqueza en los pisos inferiores encontrando su pico máximo en la SM.

**Tabla 8.** Composición de los distintos pisos altitudinales

Piso Altitudinal	Densidad Total (Individuos/ha)	Densidad Maderables (Individuos/ha)	Riqueza total (especies)	Riqueza maderables (especies)	AFM (Individuos/ha)
SP	469,42 ± 85,00	226,85 ± 83,63	37,38 ± 7,68	15,19 ± 1,86	108,90 ± 50,19
SM	514,72 ± 73,80	123,09 ± 160,79	40,81 ± 6,16	12,36 ± 1,96	57,63 ± 38,27
SM-BM	617,00 ± 100,06	294,71 ± 166,65	28,14 ± 6,09	7,85 ± 0,89	158,85 ± 138,80
BM	494,22 ± 277,18	249,55 ± 263,53	12,44 ± 6,48	3,22 ± 1,78	97,77 ± 147,55

Piso altitudinal (SP: Selva Pedemontana, SM: Selva Montana, SM-BM: Transición Selva Montana y Bosque Montano, BM: Bosque Montano). AFM: individuos por hectárea de árboles futuros maderables

Como se observa en la Tabla 9, la SM y SP son los pisos que reúnen mayor riqueza de especies y mayor número de especies con valor comercial principalmente de valores maderables medios. La riqueza de especies maderables tanto de valores altos como bajos son similares en todos los pisos.

**Tabla 9.** Composición de la riqueza total y riqueza en función del valor maderable de las especies para cada piso altitudinal.

Piso Altitudinal	Riqueza total (especies)	Riqueza Especies Maderables		
		Alto	Medio	Bajo
SP	106	4,7%	13,2%	9,4%
SM	109	5,5%	10,1%	9,2%

<b>SM-BM</b>	65	4,6%	3,1%	10,8%
<b>BM</b>	43	4,7%	2,3%	9,3%

Piso altitudinal (SP: Selva Pedemontana, SM: Selva Montana, SM-BM: Transición Selva Montana y Bosque Montano, BM: Bosque Montano). Valor maderable: alto, medio, bajo.

En relación a la ocupación de las especies en los distintos pisos, se observa que es mayor el ABT en los pisos altitudinales superiores siendo mayor en la transición SM-BM (Tabla 10). Por otra parte, en la SM se encuentra la menor ocupación de especies maderables, expresada en la relación ABM/ABT, que representa únicamente un 36% siendo que en el resto de los pisos supera el 50% con su máximo en el BM donde alcanza el 68% de ABM sobre el total.

**Tabla 10.** Ocupación para cada piso altitudinal

<b>Piso Altitudinal</b>	<b>ABT (m<sup>2</sup>/ha)</b>	<b>ABM (m<sup>2</sup>/ha)</b>	<b>ABM/ABT</b>
<b>SP</b>	23,24 ± 4,96	14,49 ± 4,79	0,63 ± 0,18
<b>SM</b>	26,26 ± 5,86	9,46 ± 11,66	0,36 ± 0,11
<b>SM-BM</b>	33,39 ± 5,64	18,96 ± 3,90	0,58 ± 0,18
<b>BM</b>	29,62 ± 13,82	21,56 ± 14,97	0,68 ± 0,26

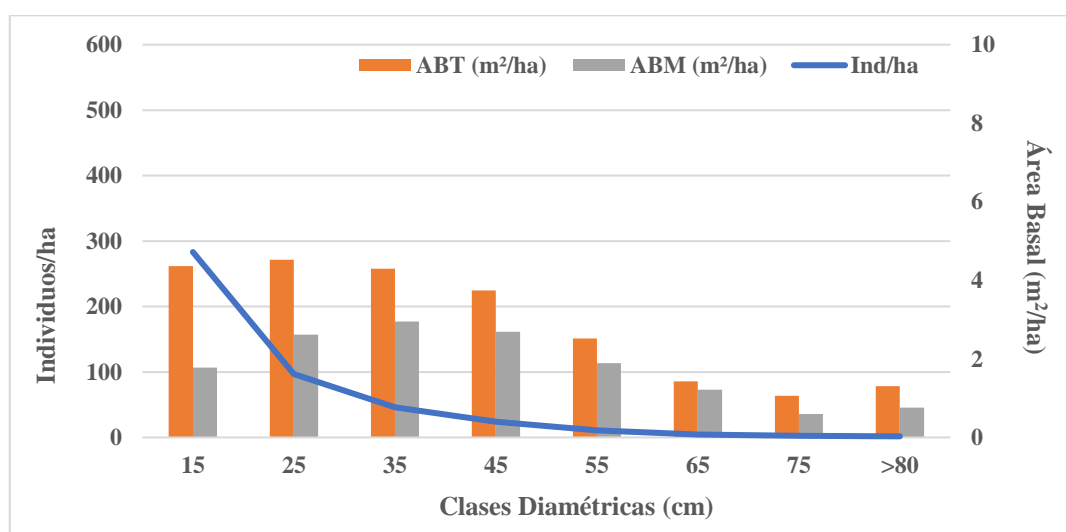
Piso altitudinal (SP: Selva Pedemontana, SM: Selva Montana, SM-BM: Transición Selva Montana y Bosque Montano, BM: Bosque Montano), ABT: área basal total, ABM: área basal de las especies de valor maderable.

### **Selva Pedemontana**

En el relevamiento de la vegetación arbórea de las 21 parcelas se registraron 9858 individuos con DAP igual o mayor a 10 cm. Se encontraron en promedio ( $\pm$ desviación estándar)  $469,42 \pm 85,00$  individuos por hectárea con un 48,3% correspondientes a individuos con valor maderable. Dentro de los individuos con valor maderable encontramos que el 48,0% se corresponden a árboles futuro maderables ( $108,90 \pm 50,19$  individuos/ha). En promedio para las parcelas de la SP encontramos que la riqueza total es de  $37,38 \pm 7,68$  especies siendo  $15,28 \pm 1,84$  especies el promedio de maderables (Tabla 8). Para todos los individuos relevados en el piso altitudinal corresponden a un total de 106 especies siendo el piso con mayor riqueza de especies maderables alcanzando un 27,4% (Tabla 9).

En la Figura 2, puede observarse que la distribución diamétrica de las especies es irregular, describiendo una J invertida, típica de bosques irregulares. El ABT es de  $23,24 \pm 4,96 \text{ m}^2/\text{ha}$ , siendo mayor en las clases diamétricas inferiores debido a la gran cantidad de individuos existentes, disminuyendo gradualmente hacia los diámetros superiores. El ABM tiene una distribución de tipo “normal” con su pico máximo en la tercera clase diamétrica. La relación ABM/ABT de  $0,63 \pm 0,18$  (Tabla 10).

**Figura 2.** Distribución en clases diamétricas de las densidades y ocupación para la SP.



Densidad total: individuos por hectárea (línea). ABT: área basal total, ABM: área basal maderable (barras)

En la Tabla 11 se presentan los valores calculados de Abundancia, Frecuencia, Dominancia e Índice de Valor de Importancia Relativo de las especies de mayor importancia forestal y ecológica encontradas en las parcelas.

Los resultados del Índice de valor de importancia relativo (IVI<sub>r</sub>) para la SP muestran que, dentro de las especies maderables, las que se encuentran con mayor peso ecológico se ubican en la categoría de especies con valor forestal medio correspondientes a *A. colubrina* var *cebil* y *P. rhamnoides*. (Tabla 11) con un 8,4% y 5,7% respectivamente, también los individuos muertos se reflejan con un alto peso con un 4,2% concentrado en las clases diamétricas inferiores.

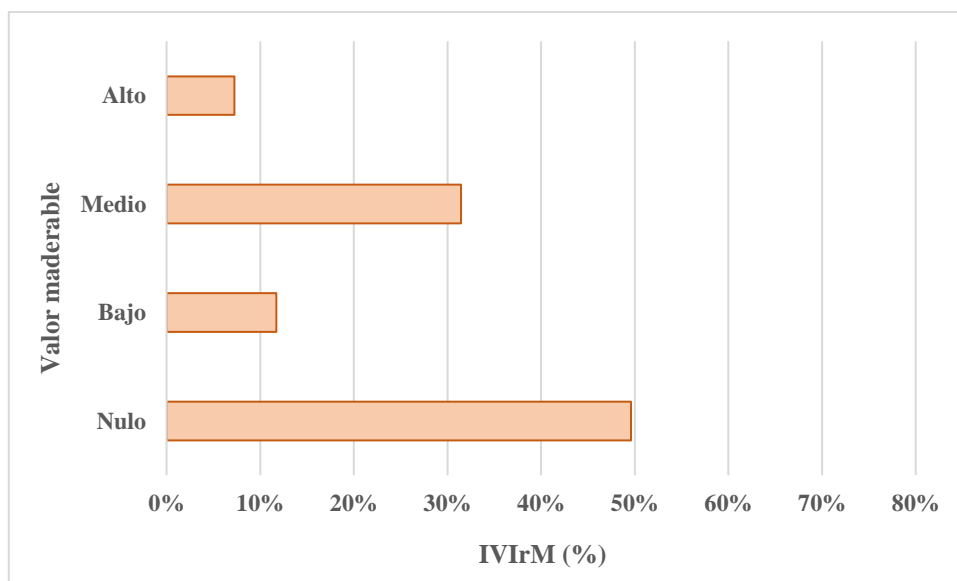
**Tabla 11.** Parámetros florístico-estructurales de las especies de mayor importancia forestal y ecológica en la SP.

Valor	Especies	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVIr (%)
		Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
Alto	<b>Cedbal</b>	184	0,019	0,905	0,024	15,518	0,032	2,5%
Alto	<b>Hanimp</b>	177	0,018	0,762	0,02	11,294	0,023	2,0%
Alto	<b>Myrper</b>	109	0,011	0,905	0,024	6,817	0,014	1,6%
Medio	<b>Anacol</b>	958	0,097	1	0,027	62,945	0,129	8,4%
Medio	<b>Phyrha</b>	682	0,069	0,81	0,022	39,378	0,081	5,7%
Medio	<b>Calmul</b>	368	0,037	0,905	0,024	28,363	0,058	4,0%
Medio	<b>Corame</b>	378	0,038	1	0,027	24,126	0,049	3,8%
Medio	<b>Myruru</b>	278	0,028	0,81	0,022	26,334	0,054	3,5%
Medio	<b>Cortri</b>	229	0,023	0,762	0,02	8,994	0,018	2,1%
Medio	<b>Tiptip</b>	50	0,005	0,429	0,011	12,028	0,025	1,4%
Bajo	<b>Ocopub</b>	412	0,042	0,81	0,022	15,539	0,032	3,2%
Bajo	<b>Parexc</b>	316	0,032	0,905	0,024	15,813	0,032	3,0%
Bajo	<b>Corsac</b>	171	0,017	0,857	0,023	6,56	0,013	1,8%
Bajo	<b>Tertri</b>	93	0,009	0,857	0,023	3,63	0,007	1,3%
Bajo	<b>Pizzap</b>	103	0,01	0,619	0,017	3,004	0,006	1,1%
Nulo	<b>Muerto</b>	627	0,064	0,333	0,009	25,41	0,052	4,2%
Nulo	<b>Diasor</b>	303	0,031	0,571	0,015	18,736	0,038	2,8%
Nulo	<b>Myrpun</b>	353	0,036	0,905	0,024	11,903	0,024	2,8%
Nulo	<b>Rupape</b>	389	0,039	0,762	0,02	9,97	0,02	2,7%
Nulo	<b>Ceicho</b>	111	0,011	0,714	0,019	17,873	0,037	2,2%
Nulo	<b>Tricla</b>	340	0,034	0,762	0,02	5,069	0,01	2,2%
Nulo	<b>Gleamo</b>	215	0,022	0,905	0,024	6,692	0,014	2,0%
Nulo	<b>Urecar</b>	208	0,021	0,762	0,02	5,358	0,011	1,7%
Nulo	<b>Chrgon</b>	174	0,018	0,524	0,014	9,284	0,019	1,7%
Nulo	<b>Urebac</b>	172	0,017	0,762	0,02	2,74	0,006	1,4%
Nulo	<b>Cupver</b>	140	0,014	0,571	0,015	5,53	0,011	1,4%
Nulo	<b>Achpra</b>	117	0,012	0,857	0,023	1,776	0,004	1,3%
Nulo	<b>Euguni</b>	211	0,021	0,429	0,011	2,699	0,006	1,3%
Nulo	<b>Pogtub</b>	194	0,02	0,429	0,011	3,493	0,007	1,3%
Nulo	<b>Agoexc</b>	97	0,01	0,857	0,023	2,674	0,005	1,3%
Nulo	<b>Penang</b>	75	0,008	0,571	0,015	3,693	0,008	1,0%
	<b>Otras sp.</b>	1624	0,165	14,333	0,383	74,817	0,153	23,4%

Valor maderable: alto, medio, bajo. Acrónimo de las especies, Abundancia absoluta y relativa, Frecuencia absoluta y relativa, Dominancia absoluta y relativa, IVIr: Índice de Valor de Importancia relativa. Otras sp: se presenta la sumatoria para cada variable de aquellas especies que poseen un IVIr inferior al 1%.

En la Figura 3 se observa que las especies con mayor peso ecológico dentro de la SP se corresponden con especies de valor maderable medio cercano al 30% del IVIr. La dominancia y peso ecológico de todas las especies con valor maderable llega a un 50,4%.

**Figura 3.** Agrupamiento del IVIr (%) en función del valor maderable de las especies de la SP.



Valor maderable: alto, medio, bajo y nulo. IVIrM: Índice de Valor de Importancia relativo según el valor maderable de las especies.

### Selva Montana

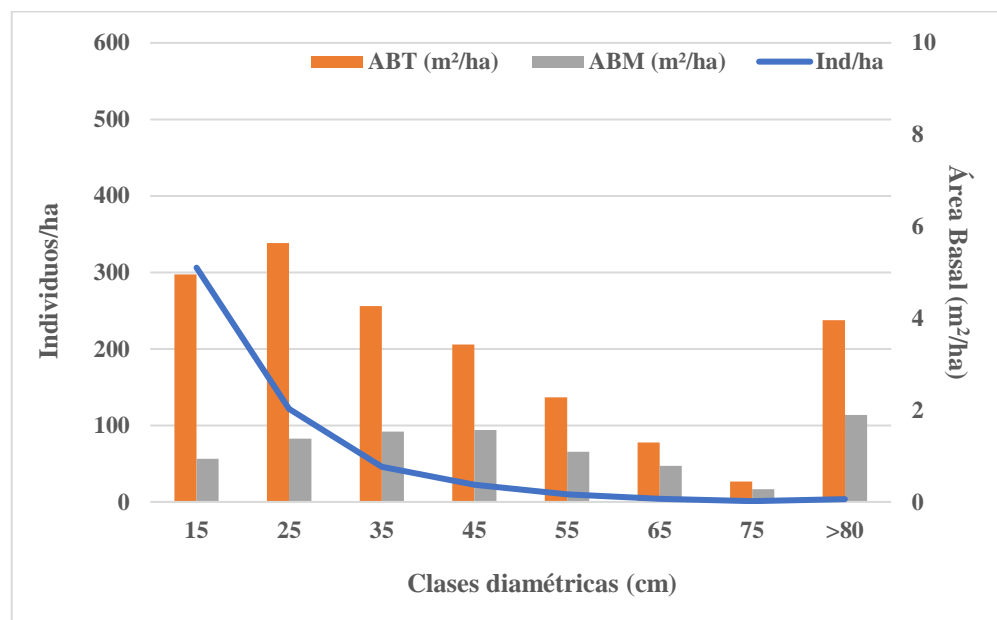
Se relevaron 11 parcelas registrando un total de 5662 individuos con DAP igual o mayor a 10 cm. En relación a la densidad, se encontraron  $514,72 \pm 73,80$  individuos/ha con el porcentaje más bajo de individuos maderables, comparado al resto de los pisos, alcanzando solamente el 23,9% del total ( $123,09 \pm 160,79$  individuos/ha), de los cuales un 46,8% son considerados AFM ( $57,63 \pm 38,27$  individuos/ha). En promedio para las parcelas de este piso, la riqueza total es de  $40,81 \pm 6,16$  especies y la riqueza de maderables es de  $13,09 \pm 1,86$  (Tabla 8). Este piso presenta la mayor riqueza de especies con un total de 109 especies de las cuales 26 especies presentan un valor forestal (Tabla 9) pero con baja densidad en comparación con los otros pisos.

El ABT es de  $26,26 \pm 5,86$  m<sup>2</sup>/ha de los cuales solamente el  $9,46 \pm 11,66$  se corresponde con el área basal de los individuos maderables, por lo cual en este piso encontramos la menor relación ABM/ABT con un 36%, (Tabla 10).

Como en todos los pisos de las Yungas, la distribución diamétrica de las especies es irregular, describiendo una J invertida, típica de bosques irregulares. La distribución del ABT es superior en las clases diamétricas inferiores y considerablemente elevada en las

clases mayores a 80 cm de DAP. El ABM tiene una distribución de tipo “normal” con un pico máximo en las clases diamétricas superiores (Figura 4).

**Figura 4.** Distribución en clases diamétricas de las densidades y ocupación para la SM.



Densidad total: individuos por hectárea (línea). ABT: área basal total, ABM: área basal maderable (barras)

La SM es el piso que presenta la mayor riqueza de especies (Tabla 9), sin embargo, al momento de analizar su IVIr encontramos que cerca del 70% de las especies con mayor peso ecológico incluyen especies que actualmente no tienen valor comercial siendo las más representativas *M. molybdaea*, *O. porphyria* y *C. gonocarpum* como puede observarse en la Tabla 12.

