



# Revista

# FORESTAL TROPICAL

Universidad Autónoma Gabriel René Moreno Volumen 1, Número 1, 2021



- PGIBT en el norte amazónico de Bolivia



- Dinámica de árboles en el Bosque Seco Chiquitano

- Guía para el manejo de densidad de plantaciones forestales



# REVISTA FORESTAL TROPICAL

Volumen 1, Número 1, 2021

Teléf. 591 3-3434363 - Email: revistaforestaltropical@gmail.com

Santa Cruz - Bolivia



Revista de divulgación científica e innovación forestal de la Carrera de Ingeniería Forestal y el Instituto de Investigaciones Forestales de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno.

## Comité Editorial:

- |  |                 |
|--|-----------------|
| 1. Eduardo Sandoval Hurtado, PhD.      | Editor en Jefe  |
| 2. Lincoln Quevedo Hurtado, PhD.       | Editor asociado |
| 3. Bonifacio Mostacedo Calatayud, PhD. | Editor asociado |
| 4. Ing. Alejandro Araujo-Murakami      | Editor asociado |
| 5. Juan Carlos Montero Terrazas, PhD.  | Editor asociado |

## Agradecimientos:

La Revista expresa su profundo agradecimiento a los revisores de este número: Edgar Ponce, PhD.; Ing. Alejandro Araujo-Murakami, Juan Carlos Montero Terrazas, PhD.; Lincoln Quevedo Hurtado, PhD., Ing. José Daniel Soto e Ing. Juan Carlos Licon.

## Fotografías

### Portada:

Foto grande: árbol semillero de morado (*Machaerium scleroxylon*) en bosque de Alta Vista - Eduardo Sandoval.

Foto pequeña: frutos maduros de asaí (*Euterpe precatoria*) en Pando - Jose Ledezma.

### Contraportada:

Dosel del bosque chiquitano - Roger Coronado (Centro de estudios del Bosque Seco Tropical de Alta Vista, FCBC).

Diseño editorial: Sandra Landívar Rodríguez

Impreso en Bolivia

Todos los derechos reservados.

Mayo, 2021

## EDITORIAL

Los bosques son patrimonio natural de cada país que lo posee. Bolivia tiene el orgullo de contar con una enorme superficie de bosques tropicales aún en buen estado de conservación, y buena parte bajo manejo sostenible de producción forestal. El valor económico del bosque es un tema desconocido para la sociedad en general, pues no solo se lo debe valorar por la madera que se puede extraer, sino por el sin número de otros productos diferentes a la madera, por los servicios ambientales que presta, por el mantenimiento y reproducción de la biodiversidad en su más completa gama. Sin embargo, hay que reconocer que los bosques tienen amenazas fuertes como la deforestación o la colonización no planificada que facilita el cambio de uso de suelo que aumentan las áreas agrícolas y ganaderas en áreas que debían realizarse manejo sostenible de bosques.

La investigación en nuestros bosques ha sido fuerte en la década de los años 90 en adelante, y todo ese conocimiento ha sido y sigue siendo la base para la toma de decisiones técnicas y políticas del Estado en la búsqueda de la conservación y manejo de los mismos. La coyuntura política actual en Bolivia y países vecinos, permiten tener escenarios de investigación un tanto distintos a las de la década pasada. La investigación forestal no solo debe centrarse en el manejo del bosque, sino abordar aspectos de restauración de sitios degradados, avance de las amenazas del bosque, manejo integral de bosques y otros usos, agroforestería, plantaciones forestales, la nueva tecnología utilizada en el sector, aspectos sociales y económicos, entre otros.

Las universidades vienen contribuyendo en esta misión, formando profesionales forestales en las diferentes casas superiores de estudio del Sistema Boliviano de Universidades. Solo por dar un dato, la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, a la fecha ha titulado más de 700 profesionales forestales y ha realizado más de 400 investigaciones entres tesis y trabajos dirigidos, sobre diferentes aspectos en los bosques tropicales de Bolivia, de los cuales algunos también fueron publicados en revistas científicas nacionales e internacionales. Igualmente, se tiene en el país muchos profesionales forestales y de ramas afines que han sido capacitados en universidades externas, quienes están generando mucha información valiosa.

Por esta razón, con el fin de facilitar la difusión y transmisión de los resultados de investigación de todos aquellos que se dedican a realizarla, la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia, ha creado la REVISTA FORESTAL TROPICAL, para que se convierta en un medio de difusión eficiente de los trabajos de investigación que se desarrollen, tanto en el territorio nacional como fuera de nuestras fronteras.

Hoy nos complacemos en lanzar el primer número de la Revista y esperamos sea de su completo agrado para quienes gustan de la lectura de temas de actualidad forestal. Nuestra meta es que en breve la Revista pueda estar indexada y tenga acceso a través de buscadores de bibliografía nacional e internacional.

Desde el Comité Editorial deseamos que sea en buena hora el lanzamiento de esta nueva revista científica, y que los investigadores hagan de ella un canal de difusión y transferencia de tecnología para el desarrollo del sector forestal y de los sectores relacionados a los recursos naturales.

## CONTENIDO

Rentabilidad de los planes de gestión integral de bosques y tierra en comunidades campesinas e indígenas de Pando, Bolivia

José Antonio Ledezma Arias

La investigación de Ledezma aborda una nueva forma de planificación del uso de los recursos y productos del bosque por parte de las comunidades del norte boliviano, específicamente del departamento de Pando. El autor hace énfasis en la valoración económica del bosque adoptando método de precios de mercado para los productos que 23 comunidades locales extraen bajo planes de manejo integral de bosques y tierras (PGIBT)

3

Calidad, daño y mortalidad de árboles y su incidencia en la producción forestal, en el Bosque Seco Chiquitano de Alta Vista, Santa Cruz, Bolivia

Sandra Ramos y Bonifacio Mostacedo

Ramos y Mostacedo se adentran en la dinámica de una muestra del bosque seco chiquitano para analizar la calidad del fuste, los daños y la mortalidad de los árboles de las especies forestales comerciales. El estudio se realiza en un área aprovechada y en otra no aprovechada del municipio de Concepción en el departamento de Santa Cruz, Bolivia.

35

Guía para el manejo de densidad de plantaciones forestales de *Eucalyptus* en el Municipio Carmen Rivero Torres, Santa Cruz – Bolivia

Milton Brosovich Gonzales

El trabajo de Brosovich muestra el sobresaliente desarrollo de una plantación de clones de eucalipto en una región donde la tierra tiene bajo costo de oportunidad, hecho que resulta prometedor para la región. El autor, basado en esas plantaciones, desarrolla una guía de densidad para su manejo, aportando así con una herramienta que será útil para definir la edad e intensidad de los raleos durante el turno técnico.

58

Guía para Autores de la Revista Forestal Tropical

76



**Rentabilidad de los  
planes de gestión  
integral de bosques y  
tierra en comunidades  
campesinas e indígenas  
de Pando, Bolivia**

José Antonio Ledezma Arias



# Rentabilidad de los planes de gestión integral de bosques y tierra en comunidades campesinas e indígenas de Pando, Bolivia

Enviado el 04/07/2020; aceptado el 04/11/2020

**José Antonio Ledezma Arias<sup>1</sup> \***

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrícolas, UAGRM. Santa Cruz, Bolivia.

\*Autor de Correspondencia: jose.ledezma03021962@gmail.com

## RESUMEN

En los últimos años, cerca de 7 millones de hectáreas de bosques son gestionadas por Territorios Indígena Originario Campesinos, propiedades comunitarias y pequeños productores, en tanto que los empresarios forestales solamente administran cerca de 2 millones de hectáreas. El Estado Plurinacional de Bolivia mediante la promulgación de Leyes y Normas ha sentado las bases y orientaciones del Vivir Bien, con las cuales sugiere realizar un manejo integral y sustentable de los bosques y tierra. En el periodo 2014 - 2015 surgen los primeros Planes de Gestión Integral de Bosques y Tierra (PGIBT) en el departamento de Pando. Dichos instrumentos, a diferencia de otros, se caracterizan por proponer el aprovechamiento de los recursos de bosques y tierra mediante la implementación de sistemas productivos sostenibles tales como no maderables (castaña, majo, asaí, siranga, jatata y otros), maderables, agroforestales, silvo-pastoriles, plantaciones forestales, turismo, entre otros. Sin embargo, no se dispone de información de costos, precios, rentabilidad, mercado, etc., del proceso

de implementación de los mismos. El objetivo de este estudio fue determinar la rentabilidad de los PGIBT en 23 comunidades de Pando. Para ello se ha utilizado la metodología de "rentabilidad mediante flujos de caja descontados" aplicando una tasa de descuento y una tasa de inflación promedio, logrando obtener los indicadores financieros VAN, TIR, B/C e indicadores económicos como utilidad por hectárea e ingreso anual por familia. Se realizó un análisis de sensibilidad simulando tres escenarios: a) incremento de los costos, b) disminución de los precios de venta y c) una acción conjunta de ambos. Los resultados muestran que los PGIBT analizados son rentables, principalmente en aquellas comunidades que disponen de áreas grandes, con diversidad de productos y volúmenes atractivos de producción. Sin embargo, algunas se encuentran en el límite, entre ellas, comunidades con baja abundancia y baja diversidad de productos, pues son sensibles al incremento de los costos de producción, de tal modo que se tornan no rentables, principalmente aquellas con superficies pequeñas.

**Palabras clave:** Costos, flujo de caja, ingresos, Plan Operativo de Gestión Integral (POGI), rentabilidad, sensibilidad.

# Profitability of comprehensive forest and land management plans in peasant and indigenous communities of Pando, Bolivia

Submitted 04/07/2020; accepted 04/11/2020

José Antonio Ledezma Arias<sup>1</sup> \*

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrícolas, UAGRM. Santa Cruz, Bolivia.

\*Autor de Correspondencia: jose.ledezma03021962@gmail.com

## SUMMARY

In recent years, about 7 million hectares of forest are managed by Indigenous Peasant Territories, community properties and small producers, while forest entrepreneurs only manage about 2 million hectares. The Plurinational State of Bolivia through the promulgation of Laws and Norms has laid the foundations and orientations of Living Well, with which it suggests carrying out an integral and sustainable management of forests and land. In the 2014-2015 period, the first Comprehensive Forest and Land Management Plans (PGIBT) emerged in the department of Pando. These instruments, unlike others, are characterized by proposing the use of forest and land resources through the implementation of sustainable production systems among them: non-timber (chestnut, majo, asaí, syringa, jatata and others), timber, agroforestry, silvopastoral, forest plantations, tourism, among others. However, there is no information on costs, prices,

profitability, market, etc., of the process of their implementation. The objective of this study was to determine the profitability of PGIBT in Pando communities. For this, the methodology of "profitability through discounted cash flows" has been used, applying a discount rate and an average inflation rate, obtaining the financial indicators VAN, IRR, B / C and economic indicators, profit per hectare and annual income per family. A sensitivity analysis was performed simulating 3 scenarios, increased costs, decreased sales prices and a joint action by both. The results show that the PGIBT analyzed are profitable, mainly those communities that have large areas, with a diversity of products and attractive production volumes. However, some are at the limit, among them, communities with low abundance and low product diversity, are sensitive to increased production costs, so that they become unprofitable, especially those with small areas.

**Keywords:** Costs, cash flow, income, Comprehensive Management Operational Plan (POGI), profitability, sensitivity.

### INTRODUCCIÓN

Un creciente número de empresas forestales comunitarias están emergiendo en países tropicales como emprendimientos dinámicos capaces no solo de generar beneficios y fuentes de empleo, sino también de conservar los recursos forestales y brindar valiosos servicios sociales, convirtiéndose en actores cada vez más importantes en mercados locales y globales (ITTO 2007). En la región amazónica, la forestería comunitaria es vista como una de las opciones más prometedoras para resolver el dilema de cómo combinar la conservación de los bosques con el desarrollo rural y la reducción de la pobreza (Pokorny y Johnson 2008).

La maximización de las utilidades es el objetivo primordial de las empresas productivas orientadas al mercado y la rentabilidad. En el caso de las organizaciones forestales comunitarias, la búsqueda de utilidades y rentabilidad es parte de una serie de objetivos que incluyen la generación de empleos, inversiones sociales y la distribución equitativa de beneficios entre sus integrantes que comparten el derecho de acceso y uso de los recursos forestales comunes (Antinory y Bray 2005). Los productos forestales no maderables (PFNM) han llamado la atención de emprendedores de iniciativas de conservación, ya que constituyen una oportunidad de desarrollar estrategias que generen beneficios económicos a las poblaciones locales sin comprometer el funcio-

namiento del ecosistema. Sin embargo, actualmente persiste el debate de si los bosques pueden contribuir a salir de la pobreza a las comunidades, especialmente cuando estas no tienen acceso a capacitación, financiamiento y mercados (Arnold 2001, Vedeld *et al.* 2004, Mitchel y Shepperd 2006).

En los últimos años, en el marco del proceso de saneamiento de la propiedad agraria se ha producido una transición en el modelo de aprovechamiento de los bosques. Entre 1997 y 2005, cerca de 5,1 millones de hectáreas eran aprovechadas por empresarios forestales y solamente 3 millones por indígenas y campesinos. Actualmente esa tendencia se ha revertido, ya que más de 7 millones de hectáreas de bosques son gestionadas por las comunidades de Territorios Indígena Originario Campesinos, propiedades comunitarias y pequeños productores, mientras que los empresarios forestales administran cerca de 2 millones de hectáreas (Estado Plurinacional de Bolivia 2015).

En el periodo 2014 - 2015 surgen los primeros PGIBT en Pando, Santa Cruz, Beni y Tarija, cuyos instrumentos fueron elaborados por consultores y aprobados por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT). En Pando, entre los sistemas productivos propuestos en los PGIBT destacan el aprovechamiento de PFNM (castaña, majo, asaí, siringa, jatata), maderables, sistemas agroforestales, silvopastoriles y turismo, entre otros (ABT 2016).



Sin embargo, el PGIBT al ser un instrumento de planificación nuevo, no dispone de información de costos, precios, rentabilidad, mercado, etc., del proceso de implementación de los sistemas productivos que incluyen en gran medida a los PFNM.

Por esta situación, el objetivo de la presente investigación fue generar información de base respecto a los beneficios económicos de las actividades planificadas de manera integral y sus costos de producción, para orientar de manera favorable en la toma de decisiones a los productores comunitarios. Las preguntas que motivaron la investigación fueron: a) ¿Cuáles son los costos fijos y variables de los PGIBT?, b) ¿Cuáles son los ingresos en efectivo generados por los sistemas productivos forestales no maderables y maderables?, c) ¿Cuáles son los indicadores financieros (VAN, TIR real, B/C) y económicos (beneficio familiar) de los PGIBT?, y d) ¿En qué medida afecta la sensibilidad a la rentabilidad de las comunidades?.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La presente investigación se realizó en 23 comunidades con Planes de Gestión Integral de Bosques y tierra (PGIBT) correspondiente a comunidades campesinas e indígenas del Departamento de Pando, abarcando las provincias Abuná (municipio de Santa Rosa del Abuná), Manuripi (municipios de Puerto Rico y Filadelfia) y

Nicolás Suárez (municipios de Cobija y Bella Flor). Geográficamente las comunidades mencionadas se encuentran entre las coordenadas 10°05'22" – 13°00'25" de latitud Sur y 69°25'22" – 65°17'33" longitud Oeste (Figura 1).

Pando se encuentra en una zona de alturas variables que oscilan entre 160 a 260 m s.n.m.; la Ciudad de Cobija está a una altitud promedio de 200 m s.n.m. (Licona *et al.* 2010). Según ZONISIG (1997), corresponde a un clima tropical húmedo cálido, cuenta con un periodo seco que varía 3 meses en el sector Oeste, a 5 meses al Este del Departamento. La precipitación media anual para el Este de Pando es de 1774 mm., y para el Oeste 1834 mm., y una temperatura media anual de 25,4°C. Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (Unzueta 1975), el área de estudio corresponde a un bosque húmedo tropical (bh-T) poco o nada alterado. Los suelos son pobres en nutrientes (oxisoles) en el sector oeste de Pando, en cambio en las planicies bajas del sector este y Escudo Precámbrico los suelos son acrisoles (Navarro y Maldonado 2002). En el área se tienen cinco tipos de bosque: bosque alto de tierra firme, bosque alto del Escudo Precámbrico, isla de bosque, bosque de várzea y bosque de igapó (Mostacedo *et al.* 2006).