**Tabla 12.** Parámetros florístico-estructurales de las especies de mayor importancia forestal y ecológica en la SM.

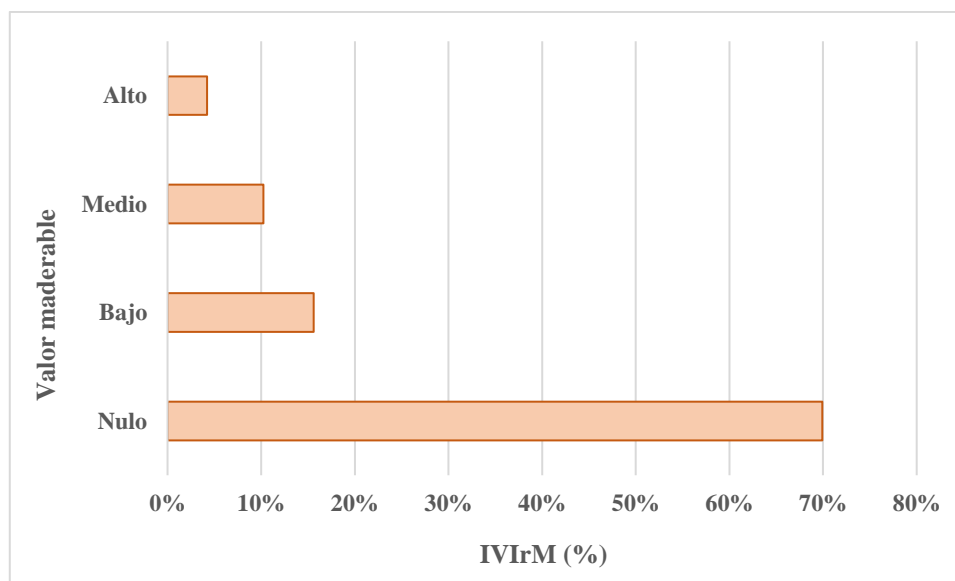
Valor	Especies	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVIr (%)
		Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
Alto	<b>Jugaus</b>	29	0,005	0,455	0,011	6,224	0,022	1,3%
Alto	<b>Myrper</b>	51	0,009	0,727	0,018	2,96	0,01	1,2%
Medio	<b>Anacol</b>	117	0,021	0,727	0,018	8,456	0,029	2,3%
Medio	<b>Tiptip</b>	13	0,002	0,455	0,011	11,138	0,039	1,7%
Medio	<b>Cortri</b>	72	0,013	0,818	0,02	2,727	0,009	1,4%
Medio	<b>Corame</b>	63	0,011	0,545	0,013	4,54	0,016	1,3%
Medio	<b>Hanlap</b>	64	0,011	0,364	0,009	4,516	0,016	1,2%
Bajo	<b>Ocopub</b>	238	0,042	0,909	0,022	9,668	0,033	3,3%
Bajo	<b>Blesal</b>	186	0,033	0,727	0,018	12,55	0,043	3,1%

Bajo	<b>Parexc</b>	116	0,02	1	0,024	12,964	0,045	3,0%
Bajo	<b>Tertri</b>	129	0,023	1	0,024	9,811	0,034	2,7%
Bajo	<b>Piszap</b>	117	0,021	0,727	0,018	9,206	0,032	2,3%
Bajo	<b>Lonlil</b>	79	0,014	0,636	0,016	5,587	0,019	1,6%
Bajo	<b>Ruplax</b>	43	0,008	0,818	0,02	3,057	0,011	1,3%
Nulo	<b>Micmol</b>	657	0,116	0,455	0,011	17,084	0,059	6,2%
Nulo	<b>Ocopor</b>	214	0,038	0,818	0,02	28,243	0,098	5,2%
Nulo	<b>Chrgon</b>	327	0,058	0,727	0,018	14,652	0,051	4,2%
Nulo	<b>Cropil</b>	242	0,043	0,818	0,02	9,496	0,033	3,2%
Nulo	<b>Diasor</b>	194	0,034	0,818	0,02	10,889	0,038	3,1%
Nulo	<b>Sipocc</b>	173	0,031	0,182	0,004	16,336	0,057	3,1%
Nulo	<b>Urecar</b>	142	0,025	0,909	0,022	3,346	0,012	2,0%
Nulo	<b>Alledu</b>	130	0,023	1	0,024	3,003	0,01	1,9%
Nulo	<b>Myrpun</b>	110	0,019	0,727	0,018	3,539	0,012	1,6%
Nulo	<b>Ingmar</b>	143	0,025	0,364	0,009	3,89	0,013	1,6%
Nulo	<b>Necang</b>	104	0,018	0,455	0,011	5,117	0,018	1,6%
Nulo	<b>Cupver</b>	78	0,014	0,818	0,02	3,392	0,012	1,5%
Nulo	<b>Myrlae</b>	76	0,013	0,727	0,018	3,887	0,013	1,5%
Nulo	<b>Piptuc</b>	114	0,02	0,727	0,018	1,598	0,006	1,4%
Nulo	<b>Tricla</b>	90	0,016	0,818	0,02	1,902	0,007	1,4%
Nulo	<b>Solrip</b>	69	0,012	0,909	0,022	1,806	0,006	1,4%
Nulo	<b>Urebac</b>	77	0,014	0,818	0,02	1,76	0,006	1,3%
Nulo	<b>Rupape</b>	116	0,02	0,455	0,011	2,313	0,008	1,3%
Nulo	<b>Prutuc</b>	53	0,009	0,636	0,016	3,784	0,013	1,3%
Nulo	<b>Ficmar</b>	23	0,004	0,273	0,007	7,128	0,025	1,2%
Nulo	<b>Euguni</b>	81	0,014	0,545	0,013	1,15	0,004	1,1%
Nulo	<b>Myrflo</b>	47	0,008	0,727	0,018	1,318	0,005	1,0%
	<b>Otras sp.</b>	1085	0,192	16,182	0,396	39,836	0,138	24,2%

Valor maderable: alto, medio, bajo. Acrónimo de las especies, Abundancia absoluta y relativa, Frecuencia absoluta y relativa, Dominancia absoluta y relativa, IVIr: Índice de Valor de Importancia relativa. Otras sp: se presenta la sumatoria para cada variable de aquellas especies que poseen un IVIr inferior al 1%.

En la Figura 5 se observa solamente un 15,6% del IVIr correspondientes a especies con un bajo valor comercial entre las que se encuentran con mayor proporción *O. puberula*, *B. salicifolius* y *P. excelsa* y solamente encontramos con un 4,2% a la representación de las especies de mayor valor como *J. australis* y *M. peruiferum* entre otras.

**Figura 5.** Agrupamiento del IVIr (%) en función del valor maderable de las especies de la SM.

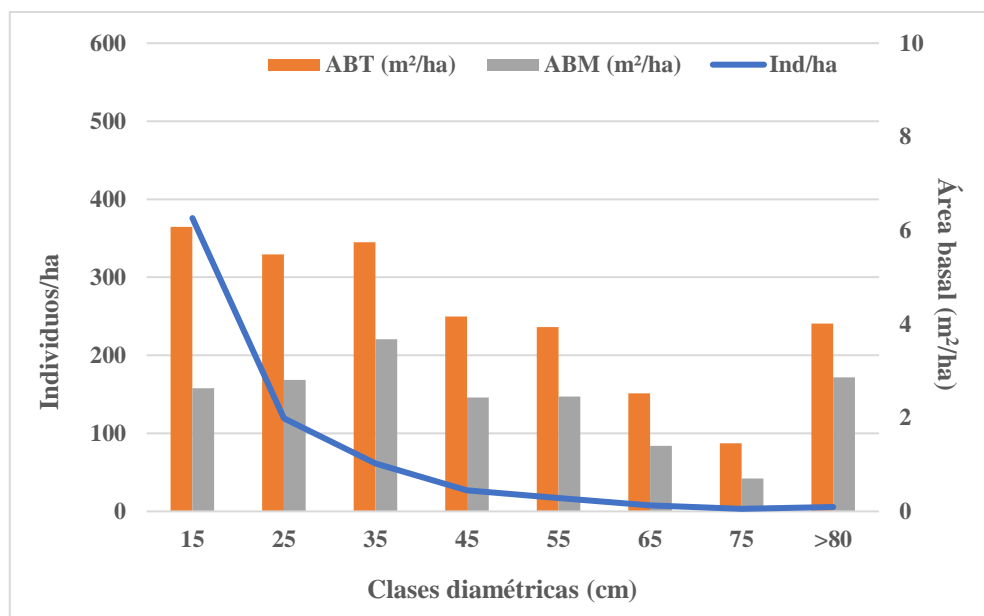


Valor maderable: alto, medio, bajo y nulo. IVIrM: Índice de Valor de Importancia relativo según el valor maderable de las especies.

### **Selva Montana-Bosque Montano**

Se registraron 4319 individuos con DAP igual o mayor a 10 cm en las 7 parcelas relevadas. En este piso de transición encontramos la mayor densidad de individuos por hectárea con un total de  $617,00 \pm 100,06$  individuos/ha de las cuales  $294,71 \pm 166,65$  individuos/ha son maderables con un 53,9% de AFM. La riqueza total promedio es de  $28,14 \pm 6,09$  especies de las cuales el 27,9% representan especies con valor maderable (Tabla 8). De las 65 especies relevadas para todo el piso solamente 12 especies presentan un valor maderable principalmente con un bajo valor (Tabla 9). El ABT es de  $33,39 \pm 5,64$  m<sup>2</sup>/ha siendo más de la mitad de la ocupación con valor maderable con una relación ABT/ABM de  $0,58 \pm 0,18$  m<sup>2</sup>/ha (Tabla 10). Como es esperable, la distribución diamétrica es irregular con altas densidades en las clases inferiores (Figura 6). El ABT y ABM se concentran en las clases diamétricas más bajas, pero a la vez presenta una alta ocupación en las clases mayores a 80 cm de DAP.

**Figura 6.** Distribución en clases diamétricas de las densidades y ocupación para la SM-BM.



Densidad total: individuos por hectárea (línea). ABT: área basal total, ABM: área basal maderable (barras)

Para el IVIr se obtuvo que las especies con valor comercial aportan a la estructura total con un 44,2% dentro de las cuales se destaca con el mayor peso ecológico a la especie *P. parlatoresi*, de valor comercial medio, que supera el 10% y a las especies de bajo valor comercial *B. salicifolius* y *P. excelsa* con un 8,92% y 5,5% respectivamente. También cabe mencionar a la especie *C. angustifolia* que se corresponde con una especie de alto valor comercial con un peso ecológico significativo de 4,45% (Tabla 13).

**Tabla 13.** Parámetros florístico-estructurales de las especies de mayor importancia forestal y ecológica en la transición entre SM y BM.

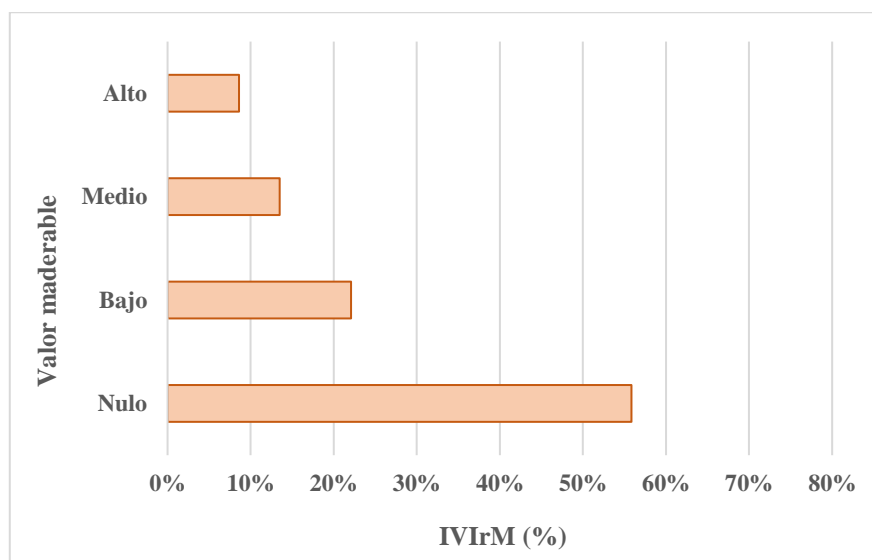
Valor	Especies	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVIr (%)
		Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
Alto	<b>Cedang</b>	108	0,025	0,857	0,03	18,219	0,078	4,4%
Alto	<b>Jugaus</b>	170	0,039	0,857	0,03	11,374	0,049	3,9%
Medio	<b>Podpar</b>	553	0,128	0,857	0,03	34,557	0,148	10,2%
Medio	<b>Hanlap</b>	151	0,035	0,571	0,02	10,204	0,044	3,3%
Bajo	<b>Blesal</b>	494	0,114	1	0,036	27,545	0,118	8,9%
Bajo	<b>Parexc</b>	265	0,061	1	0,036	15,899	0,068	5,5%
Bajo	<b>Alnacu</b>	105	0,024	0,429	0,015	7,255	0,031	2,4%
Bajo	<b>Myrmat</b>	106	0,025	1	0,036	2,066	0,009	2,3%
Bajo	<b>Tertri</b>	99	0,023	0,571	0,02	4,624	0,02	2,1%

Nulo	<b>Alledu</b>	572	0,132	1	0,036	12,456	0,053	7,4%
Nulo	<b>Ilearg</b>	171	0,04	1	0,036	27,993	0,12	6,5%
Nulo	<b>Myrpse</b>	230	0,053	0,714	0,025	10,243	0,044	4,1%
Nulo	<b>Ocopor</b>	113	0,026	0,714	0,025	9,897	0,042	3,1%
Nulo	<b>Vibsee</b>	181	0,042	0,857	0,03	3,245	0,014	2,9%
Nulo	<b>Prutuc</b>	101	0,023	0,857	0,03	5,987	0,026	2,6%
Nulo	<b>Durser</b>	66	0,015	1	0,036	1,197	0,005	1,9%
Nulo	<b>Myrlae</b>	65	0,015	0,714	0,025	2,09	0,009	1,6%
Nulo	<b>Sipocc</b>	109	0,025	0,286	0,01	2,427	0,01	1,5%
Nulo	<b>Eryfal</b>	30	0,007	0,571	0,02	3,999	0,017	1,5%
Nulo	<b>Samper</b>	50	0,012	0,714	0,025	1,411	0,006	1,4%
Nulo	<b>Myrbar</b>	85	0,02	0,286	0,01	2,748	0,012	1,4%
Nulo	<b>Orekun</b>	46	0,011	0,571	0,02	2,176	0,009	1,3%
Nulo	<b>Roumo</b>	59	0,014	0,429	0,015	1,865	0,008	1,2%
Nulo	<b>Citapo</b>	32	0,007	0,571	0,02	1,099	0,005	1,1%
Nulo	<b>Scubux</b>	27	0,006	0,571	0,02	1,064	0,005	1,0%
Nulo	<b>Zancoc</b>	20	0,005	0,571	0,02	1,426	0,006	1,0%
	<b>Otras sp.</b>	311	0,072	9,571	0,34	10,699	0,046	15,3%

Valor maderable: alto, medio, bajo. Acrónimo de las especies, Abundancia absoluta y relativa, Frecuencia absoluta y relativa, Dominancia absoluta y relativa, IVIr: Índice de Valor de Importancia relativa. Otras sp: se presenta la sumatoria para cada variable de aquellas especies que poseen un IVIr inferior al 1%.

En este piso de transición entre la selva montana y el bosque montano también encontramos que las especies con nulo valor comercial superan el 55% del IVIr (Figura 7).

**Figura 7.** Agrupamiento del IVIr (%) en función del valor maderable de las especies de la transición entre SM y BM.

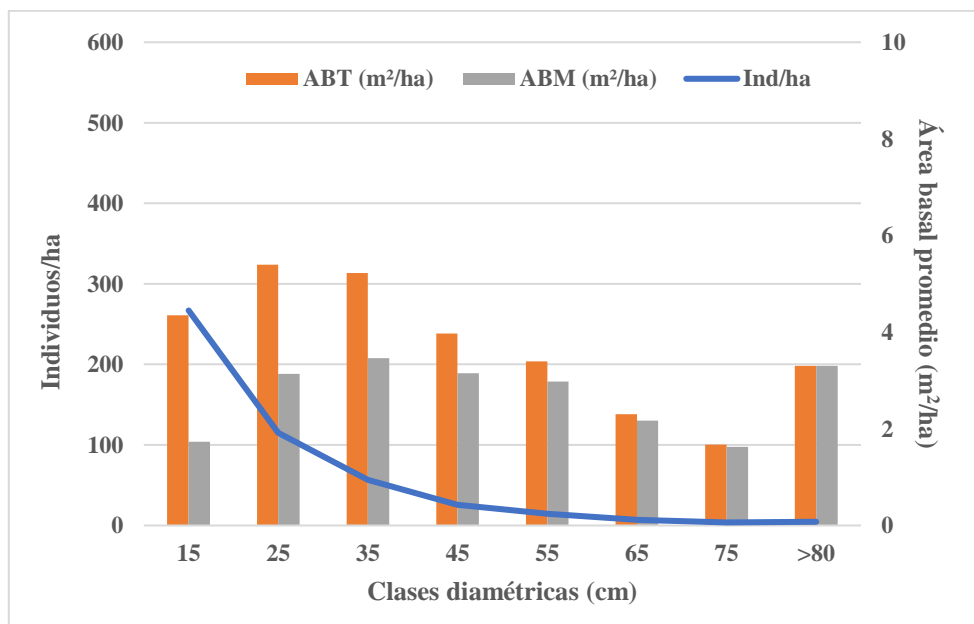


Valor maderable: alto, medio, bajo y nulo. IVIrM: Índice de Valor de Importancia relativo según el valor maderable de las especies.

### Bosque Montano

En este piso altitudinal se establecieron 9 parcelas dentro de las cuales se relevaron 4448 individuos con DAP igual o mayor a 10 cm. En promedio se registraron  $494,22 \pm 277,18$  individuos por hectárea de los cuales el 50,5% se corresponden con individuos de valor maderable. Dentro de los individuos con valor maderable encontramos que el 39,2% se corresponden a árboles futuro ( $97,77 \pm 147,55$  individuos/ha). La riqueza total es la menor de todos los pisos con un promedio de  $12,44 \pm 6,48$  especies siendo  $3,22 \pm 1,78$  especies las de valor maderable (Tabla 8). Para todo el piso altitudinal se relevaron 43 especies de las cuales el 16,3% presentan un valor maderable (Tabla 9). En relación al ABT se encuentra con  $29,62 \pm 13,82$  m<sup>2</sup>/ha de las cuales el ABM es de  $21,56 \pm 14,97$  lo que representa una relación ABM/ABT del 68% (tabla 10). En la Figura 8 observamos la distribución irregular de la densidad de individuos totales y el ABT con una mayor concentración en las clases inferiores, la distribución del ABM tiene un comportamiento de tipo “normal” también con una gran concentración en los diámetros más elevados.

**Figura 8.** Distribución en clases diamétricas de las densidades y ocupación para el BM.



Densidad total: individuos por hectárea (línea). ABT: área basal total, ABM: área basal maderable (barras)

El BM representa el piso con menor riqueza de las Yungas donde solamente ocho especies poseen valor comercial sin embargo las mismas poseen un peso ecológico significativo que alcanza casi el 50% del IVIr (Figura 9), principalmente por la gran presencia de la especie *P. parlatorei*, de valor comercial medio, que supera el 36%. Continúa en segundo lugar *P. tucumanensis* sin valor comercial con un peso ecológico de 8,1% y *A. acuminata* de bajo valor maderable con el 5,9% (Tabla 14). Cabe destacar como especie con un alto valor comercial a la especie *C. angustifolia* con un peso ecológico del 3,1%.