FAO (2017) y Licona *et al.* (2007), mencionan que en los bosques de Pando están presentes especies forestales maderables como la mara (*Swietenia macrophylla*), roble (*Amburana cearensis*),

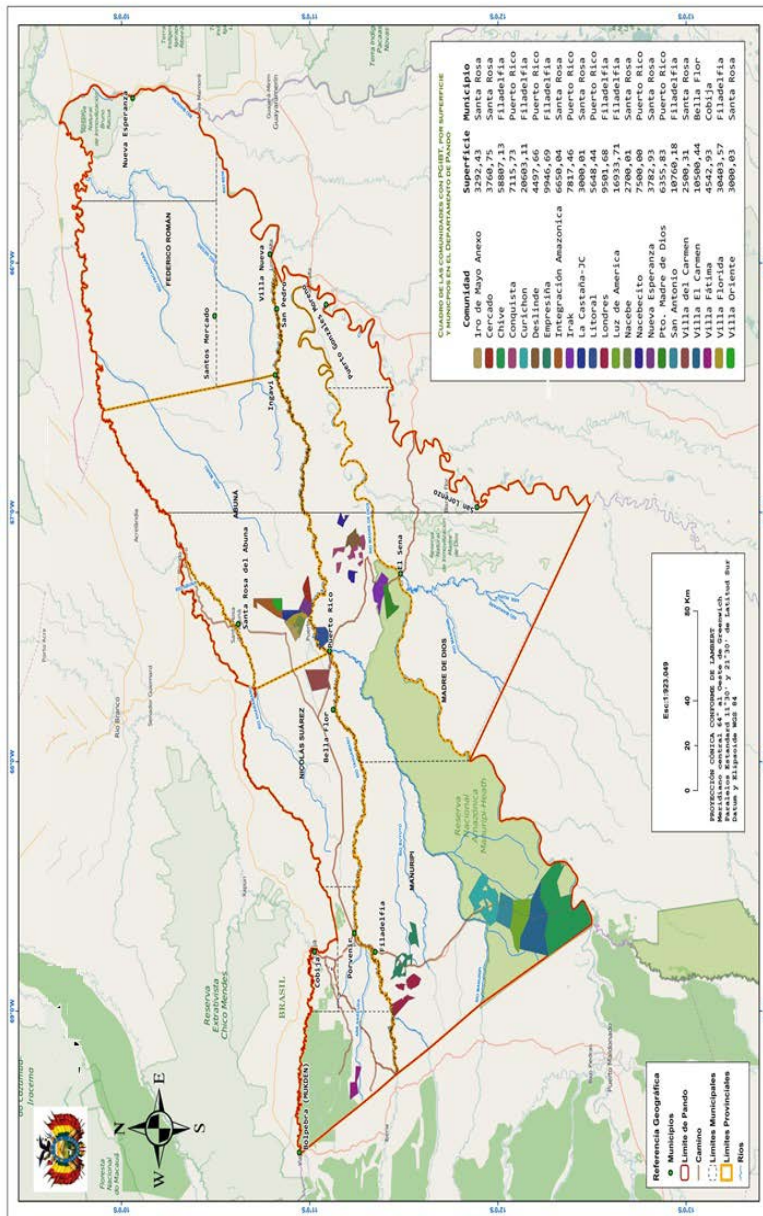


Figura 1. Ubicación geográfica de áreas comunitarias con PGIBT en Pando

bitumbo colorado (*Couratari macroperma*), ochoó (*Hura crepitans*), paquió (*Hymenaea courbaril*), entre otros y productos forestales no maderables como el Asaí (*Euterpe precatoria*), Majo (*Oenocarpus bataua*), cacao silvestre (*Theobroma cacao*); y una gama incalculable de especies alimenticias y medicinales con especies predominantes de goma (*Hevea brasiliensis*), castaña (*Bertholletia excelsa*) y otros. También albergan diversidad de fauna basada en muchas especies animales: mamíferos (120 especies), reptiles (60 especies), anfibios (39 especies), aves (403 especies), peces (237 especies de río), e insectos y arácnidos (450 especies) (CIPCA 2009).

### Diseño de estudio

Se seleccionaron 23 comunidades con Planes de Gestión Integral de Bosques y Tierra (PGIBT) y Planes Operativos de Gestión Integral (POGI) aprobados por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT), las que se agruparon para facilitar el análisis en tres grupos: a) pequeñas hasta 5000 ha, b) medianas entre 5000 a 10 000 ha y c) superficies grandes, mayores a 10 000 ha (Cuadro 1).

Se revisó cada uno de los 23 PGIBT y POGI, de ellos se obtuvieron datos referidos a: nombre de la comunidad, localización política y geográfica, número de familias, integrantes, superficie, sistemas productivos a desarrollar, intensidad de aprovechamiento, productos forestales no maderables y maderables a aprovechar

se, cantidad total de árboles y/o palmeras para la cosecha, volúmenes a extraerse, densidad de individuos por hectárea y técnicas de recolección propuestos.

### Toma de datos

En el trabajo de campo, mediante entrevistas semi-estructuradas y el llenado de un formulario se obtuvo información técnico financiera de cada una de las comunidades con respecto a: superficie del PGIBT y de los sistemas productivos intervenidos, abundancia de los PFNM y maderables, volúmenes cosechados, determinación de los rendimientos de producción de maderables y no maderables, periodos de cosecha, rendimientos de trabajo, entre ellos: limpieza de estradas (ha/jornal), recolección y quebrado de castaña (kg/jornal), recolección de frutos de majo y asaí (kg/jornal), además de corte y despunte de árboles (árboles tumbados/jornal) y modalidad de comercialización. También, se recopiló información de precios referenciales de mano de obra, materiales e insumos, precios de venta de castaña, majo, asaí y madera, acceso a crédito, costos de mano de obra, servicios, materiales e insumos. Adicionalmente se realizó entrevistas a compradores de castaña, majo, asaí y madera, beneficiadoras de castaña, aserraderos, instituciones como CIPCA, WWF, ABT Pando, Universidad Amazónica de Pando, personas particulares, transportistas, madereros y Bancos, esto con la finalidad de complementar la información obtenida en el campo.

**Cuadro 1.** Comunidades seleccionadas para el análisis de rentabilidad

N°	Provincia	Municipio	Comunidad	Superficie del PGIBT (ha)	N° Familias
<b>Hasta 5.000 ha</b>					
1	Abuna	Santa Rosa del Abuná	Villa del carmen	2500	15
2	Abuna	Santa Rosa del Abuná	Nacebe	2700	22
3	Abuna	Santa Rosa del Abuná	La Castaña Jhonny Cari	3000	15
4	Abuna	Santa Rosa del Abuná	Villa Oriente	3000	22
5	Abuna	Santa Rosa del Abuná	Primero de Mayo anexo	3292	30
6	Abuna	Santa Rosa del Abuná	Cercado	3761	16
7	Abuna	Santa Rosa del Abuná	Nueva Esperanza	3783	33
8	Manuripi	Puerto Rico	Deslinde	4498	10
9	Nicolás Suárez	Cobija	Villa Fátima	4543	23
<b>5.000 a 10.000 ha</b>					
10	Manuripi	Puerto Rico	Litoral	5648	10
11	Manuripi	Puerto Rico	Puerto Madre de Dios	6356	34
12	Abuna	Santa Rosa del Abuná	Integración amazónica	6650	35
13	Manuripi	Puerto Rico	Conquista	7116	26
14	Manuripi	Puerto Rico	Nacebecito	7500	15
15	Manuripi	Puerto Rico	Irak	7817	25
16	Manuripi	Filadelfia	Lóndres	9502	28
17	Manuripi	Filadelfia	Empresíña	9947	25
<b>Mayores a 10.000 ha</b>					
18	Nicolás Suárez	Bella Flor	El Carmen	10500	25
19	Manuripi	Filadelfia	San Antonio	10760	20
20	Manuripi	Filadelfia	Luz de América	16934	33
21	Manuripi	Filadelfia	Curichón	20603	29
22	Manuripi	Filadelfia	Villa Florida	30404	38
23	Manuripi	Filadelfia	Chivé	58807	69
<b>TOTAL</b>				<b>239621</b>	<b>598</b>



Posteriormente, con la información recopilada se elaboró una base de datos en Excel de forma organizada para cada comunidad, mediante la cual se determinó la estructura de costos, ingresos por ventas, flujo de caja con y sin inflación y análisis de sensibilidad para las 23 comunidades proyectados para un horizonte de 10 años.

### **Análisis de datos**

Con base en la información digitalizada, se calculó la estructura de costos del proceso de elaboración e implementación de los 23 PGIBT y POGI. Los cálculos se realizaron desglosando todas y cada una de las actividades ejecutadas, entre ellos: costos de elaboración de instrumentos de gestión, referido a los gastos efectuados por concepto de pagos por la elaboración y aprobación del PGIBT y POGI, costos de preparación o apertura de estradas por año considerado a los gastos efectuados por la apertura y/o limpieza de estradas o sendas para acceder a cada uno de los individuos de castaña, siranga y/o palmas (majo, asaí), como también la limpieza debajo de los árboles o palmeras con el objeto de facilitar la recolección de los frutos; costos de construcción de centros de acopio aquellos gastos efectuados en el proceso de construcción de payoles considerando los materiales empleados; costos de administración del PGIBT correspondiente a los pagos efectuados a un responsable de aprovechamiento y comercialización de los diferentes productos existentes en

la comunidad, entre ellos: castaña, majo, asaí, madera, etc., también incluye los gastos por concepto de pago a la asistencia técnica de un Ingeniero Forestal y la elaboración del Informe Anual del Plan Operativo de Gestión Integral (IAPOGI), como también, los pagos realizados a un contador por el servicio de contabilidad, cuyo trabajo incluye el balance de gestión y finalmente los gastos de previsión de salud y seguridad de 5 seguros contra accidentes por año en todos los casos.

Así mismo, costos de herramientas, materiales e insumos incluyen gastos por la compra de machetes, limas para afilar machetes, fundas para machetes, arneses de seguridad para trepar palmeras, cuerdas o sogas de perlón, hule plástico grueso, bolsas de polipropileno para embolsar castaña y bolsas tipo malla para majo y asaí; los costos de aprovechamiento constituyen los gastos efectuados por concepto de recolección y quebrado de los cocos de castaña, el trepado a las palmeras y corte de los frutos de majo y asaí, tumbado y despuntado de árboles maderables; costo de transporte incluye los pagos efectuados por el traslado de la castaña, majo y asaí desde el monte hasta los centros de acopio más próximos; costos de organización considera los gastos efectuados por concepto de trámites legales (obtención de personería jurídica, representación legal y otros), como también gastos de asambleas (olla común, transporte y comunicación); también costos de Certificados Forestales de Origen (CFOs), que son los gastos

efectuados por la compra de CFOs para transporte de madera. Para el caso de PFNM el intermediario o beneficiador asume el costo del CFO para el transporte del producto, por tanto, no se incorpora en el flujo económico. Respecto a costos tributarios, de momento las comunidades no están constituidas como empresas legalmente establecidas, por tanto, no realizan ningún pago por este concepto. La unidad monetaria utilizada para los cálculos fue el dólar norteamericano y el tipo de cambio corresponde a bolivianos (Bs) 6,87 para la venta y Bs 6,97 para la compra (BNB 2015).

Para estimar la rentabilidad se ha aplicado la metodología de “rentabilidad mediante flujos de caja descontados”, por tanto, se ha realizado los cálculos necesarios para alcanzar los siguientes indicadores: Valor Actual Neto – VAN, Tasa Interna de Retorno (real) – TIR, Relación Beneficio Costo – B/C, Utilidad por hectárea, Ingreso anual por familia. También se ha aplicado una tasa de descuento del 12% y una tasa de inflación promedio de los últimos 15 años de 5.29% (IBCE 2015), además de una tasa de interés del 15% por el acceso a crédito por cada comunidad (BNB 2015), en la proyección de los flujos de caja se ha incluido el efecto de la tasa de inflación e índices de precios. También, para conocer el nivel de riesgo de la rentabilidad por sensibilidad, se trabajó con la simulación de tres escenarios. a) se incrementaron los costos de 5 en 5% hasta un máximo de 20%; b) se disminuyeron los precios de 5 en 5%

hasta 20% y c) se aplicó una acción conjunta, incrementando los costos y disminuyendo los precios, ambos de 5 en 5% hasta un máximo de 20%. Finalmente, en el flujo económico se analizaron los sistemas productivos castaña, majo, asaí y maderable debido a que estos sistemas productivos se implementaron comercialmente y cuentan con la información necesaria, el resto no, porque se ejecutaron solo con carácter de subsistencia.

## RESULTADOS

Los 23 PGIBT analizados, plantean el aprovechamiento de los recursos existentes en las áreas comunales, mediante la implementación de sistemas productivos sostenibles enmarcados en las normativas vigentes (Baldviezo 2015), (Cárdenas 2015), (Gómez 2015), (Peñaranda 2015), (Sejas 2015). De este modo las comunidades disponen entre 4 a 7 sistemas productivos propuestos, como ser: castaña (*Bertholletia excelsa*), majo (*Oenocarpus bataua*), asaí (*Euterpe precatoria*) y siringa (*Hevea brasiliensis*); maderables, agroforestal y silvopastoril (Figura 2).

### Costos de inversión y operación de los PGIBT

La estructura de costos varía de acuerdo al tamaño de su superficie. En el caso de comunidades hasta 5000 ha (Cuadro 2), varían los costos fijos desde 35% en la comunidad Deslinde y 57% en Villa del Carmen, siendo los componentes principales los costos de elaboración de los



**Figura 2.** Sistemas productivos de la Comunidad Nueva Esperanza

instrumentos de gestión PGIBT y POGI, y costos administrativos. Los costos variables fluctúan entre 43% y 65% para las comunidades de Villa del Carmen y Deslinde, donde destacan los costos de aprovechamiento, transporte, herramientas y materiales.

En comunidades entre 5000 y 10 000 ha (Cuadro 3), los costos fijos varían desde 21% en la Comunidad Irak y 61% en la Comunidad Empresiña, los componentes más importantes lo constituyen los costos de elaboración de PGIBT y POGI, y

los costos de construcción de centro de acopio. Los costos variables varían desde 39% y 79% para las comunidades de Empresiña e Irak, los rubros que se destacan lo constituyen los costos de aprovechamiento, transporte, herramientas y materiales.

En comunidades con superficies mayores a 10 000 ha (Cuadro 4), los costos fijos varían desde 19% en la Comunidad El Carmen, mientras que 43% en la Comunidad Chivé, sus componentes más importantes la constituyen los costos de

**Cuadro 2.** Estructura de costos para comunidades hasta 5.000 ha en dólares (tipo de cambio: 6,97 Bs/Dólar)

DESCRIPCIÓN	Villa del Carmen		Nacebe		La Castaña J.C.		Villa Oriente		1° Mayo Anexo		Cercado		Nueva Esperanza		Deslinde		Villa Fátima	
	\$us	%	\$us	%	\$us	%	\$us	%	\$us	%	\$us	%	\$us	%	\$us	%	\$us	%
<b><u>COSTOS FIJOS (CF)</u></b>																		
Elaboración de PGIBT y POGI	7.152	27	6.168	22	6.192	24	6.179	20	6.403	24	6.484	16	7.626	25	8.094	17	8.209	25
Preparación de estradas (sendas)	901	3	1.169	4	1.233	5	1.282	4	1.426	5	1.677	4	1.606	5	2.128	4	1.848	6
Construcción de centro de acopio	2.126	8	2.126	8	2.126	8	2.126	7	2.126	8	2.126	5	2.126	7	2.126	4	2.126	6
Administración	4.865	19	4.865	18	4.021	16	4.865	16	2.983	11	4.021	10	4.021	13	4.021	9	4.865	15
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>	<b>15.044</b>	<b>57</b>	<b>14.328</b>	<b>52</b>	<b>13.571</b>	<b>53</b>	<b>14.451</b>	<b>47</b>	<b>12.937</b>	<b>49</b>	<b>14.307</b>	<b>36</b>	<b>15.378</b>	<b>50</b>	<b>16.368</b>	<b>35</b>	<b>17.048</b>	<b>52</b>
<b><u>COSTOS VARIABLES (CV)</u></b>																		
Herramientas y materiales	951	4	2.484	9	2.082	8	3.325	11	2.597	10	4.460	11	2.830	9	3.891	8	1.549	5
Aprovechamiento	6.337	24	6.610	24	6.130	24	8.186	26	6.890	26	13.839	35	7.886	26	18.558	39	9.434	29
Transporte	1.300	5	1.744	6	1.441	6	2.412	8	1.454	5	4.054	10	1.907	6	4.804	10	2.173	7
Organización y de contra- parte	1.148	4	1.148	4	1.148	4	1.148	4	1.148	4	1.148	3	1.148	4	1.148	2	1.148	3
CFOs para transporte	143	1	0	0	0	0	0	0	97	0	0	0	135	0	166	0	93	0
Impuesto a la renta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Imprevistos (5% del costo total)	1.312	5	1.385	5	1.283	5	1.554	5	1.322	5	1.990	5	1.541	5	2.365	5	1.655	5
<b>TOTAL COSTOS VARIABLES</b>	<b>11.190</b>	<b>43</b>	<b>13.371</b>	<b>48</b>	<b>12.083</b>	<b>47</b>	<b>16.624</b>	<b>53</b>	<b>13.509</b>	<b>51</b>	<b>25.490</b>	<b>64</b>	<b>15.448</b>	<b>50</b>	<b>30.933</b>	<b>65</b>	<b>16.052</b>	<b>48</b>
<b>TOTAL CF + CV</b>	<b>26.234</b>	<b>100</b>	<b>27.699</b>	<b>100</b>	<b>25.655</b>	<b>100</b>	<b>31.076</b>	<b>100</b>	<b>26.446</b>	<b>100</b>	<b>39.797</b>	<b>100</b>	<b>30.826</b>	<b>100</b>	<b>47.301</b>	<b>100</b>	<b>33.100</b>	<b>100</b>



**Cuadro 3.** Estructura de costos para comunidades entre 5.000 y 10.000 hectáreas en dólares (tipo de cambio: 6,97 Bs/Dólar)

DESCRIPCIÓN	Litoral		Puerto Madre de Dios		Integración Ama-zonica		Conquista		Nacebe-cito		Irak		Londres		Empre-saña	
	\$us	%	\$us	%	\$us	%	\$us	%	\$us	%	\$us	%	\$us	%	\$us	%
<b><u>COSTOS FIJOS (CF)</u></b>																
Elaboración de PGIBT y POGI	5.857	14	8.058	20	7.867	21	9.690	20	9.524	18	8.760	8	11.144	24	11.558	26
Preparación de estradas (sendas)	1.246	3	3.084	7	2.862	7	2.755	6	2.653	5	4.997	5	3.861	8	3.898	9
Construcción de centro de acopio	2.126	5	4.251	10	4.251	11	4.251	9	4.251	8	4.251	4	4.251	9	6.377	15
Administración	5.709	14	4.865	12	4.021	11	4.865	10	4.865	9	4.865	4	4.865	10	4.865	11
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>	14.938	36	20.258	49	19.001	50	21.561	45	21.293	41	22.873	21	24.121	52	26.698	61
<b><u>COSTOS VARIABLES (CV)</u></b>																
Herramientas y materiales	4.710	11	4.216	10	3.250	8	2.275	5	2.457	5	11.968	11	2.098	5	1.521	3
Aprovechamiento	14.454	35	10.586	26	10.461	27	16.794	35	19.445	38	52.284	48	13.515	29	9.869	23
Transporte	4.170	10	2.870	7	2.504	7	3.506	7	4.311	8	15.084	14	3.072	7	2.038	5
Organización y de contraparte	1.148	3	1.148	3	1.148	3	1.148	2	1.148	2	1.148	1	1.148	2	1.148	3
CFOs para transporte	0	0	0	0	0	0	348	1	276	1	0	0	154	0	216	0
Impuesto a la renta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Imprevistos (5% del costo total)	2.075	5	2.057	5	1.914	5	2.402	5	2.575	5	5.440	5	2.321	5	2.184	5
<b>TOTAL COSTOS VARIABLES</b>	26.556	64	20.876	51	19.276	50	26.472	55	30.211	59	85.924	79	22.308	48	16.974	39
<b>TOTAL CF + CV</b>	41.494	100	41.134	100	38.277	100	48.033	100	51.505	100	108.797	100	46.430	100	43.672	100

elaboración de PGIBT y POGI, costos de construcción de centros de acopio y preparación de estradas. Los costos variables varían en un rango entre 57% y 81% en las comunidades Chivé y El Carmen, siendo las faenas más importantes los costos de aprovechamiento, costos de transporte y herramientas y materiales.

### **Ingresos por la venta de productos de los PGIBT**

Con referencia a los precios de venta de la castaña, estos están fuera del control de los comunitarios productores ya que los beneficiadores son los que definen los precios anualmente. Estos se caracterizan por ser altamente fluctuantes, porque dependen en gran medida de la demanda y precios internacionales. Por otro lado, los precios para los frutos de majo y asaí varían de acuerdo a la demanda del mercado local cada vez más creciente. En cambio, los precios para la venta de madera varían de acuerdo a las especies, accesibilidad y distancias de transporte.

El precio de la castaña con cáscara en la gestión 2016 alcanzó una media de 0,98 USD\$/kg o lo que es lo mismo 64,56 USD\$/barrica (1 barrica = 66 kg), mientras que 0,36 y 0,50 USD\$/kg respectivamente para el majo y asaí, en cambio el precio para la madera se mantuvo constante en 22 USD\$/m<sup>3</sup>.

Los ingresos de la venta de productos forestales no maderables y maderables se presenta en el Cuadro 5. En el caso de

las comunidades con superficies hasta 5000 ha, la Comunidad Deslinde presenta los mayores ingresos pues dispone de cuatro productos (castaña, majo, asaí y madera), seguido de la Comunidad Cercado la cual oferta tres productos (castaña, majo y asaí), además de presentar volúmenes altos de producción, mientras que la Comunidad La Castaña Jhonny Cari recibe los menores ingresos debido a que en oferta solo dispone de dos productos (castaña y asaí) además de volúmenes bajos. Aunque la Comunidad Nacebe dispone de tres productos (castaña, majo y asaí) es otra de las comunidades con bajos ingresos debido a los bajos volúmenes.

En el caso de superficies entre 5000 a 10000 ha, el comportamiento es similar, ya que la Comunidad Irak percibe los ingresos más altos y esto se debe a que dispone de altos volúmenes de producción de castaña, majo y asaí. Le siguen en orden de importancia las comunidades Nacebecito y Conquista, que disponen de volúmenes similares de castaña que la Comunidad Irak, sin embargo, no cuentan con majo y asaí, pero si tienen madera con la cual repuntan en sus ingresos económicos. Las comunidades Litoral e Integración Amazónica tienen los menores ingresos y por supuesto esto obedece a volúmenes de producción muy bajos, a pesar de contar con tres productos cada una de ellas.

Similar situación ocurre con las comunidades con superficies mayores a 10 000 ha, aunque en este caso, el factor más

**Cuadro 4.** Estructura de costos para comunidades mayores a 10.000 hectáreas en dólares (tipo de cambio: 6,97 Bs/Dólar)

DESCRIPCIÓN	El Carmen		San Antonio		Luz de América		Curichón		Villa Florida		Chivé	
	\$us	%	\$us	%	\$us	%	\$us	%	\$us	%	\$us	%
<b><u>COSTOS FIJOS (CF)</u></b>												
Elaboración de PGIBT y POGI	8.111	9	10.104	14	13.234	7	14.326	11	18.481	11	27.820	15
Preparación de estradas (sendas)	2.522	3	5.100	7	7.836	4	8.894	7	12.930	8	21.872	12
Construcción de centro de acopio	2.126	2	6.377	9	8.502	5	10.628	8	14.879	9	25.506	13
Administración	4.865	5	5.709	8	5.709	3	5.709	5	4.865	3	5.709	3
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>	<b>17.623</b>	<b>19</b>	<b>27.290</b>	<b>38</b>	<b>35.282</b>	<b>19</b>	<b>39.557</b>	<b>32</b>	<b>51.155</b>	<b>31</b>	<b>80.908</b>	<b>43</b>
<b><u>COSTOS VARIABLES (CV)</u></b>												
Herramientas y materiales	10.359	11	6.156	9	16.461	9	9.662	8	12.752	8	12.823	7
Aprovechamiento	47.132	50	26.374	37	99.443	53	54.554	44	71.882	44	67.211	35
Transporte	12.674	13	6.928	10	25.132	13	13.964	11	18.321	11	18.027	10
Organización y de contraparte	1.148	1	1.148	2	1.148	1	1.148	1	1.148	1	1.148	1
CFOs para transporte	469	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impuesto a la renta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Imprevistos (5% del costo total)	4.706	5	3.573	5	9.340	5	6.257	5	8.171	5	9.480	5
<b>TOTAL COSTOS VARIABLES</b>	<b>76.487</b>	<b>81</b>	<b>44.180</b>	<b>62</b>	<b>151.524</b>	<b>81</b>	<b>85.584</b>	<b>68</b>	<b>112.274</b>	<b>69</b>	<b>108.689</b>	<b>57</b>
<b>TOTAL CF+ CV</b>	<b>94.110</b>	<b>100</b>	<b>71.470</b>	<b>100</b>	<b>186.806</b>	<b>100</b>	<b>125.141</b>	<b>100</b>	<b>163.429</b>	<b>100</b>	<b>189.597</b>	<b>100</b>

**Cuadro 5.** Ingresos por la venta de productos forestales en dólares (tipo de cambio: 6,97 Bs/Dólar)

Comunidades	Volumen				Ingresos (USD\$)				
	Castaña (Barri-ca)	Majo (kg)	Asaí (kg)	Madera (m <sup>3</sup> )	Castaña	Majo	Asaí	Madera	Total
<b>Hasta 5000 ha</b>									
Villa del Carmen	453			568	29.250			12.505	41.755
Nacebe	425	6.044	5.373		27.426	2.168	2.698		32.292
La Castaña Jhonny Cari	182		21.120		11.758		10.605		22.363
Villa Oriente	377	20.857	9.733		24.352	7.481	4.888		36.720
1° Mayo Anexo	245		17.280	387	15.809		8.677	8.518	33.004
Cercado	750	32.793	10.931		48.437	11.762	5.489		65.688
Nueva Esperanza	180	14.400	17.600	539	11.610	5.165	8.838	11.858	37.472
Deslinde	834	30.807	24.646	663	53.836	11.050	12.376	14.588	91.850
Villa Fátima	757			370	48.902			8.147	57.049
<b>5000 a 10000 ha</b>									
Litoral	193	38.400	44.800		12.435	13.773	22.496		48.705
Puerto Madre de Dios	578	14.400	13.440		37.337	5.165	6.749		49.250
Integración Amazónica	485		25.600		31.297		12.855		44.152
Conquista	1.222			1.385	78.884			30.468	109.352
Nacebecito	1.502			1.100	96.995			24.210	121.205
Irak	1.504	129.235	118.465		97.094	46.354	59.488		202.936
Londres	1.070			614	69.111			13.517	82.627
Empresina	710			859	45.845			18.903	64.748
<b>Mayores a 10000 ha</b>									
El Carmen	538	122.880	133.120	1.869	34.736	44.075	66.846	41.116	186.773
San Antonio	1.782	21.600	20.160		115.038	7.747	10.123		132.909
Luz de América	8.264	17.280	15.360		533.541	6.198	7.713		547.452
Curichón	4.273	20.736	18.432		275.875	7.438	9.256		292.568
Villa Florida	5.687	23.040	23.040		367.148	8.264	11.570		386.981
Chivé	4.149	76.800	64.000		267.875	27.547	32.138		327.559



importante para los ingresos económicos altos es el tamaño del área y el volumen de producción. Las comunidades Luz de América, Villa Florida y Chivé son las que reciben los mayores ingresos económicos, de ellas es importante resaltar a la Comunidad Luz de América que contando con una superficie mucho menor que las otras dos recibe ingresos económicos bastante altos lo cual se debe a los altos volúmenes de producción de castaña, majo y asaí. Mientras que las otras comunidades tienen los mismos productos y superficies mucho mayores, sin embargo, con menos volúmenes de producción y por tanto ingresos menores en relación a la Comunidad Luz de América. Las comunidades San Antonio, El Carmen y Curichón son las que reciben los menores ingresos económicos, este comportamiento se debe a los volúmenes bajos de producción.

De este modo, los ingresos económicos de las comunidades dependen en gran medida de la diversidad de productos, los volúmenes de producción y del tamaño de superficie de los sistemas productivos.

### **Rentabilidad de los PGIBT**

Los resultados positivos de los indicadores financieros VAN, TIR, B/C (Cuadro 6) nos indican que las actividades desarrolladas en los 23 Planes de Gestión Integral de Bosques y Tierra son rentables, en las cuales la recolección y/o extracción de productos forestales maderables y no maderables sostienen su viabilidad económica. Se aprecia que los mayores

valores de los indicadores financieros corresponden a las comunidades con superficies mayores a 10.000 ha, disminuyendo significativamente para las comunidades con superficies entre 5.000 y 10.000 ha, y los valores menores para las superficies pequeñas hasta 5.000 ha.

Estas diferencias de rentabilidad se atribuye a que las comunidades que aprovechan más cantidad de productos del bosque tienen mayores ganancias y por tanto, mayor rentabilidad, como es el caso de las comunidades pequeñas hasta 5000 ha, la Comunidad Deslinde compuesta por 10 familias aprovecha, castaña, majo, asaí y madera, generando una utilidad de USD\$ 150 por hectárea y un ingreso anual de USD\$ 5.201 por familia, mientras que la Comunidad La Castaña Jhonny Cari formada por 15 familias aprovecha solo castaña y asaí, logrando generar una utilidad de USD\$ 15 por hectárea y un ingreso anual por familia de USD\$ 276. En las medianas entre 5.000 y 10.000 ha, la Comunidad Irak que cuenta con 25 familias genera una utilidad de USD\$ 177 por hectárea y un ingreso anual de USD\$ 4.195 por familia aprovechando castaña, majo y asaí, mientras que la Comunidad Integración Amazónica constituida por 35 familias aprovecha solo castaña y asaí, generando una utilidad de USD\$ 26 por hectárea y un ingreso anual de USD\$ 380 por familia. En el caso de las comunidades con superficies mayores a 10.000 ha, la Comunidad Luz de América integrada por 33 familias aprovecha castaña, majo y asaí, generando una utilidad de USD\$ 300 por hectárea y un ingreso anual de

**Cuadro 6.** Indicadores financieros de la implementación de PGIBT

Comunidades	VAN	TIR Real (%)	Beneficio/ Costo	Utilidad (USD\$/ha)	Ingreso anual (USD\$/ familia)	Número de familias
<b><u>Hasta 5.000 ha</u></b>						
Villa del Carmen	99.071	204	1,92	111	1.456	15
Nacebe	41.403	101	1,41	49	476	22
La Castaña Jhonny Cari	13.306	105	1,17	15	276	15
Villa Oriente	46.742	115	1,40	49	528	22
1° Mayo Anexo	58.274	250	1,58	50	450	30
Cercado	147.597	157	1,86	112	2.029	16
Nueva Esperanza	55.434	278	1,46	42	390	33
Deslinde	246.629	227	2,14	150	5.201	10
Villa Fátima	139.104	163	1,98	87	1.323	23
<b><u>5000 a 10.000 ha</u></b>						
Litoral	55.445	203	1,33	29	1.298	10
Puerto Madre de Dios	63.470	104	1,44	33	454	34
Integración Amazónica	54.401	114	1,40	26	380	35
Conquista	341.112	230	2,58	130	2.731	26
Nacebecito	383.216	209	2,62	139	5.309	15
Irak	503.396	223	1,98	177	4.195	25
Londres	200.360	163	2,00	61	1.547	28
Empresña	136.849	174	1,82	41	1.202	25
<b><u>Mayores a 10.000 ha</u></b>						
El Carmen	498.189	472	2,09	126	4.097	25
San Antonio	337.923	155	2,08	90	3.613	20
Luz de América	1.842.303	176	2,95	300	11.523	33
Curichón	900.175	167	2,56	121	6.457	29
Villa Florida	1.187.420	165	2,55	109	6.497	38
Chivé	736.648	145	1,97	38	2.361	69

USD\$ 11.523 por familia. Por su parte, la Comunidad Chive organizada por 69 familias también aprovecha castaña, majo y asaí con las cuales genera una utilidad de USD\$ 38 por hectárea y un ingreso anual por familia de USD\$ 2.361, en este caso ambas comunidades aprovechan los mismos productos (castaña, majo y asaí), sin embargo, la Comunidad Luz de América reporta mayores abundancias y volúmenes de producción, y en consecuencia mayores ingresos. Finalmente, es importante precisar que mientras menos cantidad de familias tenga una comunidad, más alto serán los ingresos que reciban cada familia.