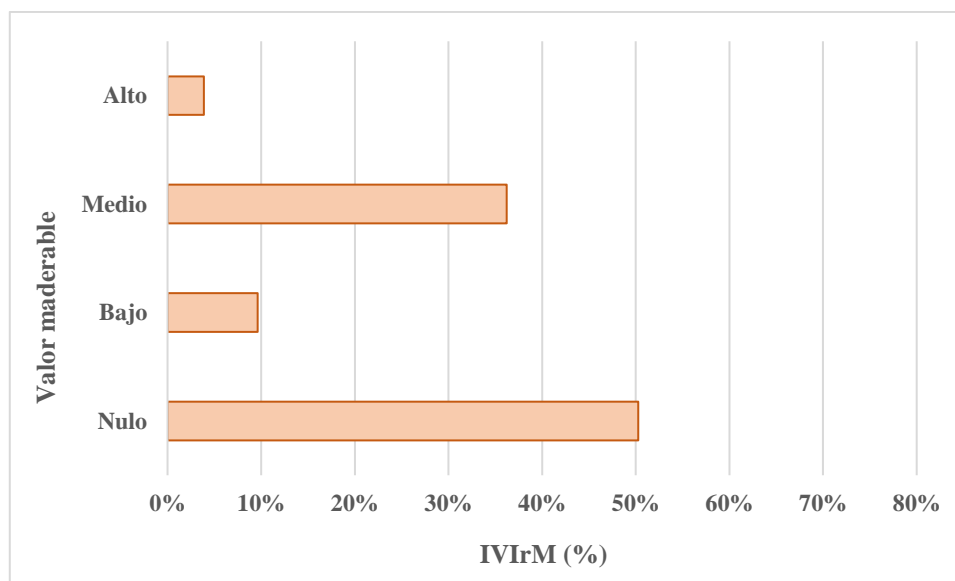
**Tabla 14.** Parámetros florístico-estructurales de las especies de mayor importancia forestal y ecológica en el BM.

Valor	Especies	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVIr (%)
		Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
Alto	<b>Cedang</b>	112	0,025	0,556	0,045	5,783	0,022	3,1%
Medio	<b>Podpar</b>	1817	0,408	0,778	0,063	164,16	0,616	36,2%
Bajo	<b>Alnacu</b>	205	0,046	0,667	0,054	20,808	0,078	5,9%
Bajo	<b>Myrmat</b>	63	0,014	0,556	0,045	1,381	0,005	2,1%
Nulo	<b>Prutuc</b>	543	0,122	0,778	0,063	15,594	0,058	8,1%
Nulo	<b>Ilearg</b>	286	0,064	0,333	0,027	21,695	0,081	5,7%
Nulo	<b>Vibsee</b>	433	0,097	0,444	0,036	7,256	0,027	5,3%
Nulo	<b>Samper</b>	256	0,058	0,778	0,063	9,031	0,034	5,1%
Nulo	<b>Crituc</b>	258	0,058	0,333	0,027	11,248	0,042	4,2%
Nulo	<b>Schgra</b>	90	0,02	0,778	0,063	2,145	0,008	3,0%
Nulo	<b>Ranmic</b>	42	0,009	0,556	0,045	0,481	0,002	1,9%
Nulo	<b>Myrpse</b>	31	0,007	0,444	0,036	0,549	0,002	1,5%
Nulo	<b>Berjob</b>	26	0,006	0,444	0,036	0,292	0,001	1,4%
Nulo	<b>Durser</b>	16	0,004	0,444	0,036	0,249	0,001	1,3%
Nulo	<b>Rhasph</b>	8	0,002	0,444	0,036	0,095	0,000	1,3%
Nulo	<b>Kausal</b>	14	0,003	0,333	0,027	0,177	0,001	1,0%
	<b>Otras sp.</b>	248	0,056	3,778	0,304	5,688	0,021	12,7%

Valor maderable: alto, medio, bajo. Acrónimo de las especies, Abundancia absoluta y relativa, Frecuencia absoluta y relativa, Dominancia absoluta y relativa, IVIr: Índice de Valor de Importancia relativa. Otras sp: se presenta la sumatoria para cada variable de aquellas especies que poseen un IVIr inferior al 1%.

En este piso también cabe destacar que las especies con nulo valor comercial superan el 50% del IVIr (Figura 9).

**Figura 9.** Agrupamiento del IVIr (%) en función del valor maderable de las especies del BM.



Valor maderable: alto, medio, bajo y nulo. IVIrM: Índice de Valor de Importancia relativo según el valor maderable de las especies.

### **Umbral de los Indicadores**

A continuación, en el Tabla 15, se presentan los resultados de los umbrales (mínimo, promedio y óptimo) para los indicadores obtenidos del análisis de la RedSPP para cada piso altitudinal. Para establecer el estado de conservación para cada piso altitudinales de las Yungas se analizaron los datos de la RedSPP y se tomaron como referencia los indicadores trabajados por la Dirección de Bosques (2013) incorporando el indicador IVIrM.

**Tabla 15.** Umbrales de los Indicadores del estado de conservación productivo para la RedSPP.

<b>Piso Altitudinal</b>	<b>Umbrales</b>	<b>ABT (m<sup>2</sup>/ha)</b>	<b>ABM/ABT (%)</b>	<b>AFM (individuos/ha)</b>	<b>IVIrM (%)</b>
<b>SP</b>	Promedio	23,24	63,3%	109	50,4%
	Mínimo	20,98	55,1%	86	
	Óptimo	25,50	71,5%	132	
<b>SM</b>	Promedio	26,26	36,6%	58	30,1%
	Mínimo	22,32	29,2%	32	
	Óptimo	30,20	44,0%	83	
<b>SM-BM</b>	Promedio	33,40	58,8%	159	44,2%
	Mínimo	28,18	41,9%	31	
	Óptimo	38,61	75,7%	287	
<b>BM</b>	Promedio	29,63	69,0%	98	49,7%
	Mínimo	19,00	48,5%	11	
	Óptimo	40,25	89,5%	211	

Piso altitudinal (SP: Selva Pedemontana, SM: Selva Montana, SM-BM: Transición Selva Montana y Bosque Montano, BM: Bosque Montano). ABT: Área Basal de Todas las especies ABM: Área Basal de las especies con valor maderable, AFM: Árbol Futuro de las especies maderables, IVIrM: Índice de Valor de Importancia relativo de las especies con valor maderable.

En el BM el umbral mínimo para el indicador de AFM resultó negativo, por lo tanto, fue considerado como cero, ello se debe a la gran variación entre las parcelas permanentes ya que dos de ellas presentaban valores para esta clase diamétrica superiores a los 250 individuos/ha mientras que el promedio entre las siete parcelas restantes fue de 27 individuos/ha con un límite inferior de 11 individuos/ha y un óptimo de 43 individuos/ha. Por ello en los resultados se toma como umbral mínimo el valor de 11 individuos por hectárea.

### **Planes de Manejo Forestal Sustentable**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para los inventarios forestales en el marco de los PMFS donde se analizaron las estructuras horizontales e indicadores propuestos para cada piso altitudinal, si es que el área inventariada presentaba más de uno, manteniendo la metodología de análisis aplicada a los datos de la RedSPP.

## Bosque 1

Sobre el total de las especies relevadas en el inventario, se encontraron 56 especies (riqueza específica), con 4 especies identificadas con alto valor maderable, 12 de valor medio y 7 de bajo valor. En promedio para las parcelas por piso, la riqueza total fue de  $9,25 \pm 2,67$  para la SP y  $10,5 \pm 5,04$  para la SM con 60% y 56% de especies maderables respectivamente. La densidad de individuos por hectárea fue superior en la SM con  $638,8 \pm 297,08$  y de  $485,19 \pm 181,69$  para la SP con un 52% y 59% de individuos maderables por piso respectivamente. Sobre la densidad de individuos maderables, para ambos pisos, encontramos un 47% de árboles futuros maderables (Tabla 16).

**Tabla 16.** Composición de los distintos pisos altitudinales para el Bosque 1.

Piso Altitudinal	Densidad Total (Individuos/ha)	Densidad Maderables (Individuos/ha)	Riqueza Total (especies)	Riqueza Maderables (especies)	AFM (Individuos/ha)
SP	$485,19 \pm 181,69$	$288,09 \pm 135,99$	$9,25 \pm 2,67$	$5,53 \pm 1,70$	$136,84 \pm 103,8$
SM	$638,8 \pm 297,08$	$332,70 \pm 229,55$	$10,5 \pm 5,04$	$5,87 \pm 2,87$	$156,25 \pm 130,4$

Piso altitudinal (SP: Selva Pedemontana, SM: Selva Montana). AFM: individuos por hectárea de árboles futuros maderables

En la Tabla 17 podemos observar que el ABT relevada es de  $22,74 \text{ m}^2/\text{ha}$  para la SP y  $32,52 \text{ m}^2/\text{ha}$  para la SM, siendo 73% y 67% la relación ABM/ABT respectivamente para cada piso.

**Tabla 17.** Ocupación para cada piso altitudinal para el Bosque 1.

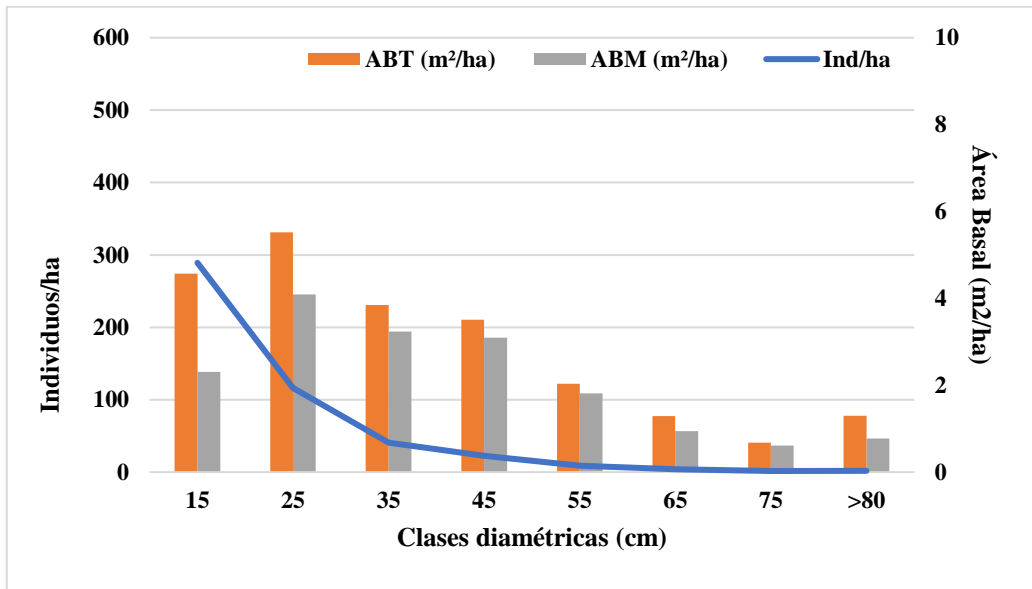
Piso Altitudinal	ABT ( $\text{m}^2/\text{ha}$ )	ABM ( $\text{m}^2/\text{ha}$ )	ABM/ABT
SP	$22,74 \pm 8,12$	$16,87 \pm 6,95$	$0,73 \pm 0,1$
SM	$32,52 \pm 16,21$	$20,96 \pm 11,32$	$0,67 \pm 0,22$

Piso altitudinal (SP: Selva Pedemontana, SM: Selva Montana), ABT: área basal total, ABM: área basal maderable.

En las Figuras 10 y 11 podemos observar la distribución irregular de las densidades en las distintas clases diamétricas para ambos pisos altitudinales. En las clases diamétricas aprovechables (superior a los 40cm DAP) encontramos, en ambos pisos, alrededor de un

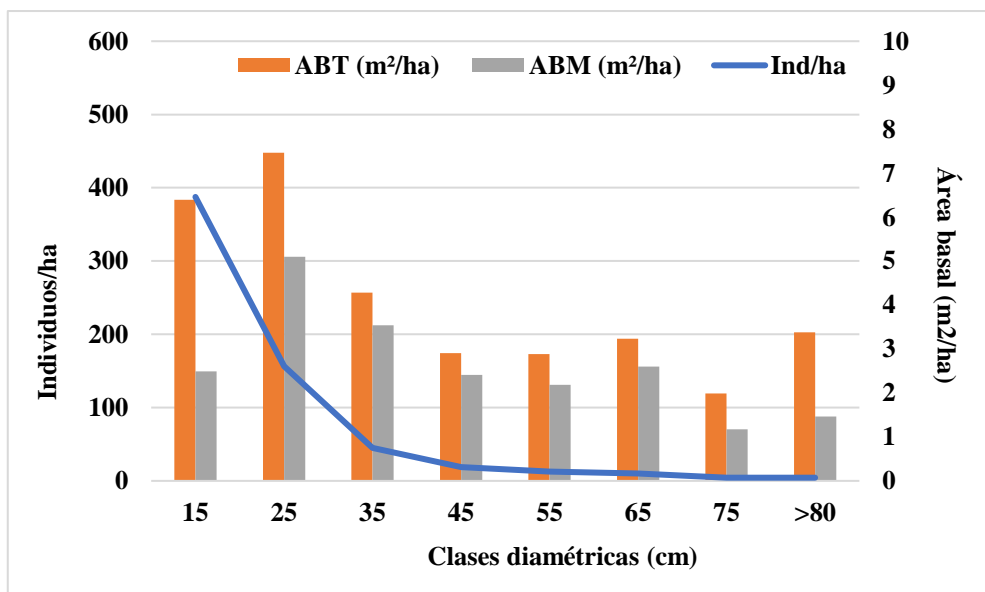
40% del ABM, las clases inferiores superan el 50% y el resto se ubican por encima de los 80cm.

**Figura 10.** Distribución en clases diamétricas de las densidades y ocupación para el Bosque 1 (SP).



Densidad total: individuos por hectárea (línea). ABT: área basal total, ABM: área basal maderable (barras).

**Figura 11.** Distribución en clases diamétricas de las densidades y ocupación para el Bosque 1 (SM).



Densidad total: individuos por hectárea (línea). ABT: área basal total, ABM: área basal maderable (barras).

Los resultados IVIr para la SP (Tabla 18) muestran que un 64,4% representan especies de interés maderable de las cuales principalmente corresponden a valores medios siendo las más representativas *A. colubrina* var *cebil*, *P. rhamnoides*. y *C. americana* con un 10,9%, 8,9% y 7,8% respectivamente. Cabe destacar la importancia de *C. balansae* con un peso ecológico del 7%.

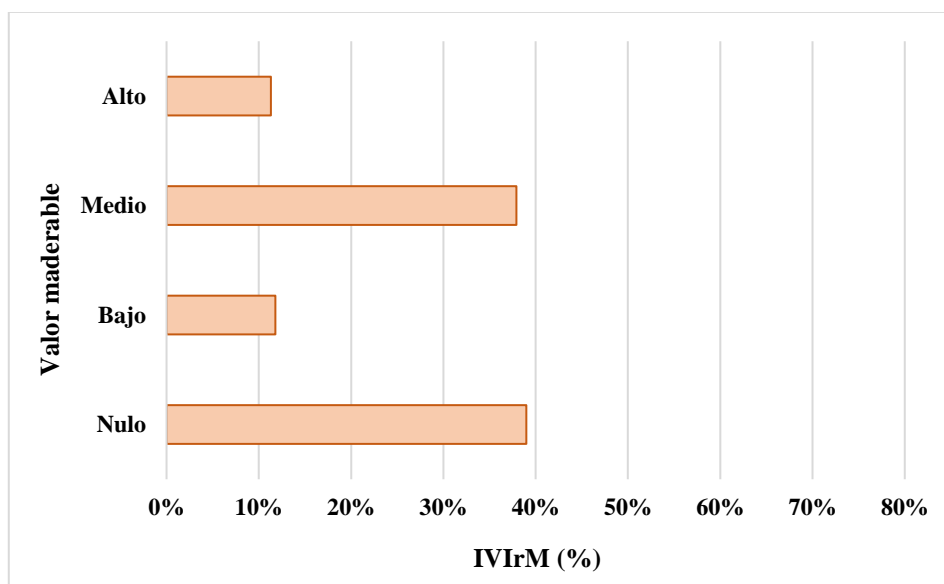
**Tabla 18.** Parámetros florístico-estructurales de las especies de mayor importancia forestal y ecológica en la SP.

Valor	Especies	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVIr (%)
		Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
Alto	<b>Cedbal</b>	2227	0,06	0,584	0,063	153,112	0,087	7,0%
Alto	<b>Hanimp</b>	480	0,013	0,312	0,034	45,385	0,026	2,4%
Alto	<b>Myrper</b>	473	0,013	0,234	0,025	32,254	0,018	1,9%
Medio	<b>Anacol</b>	3800	0,102	0,805	0,087	244,006	0,139	10,9%
Medio	<b>Phyrha</b>	3447	0,092	0,558	0,06	197,91	0,113	8,9%
Medio	<b>Corame</b>	3207	0,086	0,506	0,055	162,019	0,093	7,8%
Medio	<b>Calmul</b>	1250	0,033	0,481	0,052	86,564	0,049	4,5%
Medio	<b>Myruru</b>	523	0,014	0,26	0,028	83,226	0,048	3,0%
Medio	<b>Cortri</b>	1060	0,028	0,312	0,034	44,179	0,025	2,9%
Bajo	<b>Ocopub</b>	1750	0,047	0,169	0,018	56,651	0,032	3,2%
Bajo	<b>Myrmat</b>	1500	0,04	0,351	0,038	23,561	0,013	3,0%
Bajo	<b>Corsac</b>	1030	0,028	0,338	0,036	46,105	0,026	3,0%
Bajo	<b>Ruplax</b>	997	0,027	0,234	0,025	40,201	0,023	2,5%
Bajo	<b>Parexc</b>	590	0,016	0,195	0,021	27,697	0,016	1,8%
Bajo	<b>Tertri</b>	510	0,014	0,169	0,018	10,968	0,006	1,3%
Nulo	<b>Coccor</b>	2373	0,064	0,416	0,045	46,058	0,026	4,5%
Nulo	<b>Diasor</b>	1953	0,052	0,364	0,039	58,858	0,034	4,2%
Nulo	<b>Ceicho</b>	573	0,015	0,325	0,035	92,885	0,053	3,4%
Nulo	<b>Gleamo</b>	1340	0,036	0,312	0,034	40,496	0,023	3,1%
Nulo	<b>Achpra</b>	1000	0,027	0,208	0,022	14,005	0,008	1,9%
Nulo	<b>Agoexc</b>	740	0,02	0,195	0,021	25,021	0,014	1,8%
Nulo	<b>Rhasph</b>	900	0,024	0,182	0,02	12,867	0,007	1,7%
Nulo	<b>NN</b>	687	0,018	0,221	0,024	10,955	0,006	1,6%
Nulo	<b>Cupver</b>	760	0,02	0,117	0,013	24,989	0,014	1,6%
Nulo	<b>Alledu</b>	567	0,015	0,156	0,017	8,559	0,005	1,2%
	<b>Otras sp.</b>	3623	0,097	1,26	0,136	163,002	0,093	10,9%

Valor maderable: alto, medio, bajo. Acrónimo de las especies, Abundancia absoluta y relativa, Frecuencia absoluta y relativa, Dominancia absoluta y relativa, IVIr: Índice de Valor de Importancia relativa. Otras sp: se presenta la sumatoria para cada variable de aquellas especies que poseen un IVIr inferior al 1%.