### **Sensibilidad de la rentabilidad de los PGIBT**

En relación, a la prueba de sensibilidad para comunidades pequeñas hasta 5.000 ha, en el escenario incremento de los costos, a partir de 15% de incremento, los indicadores de rentabilidad se vuelven negativos para la Comunidad La Castaña Jhonny Cari, esto se debe a que esta comunidad reporta volúmenes bajos de producción y solo de dos productos, castaña y asaí, con lo cual no existe un soporte que permita resistir incrementos porcentuales de los costos. Del mismo modo en el escenario disminución de los precios también a partir de 15%, estos se vuelven negativos para la misma comunidad, lo cual se explica por los menores precios de venta. En cambio, para la acción conjunta incremento de costos y disminución de precios los indicadores se hacen ne-

gativos para esta comunidad desde un 10% de incremento, afectando también a las comunidades Nacebe y Villa Oriente a partir de 15% y a la Comunidad Nueva Esperanza con el 20%, ya que existen bajos volúmenes de producción de castaña, majo y asaí. Por otro lado, las comunidades Villa del Carmen, 1° de Mayo Anexo, Cercado, Deslinde y Villa Fátima mantienen su rentabilidad, sin embargo, disminuyen de manera muy significativa los valores de los indicadores financieros. En el caso de comunidades de tamaño mediano de 5.000 a 10.000 ha, en los escenarios incremento de costos y disminución de precios, los indicadores de rentabilidad se mantienen positivos para todas ellas, en cambio para la acción conjunta se hacen negativos para las comunidades Litoral, Puerto Madre de Dios e Integración Amazónica a partir de 15%, es decir, ya no son rentables.

Finalmente, para las comunidades con superficies mayores a 10 000 ha, en los tres escenarios los indicadores de rentabilidad se mantienen positivos para todas las comunidades, presentando además un amplio margen para soportar situaciones adversas.

Los 23 casos analizados son más sensibles a la disminución en los precios que al incremento de los costos, pues la variación de los indicadores de rentabilidad así lo demuestra.

### DISCUSIÓN

#### Análisis de costos

Con base en los resultados obtenidos se puede apreciar que los costos fijos son mayores en las comunidades con superficies pequeñas, mientras que en las de superficies medianas y mayores estos costos van disminuyendo paulatinamente, es decir, mientras más grande las superficies bajo PGIBT mucho menor los costos fijos por hectárea. Por otro lado, los costos variables tienen similar comportamiento que los costos fijos, aunque presenta valores más altos que los costos fijos en las superficies grandes.

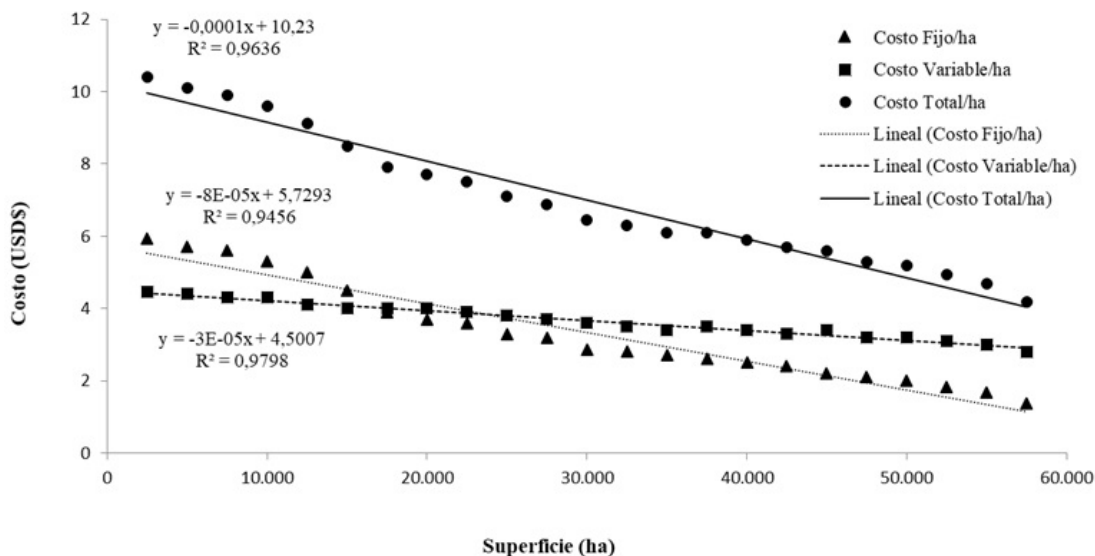
La línea de tendencia de los costos totales (costos fijos + costos variables) es negativa, ella muestra una clara disminución de los costos conforme se incrementa el tamaño de las superficies por ejemplo para una superficie de 10.000 ha el costo total de inversión y operación sería de 9,23 USD\$/ha, mientras que para 20.000 ha 8,23 USD\$/ha y para 40.000 ha 6,23 USD\$/ha (Figura 3).

Por otro lado, se debe notar que los costos fijos (costos de elaboración de PGIBT y POGI, costos de preparación de estradas, costos de construcción de centros de acopio y costos de administración) también tienen una línea de tendencia negativa, es decir, disminuyen gradualmente conforme se incrementan las superficies de los PGIBT, en este tipo de costos, los costos de elaboración de los documentos del PGIBT y POGI son los

que más influyen. Así mismo, la línea de tendencia de los costos variables (costo de herramientas y materiales, costos de aprovechamiento, costos de transporte, costos de organización y de contraparte, costo de CFOs para transporte y costo de imprevistos) también es negativa, es decir, disminuyen los costos variables conforme se incrementan las superficies de los PGIBT, en este caso el costo de aprovechamiento es el que influye más en relación a los otros y esto tiene su lógica en el sentido de que al existir mayor superficie, existe mayor volumen de producción y por tanto requiere mayor inversión para su aprovechamiento.

Con referencia a las curvas de mejor ajuste, el modelo de regresión aplicado en los costos fijos, variables y total se ajustan bien a los datos debido a que las diferencias entre los valores observados y los valores de predicción del modelo son pequeñas y no presentan sesgo, lo cual es corroborado por los  $R^2$  que se acercan a 1.

Estos resultados son comparables con los valores reportados por Nina y Von Vacano (2009), quienes mencionan que el principal costo de los recolectores es la alimentación y los costos de transporte, los alimentos en el bosque son considerablemente más caros que en los centros urbanos, de hecho, en el presente estudio los costos de transporte ocupan el segundo lugar de los más altos en la estructura de costos. En adición, señalan que los dueños de la tierra, barraqueros o comunidades de campesinos, entre sus



**Figura 3.** Tendencia de los costos fijos y variables

principales costos además del transporte, están el pago a los capataces o contratistas, acondicionamiento de sendas, construcción de caminos y almacenes, y pago de patentes por concesiones forestales, coincidiendo plenamente con los resultados de este estudio, más no así el pago de patentes forestales porque la Normativa del PGIBT exonera a las comunidades de esta obligación.

Un análisis de Clements *et al.* (2005), sobre los logros y fracasos de producción de aceites vegetales en Brasil indica que los proyectos con majo no tuvieron continuidad en Brasil, principalmente por la

falta de claridad de las características que debía alcanzar el producto y sobre todo los costos de los distintos procesos de producción y principalmente el transporte. Coincidentemente, la Fundación José Manuel Pando (2007), menciona que la principal dificultad para cualquier proceso productivo está en el pago por transporte, que incrementa los costos de producción. En Bolivia tenemos una débil estructura caminera entre y dentro de los departamentos, y si bien los ríos permiten una alternativa de canales de comercialización de productos tradicionales, aún carece de infraestructura portuaria que reúna las mínimas condiciones para



el manipuleo de carga, especialmente si los productos a comerciarse son frágiles o perecibles, en el presente caso estas deficiencias, obviamente inciden en un mayor costo del transporte.

Aunque es fácil pensar que el mercado internacional paga un precio más alto y aumenta las ganancias de los pequeños productores, un análisis de situación elaborado por Ortiz (2008) para la región de Riberalta, indica que los costos de transporte, pago a intermediarios y trámites son tan altos que, en promedio, el pequeño productor gana igual o menos que en un mercado local, las verdaderas ganancias se distribuyen entre transportistas e intermediarios.

Alvares y Ríos (2006), señalan que en Iquitos Perú la estructura de los costos para un estudio de rentabilidad económica para la extracción de castaña en las provincias de Tambopata y Tahuamanu del departamento de Madre de Dios, los costos fijos representan entre el 8,3% y el 24,8% del costo total dependiendo de la inversión en infraestructura realizado por el castañero y los costos variables fluctúan entre el 75,2% y el 91,7% que depende principalmente del volumen de castaña extraída y procesada. Estos resultados son muy similares a los obtenidos para las comunidades con superficies grandes, sin embargo, con las comunidades medianas y pequeñas las diferencias son importantes, y esto podría deberse a diversos factores, entre ellos: los volúmenes de producción, el acceso a las áreas

de aprovechamiento y el tamaño de las superficies.

En el presente estudio, los costos fijos relacionados con la elaboración del PGIBT y POGI son altos en los 23 casos analizados y esto se debe principalmente a los gastos efectuados en la ejecución de inventarios y censos forestales para contar con información básica para la elaboración de los instrumentos. Sin embargo, como se mencionó anteriormente este costo disminuye conforme se incrementa el tamaño de superficie de los PGIBT. Los resultados obtenidos por Guariguata (2013), se asemejan a ello ya que menciona que existe una debilidad referida a los altos costos de los Planes de Manejo y Planes de aprovechamiento, además de los altos costos de administración y los limitados beneficios financieros del manejo integrado de castaña, madera y otros productos priorizadas por comunidades en tres países, Perú, Brasil y Bolivia,

### Análisis de ingresos

En la Figura 4, se puede apreciar el porcentaje promedio de los ingresos que genera cada sistema productivo, la castaña representa el 77% de los ingresos constituyéndose en el sistema productivo que más recursos económicos provee a las comunidades, constituyéndose de este modo en un producto fundamental para su economía, seguida del asaí con 10%, majo con 7% y finalmente la madera con el 6%.

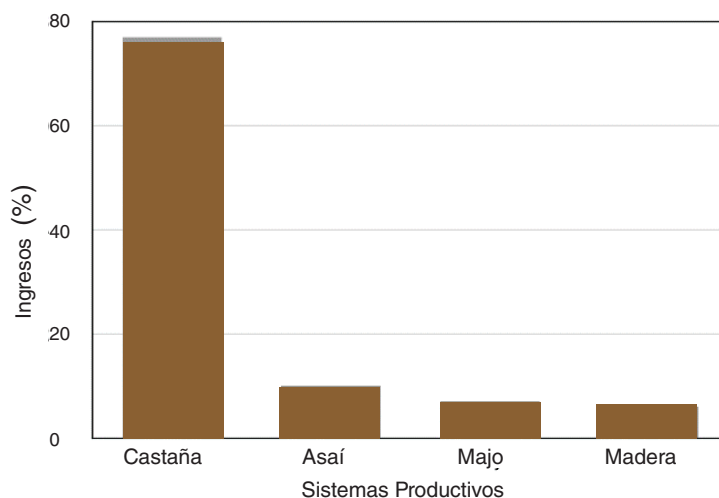
Es muy notorio que el aporte económico de la castaña es superior a los  $\frac{3}{4}$  de los ingresos totales frente al majo, asaí y madera que en conjunto solo aportan el 23%. Estos resultados son comparables con lo expuesto por Pacheco *et al.* (2009), quienes afirman que comunidades que tienen mayor acceso a las áreas forestales y, por lo mismo, a la castaña, tienen ingresos más altos que las comunidades de orientación un poco más agrícola. De acuerdo a esta misma fuente, la castaña en promedio representa el 55% de los ingresos de las comunidades extractivistas, proporción que sube a 60% si se considera también la extracción maderera.

Así mismo, la contribución económica de la castaña obtenida en el presente estudio es superior al 44%, lo cual fue repor-

tado por Duchelle *et al.* (2009) (45%), Zenteno *et al.* (2008) (22%) y Soriano *et al.* (2017). Las diferencias básicas podrían atribuirse a que los porcentajes expuestos hacen referencia a un enfoque regional más amplio, en toda la Amazonía. En cambio, éste estudio comprende solo las provincias Abuná, Manuripi y Nicolás Suárez. Es importante conocer que el 70% de la producción mundial de castaña se encuentra en Bolivia, sólo el 20% en Brasil y el 10% en Perú (MACIA 2003). Por su parte Alexiades y Shanley (2004), mencionan que la economía de las comunidades tiene una fuerte dependencia de los ingresos derivados de la extracción de PFNM, contribuyendo hasta el 90% de los ingresos en efectivo.

Es importante mencionar que en el su-

puesto de acceder solo al recurso madera a través de Planes Generales de Manejo Forestal (PGMF), las comunidades obtendrían solamente un ingreso equivalente al 6% de todo el potencial existente, en cambio, mediante los Planes de Gestión Integral de Bosques y Tierra (PGIBT) las comunidades recibirían un ingreso adicional del 94%, en este sentido, comparan-



**Figura 4.** Porcentaje de ingresos por sistema productivo

do los PGMF tradicionales vs PGIBT, es preferible para las comunidades acceder al recurso bosque y tierra a través de los PGIBT ya que esta opción les genera mayores y diversificados ingresos económicos.

Es importante mencionar que el alto porcentaje de ingresos que reciben por concepto de la venta de castaña, básicamente obedece a que este producto es el más abundante en las comunidades, se encuentra distribuida en todas y cada una de las áreas, además que su aprovechamiento no tiene límites o incompatibilidad con otros sistemas productivos debido a que es no consuntivo, es decir, solo se recolecta los frutos sin eliminar el individuo, por tanto, el área de los sistemas productivos de castaña se traslapan con otros sistemas productivos incluyendo las áreas de protección, además de contar con un mercado seguro y permanente.

Respecto al majo y asaí, si bien su aprovechamiento es también no consuntivo los volúmenes de producción son bastante reducidos en relación a la castaña, debido a que las áreas incorporadas a estos sistemas productivos son pequeñas. Aunque en la mayoría de las comunidades hay un potencial en toda su área, solo se han definido superficies pequeñas donde existe alta abundancia, sin embargo, en el tiempo conforme se afiance el mercado, estas áreas podrían incrementarse y por tanto, generar mayores ingresos económicos. Otro aspecto relevante a mencionar son las diferencias significativas

de los precios expuestos anteriormente. Similares resultados son reportados por otros estudios realizados, entre ellos los desarrollados por Alexiades y Shanley (2004), quienes mencionan que algunos PFNM, como la castaña (nuez de Brasil), generan ingresos importantes para las comunidades. Sin embargo, muchas otras especies de PFNM generan pequeños ingresos que son frecuentemente estacionales o transitorios. Aun así, la importancia de estos PFNM en los ingresos locales resulta importante, particularmente en aquellos casos donde existen pocas alternativas económicas.

Del mismo modo, Stoian (2003), Nina y Von Vacano (2009), FAO (2017) y Soriano *et al.* (2017), coinciden que la castaña en la actualidad es el principal producto forestal proveniente del norte amazónico de Bolivia, su extracción constituye la principal fuente de ingreso para la mayoría de las comunidades y en menor proporción otros PFNM.

De igual manera, un estudio efectuado por CIPCA en 2007/2008 para dos municipios de Pando revela que el ingreso familiar anual es de 3412 dólares en Bella Flor y de 2410 dólares en Puerto Rico, correspondiendo el 38% y 57% respectivamente de ingresos a la actividad forestal no maderable (castaña) que además es el único ingreso monetizado, ya que el resto de actividades constituyen la base de la subsistencia familiar (CIPCA 2009). De acuerdo con FAO (2017), la castaña en promedio representa el 55% de los in-

gresos de las comunidades extractivistas, proporción que sube a 60% si se considera también la extracción maderera. Asimismo, Álvarez y Ríos (2006) mencionan que la actividad castañera en el Perú, genera el 67% de los ingresos familiares, 10% menos que el reportado en este estudio, constituyéndose en el único PFNM capaz de generar ingresos en efectivo.

Por su parte CIPCA (2009), distingue entre comunidades de orientación más agrícola y otras más extractivistas. Entre 2007 y 2008, las comunidades de tipo extractivista obtuvieron ingresos de USD\$ 4.833 que duplican aquellos de las comunidades agrícolas USD\$ 2.625. La agricultura en las comunidades más agrícolas generó ingresos anuales no superiores a USD\$ 900, mientras que los ingresos provenientes de la castaña fueron superiores a USD\$ 2.600, lo cual pone en evidencia que el manejo extractivo genera mayores ganancias. También, Stoian y Henkemans (2000), argumentan que la economía de los hogares en comunidades revela una fuerte dependencia de ingresos derivados de la extracción de PFNM contribuyendo hasta el 90% de los ingresos en efectivo, el presente estudio coincide con ello ya que el 94% corresponde a PFNM y solo 6% a maderables, este último se asemeja con el 7% reportado por Soriano *et al.* (2017). Asimismo, Pacheco *et al.* (2009) mencionan que las economías extractivas, usualmente a través de los productos forestales no maderables, constituyen un complemento de las estrategias de vida de las poblaciones

en los paisajes forestales y su aprovechamiento comercial puede contribuir a mejorar los niveles de ingresos de esas poblaciones.