En la Figura 12 se observa que la mayor proporción del IVIr se encuentra en las especies de valor medio que supera el 35% del total y las de valor alto y bajo superan ambas el 10%.

**Figura 12.** Agrupamiento del IVIr (%) en función del valor maderable de las especies del Bosque 1 (SP).



Valor maderable: alto, medio, bajo y nulo. IVIrM: Índice de Valor de Importancia relativo según el valor maderable de las especies.

Para la SM los resultados del IVIr destacan la importancia principal con un valor medio maderable de *A. colubrina* var *cebil* con un 14,7%, seguido por *O. puberula* y *P. excelsa* de bajo valor con un 8,6% y 7,0% respectivamente. Con un 8,2% encontramos a *D. sorbifolia* que no posee valor comercial (Tabla 19).

**Tabla 19.** Parámetros florístico-estructurales de las especies de mayor importancia forestal y ecológica en la SM.

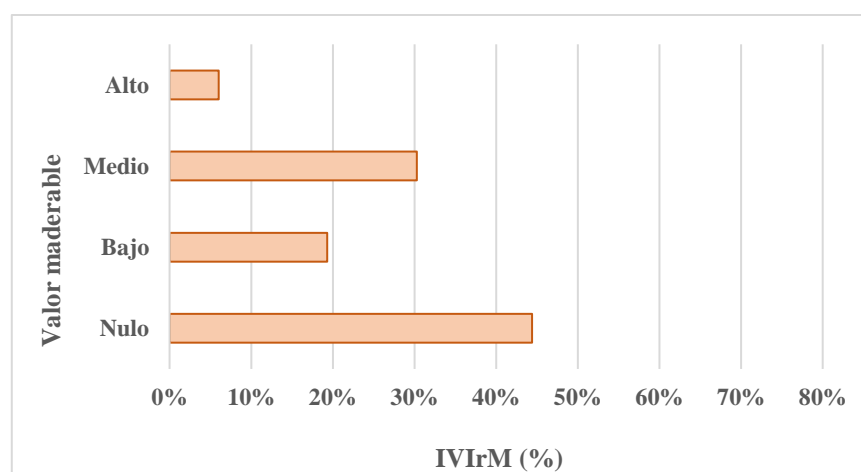
Valor	Especies	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVIr (%)
		Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
Alto	<b>Myrper</b>	160	0,016	0,375	0,036	10,947	0,021	2,4%
Alto	<b>Cedbal</b>	117	0,011	0,313	0,03	11,162	0,021	2,1%
Alto	<b>Hanimp</b>	83	0,008	0,25	0,024	7,469	0,014	1,5%
Medio	<b>Anacol</b>	1630	0,159	0,938	0,089	99,487	0,191	14,7%
Medio	<b>Tiptip</b>	297	0,029	0,313	0,03	41,271	0,079	4,6%
Medio	<b>Corame</b>	237	0,023	0,625	0,06	16,962	0,033	3,8%
Medio	<b>Calmul</b>	103	0,01	0,25	0,024	18,44	0,035	2,3%
Medio	<b>Hanlap</b>	153	0,015	0,188	0,018	8,79	0,017	1,7%

Medio	<b>Cortri</b>	107	0,01	0,25	0,024	8,03	0,015	1,7%
Medio	<b>Myruru</b>	93	0,009	0,188	0,018	10,053	0,019	1,5%
Bajo	<b>Ocopub</b>	1043	0,102	0,813	0,077	40,525	0,078	8,6%
Bajo	<b>Parexc</b>	750	0,073	0,688	0,065	37,724	0,072	7,0%
Bajo	<b>Myrmat</b>	577	0,056	0,438	0,042	12,286	0,024	4,1%
Bajo	<b>Ruplax</b>	230	0,023	0,25	0,024	11,863	0,023	2,3%
Bajo	<b>Tertri</b>	167	0,016	0,125	0,012	6,008	0,012	1,3%
Nulo	<b>Diasor</b>	1197	0,117	0,688	0,065	32,942	0,063	8,2%
Nulo	<b>Rhasph</b>	933	0,091	0,438	0,042	18,085	0,035	5,6%
Nulo	<b>NN</b>	487	0,048	0,375	0,036	9,758	0,019	3,4%
Nulo	<b>Ceicho</b>	173	0,017	0,125	0,012	17,497	0,034	2,1%
Nulo	<b>Psearg</b>	117	0,011	0,188	0,018	15,056	0,029	1,9%
Nulo	<b>Necang</b>	93	0,009	0,188	0,018	15,378	0,03	1,9%
Nulo	<b>Chrgon</b>	153	0,015	0,313	0,03	4,607	0,009	1,8%
Nulo	<b>Solrip</b>	167	0,016	0,313	0,03	2,54	0,005	1,7%
Nulo	<b>Coccor</b>	233	0,023	0,188	0,018	5,306	0,01	1,7%
Nulo	<b>Agoexc</b>	110	0,011	0,25	0,024	4,926	0,009	1,5%
Nulo	<b>Parvis</b>	63	0,006	0,125	0,012	12,014	0,023	1,4%
Nulo	<b>Casast</b>	143	0,014	0,188	0,018	3,116	0,006	1,3%
Nulo	<b>Ficmar</b>	20	0,002	0,063	0,006	15,563	0,03	1,3%
Nulo	<b>Myrcor</b>	53	0,005	0,188	0,018	4,596	0,009	1,1%
Nulo	<b>Urebac</b>	100	0,01	0,188	0,018	1,641	0,003	1,0%
	<b>Otras sp.</b>	430	0,042	0,688	0,065	16,366	0,031	4,6%

Valor maderable: alto, medio, bajo. Acrónimo de las especies, Abundancia absoluta y relativa, Frecuencia absoluta y relativa, Dominancia absoluta y relativa, IVIr: Índice de Valor de Importancia relativa. Otras sp: se presenta la sumatoria para cada variable de aquellas especies que poseen un IVIr inferior al 1%.

En este piso también es destacable que entre todas las especies con valor maderable superan el 55% del IVIr (Figura 13).

**Figura 13.** Agrupamiento del IVIr (%) en función del valor maderable de las especies del Bosque 1 (SM).



Valor maderable: alto, medio, bajo y nulo. IVIrM: Índice de Valor de Importancia relativo según el valor maderable de las especies.

## Bosque 2

En los resultados se obtuvo que su estructura está conformada por  $643,96 \pm 315,28$  individuos por hectárea de los cuales el 31% responde a especies de interés maderable. Dentro de las especies maderables un 78% corresponde a árboles futuros, es decir, individuos con DAP menor a 20cm. Cabe mencionar que en más del 50% de las parcelas no se encontraron latizales y que los mismos se concentraron en 2 parcelas principalmente. La riqueza total de especies fue de 8, encontrando únicamente a *A. acuminata* con bajo valor comercial y *J. australis* de alto valor. El promedio de riqueza por parcela fue de  $2,18 \pm 1,77$  y de riqueza maderables con  $0,81 \pm 0,60$  (Tabla 20).

**Tabla 20.** Composición de los distintos pisos altitudinales para el Bosque 2.

Piso Altitudinal	Densidad Total (Individuos/ha)	Densidad Maderables (Individuos/ha)	Riqueza Total (especies)	Riqueza Maderables (especies)	AFM (individuos/ha)
BM	$643,96 \pm 315,28$	$202,29 \pm 286,63$	$2,18 \pm 1,77$	$0,81 \pm 0,60$	$156,84 \pm 301,68$

Piso altitudinal (BM: Bosque Montano). AFM: individuos por hectárea de árboles futuros maderables

En relación a la ocupación (Tabla 21), encontramos  $15,67 \pm 6,72$  de ABT con un  $7,43 \pm 6,83$  de ocupación de las especies maderables de las cuales el 95% corresponde a especies de bajo valor maderable. La relación entre ambas variables es del 46% pero cabe destacar que, por un lado, se encontraron parcelas con el 100% de ocupación de especies maderables, representada por *A. acuminata*, mientras que en otras no se encontró ninguna especie de interés comercial.

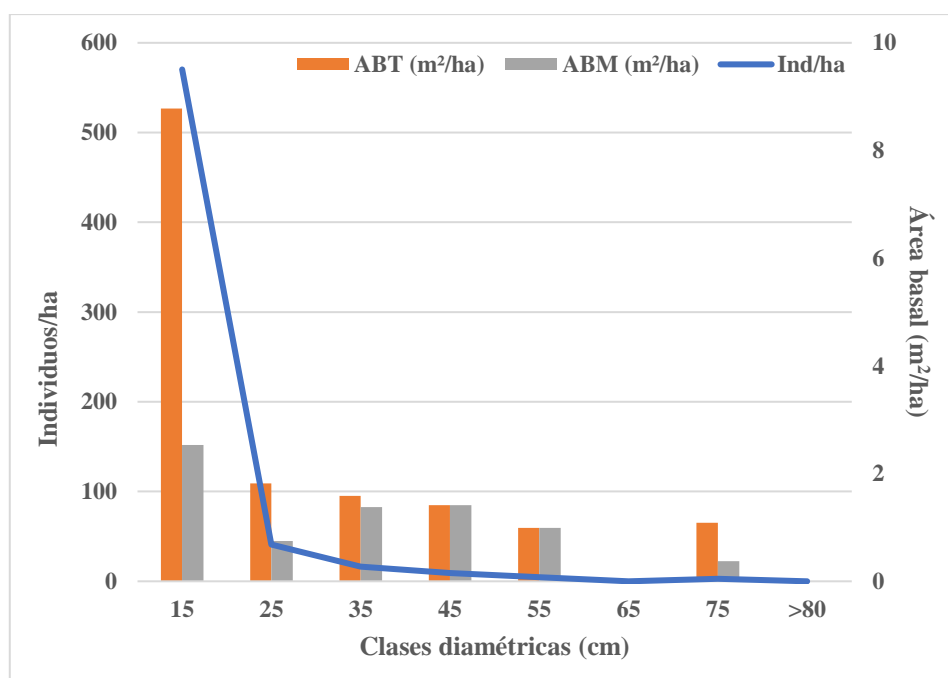
**Tabla 21.** Ocupación para cada piso altitudinal para el Bosque 2.

Piso Altitudinal	ABT (m <sup>2</sup> /ha)	ABM (m <sup>2</sup> /ha)	ABM/ABT
BM	$15,67 \pm 6,72$	$7,43 \pm 6,83$	$0,46 \pm 0,41$

Piso altitudinal (BM: Bosque Montano), ABT: área basal total, ABM: área basal maderable.

En relación a la distribución de los individuos y las áreas basales por clase diamétrica encontramos una gran concentración principalmente en la clase diamétrica de 10 a 20 cm de DAP y escasos valores en el resto de las clases, lo que indica que es un bosque que fue muy intervenido y que se encuentra en recuperación (Figura 14).

**Figura 14.** Distribución en clases diamétricas de las densidades y ocupación para el Bosque 2 (BM).



Densidad total: individuos por hectárea (línea). ABT: área basal total, ABM: área basal maderable (barras).

Los resultados para el IVIr muestran que predomina una especie que no posee valor comercial, *S. gracilipes*, con el 46,6% seguido de *A. acuminata* con un 36,6% siendo una especie de bajo valor maderable. La especie *J. australis* posee solamente 2,2% del peso ecológico total (Tabla 22).

**Tabla 22.** Parámetros florístico-estructurales de las especies de mayor importancia forestal y ecológica en el BM.

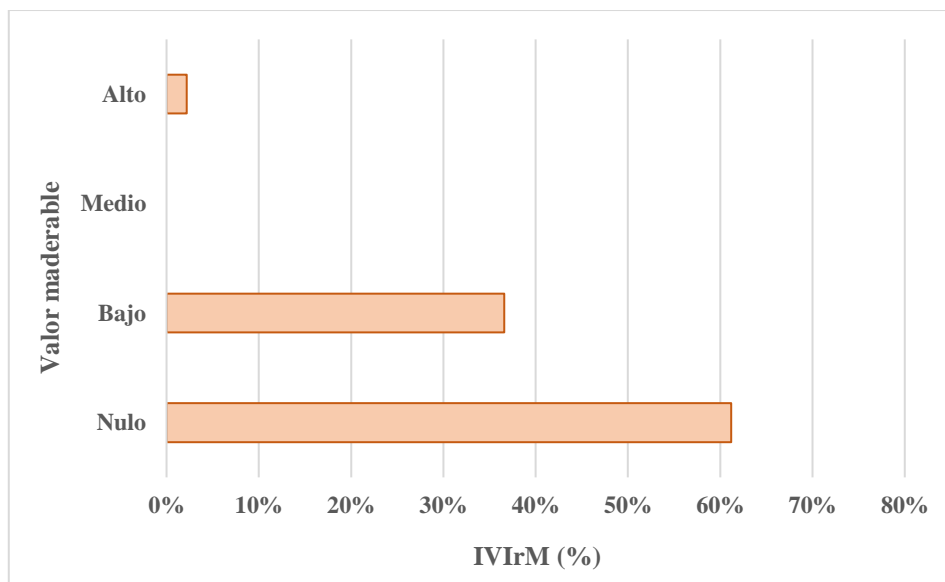
Valor	Especies	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVIr (%)
		Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
Alto	<b>Junaus</b>	10	0,001	0,091	0,042	4,098	0,024	2,2%
Bajo	<b>Alnacu</b>	2215	0,313	0,727	0,333	77,683	0,45	36,6%
Nulo	<b>Schgra</b>	4211	0,594	0,727	0,333	80,899	0,469	46,6%
Nulo	<b>Prutuc</b>	334	0,047	0,182	0,083	4,769	0,028	5,3%

Nulo	<b>Samper</b>	118	0,017	0,182	0,083	2,59	0,015	3,8%
Nulo	<b>Bactuc</b>	118	0,017	0,091	0,042	1,021	0,006	2,1%
Nulo	<b>NN</b>	39	0,006	0,091	0,042	1,013	0,006	1,8%
Nulo	<b>Solali</b>	39	0,006	0,091	0,042	0,382	0,002	1,6%

Valor maderable: alto, medio, bajo. Acrónimo de las especies, Abundancia absoluta y relativa, Frecuencia absoluta y relativa, Dominancia absoluta y relativa, IVIr: Índice de Valor de Importancia relativa. Otras sp: se presenta la sumatoria para cada variable de aquellas especies que poseen un IVIr inferior al 1%.

En la Figura 15 se observa que más del 60% del IVIr de las especies de este bosque no posee valor comercial y las de valor bajo supera el 36% con solo una especie como fue mencionado con anterioridad, no se identificaron especies con valores medios.

**Figura 15.** Agrupamiento del IVIr (%) en función del valor maderable de las especies del Bosque 2 (BM).



Valor maderable: alto, medio, bajo y nulo. IVIrM: Índice de Valor de Importancia relativo según el valor maderable de las especies.

### Bosque 3

Como resultado encontramos para la SP una densidad de  $303,30 \pm 108,85$  individuos por hectárea y para la SM un total de  $402,00 \pm 145,48$ , de los cuales un 60% y 57% se corresponde con individuos de interés maderable respectivamente. Por otra parte, para ambos pisos, cerca de la mitad de los individuos maderables son árboles futuros con un DAP menor a 20 cm (Tabla 23). En relación a la riqueza total inventariada, se hallaron

40 especies de las cuales, la mitad son consideradas con algún tipo de interés comercial. En relación a la riqueza promedio a nivel de parcela se ubica en  $9,11 \pm 1,27$  para SP y  $8,70 \pm 2,83$  con un 62% y 57% de maderables respectivamente.

**Tabla 23.** Composición de los distintos pisos altitudinales para el Bosque 3.

<b>Piso Altitudinal</b>	<b>Densidad Total (Individuos/ha)</b>	<b>Densidad Maderables (Individuos/ha)</b>	<b>Riqueza Total (especies)</b>	<b>Riqueza maderables (especies)</b>	<b>AFM (Individuos/ha)</b>
<b>SP</b>	$303,30 \pm 108,85$	$182,22 \pm 87,43$	$9,11 \pm 1,27$	$5,66 \pm 1,11$	$88,88 \pm 82,07$
<b>SM</b>	$402,00 \pm 145,48$	$227,50 \pm 110,49$	$8,70 \pm 2,83$	$5,00 \pm 1,89$	$117,5 \pm 107,94$

Piso altitudinal (SP: Selva Pedemontana, SM: Selva Montana). AFM: individuos por hectárea de árboles futuros maderables.

En la Tabla 24 podemos observar que la ocupación promedio para la SP fue de  $17,25 \pm 5,38$  m<sup>2</sup>/ha y de  $23,09 \pm 13,95$  m<sup>2</sup>/ha para la SM. Para ambos pisos se encuentra una relación entre el ABT y ABM del 69%.