Finalmente, en concordancia con los resultados del presente estudio y los reportados por muchos otros, dada la importancia de los productos forestales no maderables para la economía de las familias de la comunidad, la estructura de la población y la amenaza continua de la deforestación para otros usos de la tierra, el manejo forestal de uso múltiple, entre ellos Planes de Gestión Integral de Bosques y Tierra, deben ser priorizados para la conservación de los bosques, porque permiten diversificar la producción y por tanto, diversifican los ingresos económicos de las comunidades.

### **Análisis de rentabilidad**

Los resultados obtenidos tienen similitud con la información reportada por Pattie *et al.* (2003), quienes mencionan que las regiones tienen diferencias en su potencial forestal, infraestructura y condiciones de acceso a los mercados que inciden en su rentabilidad de las operaciones forestales maderables y no maderables, coincidiendo estos factores con los 23 casos analizados. Así mismo Bojanic (2001), compara la rentabilidad de una concesión forestal maderera con el aprovechamiento de la castaña y la ganadería en el norte amazónico de Bolivia, siendo la actividad castañera más rentable que otras actividades. También, Bojanic (2002), estima

un Valor Actual Neto de 49 USD\$/ha para el manejo forestal diversificado, el cual es muy similar a los datos obtenidos para las comunidades con superficies grandes.

Del mismo modo, Godoy *et al.* (1993) revisaron 24 estudios de valoración de diversos productos forestales no-maderables en diferentes países y reportaron que la mediana de los valores encontrados fue de 50 USD\$/ha/año, lo cual coincide con la información reportada en este estudio. Por su parte, Pacheco *et al.* (2009), enfatiza que la caída del precio de la castaña puede contribuir a la transformación de los paisajes forestales, por ejemplo, cambios en la rentabilidad de la castaña pueden afectar las decisiones de uso de recursos de las comunidades campesinas y de los barraqueros, y aumentar su interés en la extracción de madera. Así mismo, sugiere que en la medida en que crezca la rentabilidad de los usos no forestales del suelo se reducirán las posibilidades de reproducción de la economía forestal extractiva y que, aparentemente, el sostenimiento de la economía extractiva sólo será posible en tanto los bosques proporcionen beneficios económicos mayores. Promover un manejo forestal integral o múltiple del bosque podría ser un avance en esa dirección, aunque existen dudas sobre las posibilidades que estos sistemas de manejo puedan implementarse en la práctica. Sin embargo, los resultados obtenidos en el presente estudio confirman que la rentabilidad del manejo forestal integral a través de los PGIBT es posible.

Asimismo, la experiencia de la Reserva Biósfera Maya demuestra que, el manejo forestal de uso múltiple es rentable, proporcionando importantes fuentes de ingresos sostenibles a los miembros de la concesión y protegiendo los recursos naturales de los cuales dependen. Sin embargo, también demuestra claramente que una mala gestión de la concesión puede llevar a la degradación ecológica, al aumento de la pobreza y a sistemas de gobernanza debilitados (Guariguata 2013).

### Análisis de sensibilidad

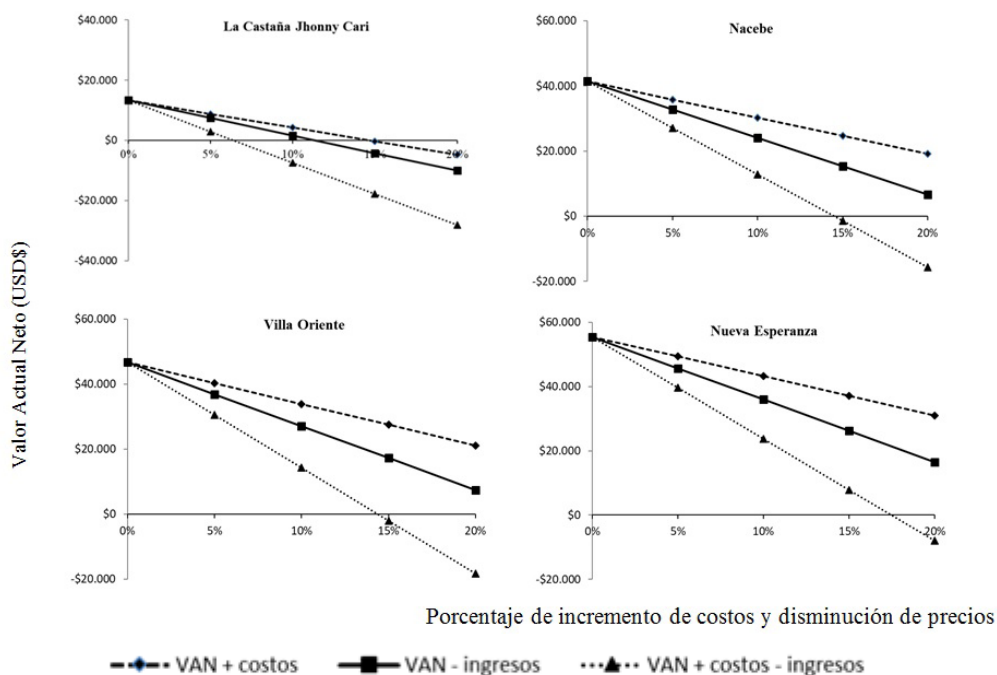
Todas las comunidades con superficies de tamaño pequeño, mediano y grande por efecto del incremento de los costos y disminución de los precios son afectadas negativamente en su rentabilidad, ello se demuestra con la disminución en los valores de los indicadores financieros, aunque continúan siendo rentables algunas se hacen inviables (negativas), es decir, la actividad ya no es rentable a un cierto porcentaje de incremento.

En el caso de superficies pequeñas hasta 5.000 ha, la Comunidad La Castaña Jhonny Cari se hace inviable con un 15% de incremento de sus costos, de igual manera con la disminución de los ingresos se vuelven negativos a partir de 11,5%, y mucho más con la acción conjunta, los indicadores se hacen negativos a partir de 6,5%. Sin embargo, las comunidades Nacebe (14,7%), Villa Oriente (14,6%) y Nueva Esperanza (17,5%) solo



son afectadas por la acción conjunta. El resto de Comunidades (Villa del Carmen, 1ro de Mayo Anexo, Cercado, Deslinde y Villa Fátima) mantienen su viabilidad económica, aunque disminuidos de manera significativa (Figura 5).

Por su parte en las comunidades de tamaño mediano, entre ellas Litoral, Puerto Madre de Dios e Integración Amazónica, tanto el incremento de costos como la disminución de precios no les afecta en su rentabilidad, sin embargo, se ven afec-

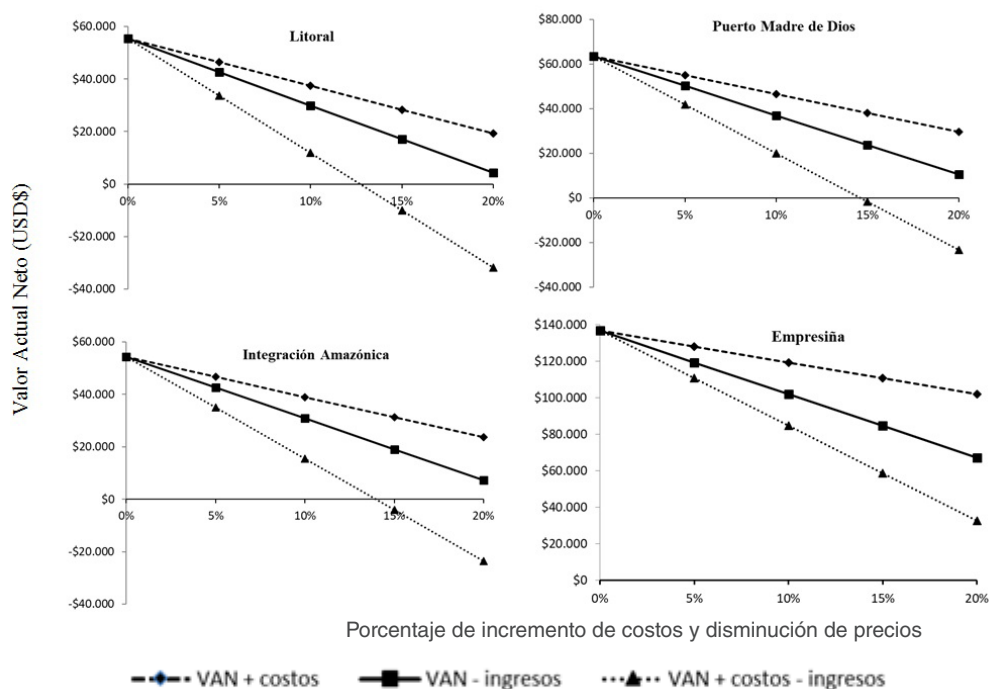


**Figura 5.** Sensibilidad de la rentabilidad de los PGIBT en comunidades pequeñas

tadas por la acción conjunta con el 13, 14 y 13% respectivamente, en cambio la Comunidad Empesiña como en el resto (Londres, Irak, Nacebecito y Conquista) no son afectadas por ninguno de los incrementos (Figura 6).

En el caso de comunidades grandes, estas mantienen su viabilidad económica y

cuentan con un amplio margen para resistir mayores porcentajes de incremento de costos y disminución de precios. Finalmente, los 23 casos analizados son más sensibles a la disminución en los precios que al incremento de los costos, pues la disminución de los valores correspondientes a los indicadores de rentabilidad así lo señala.



**Figura 6.** Sensibilidad de la rentabilidad de los PGIBT en comunidades medianas

## CONCLUSIONES

- La estructura de costos para las 23 comunidades es variable según el tamaño de su superficie, entre los costos fijos más elevados destacan los costos de elaboración de PGIBT y POGI, mientras que en los variables los costos de aprovechamiento, transporte y materiales.
- Los costos fijos y variables son inversamente proporcionales al tamaño de la superficie, es decir, son mayores en las comunidades con superficies menores, mientras que en las medianas y grandes son menores.
- El sistema productivo de la castaña es la base económica de las 23 comunidades de la región y es uno de los factores claves que incide favorablemente en los resultados financieros, del mismo modo aunque en mucha menor proporción también suman el majo, asái y maderables.
- Los ingresos de las comunidades son directamente proporcionales al tamaño de su superficie y a la abundancia de los productos existentes.
- Los indicadores financieros y económicos “positivos” de las 23 comunidades analizadas indican que los PGIBT implementados son rentables, aunque

algunos están en el límite.

- f. Los mayores valores de los indicadores financieros corresponden a las comunidades con superficies grandes y los valores menores a las superficies pequeñas. Asimismo, comunidades que aprovechan más productos y mayores volúmenes tienen indicadores financieros más altos. Por tanto, las comunidades con mayores opciones de rentabilidad corresponden a aquellas que disponen de superficies grandes, diversidad de productos y volúmenes de producción altos y viceversa.
- g. Los 23 casos analizados son más sensibles a la disminución de los precios que al incremento de los costos debido a que los valores de los indicadores financieros disminuyen significativamente. La acción conjunta (incremento de costos + disminución de precios) hace negativos a los indicadores financieros (no rentables), afectando de manera muy notoria especialmente a aquellas comunidades con superficies pequeñas, con poca diversidad de productos y volúmenes de producción bajos.
- h. La diversificación de la producción mejora los ingresos económicos, por tanto, el manejo integral o de uso múltiple es una alternativa viable.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme acompañado y guiado en este gran viaje. A la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra – ABT, por darme la oportunidad

de realizar la presente investigación. A los que colaboraron de manera directa e indirecta durante el proceso de toma de datos y diagnóstico en campo, principalmente a los dirigentes e integrantes de las 23 comunidades. Así mismo, al apoyo brindado durante el análisis, redacción y revisión del documento entre ellos el Ing. For. PhD. Eduardo Sandoval Hurtado e Ing. Agr. MSc. Fernando Aguilar Núñez Vela.

## LITERATURA CITADA

- Alexiades, M. y Shanley, P. (Eds.). 2004. Productos forestales, medios de subsistencia y conservación: estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables. Volumen 3 - América Latina. Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR), Bogor, Indonesia. 499 pp.
- Alvarez, L. y S. Ríos. 2006. Evaluación económica de la extracción de castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K) – departamento de Madre de Dios. IIAP, Iquitos, Perú. 84 pp.
- Antinory, C., Bray, D. 2005. Concepts and practices of Community Forest Enterprises: Economic and Institutional/ Perspective from Mexico. 27 pp.
- Arnold, M. 2001. Forestry, Poverty and Aid. Centre for International Forestry Research – CIFOR. Occasional Paper No. 33. 20 pp.
- Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT),

2016. Informe de audiencia pública de la gestión 2015. Santa Cruz, Bolivia. 117 pp.
- Baldiviezo, J. 2015. Plan de Gestión Integral de Bosques y Tierra Comunidad Campesina Empresiña. Documento técnico 1. Comunidad Campesina Empresiña. Pando, Bolivia. 185 pp.
- Banco Nacional de Bolivia. 2015. Tabla de cotizaciones, ASFI, BNB, Santa Cruz, Bolivia
- Bojanic, A. 2001. Balance is Beautiful: Assessing Sustainable Development in the Rain Forest of the Bolivian Amazon. PROMAB Scientific Series No. 1. Netherlands: CLFOR, University of Utrecht and PROMAB. 256 pp.
- Bojanic, A. 2002. Comercialización de productos forestales no maderables. Factores de éxito y fracaso. Marco legal y políticas relevantes para la comercialización interna y de exportación de productos no maderables en Bolivia. DFID R7925. PNUMA UNEPWCMC y ODI, DFID – FRP. Noviembre 2005 de: [http://quin.unep-wcmc.org/forest/ntfp/docs/Bolivia\\_policy\\_paper.pdf](http://quin.unep-wcmc.org/forest/ntfp/docs/Bolivia_policy_paper.pdf)
- Cárdenas, P. 2015. Plan de Gestión Integral de Bosques y Tierra Comunidad Campesina Nacebecito. Documento técnico 1. Comunidad Campesina Nacebecito. Pando, Bolivia. 220 pp.
- Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA). 2009. "Indicadores económicos de la economía campesina indígena amazónica. Período 2007-2008", CIPCA, Riberalta, Bolivia. [Disponible en [pcartagena@cipca.org.bo](mailto:pcartagena@cipca.org.bo)]
- Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA) 2009. La Gestión del Bosque en Comunidades Campesinas con Derecho Propietario Sobre la Tierra en Pando, CIPCA, Pando, Bolivia. [Disponible en [pcartagena@cipca.org.bo](mailto:pcartagena@cipca.org.bo)]
- Clement, C.R.; Lleras Pérez, E. y J. Van Leeuwen 2005. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. Agrociencias. Uruguay 9(1-2): 67-71.
- Duchelle, A. E., 2009. Conservation and livelihood development in Brazil nut producing communities in a tri national Amazonian frontier. Tesis de doctorado, University of Florida, Gainesville, EE. UU. 225 pp.
- Estado Plurinacional de Bolivia 2015. Plan de desarrollo Económico y Social 2016-2020 en el Marco del desarrollo Integral para vivir bien. Ministerio de Planificación y Desarrollo, La Paz, Bolivia. 185 pp.
- FAO. 2017. Productos forestales no maderables. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [en: <http://www.fao.org/forestry/nwfp/6388/es/>]
- Fundación José Manuel Pando. 2007. Plan de Manejo de Castaña. Comunidad Puerto Oro, Cobija, Bolivia. 186 pp.
- Godoy, R.; Lobowsky, R.; Markandya, A. 1993. A method for the economic valuation of non timber tropical

- forest products. *Economic Botany* 47(3): 220-233.
- Gómez, E. 2015. Plan de Gestión Integral de Bosques y Tierra Comunidad Campesina Villa El Carmen. Documento técnico 1. Comunidad Campesina Villa El Carmen. Pando, Bolivia. 158 pp.
- Guariguata, M.R. (Ed.) 2013. Avances y Perspectivas del Manejo Forestal para Uso Múltiple en el Trópico Húmedo. CIFOR, Bogor, Indonesia. 281pp.
- ITTO 2007. Community-Based Forest Enterprise. Their status and potential in tropical countries. International Tropical Timber Organization (ITTO. Technical series # 28. Rights and Resources Initiative. Forest Trends. 73 pp.
- Licona, J.C.; Peña M.; Mostacedo B. 2007. Composición Florística, Estructura y Dinámica de un Bosque Amazónico aprovechado a diferentes intensidades en Pando, Bolivia. Proyecto BOLFOR/Instituto Boliviano de Investigación Forestal. Santa Cruz, Bolivia. 50 pp.
- Licona J.C.; Mostacedo B.; Villegas Z.; Rodríguez O.; Bustamante Y. (2010). Monitoreo de castaña a través de parcelas permanentes en la Reserva Nacional de Vida Silvestre Amazónica Manuripi, Pando, Bolivia. Instituto Boliviano de Investigación Forestal, Santa Cruz, Bolivia. 49 pp.
- Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios (MACIA), 2003. Estudio de identificación, mapeo y análisis competitivo de la cadena productiva de la castaña. La Paz, Bolivia: VAGP. Dirección General de Desarrollo Productivo. 177 pp.
- Mitchell, J. y Shepherd, A. 2006. Productive Strategies for Poor Rural Households to Participate Successfully in Global Economic Processes. Final Report. Overseas Economic Institute – ODI. International Development Research Centre – IDRC. 66 p.
- Mostacedo B.; Balcazar J.; Montero J.C. 2006. Tipos de bosque, diversidad y composición florística en la Amazonia sudoeste de Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 41(2): 99-116.
- Navarro, G. y Maldonado, M. 2002. Geografía ecológica de Bolivia: Vegetación y ambientes acuáticos. Fundación Simón I. Patiño, Cochabamba. 719 p.
- Nina, O. y Von Vacano, J. 2009. La Dinámica del Sector de la Castaña y su Impacto sobre el Mercado Laboral y la Pobreza en el Norte Amazónico de Bolivia. Grupo Integral SRL. Disponible en [[https://www.inesad.edu.bo/bcde2009/D1 Nina Von Vacano.pdf](https://www.inesad.edu.bo/bcde2009/D1%20Nina%20Von%20Vacano.pdf)]
- Ortiz, S. 2008. Opciones de mercado de productos forestales para el pequeño productor. Estudio de Caso Riberalta - Amazonía Boliviana. Forlive. 174 pp.
- Pacheco, P.; Ormachea, E.; Cronkleton, P.; Albornoz, M.; Paye, L. 2009. Trayectorias y Tendencias de la economía forestal extractiva en el norte amazónico de Bolivia. CI-



- FOR; Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario (CED-LA); Iniciativa de Derechos y Recursos (RR I). La Paz, Bolivia: 52 pp.
- Pattie, P.; Núñez, M.; Rojas, P. 2003. Valoración de los bosques tropicales de Bolivia. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). DT No. 130/2003. Santa Cruz. 44 pp.
- Peñaranda, D. 2015. Plan de Gestión Integral de Bosques y Tierra Comunidad Campesina Chivé. Documento técnico 1. Comunidad Campesina Chivé. Pando, Bolivia. 165 pp.
- Pokorny, B. y Johnson, J. 2008. Community forestry in the Amazon: The unsolved challenge of forests and the poor. London, UK, ODI Natural Resource Perspectives no. 112. 4 p.
- Soriano, M.; Mohren F.; Ascarrunz, N. Dressler W.; Peña-Claros M. (2017) Socio-ecological costs of Amazon nut and timber production at community household forests in the Bolivian Amazon. PLoS ONE 12(2): e0170594. doi:10.1371/journal.pone.0170594.
- Sejas, S. 2015. Plan de Gestión Integral de Bosques y Tierra Comunidad Campesina Cercado. Documento técnico 1. Comunidad Campesina Cercado. Pando, Bolivia. 136 pp.
- Stoian, D. y Henkemans, A.B. 2000. Between extractivism and peasant agricultura: defferentiation of rural settlements in the Bolivian Amazon. International Tree Crops Journal 10 (4): 19.
- Stoian, D. 2003. Makin the best of two worlds: rural and peri-urban livelihood options sustained by non-timber forest products from the Bolivian Amazon. Paper presented at the Conference "Rural livelihoods, Forest and Biodiversity" held in Bonn, Germany, on May 19-23, 2003. CIFOR, InWent, BMZ, GTZ, World Agroforestry Center, Bonn, Germany.
- Vedeld, P.; Angelsen, A.; Sjaastad, E.; Kibugabe B. G. 2004. Counting on the environment. Forest Incomes and the Rural Poor. World Bank Environment Department. Paper N° 98. Washington, USA. 95 p.
- Zenteno, F. 2008. Plan de Manejo del Majo, *Oenocarpus bataua* Mart. en las comunidades de Pajonal Vilaque y Cotapampa. Informe Final. En: TRÓPICO 2008. Iniciativa de Biocomercio de Majo. Informe Final del Proyecto Programa Nacional de Biocomercio Sostenible. Inédito.
- ZONISIG. 1997. Zonificación agroecológica y socioeconómica y perfil ambiental del Departamento de Pando. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Ed. SIERPE, La Paz-Bolivia. Pp 159.

**Calidad, daño y  
mortalidad de árboles y  
su incidencia en la  
producción forestal, en el  
Bosque Seco Chiquitano  
de Alta Vista, Santa Cruz,  
Bolivia**

Sandra Ramos y Bonifacio Mostacedo



Fotografía: Eduardo Sandoval

# Calidad, daño y mortalidad de árboles y su incidencia en la producción forestal, en el Bosque Seco Chiquitano de Alta Vista, Santa Cruz, Bolivia

Enviado el 09/06/2020; aceptado el 21/01/2021

**Sandra Ramos<sup>1,2\*</sup> y Bonifacio Mostacedo<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Fundación para la Conservación del Bosque Seco Chiquitano (FCBC). Santa Cruz, Bolivia

<sup>2</sup>Facultad Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz, Bolivia.

\*Autor de Correspondencia: bonifaciomostacedo@uagrm.edu.bo

## RESUMEN

La calidad de los árboles depende del sitio dónde están, la especie y el manejo que se realice. Los árboles sufren diferentes daños físicos y biológicos que afectan la calidad de los fustes y su madera, por ende, en su desarrollo y productividad. Este estudio estuvo enfocado en conocer la calidad de árboles en dos tipos de bosques, el Bosque Seco Semideciduo Chiquitano (BOSSCHI-bien drenado) y Bosque Seco Semideciduo Chiquitano Hidrofítico (BOSSCHI-hidrofítico), del Centro de Estudios "Alta Vista", municipio de Concepción. El estudio se realizó en áreas aprovechadas y no-aprovechadas; donde se instalaron 27 transectos de 100x10 m, ubicados al azar. Se registraron todos los individuos mayores a 10 cm de diámetro, de especies arbóreas maderables. Se encontró para ambos tipos de bosques, que la mayoría de los árboles (57-59%), presentaban fustes de calidad semi-recta. En relación a la posición socioecológica, el 36% de árboles eran del estrato superior y 51% del estrato medio.

Muchas especies son propias de ciertos estratos. En las áreas aprovechadas del BOSSCHI-bien drenado, el 77% de los árboles tenían algún grado de daño, mientras que en el BOSSCHI-hidrofítico fue de 53%. En las áreas no aprovechadas el daño llegó al 40% en ambos tipos de bosque. Las áreas aprovechadas, en ambos tipos de bosque, tuvieron mayor número de árboles dañados. Para las especies abundantes se encontró que árboles con DAP menores tuvieron mayor nivel de daño. La mortalidad de árboles fue similar en todas las áreas estudiadas. Las pérdidas en la producción forestal pueden ser considerables producto del daño y la mortalidad de los árboles, especialmente aquellos producidos por el aprovechamiento forestal. En las actividades de aprovechamiento que se realicen, deberían tomarse en cuenta acciones de protección para reducir daños, especialmente en aquellas especies que tienen alto valor económico.

**Palabras clave:** árboles aprovechables, estado sanitario, daño de árboles, mortalidad de árboles, producción forestal

# Tree Quality, Damage and Mortality, and its Incidence in Forest Production, in the Chiquitano Dry Forest of Alta Vista, Santa Cruz, Bolivia

Submitted 09/06/2020; accepted 21/01/2021

**Sandra Ramos<sup>1,2\*</sup> & Bonifacio Mostacedo<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Fundación para la Conservación del Bosque Seco Chiquitano (FCBC). Santa Cruz, Bolivia

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrícolas, UAGRM. Santa Cruz, Bolivia.

\*Autor de Correspondencia: bonifaciomostacedo@uagrm.edu.bo

## SUMMARY

The quality of the trees depends on the place where they grow, the species, and the management that is carried out. Trees suffer different physical and biological damages that affect the quality of the stems and their wood, therefore, in their development and productivity. This study was focused on knowing the quality of trees in two types of forests: well drained chiquitano dry forest (BOSSCHI-well drained) and hydrophytic chiquitano dry forest (BOSSCHI-hydrophytic), in Alta Vista, municipality of Concepción. The study was carried out in harvested and non-harvested areas; where 27 transects of 100x10 m were installed, located at random. All individuals greater than 10 cm in diameter, of timber species, were recorded. Most of the trees (57-59%) were found to have semi-straight quality stems in both forest types. In relation to the socio-ecolo-

gical position, 36% of trees were from the upper stratum, and 51% from the middle stratum. Many species are characteristic of certain strata. In the harvested areas of the BOSSCHI-well drained forest, 77% of the trees had some degree of damage, while in the BOSSCHI-hydrophytic forest it was 53%. In the unharvested areas the damage reached 40% in both forest types. The harvested areas, in both types of forest, had a greater number of damaged trees. For abundant species, it was found that trees with lower DBH had a higher level of damage. Tree mortality was similar in all studied areas. Losses in forest production would be considerable as a result of tree damage and mortality. In harvesting activities carried out, protection actions should be taken into account to reduce damage, especially in those species that have high economic value.

**Keywords:** harvestable trees, sanitary status, tree damage, tree mortality, forest production

### INTRODUCCIÓN

La ecorregión del bosque seco semideciduo chiquitano ocupa alrededor de 24.748.079 ha en Bolivia, Brasil y Paraguay (Vides-Almonacid, Reichle, & Padilla, 2007). En Bolivia se extiende sobre 16.449.475 ha (Villarando, 2004). Esta ecoregión exhibe rasgos sobresalientes frente a otras regiones debido a su potencial económico, cimentado en su riqueza forestal, ganadera, turismo y su estado de conservación (Navarro & Ferreira, 2005). Aunque la ecorregión abarca varios tipos de vegetación, los más comunes son el bosque seco semideciduo de la Chiquitania de suelos bien drenados que es el de mayor extensión, seguido de los bosques secos semideciduos hidrofíticos y freáticos de la Chiquitania, arbustales y matorrales saxícolas y la vegetación acuática, que son formaciones pequeñas con poca cobertura (Catari, Villagomez, & Saavedra, 2010).

El Centro de Estudios de Alta Vista engloba parte de esta diversidad de hábitats que tiene la Chiquitania. Además, tiene un área que tuvo aprovechamiento forestal en años anteriores. “Alta Vista”, inició sus actividades de aprovechamiento forestal, a partir del año 2014, con la extracción de madera de su primer compartimiento (AAA - 2014) área anual de aprovechamiento 2014 con 76 ha, con la premisa de manejarlo de forma integral y sostenible, aplicando un ciclo de corta de 35 años (Baldivieso 2013).

Por otro lado, la calidad y el estado (vivo, dañado, muerto, con patógeno) de los árboles muestra el potencial que tienen las especies. Varios factores pueden estar incidiendo en los parámetros de calidad y estado de los árboles, entre ellos: manejo de los bosques, estrés hídrico, incendios forestales, incidencia de plagas y patógenos (Dykstra, 2007).

Este estudio, tomó en cuenta para su diseño áreas que tuviesen aprovechamiento forestal y aquellas que aún se encuentran intactas, con el fin de determinar la calidad, daño y mortalidad de los árboles en estas condiciones y como incide esto en la producción de madera en dos tipos de bosque: BOSSCHI-bien drenado y BOSSCHI-hidrofítico. Los objetivos del estudio fueron: a) analizar la calidad, el daño y mortalidad de árboles en los distintos tipos de hábitat, b) determinar el efecto del aprovechamiento forestal en el daño que tienen las distintas especies arbóreas, y d) explorar el efecto de la calidad y daño en la producción de madera.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Área de estudio

El estudio se realizó en el Centro de estudios del bosque seco tropical (CEBST), en la propiedad “Alta Vista”, cuya extensión es de 3424 ha, y un intervalo altitudinal de 370 a 490 m s.n.m. (Terrazas, 2010), dentro del municipio de Concepción, en la Provincia Ñuflo de Chávez del Departamento de Santa Cruz. Geográficamente

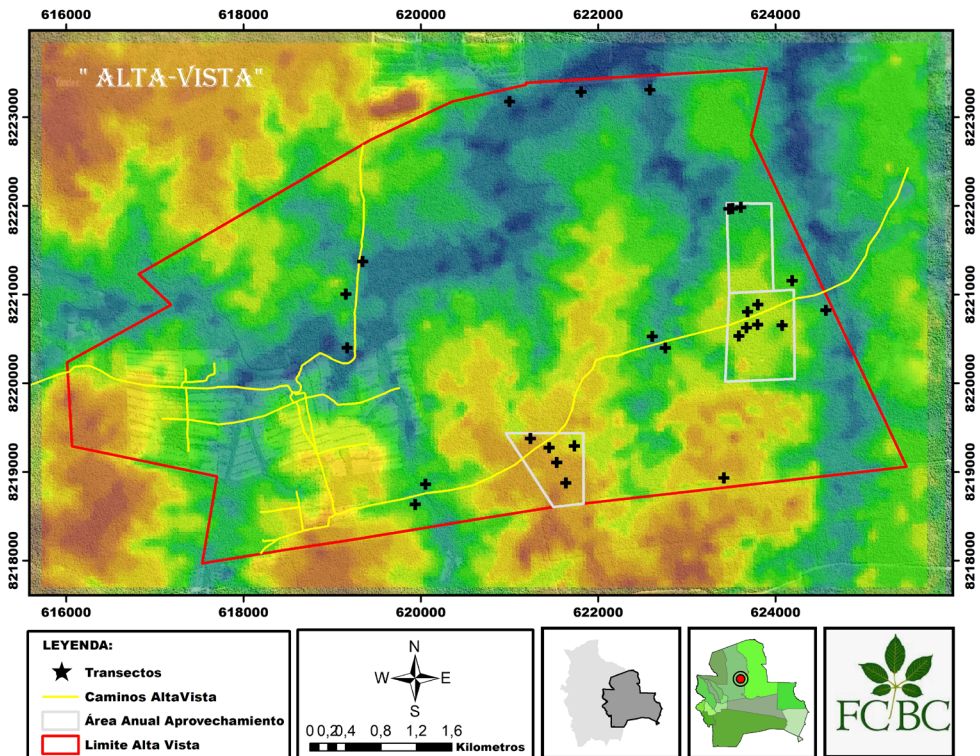


camente, se encuentra entre las latitudes  $16^{\circ}04'02''\text{S}$ ,  $61^{\circ}48'48''\text{O}$  (Figura 1).

El bioclima es marcadamente estacional, con 5 meses de lluvias durante el verano, mientras que el invierno generalmente es seco. La precipitación pluvial anual promedio es de 1150 mm. Las temperaturas oscilan de  $21^{\circ}\text{C}$  y  $30^{\circ}\text{C}$  siendo la época seca la de menor temperatura (datos de

SENAMHI).

La vegetación de la Propiedad "Alta Vista" está conformada principalmente por bosque seco semideciduo chiquitano con áreas bajas o en los valles denominados bosque seco semideciduo chiquitano sector hidrofítico (BOSSCHI-hidrofítico) y zonas altas y bien drenadas denominadas bosque seco semideciduo chiqui-



**Figura 1.** Ubicación geográfica de los dos tipos de bosque seco semideciduo chiquitano: BOSSCHI- hidrofítico manchas con tendencia azul y BOSSCHI-bien drenado de color café rojizo en áreas aprovechadas y no aprovechadas, en la Propiedad "Alta Vista". Los puntos (+) indican los sitios de muestreo.

tano sector bien drenado (BOSSCHI-bien drenado). También, Alta Vista tiene pequeñas porciones de sabanas o arboledas de Cerrado y de vegetación acuática (Catari *et al.*, 2010). A continuación se detalla los tipos de bosque donde se hizo el estudio:

**Bosque seco semideciduo chiquitano: sector bien drenado (BOSSCHI-bien drenado).**- Caracterizado por la evidencia de incendios forestales, lo cual se nota por la presencia de carbón en la corteza de algunos árboles y arbustos. Estos incendios suelen darse durante la época seca y en su mayoría cerca del límite perimetral. El área tiene suelos rojizos muy pobres en nutrientes minerales que son de textura arcillosa (Terrazas, 2010). El BOSSCHI-bien drenado tiene

una altitud aproximada de 394 m s.n.m.; la vegetación y sotobosque está formada por bejucos entre otros; como (*Serjania* sp. y *Perianthomega vellozoi*), *Casearia gossypiosperma* (cusé), *Senegalia polyphylla* (cari cari), *Bromelia* sp. (garabatá), *Acosmium cardenasii* (tasaá), *Centrolobium microchaete* (tarara amarilla), *Poincianella pluviosa* (momoqui), *Myracrodruon urundeuva* (cuchi), etc. (Catari *et al.*, 2010). Este bosque obtuvo apertura de dosel de 24,3%, con un índice de área foliar de 1.75 m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>. (Cuadro 1).