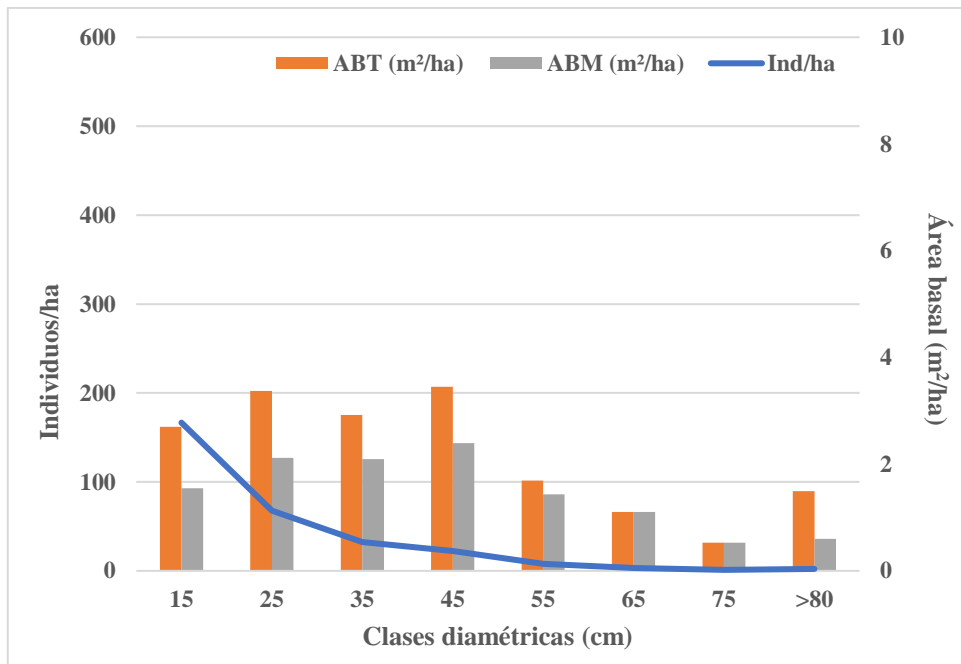
**Tabla 24.** Ocupación para cada piso altitudinal para el Bosque 3.

<b>Piso Altitudinal</b>	<b>ABT (m<sup>2</sup>/ha)</b>	<b>ABM (m<sup>2</sup>/ha)</b>	<b>ABM/ABT</b>
<b>SP</b>	$17,25 \pm 5,38$	$11,81 \pm 3,83$	$0,69 \pm 0,14$
<b>SM</b>	$23,09 \pm 13,95$	$16,59 \pm 11,13$	$0,69 \pm 0,20$

Piso altitudinal (SP: Selva Pedemontana, SM: Selva Montana), ABT: área basal total, ABM: área basal maderable.

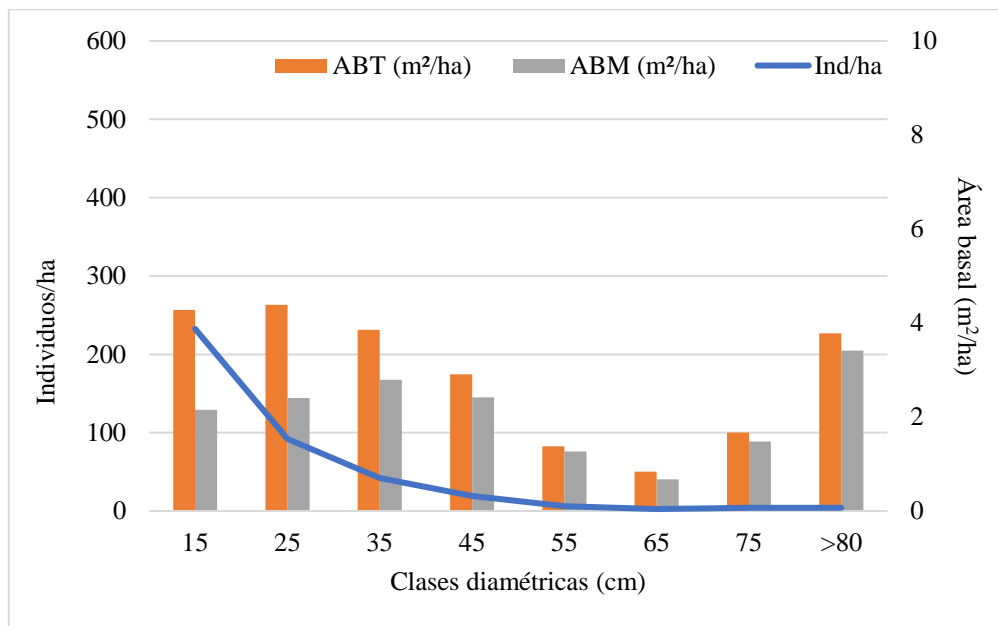
En las Figuras 16 y 17 observamos la distribución irregular de las clases diamétricas de los individuos y su ocupación a través de las áreas basales. En la SP podemos ver una concentración similar entre las clases inferiores y las aprovechables, pero en la SM vemos un mayor porcentaje de ocupación en las clases inferiores el cual disminuye en las clases aprovechables y vuelve a incrementarse en las clases superiores a los 80 cm de DAP, posiblemente debido a las dificultades topográficas no pudieron extraerse los individuos de mayor diámetro.

**Figura 16.** Distribución en clases diamétricas de las densidades y ocupación para Bosque 3 (SP).



Densidad total: individuos por hectárea (línea). ABT: área basal total, ABM: área basal maderable (barras).

**Figura 17.** Distribución en clases diamétricas de las densidades y ocupación para el Bosque 3 (SM).



Densidad total: individuos por hectárea (línea). ABT: área basal total, ABM: área basal maderable (barras).

En referencia al IVIr para la SP (Tabla 25) encontramos el predominio ecológico de especies de valores comerciales medios con *P. rhamnoides* con 16,4% y *A. colubrina* var *cebil* con un 7,4% ambas especies típicas de este tipo de bosque. Los individuos muertos presentan un peso ecológico importante con un 9% seguido con un 7,8% de individuos que no pudieron ser identificados (NN).

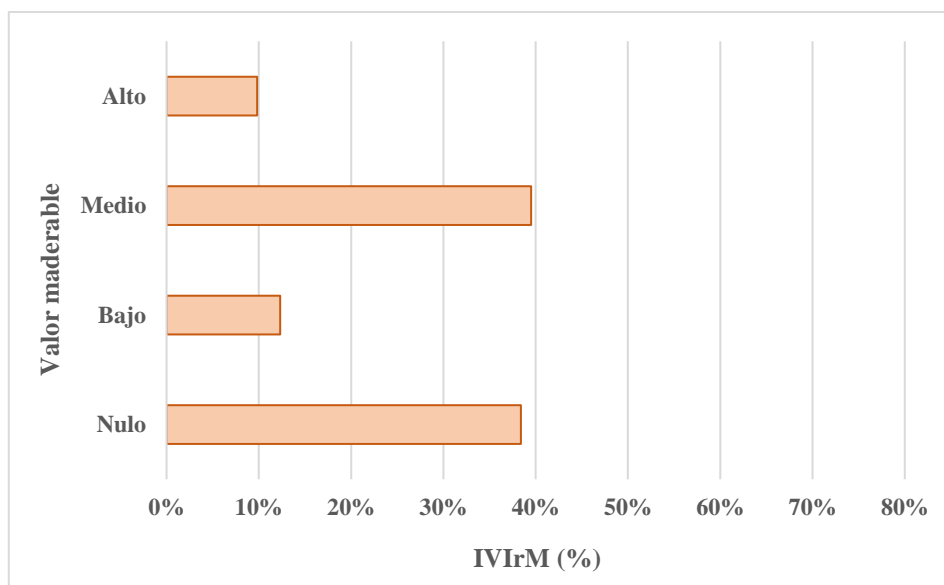
**Tabla 25.** Parámetros florístico-estructurales de las especies de mayor importancia forestal y ecológica en la SP.

Valor	Especies	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVIr (%)
		Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
Alto	<b>Myrper</b>	60	0,022	0,556	0,061	6,638	0,043	4,2%
Alto	<b>Hanimp</b>	40	0,015	0,222	0,024	7,182	0,046	2,8%
Alto	<b>Cedbal</b>	30	0,011	0,222	0,024	7,305	0,047	2,7%
Medio	<b>Phyrha</b>	650	0,238	0,889	0,098	24,074	0,155	16,4%
Medio	<b>Anacol</b>	180	0,066	0,667	0,073	12,727	0,082	7,4%
Medio	<b>Calmul</b>	110	0,04	0,444	0,049	10,552	0,068	5,2%
Medio	<b>Myruru</b>	60	0,022	0,444	0,049	9,348	0,06	4,4%
Medio	<b>Schmar</b>	40	0,015	0,333	0,037	6,46	0,042	3,1%
Medio	<b>Corame</b>	90	0,033	0,333	0,037	3,397	0,022	3,0%
Bajo	<b>Pizzap</b>	190	0,07	0,444	0,049	6,227	0,04	5,3%
Bajo	<b>Parexc</b>	90	0,033	0,444	0,049	8,262	0,053	4,5%
Bajo	<b>Myrmat</b>	120	0,044	0,333	0,037	2,21	0,014	3,2%
Bajo	<b>Tertri</b>	20	0,007	0,222	0,024	1,507	0,01	1,4%
Bajo	<b>Corsac</b>	50	0,018	0,111	0,012	0,716	0,005	1,2%
Nulo	<b>Muerto</b>	270	0,099	0,778	0,085	13,535	0,087	9,0%
Nulo	<b>NN</b>	180	0,066	0,444	0,049	18,31	0,118	7,8%
Nulo	<b>Myrpun</b>	150	0,055	0,333	0,037	2,564	0,017	3,6%
Nulo	<b>Urebac</b>	80	0,029	0,444	0,049	2,687	0,017	3,2%
Nulo	<b>Agoexc</b>	70	0,026	0,222	0,024	1,83	0,012	2,1%
Nulo	<b>Fagnig</b>	30	0,011	0,333	0,037	1,95	0,013	2,0%
Nulo	<b>Rupape</b>	100	0,037	0,111	0,012	0,958	0,006	1,8%
Nulo	<b>Gleamo</b>	50	0,018	0,111	0,012	0,943	0,006	1,2%
	<b>Otras sp.</b>	70	0,026	0,667	0,073	5,905	0,038	4,6%

Valor maderable: alto, medio, bajo. Acrónimo de las especies, Abundancia absoluta y relativa, Frecuencia absoluta y relativa, Dominancia absoluta y relativa, IVIr: Índice de Valor de Importancia relativa. Otras sp: se presenta la sumatoria para cada variable de aquellas especies que poseen un IVIr inferior al 1%.

Es destacable que el total de las especies con valor maderable presentan en conjunto un IVIr elevado con un 63,9% concentrado principalmente en la de valores medios (Figura 18).

**Figura 18.** Agrupamiento del IVIr (%) en función del valor maderable de las especies del Bosque 3 (SP).



Valor maderable: alto, medio, bajo y nulo. IVIrM: Índice de Valor de Importancia relativo según el valor maderable de las especies.

En el piso altitudinal de la SM encontramos el mayor peso ecológico representado por la especie *A. colubrina* var *cebil* de valor medio con un 10,8% seguido de *P. zapallo* con un 9,4% con bajo valor comercial (Tabla 26).

**Tabla 26.** Parámetros florístico-estructurales de las especies de mayor importancia forestal y ecológica en la SM.

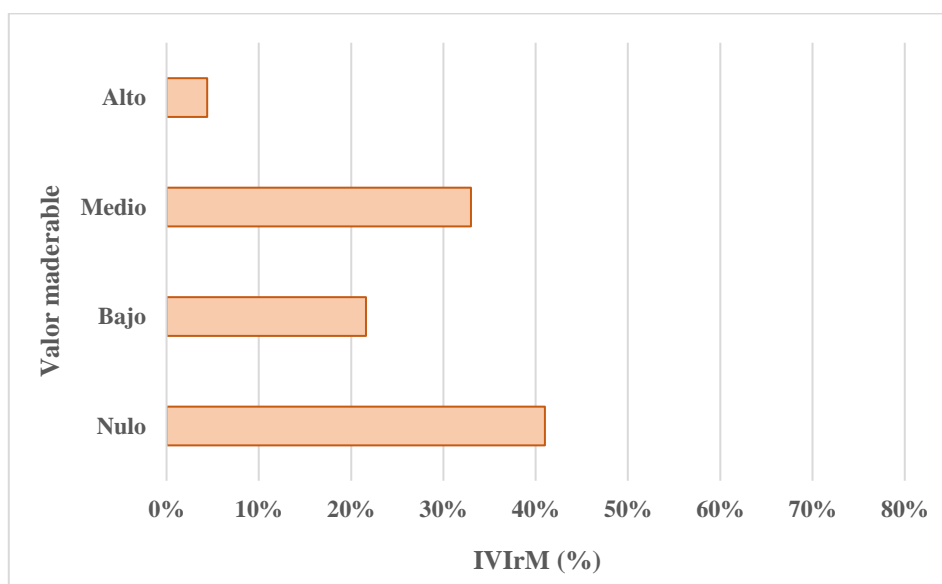
Valor Maderable	Especies	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVIr (%)
		Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
Alto	<b>Myrper</b>	130	0,016	0,4	0,046	13,152	0,028	3,0%
Alto	<b>Hanimp</b>	90	0,011	0,2	0,023	4,026	0,009	1,4%
Medio	<b>Anacol</b>	980	0,122	0,7	0,08	56,703	0,123	10,8%
Medio	<b>Schmar</b>	120	0,015	0,2	0,023	62,469	0,135	5,8%
Medio	<b>Phyrha</b>	650	0,081	0,3	0,034	26,325	0,057	5,7%
Medio	<b>Corame</b>	300	0,037	0,35	0,04	12,073	0,026	3,5%
Medio	<b>Calmul</b>	180	0,022	0,3	0,034	8,864	0,019	2,5%
Medio	<b>Tiptip</b>	40	0,005	0,1	0,011	14,737	0,032	1,6%
Medio	<b>Cortri</b>	160	0,02	0,15	0,017	3,633	0,008	1,5%
Medio	<b>Myruru</b>	150	0,019	0,15	0,017	4,156	0,009	1,5%
Bajo	<b>Piszap</b>	970	0,121	0,65	0,075	39,389	0,085	9,4%
Bajo	<b>Myrmat</b>	750	0,093	0,55	0,063	20,903	0,045	6,7%
Bajo	<b>Parexc</b>	350	0,044	0,65	0,075	27,478	0,059	5,9%
Bajo	<b>Tertri</b>	230	0,029	0,35	0,04	22,1	0,048	3,9%

Bajo	<b>Blesal</b>	120	0,015	0,2	0,023	15,99	0,035	2,4%
Nulo	<b>NN</b>	540	0,067	0,6	0,069	21,143	0,046	6,1%
Nulo	<b>Diasor</b>	600	0,075	0,35	0,04	29,245	0,063	5,9%
Nulo	<b>Muerto</b>	190	0,024	0,5	0,057	15,81	0,034	3,8%
Nulo	<b>Scubux</b>	370	0,046	0,4	0,046	8,949	0,019	3,7%
Nulo	<b>Fagnig</b>	280	0,035	0,25	0,029	7,247	0,016	2,6%
Nulo	<b>Arasor</b>	70	0,009	0,25	0,029	7,07	0,015	1,8%
Nulo	<b>Rupape</b>	250	0,031	0,1	0,011	3,724	0,008	1,7%
Nulo	<b>Senspe</b>	70	0,009	0,15	0,017	2,495	0,005	1,0%
	<b>Otras sp.</b>	450	0,056	0,85	0,098	34,2	0,074	7,6%

Valor maderable: alto, medio, bajo. Acrónimo de las especies, Abundancia absoluta y relativa, Frecuencia absoluta y relativa, Dominancia absoluta y relativa, IVIr: Índice de Valor de Importancia relativa. Otras sp: se presenta la sumatoria para cada variable de aquellas especies que poseen un IVIr inferior al 1%.

En la Figura 19 al agrupar entre todas las especies maderables observamos que se concentra el 62% del IVIr, representado principalmente en especies de valores medios (33%) y bajos (21,6%).

**Figura 19.** Agrupamiento del IVIr (%) en función del valor maderable de las especies del Bosque 3 (SM).



Valor maderable: alto, medio, bajo y nulo. IVIrM: Índice de Valor de Importancia relativo según el valor maderable de las especies.

## Respuesta de los indicadores de los PMFS

A continuación, se analizan y comparan los resultados obtenidos para cada uno de los indicadores de los inventarios forestales para evaluar si los mismos sirven para definir el estado de conservación productivo del bosque de una manera práctica. Tomando como referencia un diagrama elaborado por Sanchez *et al.*, (2013) se trabajó en el siguiente esquema de propuesta para facilitar la interpretación de los valores obtenidos para los indicadores que determinan el estado de conservación productivo del bosque y su correspondiente propuesta de manejo (Figura 20).

En el diagrama propuesto, los indicadores funcionan en conjunto, siendo que el indicador ABT define en primera instancia si el bosque presenta condiciones o limitantes para su aprovechamiento, luego la relación ABM/ABT y el IVIrM que presentaron un comportamiento similar, expresan la proporción y el peso ecológico de las especies maderables sobre el total. Finalmente, el indicador AFM es el que determina el tipo de manejo a llevar a cabo para mantener o incrementar el estado de conservación desde el punto de vista productivo a futuro.

En el diagrama se presentan los umbrales mínimos definidos para cada indicador por piso altitudinal en función de los resultados de las parcelas de la RedSSP (Tabla 15), sin decimales, para simplificar su visualización a partir de los cuales si el valor obtenido para el indicador de un inventario se ubica por debajo del umbral, el indicador se interpreta como valor “bajo” y por el contrario si supera el umbral mínimo se interpreta como “alto”. Desde ya, este diagrama debe ser utilizado como referencia y como orientación, ya que en cada caso se deberán tener en cuenta otros indicadores y otros factores al momento de definir la intervención sobre cada sitio como se entiende para todo PMFS.

Los datos obtenidos de la RedSPP sirven como referencia para validar y monitorear las acciones en el territorio, ya que presentan cualidades y características biológicas y ecológicas que se encuentran dentro de sus límites naturales. Las intervenciones no deben superar los umbrales mínimos y las prácticas silvícolas deben tender a mejorar con el tiempo las condiciones en el marco de un esquema de manejo adaptativo (Putz y Fredericksen, 2004) de forma tal que el bosque pueda recuperarse sin perder la capacidad de proveer bienes y servicios ecosistémicos.