**Bosque seco semideciduo chiquitano: sector hidrofítico (BOSSCHI-hidrofítico).**- Se caracteriza por la ausencia de incendios forestales por encontrarse en zonas húmedas ubicados en las partes

**Cuadro 1.** Información básica sobre los hábitats muestreados en la Propiedad de Alta Vista, relacionados a la altitud, apertura de dosel, índice de área foliar, altura promedio de árboles, número de transectos realizados y número de árboles evaluados.

Tipo de hábitat	Altitud (m. s.n.m.)	Apertura dosel (%)	Índice de área foliar (m <sup>2</sup> .m <sup>-2</sup> )	Altura de árboles (Min-Max) > 50 cm DAP	Nro. transectos realizados	Área muestreada (ha)	Nro. árboles evaluados
<b>BOSSCHI sector Hidrofítico</b>							
Aprovechado	374	37,4	1,4	17-18	3	0,3	81
No aprovechado	397	20,6	2,1	19-21	10	1	217
<b>BOSSCHI sector Bien Drenado</b>							
Aprovechado	428	32,9	1,41	16-19	6	0,6	105
No aprovechado	394	24,3	1,82	15-22	8	0,8	161

bajas; de suelos arcillo y arcillo arenoso. En su área no aprovechada el BOSS-CHI-hidrofítico se encuentra con alrededor de 374 m s.n.m. y muestra una vegetación con *Senegalia polyphylla* (cari cari), *Pogonopus tubulosus* (cresta de gallo), *Capparidastrum coimbranum* (pacobillo), *Acosmium cardenasii* (tasaá), *Poincianella pluviosa* (momoqui), *Anadenanthera colubrina* (curupau), *Aspidosperma* sp. (jichituriqui), y otros (Cattari et al., 2010). En el área aprovechada alcanza los 397 m s.n.m., posee un sotobosque compuesto de *Ampelocera ruizii* (blanquillo), *Bougainvillea modesta* (comomosi), *Casearia gossypiosperma* (cusé), *Acosmium cardenasii* (tasaá), *Poincianella pluviosa* (momoqui), *Anadenanthera colubrina* (curupaú), *Sweetia fruticosa* (maní), etc. En estas áreas es común encontrar también palmeras de *Attalea princeps* (motacú) y *Syagrus sancta* (sumuqué). En esta área la apertura de dosel en promedio fue de 37,5% con un índice de área foliar de 1,41 m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>. Cuadro 1).

### Diseño de Muestreo

Se consideró dos tipos de bosque descritos anteriormente: sector bien drenado y sector hidrofítico. En cada variante se ubicaron dos situaciones tipos de aprovechamiento maderero: con aprovechamiento (intensidad de aprovechamiento: 14 árboles/ha) y sin aprovechamiento. Para el estudio se estableció un total de 27 transectos de 10x100 m (0.1 ha), los mismos estuvieron distribuidos en los

cuatro tipos de hábitat mencionados anteriormente. El número de transectos por tratamiento estuvo determinado por la homogeneidad de los hábitats, pero varió entre 6 a 10 transectos. En el caso del BOSSCHI-hidrofítico aprovechado solo se evaluaron 3 transectos debido a que no habían muchos sitios en esas condiciones (Cuadro 1). La distancia mínima entre transectos fue de 100 m, por lo que en áreas aprovechadas no se tomó en cuenta el árbol cortado. En cada transecto, se evaluó individuos mayores a 10 cm DAP.

### Toma de Datos

Las variables cuantitativas de carácter intrínsecas registradas fueron: a) diámetro a la altura de pecho (DAP) medidas con cinta diamétrica; b) altura comercial y altura total, que se obtuvo con la ayuda de un clinómetro (Garmin eTrex Legend); c) posición socioecológica de cada árbol: estrato superior “1”, medio “2”, inferior “3”; d) inclinación: “1” cuando el árbol tenía un ángulo de inclinación igual o inferior a 30°, y “2” cuando cuenta con ángulo de inclinación vertical superior a los 30°. Por otro lado, se evaluó: e) la rectitud de cada árbol: “1” cuando es totalmente recto, “2” cuando presenta torceduras o alabeos leves y “3” cuando presenta torceduras severas. También se midió: f) el estado sanitario de cada árbol: “1” cuando el árbol estuvo sano, “2” cuando tenía alguna evidencia de problema fitosanitario y “3” cuando tenía problemas fitosanitarios que afectan su desarrollo.

También se evaluó: g) la mortalidad de los árboles observando si cada uno de los individuos registrados estaban vivos o muertos. Los árboles muertos eran individuos secos en el tronco y sin hojas que estaban de pie, inclinados o en el suelo. También, se evaluó: h) el daño mecánico que poseía cada árbol: “1” cuando el árbol no tiene evidencia de daño, “2” cuando presenta un daño, herida, u otro deterioro producto del aprovechamiento. Adicional a ello, para calcular el efecto en la producción forestal, en términos de volumen, se midió: i) la altura del daño en los fustes. La información se obtuvo en los meses de marzo y abril del año 2019. Durante la toma de los datos se utilizó una combinación de la metodología propuesta por Murillo y Badilla (2010).

### **Análisis de Datos**

Se determinaron porcentajes según las categorías de calidad de fustes, posición sociológica, tipo de daño y mortalidad de árboles, en diferentes tipos de vegetación con y sin aprovechamiento. Este mismo proceso se hizo a nivel de especies. Para determinar las diferencias estadísticas del número de árboles muertos y número de árboles dañados, se hicieron análisis no paramétrico con el método de Kruskal-Wallis, con un margen de error de 5% (se utilizó el programa INFOSTAT para estos análisis). Para el análisis estadístico y determinar la probabilidad de daño con relación al tamaño de los árboles, se realizó un análisis de Regresión Logística utilizando el programa estadístico IBM

SPSS Statistics (v.23) (IBM Corp., 2014), donde las variables fueron el diámetro y la presencia de daño por especie. Para obtener el efecto del aprovechamiento forestal en los tipos de daños, se calculó el volumen total, volumen dañado para adquirir el volumen aprovechable por tipo de bosque. El volumen dañado fue calculado en base a la longitud y diámetro de la parte dañada. Este análisis se realizó tomando en cuenta solo los árboles mayores al diámetro mínimo de corta. Análisis similar se realizó para definir las especies con mayor daño y su porcentaje de pérdida de madera y su afectación económica que tiene cada especie. Para el cálculo de volumen de madera se utilizó la siguiente fórmula:  $Vol = 3.1416/4 (DAP)^2 * H * 0.65$ , donde DAP fue igual al diámetro y H fue igual a la altura, de cada árbol. Todos los gráficos fueron realizados con el Software SigmaPlot 11.0 (California, Estados Unidos de América).

## **RESULTADOS**

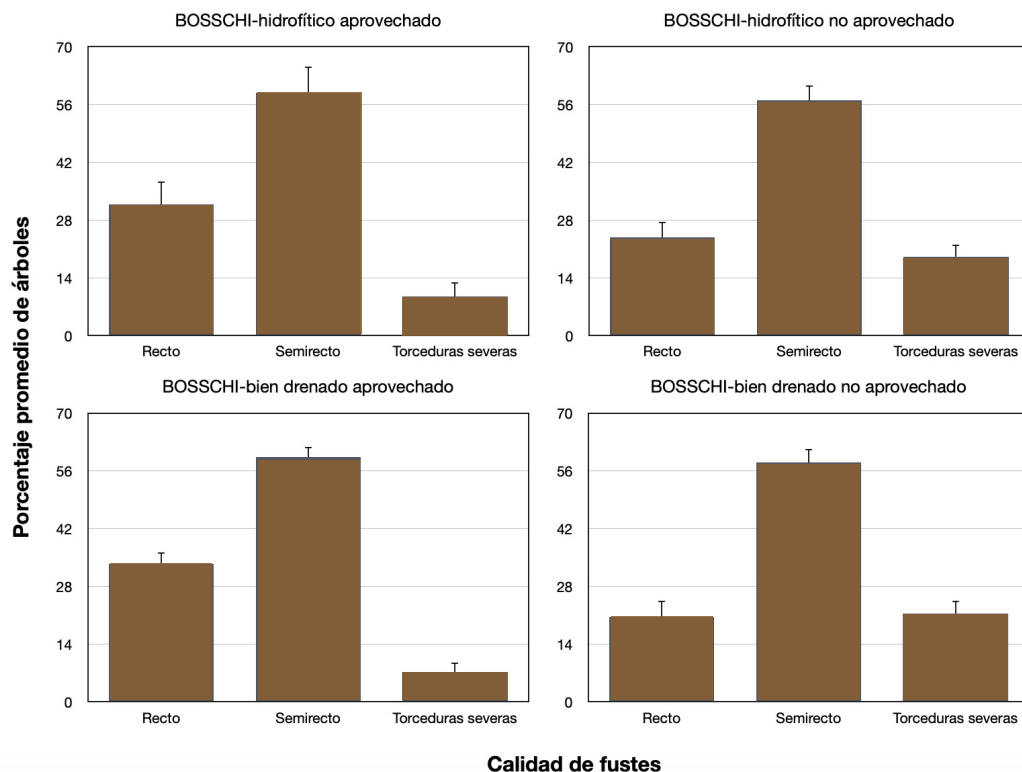
### **Calidad de árboles**

Los bosques evaluados mostraron que, de manera general los árboles con DAP > a 10 cm registraron un 57-59% que son semi-rectos. Los árboles rectos oscilan entre 20-32%, mientras que los árboles con torceduras severas variaron entre 7 a 21%. En el BOSSCHI-bien drenado no aprovechado se encontraron un 21% de árboles rectos, un 58% de árboles semi rectos y otros 21% de árboles con torceduras severas. En el BOSSCHI- bien dre-

nado aprovechado, el porcentaje de árboles rectos incrementó a 33%, mientras que los semi-rectos fueron de 59%, y con 8% de árboles con torceduras severas. En el BOSSCHI-hidrofítico no aprovechado se encontró un 24% de árboles rectos, con 57% de árboles semi-rectos y 19% con torceduras severas. En BOSSCHI-hidrofítico aprovechado se encontró el 32% de árboles rectos, 59% de semi-rectos y

9% que tienen torceduras severas (Figura 2).

A nivel de especies, si bien en la mayoría de los casos hay un mayor porcentaje de árboles semi-rectos, algunas especies tienen mayor porcentaje de árboles rectos o con torceduras severas (Cuadro 2). En BOSSCHI-hidrofítico aprovechado, *Myracrodruon urundeuva* y *Aspidosper-*



**Figura 2.** Descripción de la calidad de los fustes, en dos tipos de bosque, establecidos en 27 transectos de 10x100 en BOSSCHI-bien drenado y BOSSCHI-hidrofítico de áreas aprovechadas y no aprovechadas. Se exponen promedios de porcentajes de los individuos según su categoría y su respectivo error estándar.



*ma* sp., fueron las especies con más de 60% de árboles rectos, mientras que en el bosque no aprovechado *Myracrodruon urundeuva* y *Centrolobium microchaete* tienen 100% y 58% de árboles rectos, respectivamente. En este hábitat también se encontraron el 100% de los árboles de *Sweetia fruticosa* con torceduras severas.

Por su parte en el BOSSCHI-bien drenado aprovechado, tuvieron mayor porcentaje de árboles rectos, las siguientes especies: *Myracrodruon urundeuva* (100%), *Anadenanthera colubrina* (50%) y *Centrolobium microchaete* (60%). En este mismo bosque, pero en el no aprovechado solo *Myracrodruon urundeuva* tuvo el 60% de árboles rectos. Por su parte el 50% de árboles de *Poincianella pluviosa* tenían torceduras severas (Cuadro 2).

Respecto a la inclinación de los árboles, hay una leve diferencia en cuanto a los tipos de bosque. En el BOSSCHI-hidrofítico hay un 46% de los árboles que tienen una inclinación menor a 30°, mientras que en el BOSSCHI-bien drenado es mucho menor (38%).

Además, se observó que la posición socioecológica de los árboles en porcentaje promedio por tipo de bosque alcanzan hasta un 36% en la categoría del estrato superior en todas las áreas de estudio; árboles que son mayores o iguales a los 16 m de altura, los individuos que ubican el estrato medio alcanzan alrededor del 51,8%, el tamaño de estos árboles están entre los 9 y 15m de altura; finalmente los

árboles del estrato inferior ocupan aproximadamente un 23,5%, mismos que son menores o iguales a 9 m de altura en todas las áreas.

De acuerdo con los tipos de bosque y tipo de aprovechamiento estudiados, la posición socioecológica varía para cada especie. En el BOSSCHI-hidrofítico aprovechado, la mayoría de las especies tenían mayor porcentaje de árboles en el estrato medio. Sin embargo, el 100% de los árboles de *Myracrodruon urundeuva* y *Cordia* sp. fueron encontrados en el estrato superior. La especie *Aspidosperma* sp. 2 (amarillo) fue una de las pocas especies con alto porcentaje (86%) de individuos encontrados en el estrato inferior. En el BOSSCHI-hidrofítico no aprovechado, 9 de 19 especies se encontraron en el estrato medio con densidades mayor a 44%, algunos hasta 100% como es el caso de *Copaifera chodatiana*. Solo dos especies, *Myracrodruon urundeuva* y *Cedrela fissilis* tuvieron más del 70% de los árboles en el estrato superior. Varias especies tuvieron una alta densidad de árboles en el estrato inferior. Entre ellos se encuentran *Amburana cearensis* (50%), *Aspidosperma* sp. 2 (69%), *Gallesia integrifolia* (50%) y *Tabebuia serratifolia* (50%) (Cuadro 3).

En relación con el BOSSCHI-bien drenado, en áreas aprovechadas, *Myracrodruon urundeuva* fue la única especie con el 100% de los individuos que se encuentran en el estrato superior. De las 19 especies el 42% tuvieron más del 50% de sus individuos en el estrato intermedio. Se

**Cuadro 2.** Porcentaje de árboles > 10 cm de DAP en diferentes categorías de calidad de fuste, en los cuatro tipos de hábitat estudiados, para las especies maderables de los bosques secos de Alta Vista. Calidad: (1) recto, (2) semi-recto y (3) con torceduras severas.

Especies	BOSSCHI-Hidrofitico						BOSSCHI-bien drenado					
	Aprovechado			No aprovechado			Aprovechado			No aprovechado		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	100	0	0	100	0	0	100	0	0	60	20	20
<i>Anadenanthera colubrina</i>	37,5	62,5	0	33,3	58,3	8,3	50	37,5	12,5	33,3	55,6	11,1
<i>Aspidosperma</i> sp.	66,7	33,3	0	30	55	15	13,3	73,3	13,3	11,1	77,8	11,1
<i>Sweetia fruticosa</i>	42,9	42,9	14,3	0	0	100	25	75	0	25	62,5	12,5
<i>Poincianella pluviosa</i>	33,3	55,6	11,1	14,3	50	35,7	21,4	78,6	0	20	30	50
<i>Machaerium scleroxylon</i>	50	50	0	28,6	57,1	14,3	50	25	25	20	40	40
<i>Tabebuia serratifolia</i>	0	0	0	0	66,7	33,3	0	100	0	16,7	66,7	16,7
<i>Centrolobium microchaete</i>	0	75	25	58,3	33,3	8,3	60	40	0	18,9	67,6	13,5
<i>Acosmium cardenasii</i>	29	67,7	3,2	8,2	70,6	21,2	33,3	61,1	5,6	6,7	73,3	20
<i>Machaerium acutifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	83,3	16,7	15,8	52,6	31,6

**Cuadro 3.** Porcentaje de árboles > a 10 cm de DAP según su posición socioecológica, para los árboles de los bosques secos de Alta Vista. (1) estrato superior, (2) estrato medio, (3) estrato inferior

Especies	BOSSCHI-Hidrofítico						BOSSCHI-Bien drenado					
	Aprovechado			No aprovechado			Aprovechado			No aprovechado		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Acosmiun cardenasii</i>	11	55	34	15	52	33	11	56	33	7	47	46
<i>Amburana cearensis</i>				17	33	50						
<i>Anadenanthera colubrina</i>	33	67	0	50	50	0	42	33	25	58	17	25
<i>Aspidosperma</i> sp.1 (jichituriqi)				33	67	0						
<i>Aspidosperma</i> sp.2 (amarillo)	14	0	86	0	31	69	0	37	63	5	38	57
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
<i>Poincianella pluviosa</i>	9	74	17	17	44	39	10	40	50	54	46	0
<i>Cariniana ianeirensis</i>				71	29	0						
<i>Cedrela fissilis</i>							0	100	0			
<i>Centrolobium microchaete</i>	13	50	38	13	61	26	13	63	24	16	62	22
<i>Copaifera chodatiana</i>	0	100	0	0	100	0	33	67	0			
<i>Cordia</i> sp.	100	0	0				0	100	0			
<i>Gallesia integrifolia</i>				6	44	50				0	0	100
<i>Machaerium acutifolium</i>	0	57	43				4	23	73	10	45	45
<i>Machaerium scleroxylon</i>	33	67	0	56	44	0	14	86	0	22	44	33
<i>Platimiscium ulei</i>				33	67	0				33	67	0
<i>Pterogyne nitens</i>				33	67	0	33	67	0			
<i>Sweetia fruticosa</i>	25	50	25	0	100	0	13	50	38	20	40	40
<i>Tabebuia serratifolia</i>				17	33	50	22	44	33	20	80	0

encontraron 3 especies que tienen más del 50% de sus individuos en el estrato inferior, entre ellas se encuentran *Aspidosperma* sp. 2, *Poincianella pluviosa* y *Machaerium acutifolium*. En las áreas no aprovechadas, las especies *Anadenanthera colubrina* (58%), *Myracrodruon urundeuva* (100%) y *Poincianella pluvio-*

*sa* (54%) fueron las especies con mayor porcentaje de árboles ubicados en el estrato superior.