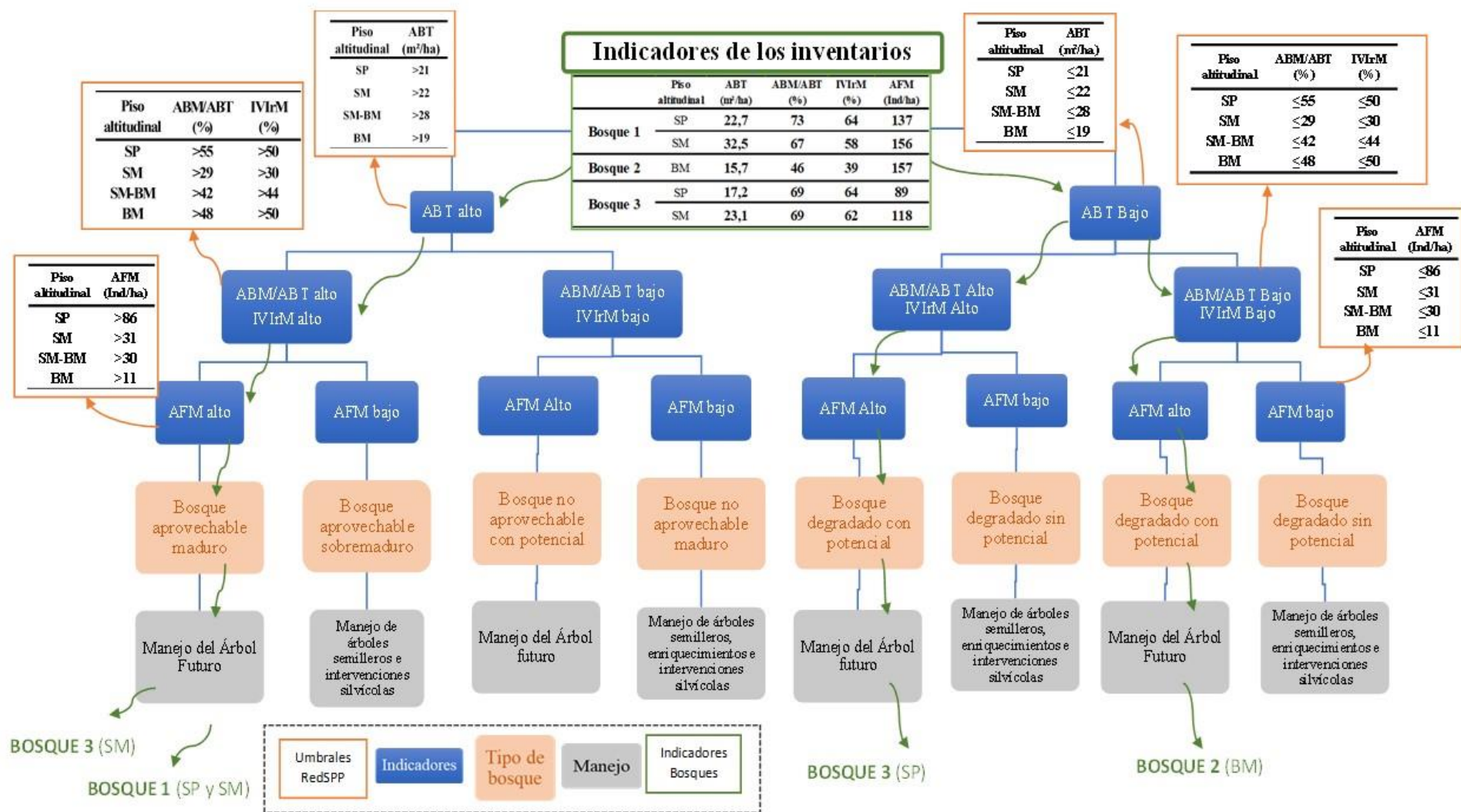
Los tipos de manejo o sistema silvícola recomendado para las Yungas es el de Selección de Árboles de Futura Cosecha o Sistema/Manejo del Árbol Futuro que fue

definida por Grulke *et al.* (2008) donde se sugiere la selección y marcación de los árboles de aprovechamiento futuro, favoreciendo sus crecimientos mediante la regulación de la competencia intra e interespecífica en todas las etapas de desarrollo.

Conceptualmente se busca mejorar las condiciones de crecimiento de los árboles de futura cosecha mediante tratamientos silvícolas manteniendo la distribución diamétrica de J invertida típica de estos bosques irregulares. Las recomendaciones de manejo se basan en la retención de árboles semilleros (ubicación, selección, identificación, marcación y liberación) y en los tratamientos silvícolas a los árboles futuro como es la liberación de lianas, cortas de liberación de individuos oprimidos, podas y raleos sanitarios, planificación de las vías de saca, el diseño de los caminos, el volteo dirigido y de bajo impacto y la emulación de los disturbios naturales (Balducci *et al.*, 2012).

Respecto al manejo de la regeneración implica su liberación y cuando la regeneración no sea la adecuada, se puede realizar un enriquecimiento productivo, mediante la apertura de fajas y bosquetes para la plantación de especies de interés maderables. En todas las situaciones es necesario contemplar el manejo del ganado de forma integral dentro del PMFS.

**Figura 20.** Diagrama con los indicadores y umbrales para definir el estado de conservación productivo y el manejo propuesto.



Piso altitudinal (SP: Selva Pedemontana, SM: Selva Montana, SM-BM: Transición Selva Montana y Bosque Montano, BM: Bosque Montano). Indicadores: (ABT: Área Basal de Todas las especies, ABM: Área Basal de las especies con valor maderable, AFM: Árbol Futuro de las especies maderables, IVIrM: Índice de Valor de Importancia relativo de las especies con valor maderable). Tipos de bosque: Bosque aprovechable maduro, Bosque aprovechable sobremaduro, Bosque no aprovechable con potencial, Bosque no aprovechable maduro, Bosque degradado con potencial y sin potencial. Tipos de Manejo: Manejo del árbol futuro, Manejo de árboles semilleros e intervenciones silvícolas, Manejo de árboles semilleros, enriquecimientos e intervenciones silvícolas.

## **Bosque 1**

Cuando analizamos los resultados obtenidos para el Bosque 1 con los indicadores seleccionados para esta tesis y los comparamos con los valores de la RedSPP, se observa que para la SP se obtuvo un valor de ABT cercano al promedio y para los indicadores de relación entre ABM/ABT, AFM e IVIrM, el valor del Bosque 1 fue superior al óptimo de la RedSPP. Por lo tanto, el Bosque 1 presenta mejores condiciones incluso que las obtenidas en las parcelas de la RedSPP.

Para profundizar en el análisis comparativo, ubicadas en la cercanía del Bosque 1 encontramos las parcelas de la RedSPP denominadas “Río Seco II” (rsII) y “San Antonio” (sa) ambas del piso altitudinal de la SP. En este caso encontramos que todas las variables e indicadores del Bosque 1 posee valores superiores, siempre dentro del desvío estándar. Tanto en la densidad de individuos por hectárea como en el ABT presentan valores relativamente cercanos, pero la mayor diferencia es que las parcelas de la RedSPP presentan menos individuos maderables, incluyendo a los árboles futuro, lo que se refleja también en menores valores de ABM. La relación ABM/ABT para las parcelas es del 57% siendo que en el Bosque 1 es del 74%. En el caso de la parcela “rsII” tiene una historia de uso similar a la de los bosques del Bosque 1, con 30 años de antigüedad desde el último aprovechamiento forestal (Tabla 2), sin embargo, encontramos la mayor diferencia entre ambas en lo que respecta a la presencia de especies maderables. Esto significa que el Bosque 1 posee un mejor estado de conservación con valores similares para el indicador ABT y con mayor cantidad de individuos maderables lo que se refleja en los valores superiores de la relación ABM/ABT, AFM e IVIrM.

Para la SM, encontramos que todos los valores promedio de los indicadores del Bosque 1 se ubican por encima de los valores umbrales óptimos obtenidos en la RedSPP para el mismo piso altitudinal.

Esto refleja que la situación del Bosque 1 presenta un excelente estado de conservación, con un alto interés forestal, por encima del óptimo de la RedSPP, al poseer mayor abundancia y ocupación de individuos maderables, principalmente en la SM. Por lo tanto, es un bosque que se encuentra apto para su aprovechamiento y que puede avanzar con prácticas de manejo del árbol futuro.

**Tabla 27.** Comparación de los resultados de los indicadores

	<b>Piso altitudinal</b>	<b>ABT (m<sup>2</sup>/ha)</b>	<b>ABM/ABT (%)</b>	<b>AFM (individuos/ha)</b>	<b>IVIrM (%)</b>
<b>RedSPP</b> (umbrales)		21/26	55/72	86/132	50%
RedSPP (rsII)	SP	18,6	57%	98	
RedSPP (Sa)		23,9	57%	112	
<b>Bosque 1</b>		22,7	73%	137	64%
<b>RedSPP</b> (umbrales)	SM	22/30	29/44	32/83	31%
<b>Bosque 1</b>		32,5	67%	156	58%

RedSPP (Red Subtropical de Parcelas Permanentes), rsII (parcela permanente “Río Seco II”), sa (parcela permanente “San Antonio”), Piso altitudinal (SP: Selva Pedemontana, SM: Selva Montana), ABT: Área Basal de Todas las especies, ABM: Área Basal de las especies maderables, AFM: Árbol Futuro de las especies Maderables, IVIrM: Índice de Valor de Importancia relativo de las especies maderables.

## **Bosque 2**

Este inventario fue realizado en un bosque montano que se ubica cerca de una localidad donde sus habitantes hacen un uso cotidiano del mismo mediante la extracción de leña y la presencia sin manejo de la ganadería. Por ello, los resultados obtenidos para los indicadores nos muestran que todos los valores son inferiores en comparación con los de la RedSPP con excepción del indicador AFM. El ABT y la relación entre ABM/ABT se ubican por debajo del umbral mínimo y en el caso del IVIrM, los datos de la RedSPP

supera en casi un 11% el valor del Bosque 2. La excepción la encontramos en el caso del indicador AFM, lo que indica que es un bosque que se encuentra en regeneración.

Finalmente, con la comparación de los indicadores se determina que el Bosque 2 se encuentra con un estado regular de conservación, en un claro estado de degradación desde el punto de vista maderable, es decir que no es un bosque aprovechable en la actualidad, pero que al presentar una alta densidad de AFM y con un adecuado manejo de la regeneración acompañado de un manejo ganadero, con el tiempo podría revertir su condición.

En este caso no se encuentra ninguna parcela de la RedSSP en las cercanías del Bosque 2 como para hacer un análisis comparativo más detallado.

**Tabla 28.** Comparación de los resultados de los indicadores

	<b>Piso altitudinal</b>	<b>ABT (m<sup>2</sup>/ha)</b>	<b>ABM/ABT (%)</b>	<b>AFM (individuos/ ha)</b>	<b>IVIrM (%)</b>
<b>RedSPP</b> (umbrales)		19/40	48/89	0/211	50%
	<b>BM</b>				
<b>Bosque 2</b>		15,7	46%	157	39%

RedSPP (Red Subtropical de Parcelas Permanentes), Piso altitudinal (BM: Bosque Montano), ABT: Área Basal de Todas las especies, ABM: Área Basal de las especies maderables, AFM: Árbol Futuro de las especies Maderables, IVIrM: Índice de Valor de Importancia relativo de las especies maderables.

### **Bosque 3**

La historia de uso de los bosques donde se ubica el Bosque 3 es que había sido aprovechado sin ningún tipo de manejo en los sitios con menor pendiente y de fácil acceso. Ello puede verse reflejado con un ABT, para la SP, por debajo del umbral mínimo de la RedSPP. Sin embargo, los otros indicadores presentan valores superiores tanto para la relación ABM/ABT con un valor cercano al umbral óptimo y un 13% más en el IVIrM. Para los AFM presenta valores levemente por encima del umbral mínimo de la RedSPP. Dicha situación expresa que el bosque se encuentra degradado pero con potencial productivo ya que presenta una buena composición de especies de interés maderable y

AFM, se parte con valores por debajo del mínimo de ABT, por lo tanto, debería trabajarse en el manejo del árbol futuro y analizar los tiempos acordes para su futuro aprovechamiento hasta mejorar las condiciones del estado del bosque.

Para la SM, en el indicador ABT encontramos que los valores del Bosque 3 se ubican cercanos al umbral mínimo de la RedSPP, levemente por encima de su umbral mínimo, pero con el resto de los indicadores presenta valores superiores, por lo tanto la practica recomendada es el Manejo del Árbol Futuro.

Al encontrar estas diferencias a nivel de piso altitudinal, realizamos la comparación con las parcelas de la RedSPP que se ubican en la cercanía del Bosque 3, identificando a las parcelas de la RedSPP denominadas “Aibal” (ai) y “Fortuna” (fo), la primera ubicada en el piso altitudinal de la SP y la segunda en la SM. En el caso de la parcela “ai”, presenta valores de ABT cercano al umbral mínimo de la RedSPP, pero con valores de ABM/ABT cercano al óptimo y para el indicador de AFM con valores cercanos al promedio. Esto refleja que los bosques de la zona presentan características parecidas con valores bajos de ABT, pero en la parcela ai se obtuvo en que el resto de los indicadores presentan valores más elevados por lo cual su condición de conservación respecto a los bosques del Bosque 3 son mejores. Para la SM, la parcela fo, presenta una mayor densidad de individuos por hectárea comparado con las del Bosque 3, pero siempre dentro del desvío. Por el contrario, aunque siempre dentro del desvío, la densidad de maderables y árboles futuros presentan valores inferiores. En relación a la ocupación los valores son muy cercanos siendo la principal diferencia en el indicador AFM.

**Tabla 29.** Comparación de los resultados de los indicadores

	<b>Piso altitudinal</b>	<b>ABT (m<sup>2</sup>/ha)</b>	<b>ABM/ABT (%)</b>	<b>AFM (individuos/ ha)</b>	<b>IVIrM (%)</b>
<b>RedSPP (umbrales)</b>		21/26	55/72	86/132	50%
RedSPP (ai)	SP	21,1	73%	108	
<b>Bosque 3</b>		17,2	69%	89	64%
<b>RedSPP (umbrales)</b>		22/30	29/44	32/83	31%
RedSPP (fo)	SM	23,5	61%	66	
<b>Bosque 3</b>		23,1	69%	118	62%

RedSPP (Red Subtropical de Parcelas Permanentes), ai (parcela permanente “aibal”), fo (parcela permanente “fortuna”), Piso altitudinal (SP: Selva Pedemontana, SM: Selva Montana), ABT: Área Basal de Todas las especies, ABM: Área Basal de las especies maderables, AFM: Árbol Futuro de las especies Maderables, IVIrM: Índice de Valor de Importancia relativo de las especies maderables.

## Discusión

Las Yungas poseen una amplia distribución altitudinal, donde las especies que componen los pisos de vegetación se van reemplazando de manera gradual en el gradiente altitudinal (Malizia *et al.*, 2012), esto dificulta la posibilidad de encontrar límites marcados en el terreno. En términos generales, la variación en la composición florística se explica en primer lugar por los cambios en las condiciones climáticas a lo largo del gradiente altitudinal, y en segundo lugar por las variaciones topográficas y de disturbios (Blundo *et al.*, 2012).

En los resultados obtenidos para la RedSPP, a medida que aumenta la altitud, la densidad y el área basal también se incrementan, encontrando los picos máximos en la transición entre SM y BM, y luego disminuye hacia el BM. Esta situación también se observa en los resultados del 2INBN (MAyDS 2020). Cuyckens *et al.* (2015), en las Serranías de Zapla, Provincia de Jujuy, obtuvieron como resultados en su análisis de densidad y ocupación, que éstas son máximas en la elevación intermedia correspondiente también a la transición SM-BM. Rahbek (2005) indica que dicho patrón de comportamiento es el más frecuente y se muestra como una curva en “forma de joroba”, con valores máximos a altitudes intermedias. Por otra parte, Lieberman *et al.* (1996) y Vázquez y Givnish (1998) encontraron que la densidad se mantiene relativamente constante entre distintas altitudes en Yungas, y que en general, el área basal tiende a aumentar con la altitud.

En relación a la riqueza, Azaro (2021) y Bach *et al.* (2003), observaron un cambio gradual de la riqueza la cual disminuye a medida que aumentaba la altura, ello en la RedSPP se percibe claramente con la riqueza de individuos maderables que decrece con la altitud, cuando se observa la riqueza total pasa primero por un pico máximo en la SM y luego decrece hacia los pisos superiores. Por otra parte, las especies *B. salicifolius*, *P. excelsa* y *T. triflora* se encuentran en todo el gradiente altitudinal.

Si analizamos el IVIr teniendo en cuenta todos los pisos altitudinales, es decir que tomamos a las Yungas como si fuese una única comunidad vegetal, con un total de 155 especies registradas, encontramos que las cinco especies de mayor peso ecológico de las Yungas tienen algún valor maderable, encontrándose muy por encima la especie *P. parlatorei* (8,7%) seguida por *A. colubrina* (4%), *P. excelsa* (2,9%), *B. salicifolius* (2,6%) y *P. rhamnoides* (2,4%). En el 2INBN se encontraron un total de 175 especies distintas

registradas y se observó que la especie con mayor IVI fue *A. colubrina* con 11,95 %, seguida por *P. excelsa* con un IVI de 6,24 %, *P. rhamnoides* con un valor de IVI de 4,52 %, *P. parlatoresi* con un IVI de 4,35% y en quinto lugar *A. acuminata* con 4,05% (MAyDS, 2020), cabe aclarar que en el inventario nacional el cálculo del IVI consideró las especies con DAP mayor a 20cm.

Las parcelas de la RedSPP en general fueron instaladas en sitios con bosques en buen estado de conservación, siendo que el 25% fueron instaladas en reservas nacionales o provinciales. Es de esperar que la composición de especies y la fisonomía del bosque cambien según la intensidad de uso del mismo (Fredericksen *et al.*, 1999, Fredericksen y Mostacedo 2000, Tálamo y Caziani 2003). Como menciona Blundo *et al.*, (2012), la intensidad y frecuencia de los aprovechamientos determinan los tiempos de recuperación de un bosque. En el caso de las parcelas instaladas en la SP donde se conocía su historia de uso, el 50 % de parcelas, al momento de hacer su medición, tenían menos de 15 años de haber sido aprovechadas, en dicho caso cabría esperar que presenten valores menores en los indicadores sin embargo fue variable la situación para cada parcela.

La Selva Pedemontana es el piso con mayor riqueza de especies maderables alcanzando un 27,4% y si contemplamos la densidad total encontramos que el 48% se corresponden a árboles futuro maderables lo que expresa su potencial maderero que también se ve reflejado en los altos valores de ABM/ABT y del IVIrM. Las especies con mayor peso ecológico se corresponden en un 50,4% a especies de valor maderable, siendo las especies determinantes *A. colubrina*, *P. rhamnoides*, *C. multiflorum*, *C. americana* y *M. urundeuva* con una dominancia del 37% por hectárea. El resultado obtenido fue muy similar al de Humano (2013), en el que solamente tuvo en cuenta a las especies de valores maderables altos y medios.

Según lo trabajado en el Taller (Dirección de Bosques, 2013), un bosque de la SP presenta buen estado de conservación cuando presenta un ABT superior a 20 m<sup>2</sup>/ha, una proporción entre ABM y ABT superior al 30% y valores superiores a 100 individuos por hectárea para los árboles futuro maderables (Tabla 7). En el caso de los umbrales promedios obtenidos en la RedSPP para la SP, todos los valores cumplen con dicha condición en sus valores promedios con un ABT de 23,24 ± 4,96 m<sup>2</sup>/ha, una relación ABM/ABT del 63% y 108,90 ± 50,19 individuos/ha de AFM, por lo cual se puede decir que se encuentra en buen estado de conservación con una alta proporción de especies de

interés maderable. También se condice con los datos publicados por Balducci *et al.*, (2012) en el que expresan que un bosque de la SP en buen estado presenta un ABT mayor o igual a 20 m<sup>2</sup>/ha, un estado regular entre los 20 y 14 m<sup>2</sup>/ha. y una mala condición con valores inferiores a 14 m<sup>2</sup>/ha. El umbral mínimo para la RedSPP fue de 20,98 y el óptimo de 25,5 m<sup>2</sup>/ha.

Cabe aclarar que tanto Balducci *et al.* como lo definido en el Taller establecen su umbral óptimo por debajo del cual hay que realizar acciones de enriquecimiento lo cual coincide con el umbral mínimo definido para la RedSPP. Asimismo, Balducci y en el Taller definen a sus umbrales mínimos como aquellos que expresan la condición por debajo del cual ya se pierde las condiciones productivas o incluso podría ser el umbral para definir un posible cambio de uso. En este trabajo no se tuvo como objetivo definir dicho umbral de pérdida de condición mínima y en todo caso para poder lograr dicho umbral de cambio de uso se requeriría la instalación de parcelas en bosques con otro nivel de intervención.

En relación a los AFM, Grulke y Brassiolo (2015), consideran que por debajo de 100 individuos/ha se recomienda enriquecer y que la condición ideal sería de 150 a 200 individuos/ha, para la RedSSP el umbral mínimo fue de 86 individuos/ha y el óptimo 132 individuos/ha, estos umbrales más bajos se deben a que la mitad de las parcelas de la RedSPP presentaban la condición de tener menos de 100 individuos/ha, además Grulke considera árbol futuro a partir de los 5cm y en este trabajo se toma de 10 a 20cm.

La SM presenta la mayor riqueza de especies con un total de 109 especies de las cuales 26 especies presentan un valor forestal o maderable, pero con baja densidad en comparación con los otros pisos. Es el piso con la menor densidad de individuos maderables y de AFM y ello también se ve reflejado en la baja relación entre ABM/ABT y el bajo valor de IVIrM. Cerca del 70% de las especies con mayor peso ecológico incluyen especies que actualmente no tienen valor comercial por lo tanto es un ambiente con bajo interés para el aprovechamiento forestal.

Para la SM, Balducci *et al.* (2012) indica que se espera entre un ABT entre 20 y 30 m<sup>2</sup>/ha para caracterizarlo como un bosque en buen estado, un estado regular lo considera entre 20 y 15 m<sup>2</sup>/ha y por debajo de 15 m<sup>2</sup>/ha ya indicaría una mala condición. Los valores umbrales de la RedSPP muestran un promedio de 26,26 m<sup>2</sup>/ha con un umbral mínimo de 22,32 m<sup>2</sup>/ha y máximo de 30,20 m<sup>2</sup>/ha. Esto refleja el buen estado de conservación de los

bosques de la RedSPP, pero teniendo en consideración que la mayor ocupación se encuentra representada por especies no maderables, por lo tanto, son bosques que no han sido tan intervenidos en comparación con la SP. Para el indicador de AFM, en la SM, encontramos un promedio de 57,63 individuos/ha con un umbral mínimo de 31,9 y un óptimo de 83,3 individuos/ha, lo que representan valores bajos si lo comparamos con Grulke y Brassiolo (2015) donde recomienda para la SM una cantidad mínima de árboles futuro de 50 individuos/ha y un óptimo entre 80 a 100 individuos/ha, la diferencia puede deberse, como se mencionó anteriormente, a que dichos autores consideran como árbol futuro a partir de los 5 cm de DAP.

Por otra parte, para el BM, según Balducci *et al* (2012) un bosque se ubica en la categoría de “bueno” cuando el ABT supera los 22 m<sup>2</sup>/ha, un estado “regular” cuando se ubica entre los 13 y 18 m<sup>2</sup>/ha y “malo” por debajo de 13 m<sup>2</sup>/ha. Los resultados obtenidos para la RedSPP encontramos valores promedio de ocupación de 29,63 m<sup>2</sup>/ha con un mínimo de 19 m<sup>2</sup>/ha y un máximo de 40,25 m<sup>2</sup>/ha, por lo que indicaría el potencial forestal de este piso. El IVIrM para el BM fue de 49,7% concentrado con un 36,2% en la especie *P. parlatoresi* de bajo valor maderable. En general, esto es así en todos los bosques montanos, donde unas pocas especies involucran a la mayoría de los individuos (Carranza, 2005). A diferencia de lo mencionado por Cuykens (2015), en la transición SM-BM se encontraron mayores similitudes en la composición con el BM que con la SM, principalmente por el alto peso ecológico en ambos pisos de la especie *P. parlatoresi*.

Los altos valores de ABT para todos los pisos encontrados en la RedSPP en contraposición con los del 2INBN, puede deberse, como ya fue mencionado, a que las parcelas fueron establecidas en sitios con bosques en mejor estado de conservación en comparación con el 2INBN que instalaron las parcelas de forma sistemática cada 10 km lo que puede abarcar una mayor variabilidad en el estado de conservación de los bosques.

En la SP y el BM se encuentran valores promedios similares para los indicadores de AFM e IVIrM y en el caso del ABT así como en la relación ABM/ABT encontramos valores más elevados en el BM, que se condice con que la ocupación se incrementa con la altitud, lo que indica que ambos pisos altitudinales poseen un buen estado de conservación desde el punto de vista productivo, es decir, que ambos pisos tienen un alto potencial forestal expresado en sus altos valores de ocupación de maderables, siempre

teniendo en consideración que en la SP hay mayor riqueza de especies maderables y que en el BM sus valores corresponden principalmente a la especie *P. parlatoresi*.

En el piso de transición entre SM-BM como el BM encontramos una alta relación de ABM/ABT y del IVIrM lo que refleja su potencial forestal. La especie de mayor peso ecológico para ambos pisos es *P. parlatoresi* y también cabe mencionar a la especie *C. angustifolia* que se corresponde con una especie de alto valor comercial con un IVIr de 4,45% y 3,1% respectivamente para cada piso.

Respecto a los indicadores propuestos, los mismos se desprenden de la información del inventario forestal, son fáciles de calcular y no requieren mediciones extras a campo. Ningún indicador funciona solo sino que deben analizarse en conjunto para entender el estado productivo del bosque y mediante las sucesivas remediciones interpretar su evolución para ajustar las intervenciones de forma tal de cumplir con el mantenimiento de la capacidad productiva en el tiempo.

El indicador de ABT es un indicador utilizado frecuentemente y fácil de calcular, sin embargo, puede no reflejar directamente el estado de conservación desde el punto de vista productivo. Se puede tener un bosque con un ABT alta, pero asimismo tener una relación ABM/ABT baja como sucede con la SM en comparación con los otros pisos altitudinales. Es decir que este indicador por sí solo no brinda información sobre el estado del bosque respecto a la composición de las especies de interés maderable.

El indicador más completo de todos los analizados es el IVIrM ya que combina la abundancia, frecuencia y dominancia u ocupación lo que proporciona una mirada integral de la importancia o nivel de adaptación de una determinada especie o grupo de especies en la comunidad vegetal del bosque como es en este caso que analizamos a las especies maderables. Asimismo, el indicador de la relación entre el ABM y ABT también expresa rápidamente el estado del bosque en relación a si tiene especies de interés maderable y su cálculo es más sencillo en comparación al IVIrM. Sin embargo, se requiere además de conocer la ocupación o peso ecológico de las especies maderables, su calidad y/o sanidad y saber si se encuentran en las clases diamétricas aptas para su corta desde el punto de vista industrial. Se puede tener un IVIrM, una relación ABM/ABT altos y por ende un ABM alto, sin embargo, pueden no encontrarse en los diámetros buscados, ello puede significar que la ocupación se encuentra cubierta por muchos individuos con diámetros bajos lo que puede corresponder a un bosque en regeneración que ha sido aprovechado

recientemente y la mayor ocupación se encuentre en los diámetros más bajos. También se puede tener valores altos para dichos indicadores pero que el estado sanitario sea regular con lo cual también significa un menor estado de conservación desde el punto de vista productivo.

El indicador AFM, es sencillo de obtener y nos puede mostrar la historia de uso o su potencial futuro. Este indicador nos muestra cómo es la densidad de los latizales, si su valor es bajo puede ser un bosque que ha sido sobreexplotado y se encuentra degradado de árboles semilleros o por el contrario puede ser un bosque sobremaduro que no permite el establecimiento de la regeneración. Si su valor es alto puede ser un bosque en plena regeneración natural o un bosque con un buen estado de conservación apto para su aprovechamiento. Para poder interpretar adecuadamente este indicador es clave conocer la dinámica del bosque y ecología de las especies, principalmente si las especies de interés son tolerantes a la sombra, si son palatables, si son de rápido crecimiento, si son dioicas y cómo se dispersan sus semillas. En función de ello se deben ajustar las prácticas de manejo para evaluar si corresponde dejar más árboles semilleros de una determinada especie, si el aprovechamiento debe realizarse dejando claros más grandes y para evaluar cómo corresponde manejar el ganado.

Todo ello significa que ningún indicador sirve por sí solo, siempre hay que conocer la composición y autoecología de las especies, su distribución en la estructura para saber si está disponible en diámetro para la industria y su calidad maderable o estado sanitario que va a depender de los objetivos del aprovechamiento dentro del PMFS.

## Conclusiones

Los bosques nativos están actualmente bajo una alta demanda de la sociedad con el fin de satisfacer múltiples necesidades, como la de proveer madera, productos forestales no madereros, servicios ambientales (fijación de carbono, regulación del ciclo hidrológico, etc.), recreación y turismo, entre los más relevantes. El principio de sustentabilidad contempla que estos beneficios sean percibidos por las generaciones actuales y sean mantenidos con el mismo o mayor grado de disponibilidad para las generaciones futuras.

Entendiendo que el bosque es un ecosistema complejo y su funcionalidad depende de sus componentes e interacciones, las intervenciones humanas pueden alterar de manera irreversible la vitalidad del ecosistema. Por ende, todo planteo productivo en el marco de la sustentabilidad del uso de los bosques nativos, debe asegurar la provisión de los servicios ecosistémicos que dependen de la integridad del paisaje. Este tipo de ecosistemas complejos mantienen una producción diversa, donde el aprovechamiento integral de los recursos es funcional a su sustentabilidad. La simplificación de un modelo productivo llevado adelante sobre un ecosistema complejo podría afectar la sustentabilidad de los mismos. Por ello, cada tipo de ecosistema a intervenir requiere un modelo productivo integral, con metas y objetivos de manejo claros, acordes a su estructura y función.

El diagrama trabajado con los umbrales de referencia de la RedSSP para cada indicador debe poder aportar información a los tomadores de decisiones, productores o profesionales, que sirva para corroborar y ajustar las hipótesis que guían la planificación del uso del bosque de forma objetiva para captar los procesos y efectos a nivel predial. Esta información es de utilidad para ajustar técnicas y prácticas de uso del bosque y también para las autoridades al momento de aprobar y monitorear las intervenciones al contar con valores de referencia.

Se definieron y evaluaron los indicadores para la definición del estado de conservación desde el punto de vista productivo de los distintos bosques altitudinales de Yungas. El criterio establecido en el marco del proceso de Montreal, y al cual responden los indicadores productivos propuestos, es el de *“El mantenimiento de la capacidad productiva de los ecosistemas forestales”*. Para este criterio, el mantenimiento de la capacidad productiva de los bosques nativos depende de la existencia de ejemplares sanos

distribuidos de forma irregular y en crecimiento activo, luego de cualquier tipo de disturbio, como la extracción; y de la presencia de regeneración de las especies de interés.

Los indicadores con sus respectivos umbrales definidos pueden utilizarse como valores de referencia de buenas prácticas en Planes de Manejo Forestal Sostenible en Yungas e incluso ser tomados por los técnicos evaluadores de la autoridad de aplicación de la Ley 26.331 al momento de evaluar los PMFS y posteriormente al realizar su monitoreo.

Finalmente, para mejorar el uso de los indicadores propuestos se sugiere incorporar el indicador de “Reclutamiento” incluyendo a las clases diamétricas de 5 a 10cm de DAP y analizar con las remediciones de las parcelas permanentes las posibles variaciones de los indicadores en el tiempo.

Estos indicadores productivos vinculados directamente al aprovechamiento forestal o restauración del potencial productivo, deben acompañarse de otros que evalúen aspectos ambientales, sociales y económicos, algunos de escala predial o regional. En la actualidad gracias a la existencia de la Ley 26.331 se avanzó en el fortalecimiento de las capacidades institucionales por lo que es de esperar que a futuro todas las intervenciones se lleven a cabo mediante un PMFS, lo que permitirá conocer la historia de uso para monitorear y fiscalizar que se respeten los ciclos biológicos de las especies para que puedan recuperarse los bosques desde el punto de vista productivo.

En el abanico propuesto de especies de interés maderable encontramos algunas que no superan el 1% de IVIr, considerando todos los pisos, por lo cual se debería prestar especial atención dada su poca abundancia, frecuencia y dominancia, es decir que su aprovechamiento debería analizarse en un contexto regional para las especies: *H. impetiginosus*, *M. tinctoria*, *A. cearensis*, *C. saccellia*, *R. laxiflora*, *L. lilloi*, *M. mato*, *J. mimosifolia*, *P. zapallo*, *T. tipu*, *H. lapacho*, *H. ochraceus*, *S. marginata*, *E. contortisiliquum* y *P. nitens*. Algunas de ellas ya cuentan con un nivel de protección establecido según la UICN como es el caso de *P. nitens* que figura como “casi amenazada” desde 1998 y *J. mimosifolia* como especie “vulnerable” desde 2019 y *A. cearensis* que ha sido evaluada recientemente para la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN en 2022 y fue catalogada como “En Peligro”, además se encuentra prohibido su aprovechamiento tanto en la provincia de Jujuy como de Salta mediante Decreto N° 676-H-72 y Resolución N.° 14/2019 respectivamente. En el caso de *A. quebracho-blanco*

y *L. paraguariensis* es esperable su bajo peso ecológico ya que son especies de distribución principal en ambientes chaqueños. Otra consideración pertinente es para los géneros *Cedrela* y *Handroanthus* que presentan alto valor maderable, también se encuentran en CITES bajo el Apéndice II desde el año 2020 y 2024 respectivamente.

Es importante que las intervenciones sean de bajo impacto, que se promueva siempre el aprovechamiento de aquellas especies de valores medios y bajos que presentan un alto peso ecológico, acompañadas de otras medidas silvícolas para poder lograr los objetivos de manejo adaptativo, para ello es clave conocer los datos estructurales, de composición, crecimiento y dinámica de las especies para promover la regeneración y el establecimiento de los árboles futuros de las especies de interés.

Se espera que la herramienta generada pueda aportar a futuros sistemas de monitoreo que permitan corregir posibles desvíos en un esquema de manejo adaptativo en el marco de los PMFS ya sea para ser utilizados por técnicos que los formulan y ejecutan como por las autoridades al momento de autorizar o fiscalizar el manejo forestal sostenible en las Yungas. También se espera que aporte al momento de pensar incentivos y fomento de planes de restauración y enriquecimiento de bosques nativos degradados, así como tener en consideración otras especies con potencial maderable y que toda la presión de extracción no recaiga siempre sobre las mismas especies de uso histórico en la región.

## Bibliografía

- Abarca Valverde, P., Meza Picado, V., & Méndez Gamboa, J. (2020). *Evaluación de tratamientos silviculturales en la sostenibilidad de bosques tropicales en la Región Huetar Norte, Costa Rica*. *Revista de Ciencias Ambientales*, 54(1), 140-166. <https://doi.org/10.15359/rca.54-1.8>
- Argentina, Boletín oficial, (2007), Ley N°26.331: Presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos. Honorable Congreso de la Nación. Buenos Aires, Argentina.
- Argentina, Boletín oficial, (2009), Protección Ambiental de los Bosques Nativos. Reglamentación 91 de la Ley N° 26.331, Artículo 9 y 16. Honorable Congreso de la Nación. Buenos Aires, Argentina.
- Argentina, Boletín oficial, (2008), Ley N°26.432: Ley de Inversiones para Bosques Cultivados, prórroga y reforma de la ley N° 25.080, Honorable Congreso de la Nación. Buenos Aires, Argentina.
- Argentina, Boletín oficial, (2018), Ley N° 27.487: Ley de Inversiones para Bosques Cultivados, prórroga y reforma de la ley N° 25.080. Honorable Congreso de la Nación. Buenos Aires, Argentina.
- Arroyo Padilla, L. (1995). *Estructura y composición de una isla de bosque y un bosque de galería en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado*. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz, Bolivia.
- Azaro J. M. (2021). *Cambios en la diversidad y estructura de las formaciones forestales en un gradiente de elevación de la Quebrada de Ailuu, provincia de Tucumán*. *Revista UNJU*.
- Bach, K., Beck, M., Gerold, G., Gradstein, Schawe, S. R. S. & Moraes, R. M. (2003). *Vegetación, suelos y clima en los diferentes pisos altitudinales de un bosque montano de Yungas, Bolivia: Primeros resultados*. *Ecología en Bolivia* 38(1):3-15.
- Badinier C, Eliano PM, y Malizia LR. (2009). *Manejo forestal sustentable en Yungas: protocolo para el desarrollo de un plan de manejo forestal e implementación en una finca piloto*. Ediciones del Subtrópico, Tucumán.
- Balducci E, Eliano PM, y Sosa I. (2012). *Bases para el Manejo Sostenible de los Bosques Nativos de Jujuy*. Ideas Nuestras, Jujuy.
- Bascope, S. F. y Jorgensen, P. M. (2005). *Caracterización de un bosque montano húmedo: Yungas, La Paz*. *Revista Ecología en Bolivia*, 40 (3): 365-379.
- Biloni, J. S. (1990). *Árboles autóctonos argentinos*. Tipográfica Editora Argentina. Buenos Aires, Argentina.

- Bianchi A. R. y Yañez, E. (1992). *Las precipitaciones en el Noroeste Argentino*. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Salta. Argentina.
- Blundo, C. y Malizia, L. R. (2009). *Impacto del aprovechamiento forestal en la estructura y diversidad de la Selva Pedemontana*. En: Brown, A. D., Blendinger, P., Lomáscolo, T. y García Bes, P. (eds.). *Selva Pedemontana de las Yungas: historia natural, ecología y manejo de un ecosistema en peligro*. Ediciones del Subtrópico, Tucumán. Pp. 387-405.
- Blundo C, Malizia LR, Blake J y Brown AD (2012). *Tree species distribution in Andean forests: influence of regional and local factors*. *Journal of Tropical Ecology* 28, 83-95.
- Blundo C. (2013). *Determinantes regionales y locales de los patrones florísticos, estructurales y demográficos en la Selva Pedemontana en la cuenca del río Bermejo*. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Córdoba.
- Briske, D., S. Fuhlendorf, and F. Smeins. (2006). *A unified framework for assessment and application of ecological thresholds*. *Rangeland Ecol Manage* 59:225-236.
- Brown, A. D. y Ramadori, E. D. (1989). *Patrón de distribución, diversidad y características ecológicas de especies arbóreas de las Selvas y bosques montanos del noroeste de la Argentina*. Actas VI Congreso Forestal Argentino. pp. 177.
- Brown, A.D., Grau, H.R., (1993). *La naturaleza y el hombre en las selvas de montaña*, GTZ, Salta.
- Brown, A., Grau, R., (1995). *Investigación, conservación y desarrollo en selvas subtropicales de montaña*. Universidad Nacional de Tucumán FCN - IML - LIEY, Tucumán.
- Brown, A.D. (1995 a.) *Fitogeografía y conservación de las Selvas de montaña del noroeste de Argentina*. Pp. 663-672 en Churchill, S.P.; Baslev, H.; Forero, E. y Luteyn, J. L. (eds.) *Biodiversity and conservation of Neotropical Montane Forest*. The New York Botanical Garden, New York.
- Brown, A. D., Grau, H. R., Malizia, L. R. y Grau, A. (2001). *Bosques nublados del Neotrópico*. Instituto Nacional de Biodiversidad, San José, Costa Rica, pp. 623-659.
- Cabrera, A., (1976). *Regiones fitogeográficas de la República Argentina*. Enciclopedia de Agricultura, Jardinería y Fruticultura 2: 1-85, Acme, Buenos Aires.
- Carabelli E. y Peri P. L. (2005). *Criterios e Indicadores de sustentabilidad (C&I) para el Manejo Sustentable de los Bosques Nativos de Tierra del Fuego – Una herramienta metodológica para la determinación de los C&I en Patagonia*, 88 pp. Ediciones INTA, Buenos Aires.

- Carranza, A.V. (2005). *Bosque y selva montanos en Yala, Jujuy, Argentina*. Universidad Nacional de Jujuy, EdiUnju. Jujuy.
- Castañeda Froylán (2024) *Criterios e indicadores de la ordenación forestal sostenible: procesos internacionales, situación actual y perspectivas*. Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, Departamento de Montes de la FAO. Disponible en <https://www.fao.org/4/x8080s/x8080s06.htm>
- Chazdon, R.L. (2008). *Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands*. *Science* 320 (5882), 1458-1460.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna. CITES (2024). Disponible en: <http://www.cites.org>.
- Condit R. (1998). *Tropical forest census plots: methods and results from Barro Colorado Island, Panama and a comparison with other plots*. Springer-Verlag, Berlin. <http://www.richardcondit.org/main/panama-tree-plots/>
- Convention on Biological Diversity (CBD), (2005). *Report of the Inter-Sessional (Second) Meeting of the AHTEG on the Review of Implementation of the Programme of Work on Forest Biological Diversity*. Montreal, 28 November - 2 December 2005. UNEP/CBD/SBSTTA/11/INF/2.
- Cuyckens, G. A. E., Malizia, L. R. & Blundo, C. (2015). *Composición, diversidad y estructura de comunidades de árboles en un gradiente altitudinal de selvas subtropicales de montaña (Serranías de Zapla, Jujuy, Argentina)*. *Madera y Bosques* 21(3):137-148.
- Danserau, P. (1951). *Description and recording of vegetation upon a structural basis*. *Ecology*, 32(2): 172-229.
- Darwinion (2024). Disponible en: <https://www.ojs.darwin.edu.ar/index.php/darwiniana/article/view/861>
- Díaz D., Laclau P., Schlichter T. (2017) *Estudio de las causas de la deforestación y degradación forestal*. Programa ONU-REDD ARGENTINA.
- Digilio, A.P. y Legname, P.R. (1966). *Los árboles indígenas de la Provincia de Tucumán*. Opera Lilloana 15. Tucumán, Argentina.
- Dimitri M. J., Leonardis, R. F. J. y Biloni, J. S. (2000). *El nuevo libro del árbol*. Tomos I y II. Editorial El Ateneo. Buenos Aires, Argentina.
- Dirección de Bosques, Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Jujuy (2013). Informe técnico: Taller “*Criterios y Umbrales de Degradación en Yungas*” San Salvador de Jujuy, Argentina.
- Dirección de Bosques, Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Jujuy (2020). Listado de las especies con los cupos extraídos: <https://ambientejujuy.gob.ar>.

- Feldpausch, T. R., Jirka, S., Passos, C. A. M., Jasper, F., and Riha, S. J. (2005). *When big trees fall: damage and carbon export by reduced impact logging in southern Amazonia*, For. Ecol. Manage., 219, 199–215, doi: 10.1016/j.foreco.2005.09.003.
- Finegan, B. y Guillén, L. (1996). *Lineamientos para la investigación a largo plazo en parcelas permanentes de muestreo: documento para discusión*. Proyecto CIFOR-CATIE Manejo de bosques secundarios en América Tropical. Costa Rica.
- Fredericksen, T. S., Ross, B. D., Hoffman, W., Morrison, M. L., Beyea, J., Johnson, B. N., Lester, M. B. y Ross, E. (1999). *Short-term understory plant community responses to timber harvesting intensity on non-industrial private forestlands in Pennsylvania*. Forest Ecology and Management 116, 129-139.
- Fredericksen, T. y Mostacedo B. (2000). *Regeneration of timber species following selection logging in a Bolivian tropical dry forest*. 131:47-55. Forest Ecol. Manag.
- FAO: *Formulación de criterios e indicadores para una ordenación forestal sostenible*, (2024). Disponible en: <https://www.fao.org/4/W4345S/w4345s05.htm>
- Gabinete Nacional de Cambio Climático. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Plan de Acción Nacional de Bosques y Cambio Climático. Versión I – (2017). Disponible en: [plan\\_de\\_accion\\_nacional\\_de\\_bosques\\_y\\_cc\\_0.pdf](#)
- Gardner, T., (2010). *Monitoring forest biodiversity: improving conservation through ecologically-responsible management*, Routledge.
- Gallopín, G. (2006): *Los indicadores de desarrollo sostenible. Aspectos conceptuales y metodológicos*. Fodepal. Santiago de Chile.
- Grulke, M. (1998); *Überführung exploitierter Naturwälder Ostparaguays in naturnahe Wirtschaftswälder* [Conversión de bosques nativos explotados en bosques manejados en la región oriental del Paraguay]. Freiburger Forstliche Forschung. Band 2.
- Grulke, M., Brassiolo, M. y Obst, K. (2008). *Manual de Buenas Prácticas Forestales para el manejo de Bosque nativo en la Yungas*. COMPYMEFOR. SAGPyA.
- Grulke, M. y Brassiolo, M. (2015). *Manejo de Bosque Nativos de las Yungas* (ficha técnica S4/5). Ed. Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques, UNSE. Santiago del Estero, Argentina.
- Grau HR. (2005). *Dinámica de bosques en el gradiente altitudinal de las Yungas Argentinas*. Pp.34-42 en Arturi, M., Frangi, J. y Goya, J. (eds) Ecología y Manejo de los Bosques Argentinos. Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Grau, H. A. y Brown, A. D. (1995). *Patterns of tree species diversity along latitudinal and altitudinal gradients in the Argentinean subtropical montane forests*. Pp. 45-64 en Churchill, S. P. H., Balslev, H., Forero, E and Luteyn, J. L. (eds.) Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. New York.

- Gutiérrez Angonese, J., Grau, H.R., (2014) *Assessment of swaps and persistence in land cover changes in subtropical a periurban region, NW Argentina*. Landscape and Urban Planning 127, 83-93.
- Helzer, H. y Gurevich, R. (1996). *Degradación y desastres: parecidos y diferentes: tres casos para pensar y algunas dudas para plantear*. En Ciudades en Riesgo, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina y USAID.
- Hobbs, R. J., E. Higgs, and J. A. Harris. (2009). *Novel ecosystems: implications for conservation and restoration*. Trends in Ecology & Evolution 24:599-605.
- Hueck, K. (1978). *Los bosques de Sudamérica (ecología, composición e importancia económica)*. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica, Berlín, Alemania.
- Humano, C.A. (2013). *Modelado de la dinámica y producción forestal de la Selva Pedemontana de Yungas, Argentina*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Buenos Aires.
- Lammerts van Bueren, E; Blom, EM. (1997). *Hierarchical Framework for the formulation of sustainable forest management standards*. Principles criteria indicators. Wageningen, NL, The Tropenbos Foundation. 82 p.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos*. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas. GTZ. Alemania.
- Lieberman, D., M. Lieberman, R. Peralta y G.S. Hartshorn. (1996). *Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica*. Journal of Ecology 84(1):137–152.
- Lorenzatti, S. (2014). *Efecto de la ganadería sobre la estructura del bosque y regeneración de especies forestales en las Yungas Argentinas*. Tesis de Maestría. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- Louman, B. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. Serie técnica, Manual técnico, N° 46. Cartago, Costa Rica.
- Mainardi V., Arce, O. E. y Ortín, A. (2005). *Estudio cuantitativo de comunidades boscosas*. Curso de Postgrado. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Salta. Argentina.
- Malizia LR. (2004). *Diversity and distribution of tree species in subtropical Andean forests*. Universidad de Missouri–St. Louis, EEUU.
- Malizia LR, Blundo C y Pacheco S. (2006). *Diversidad, estructura y distribución de bosques con cedro en el noroeste de Argentina y sur de Bolivia*. Pp. 83-104 en Pacheco S y AD Brown (Eds.). *Ecología y producción de cedro (género Cedrela) en las Yungas australes*. Ediciones del Subtrópico, Tucumán.

- Malizia LR, Pacheco S, Blundo C y Brown AD. (2012). *Caracterización altitudinal, uso y conservación de las Yungas Subtropicales de Argentina*. Ecosistemas 21, 53-73.
- Mateucci, S.D. y Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Monografía Científica N° 22, Serie de Biología, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington DC. USA.
- Mazzini, F., (2018). *Rol del ganado vacuno doméstico como modelador de la dinámica de los bosques montanos subtropicales* (Yungas). Tesis doctoral, Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Resolución 391-E/2017*. Instructivo para la rendición de cuentas. Ciudad de Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-391-2017-277785>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos: Informe región forestal yungas* - primera revisión. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/segundo-inventario-nacional-bosques-nativos>
- Morán Montaña M., Campos Arce J.J. y Louman B. (2006). *Uso de Principios, Criterios e Indicadores para monitorear y evaluar las acciones y efectos de políticas en el manejo de los recursos naturales*. Colección Manejo Diversificado de Bosques Naturales Publicación no. 32. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.
- Morello, J., Matteucci, S.D., Rodríguez, A.F. y Silva, M.E. (2012) *Ecorregiones y Complejos Ecosistémicos Argentinos*. Orientación Gráfica Editores. (p.129).
- Narváez Flores R.; Wright P.; Martínez Salvador M.; Alvírez Vitolás S.; Domínguez Pereda L.; Gómez Herrera V.; Rodríguez García S.; Montes Olivas G.; Molina Sánchez J. A. & Iglesias Gutiérrez L. (2003). *Criterios e indicadores: una herramienta para evaluar la sustentabilidad del manejo forestal en bosques templados y tropicales*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Norte Centro Campo Experimental La Campana-Madera. Publicación n°3.
- Oyharzabal Castro, Aimé; Jezieniecki, Cecilia; Solá, Rodolfo; Pincioli, Laura & Morandini, Nahuel. (2024). *La trashumancia como forma de control y gestión del territorio en la comunidad Aborigen de Valle Colorado (Departamento Valle grande, Jujuy)*. En: Uso sostenible de la biodiversidad en bosques nativos de Argentina. Coord: Sharry S. y Suarez G. EDULP. Colección libros cátedra. ISBN: 978-950-34-2400-1. Disponible en: <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/170376>

- Pérez Martínez J.; Fernández Hernández, M. E. y de la Nuez Hernández D. (2021). *Criterios e indicadores de gestión forestal por la excelencia*. Cooperativismo y Desarrollo, 9(1), 93-115. Epub 30 de abril de 2021.
- Peri P. L., Pastur G. M. y Schlichter T. (2021). *Uso sostenible del bosque: aportes desde la silvicultura argentina*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1a edición ISBN 978-987-46815-4-6.
- Peri P.L.; Rusch V.; Von Muller A.; Varela S.; Quinteros P. y Martínez Pastur G. (2021). *Manual de Indicadores para Monitoreo de Planes Prediales de Manejo de Bosque con Ganadería Integrada – MBGI Región Patagónica*. 167 pp. Editorial INTA-MAyDS. ISBN 978-987-86-9738-3).
- Politi, N. y Rivera, L. (2019). *Limitantes y avances para alcanzar el manejo forestal sostenible en las Yungas Australes*. . Ecología austral, 29(1), 138-145.
- Politi N., Rivera L., Balducci E., Malizia L.; Blundo C.; Fornes L.; Galarza M.; Alcalde S.; Aragón R.; Bardavid S.; Eliano P.; Gómez D.; Jayat D.; Lupo L.; Malizia A.; Mangini G.; Mayol E.; Mazzini F.; Molineri C.; Núñez Montellano G.; Pacheco S.; Pero E.; Ruggera R.; Sánchez Cuartielles E.; Schaaf A.; Speranza F.; Tallei E.; Vivanco C.; Zelener N.; Brown A. (2021). Capítulo 7: “Yungas” en Uso sostenible del bosque: aportes desde la silvicultura argentina. Peri P. L., Pastur G. M. y Schlichter T. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1a edición ISBN 978-987-46815-4-6.
- Pokorny, B; Sabogal, C; de Camino, R. (2001). *Metodologías para evaluar la aplicación de criterios e indicadores en el manejo forestal de bosques tropicales en América Latina*. Revista Forestal Centroamericana No. 36: 14-19.
- Prabhu R., Colfer C.J.P., Dudley R.G. (1999) *Guidelines for Developing, Testing and Selecting Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management* (Toolbox No. 1). Jakarta: CIFOR.
- Prabhu, R., Colfer, C. J. P., Venkaterswarlu, P., Tan, L. C., Soekmadi, R., & Wollenberg, E. (1996). *Testing criteria and indicators for the sustainable management of forests: phase 1*. Final Report. Jakarta, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR).
- Proceso de Montreal, (2009). *Criterios e Indicadores para la Conservación y el Manejo Sustentable de los Bosques Templados y Boreales*.
- Proceso de Montreal (2015). *Criterios e Indicadores para la Conservación y el Manejo Sustentable de los Bosques Templados y Boreales*. CONAF. Quinta edición (p. 10), <http://www.montrealprocess.org>
- Prodan, M., Peters, R., Cox, F. y Real, P. (1997). *Mensura Forestal*. GTZ/IICA. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. San José, Costa Rica.

- Putz, F. E. y Fredericksen T. S. (2004). *Silvicultural intensification for tropical forest conservation: a response to Sist and Brown*. Biodiversity and Conservation 13:2387-2390.
- Rahbek, C. (2005). *The role of spatial scale and the perception of large-scale species-richness patterns*. Ecology Letters 8(2):224–239.
- Reza, Mohammad & Abdullah, Saiful. (2011). *Regional Index of Ecological Integrity: A need for sustainable management of natural resources*. Ecological Indicators. 11. 220-229. 10.1016/j.ecolind.2010.08.010.
- Rodríguez, F. C. (1997). *Criterios e Indicadores de la Actividad Forestal Sustentable*. Memoria del Seminario sobre Sistemas de Manejo Sustentable de los Recursos Forestales. AMPF. SEMARNAP. INIFAP.CNIM. 15-25p. México
- Roveta R. J.; Rusch V.; Bava J. (2010). *Indicadores de sustentabilidad para el control de planes de manejo en bosques templados de Argentina*. El caso de la especie "Nothofagus pumilio" en la provincia de Chubut. Recursos Naturales y Ambiente/no. 56-57: 123-129. CATIE, Turrialba (Costa Rica).
- Rusch V., Sarasola, M. y Laclau, P. (2001). *Sustentabilidad económica y social de las plantaciones en la región Andino Patagónica*. Informe Final PIA 13/98. En: Comunicación Técnica Área Forestal. Economía y Sociología Forestal N°2. INTA EEA Bariloche, 31 pp.
- Sánchez E, Balducci E, Blundo C y Malizia LR. (2013). *Estructura, riqueza e indicadores forestales para el manejo sostenible en las Yungas argentinas*. Presentación: Poster, eje: "sustentabilidad y ambiente". IV Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Iguazú, Misiones. Cronograma disponible en: [http://www.probiomasa.gob.ar/\\_pdf/Programa\\_4toCongreso\\_Forestal\\_2013.pdf](http://www.probiomasa.gob.ar/_pdf/Programa_4toCongreso_Forestal_2013.pdf)
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2014), Resolución 826/2014. Ciudad de Buenos Aires, Argentina.
- Secretaría de Turismo, Ambiente y Deporte (2024). Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques Nativos. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/monitoreo-bosques-nativos>
- Sistema Argentino de Certificación Forestal (2024). CERFOAR, Sistemas de Certificación Forestal (PEFC), disponible en: <https://www.cerfoar.org.ar/certificaci%C3%B3n>
- Tálamo, A. y Caziani, S. (2003). *Variation in woody vegetation among sites with different disturbance histories in the Argentine Chaco*. Forest Ecology and Management 184, 79-92.

- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN (2022). <https://www.iucnredlist.org/es/species/32291/67743532>
- United States Department of Agriculture [Usda]. (2002). *Sourcebook on criteria and indicators of forest sustainability in the Northeastern Area*. Newtown Square, Philadelphia, Pennsylvania, EE.UU.: USDA Forest Service Northeastern Area State and Private Forestry.
- Uslar, Y. V, Mostacedo, B. y Saldías, M. (2003). *Composición, Estructura y Dinámica de un Bosque Seco Semideciduo en Santa Cruz, Bolivia*. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible. Documento Técnico 114. Bolfor. Bolivia.
- Vazquez, G. y T.J. Givnish. (1998). *Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure and diversity in the Sierra de Manantlan*. *Journal of ecology* 86(1):999–020.
- Wabo E. (2002). *Guía de clases: Nociones de Muestreo*. Curso de Biometría Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata
- Wilhere, G.F. (2002). *Adaptive management in habitat conservation plans*. *Conservation Biology* 16(1), 20-29.