En cambio, en el estrato medio la mayoría se encontraron individuos de *Centrolobium microchaete* (62%), *Platimiscium ulei* (67%) y *Tabebuia serratifolia* (80%).

Finalmente, en el estrato inferior las de mayor abundancia fueron *Aspidosperma* sp. 2 (57%) y *Gallesia integrifolia* (100%).

### **Daño en los árboles**

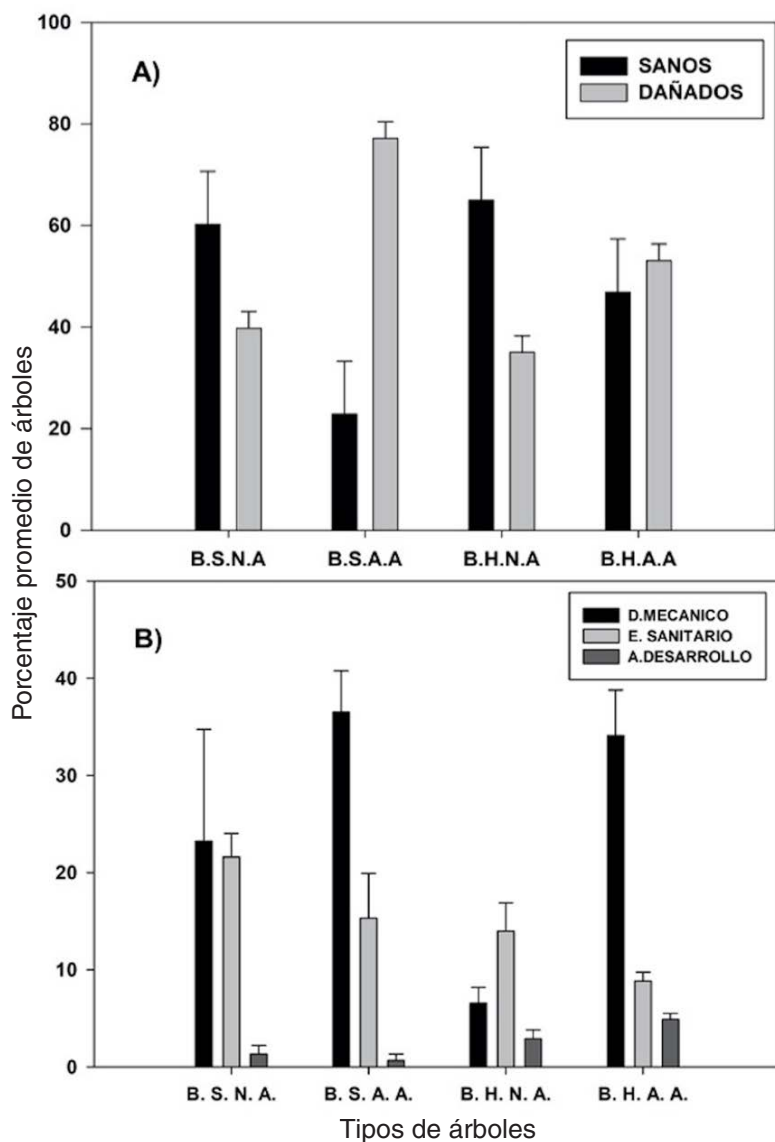
El porcentaje de árboles dañados varió según el tipo de bosque. En promedio el BOSSCHI-bien drenado aprovechado tuvo el 77% de árboles dañados en algún grado, mientras que el BOSSCHI-hidrofitico aprovechado tuvo un 53%. El principal factor de daño fueron las heridas y deterioro en el fuste; con un mínimo de afectación en la copa producto de la caída de otros árboles por el viento, o por el mismo aprovechamiento. Por otro lado, en las áreas no aprovechadas tanto en el BOSSCHI-bien drenado como en el BOSSCHI-hidrofitico fue de 40% (Figura 3A).

Respecto al daño mecánico, se pudo constatar que las áreas aprovechadas tuvieron mayor porcentaje, tanto en el BOSSCHI-bien drenado (37%) como en el BOSSCHI-hidrofitico (33%) el 36,5% sufrieron algún tipo de daño debido al aprovechamiento, especialmente en el BOSSCHI-bien drenado aprovechado. Lo opuesto se encontró en el BOSSCHI-hidrofitico no aprovechado donde el promedio de árboles con daño mecánico fue de solo 6,5%, seguido del BOSSCHI-bien drenado no aprovechado con un 23% (Figura 3B). A través de un análisis no paramétrico utilizando el método de Kruskal-Wallis se pudo constatar los mismos resultados, encontrándose ma-

yor número de árboles dañados en los bosques aprovechados en comparación a los bosques no aprovechados ( $K-W = 15,6$ ;  $p=0,001$ ).

Por otro lado, el estado fitosanitario fue semejante en áreas no aprovechadas en ambos tipos de bosque con alrededor de 21,6%, con alguna afectación o evidencia de problema sanitario del total de árboles. Similar situación se observó en las áreas aprovechadas, pero con porcentajes mínimos de 8,8% y 15,3%, en cuanto a los árboles afectados en su desarrollo causado por problemas sanitario el BOSSCHI-hidrofitico en sus dos áreas mostró un 4,9%, esto debido al ataque principalmente por turiros, bejucos, epífitas (*Philodendron* sp.) y huecos en el fuste.

Al realizar la relación entre la presencia de daño a nivel de especie con el diámetro, se pudo apreciar los siguientes resultados. De manera general, para 4 especies más abundantes, la probabilidad de daño disminuye a medida que incrementa el diámetro de los árboles. En el caso de *Acosmiun cardenasii*, la probabilidad de daño máximo fue de 60% con 10 cm de DAP; esta probabilidad bajó gradualmente hasta 40% a los 60 cm de DAP. Similar comportamiento tuvo *Centrolobium microchaete*. En *Andenantha colubrina* y *Poincianella pluviosa* la probabilidad de daño se observó hasta los 30 cm de DAP, siendo en diámetros menores con alta probabilidad de daño. En árboles mayores a 30 cm de DAP, la probabilidad de daño fue mínima (Figura 4).



**Figura 3.** A) Porcentaje promedio de árboles sanos y dañados, B) porcentaje de árboles con daño mecánico y afectación sanitaria. B.S.N.A= BOSSCHI-bien drenado no aprovechado, B.S.A.A= BOSSCHI-bien drenado aprovechado, B.H.N.A= BOSSCHI-hidrofítico no aprovechado, B.H.A.A= BOSSCHI-hidrofítico aprovechado.



De manera general hay una variación en cuanto a los daños en sitios aprovechados y no aprovechados en los dos tipos de bosque. En el BOSSCHI-bien drenado no aprovechado hubo mayor daño (12,4%) que en el aprovechado (7,6%). A nivel de especies, en la mayoría de las especies hubo mayor daño en las áreas no aprovechadas. Por ejemplo, para *Acosmiun cardenasii*, en las áreas no aprovechadas el 2,74% de los árboles estuvieron dañados, mientras que en las áreas aprovechadas fue de 1,1%.

En el BOSSCHI-hidrofítico, de manera general hubo mayor porcentaje de árboles dañados en las áreas aprovechadas (14,1%) que en las no aprovechadas (5,7%). De igual manera, en las áreas no aprovechadas del BOSSCHI-hidrofítico, casi en todas las especies se encontró mayor porcentaje de daño. En las especies *Acosmiun cardenasii*, *Centrolobium microchaete*, *Aspidosperma* sp., y *Machaerium acutifolium*, la diferencia de porcentaje de daño fue alto, siendo mayor en áreas no aprovechadas (Cuadro 4).

### Mortalidad de árboles

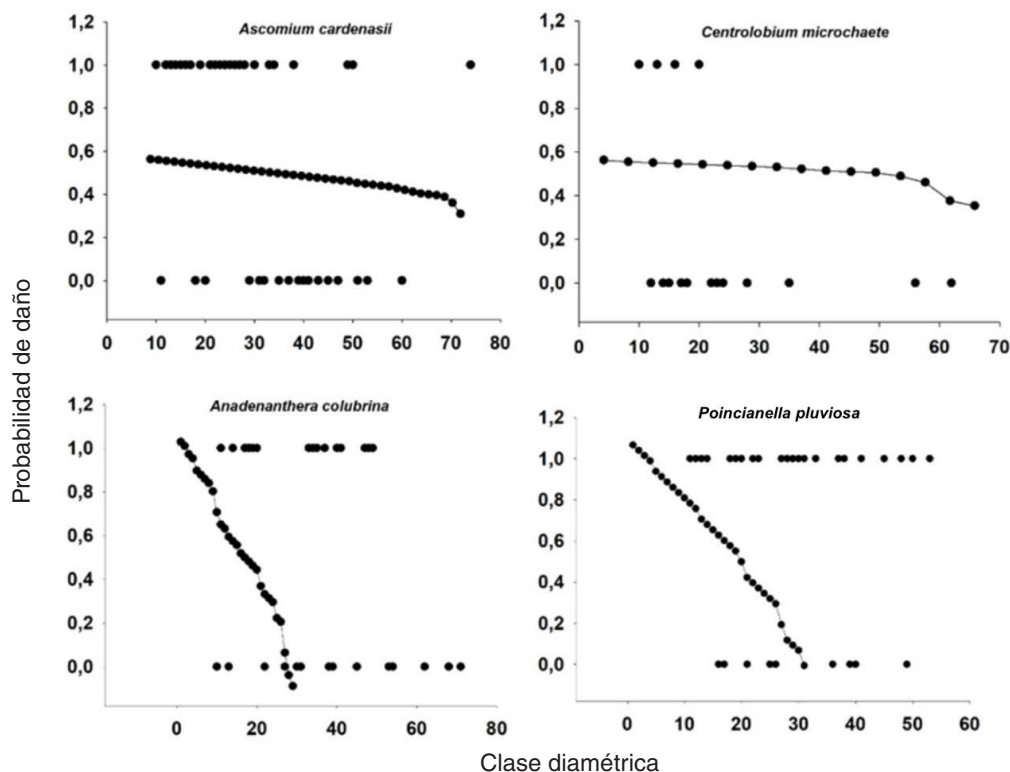
Respecto a la mortalidad de los árboles, en las áreas aprovechadas del BOSSCHI-bien drenado se encontró 27,2% de árboles muertos, mientras que en áreas no aprovechadas fue de 14,4%. De igual manera, en las áreas aprovechadas del BOSSCHI-hidrofítico hubo el 14,1% de mortalidad, mientras que en las áreas no aprovechadas fue de 12,1% (Cuadro 4).

El análisis estadístico no paramétrico de Kruskal-Wallis determinó que el número de árboles muertos encontrado fue similar en los cuatro tipos de ambiente ( $K-W=6,4$ ;  $p=0,088$ ).

A nivel de especies, en las áreas aprovechadas del BOSSCHI-bien drenado, *Poincianella pluviosa* (4,2%), *Centrolobium microchaete* (5,6%), y *Anadenanthera colubrina* (9,7%) tuvieron los porcentajes más altos y fueron también mayores en comparación a lo encontrado en áreas no aprovechadas. Por su parte, en las áreas aprovechadas del BOSSCHI-hidrofítico se encontraron los más altos porcentajes de mortalidad en las especies *Acosmiun cardenasii* (3,2%) y *Poincianella pluviosa* (3,2%), mientras que en las áreas no aprovechadas *Anadenanthera colubrina* (5,3%) tuvo el mayor porcentaje de mortalidad. (Cuadro 4). Cabe resaltar que los individuos muertos que se encontraban en posición caído (62%) mayormente eran producto del viento o de algunas ramas caídas producto del aprovechamiento en el caso de los árboles muertos en pie fueron causados por plagas mayormente turiros. Un 38% de los árboles muertos estaban en pie. Finalmente, del total de los árboles muertos el 92% tenían aspecto de haber muerto hace varios años atrás.

### Efecto de la calidad y daño en la producción de madera

En cuanto a la calidad de árboles para la producción de madera en volumen apro-



**Figura 4.** Probabilidad de daño por especie según su clase diamétrica en especies con mayor número de individuos

vechable, los resultados fueron separados por el volumen obtenido por calidad de los fustes y el volumen de árboles muertos; obteniéndose que el BOSSCHI-hidrofitico no aprovechado tuvo el mayor volumen de madera en pie de árboles rectos (calidad 1) con 31,06 m<sup>3</sup>/ha, respecto al volumen de calidad 2 alcanzó los 45,2 m<sup>3</sup>/ha; se registró como volumen perdido a los individuos con fuste severamente chuecos (calidad 3) con 21,8 m<sup>3</sup>/ha.

En cuanto al volumen dañado, en el BOSSCHI-hidrofitico aprovechado, se consiguió el mayor volumen de 11,3 m<sup>3</sup>/ha. En cambio el volumen en árboles muertos el mayor fue en el BOSSCHI-bien drenado aprovechado, con 28,5 m<sup>3</sup>/ha, principalmente en las especies *Anadenanthera colubrina*, *Myracrodruon urundeuva* y *Poincianella pluviosa*. El volumen aprovechable fue mayor en las áreas no aprovechadas tanto en el BOSSCHI-hidrofitico (77,3 m<sup>3</sup>/ha) como

**Cuadro 4.** Especies con mayor porcentaje de daño por tipo de bosque, tanto en áreas aprovechadas y no aprovechadas. Los porcentajes de árboles dañados o muertos fueron calculados en base al número total de árboles en cada tipo de hábitat.

Nombre Científico	% Árboles dañados		% Árboles muertos	
	Aprovechado	No Aprovechado	Aprovechado	No Aprovechado
<b>BOSSCHI-bien drenado</b>				
<i>Acosmium cardenasii</i>	1,1	2,74		0,53
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,45	0,5	9,7	3,19
<i>Aspidosperma</i> sp.	0,96	0,58	1,4	1,1
<i>Centrolobium microchaete</i>	1,38	2,56	5,6	2,7
<i>Copaifera chodatiana</i>			0,7	
<i>Machaerium acutifolium</i>	0,43	1,35	0,7	0,53
<i>Machaerium scleroxylon</i>	0,45	0,56	1,4	0,5
<i>Myracrodruon urundeuva</i>			1,4	2,1
<i>Poincianella pluviosa</i>	1,17	0,84	4,2	1,1
<i>Tabebuia</i> spp.	1,38	2,56	2,1	2,1
Otras especies	0,26	0,69		0,55
<b>Total</b>	<b>7,58</b>	<b>12,38</b>	<b>27,2</b>	<b>14,4</b>
<b>BOSSCHI-hidrofitico</b>				
<i>Acosmium cardenasii</i>	1,89	5,18	3,2	0,4
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,45	1,35	2,1	5,3
<i>Aspidosperma</i> spp.	0,19	1,28		1,2
<i>Centrolobium microchaete</i>	0,28	0,83	1,1	
<i>Machaerium acutifolium</i>			1,1	
<i>Machaerium scleroxylon</i>	0,45	1,56		
<i>Myracrodruon urundeuva</i>			2,1	1,6
<i>Poincianella pluviosa</i>	1,5	2,34	3,2	1,6
<i>Tabebuia</i> sp.	0,28	0,83		1,2
Otras especies	0,61	0,77	1,9	0,8
<b>Total</b>	<b>5,65</b>	<b>14,14</b>	<b>14,1</b>	<b>12,1</b>

en el BOSSCHI-bien drenado (88,6 m<sup>3</sup>/ha). En cambio, en las áreas aprovechadas el volumen aprovechable se redujo a 48,7 m<sup>3</sup>/ha en el BOSSCHI-hidrofítico y a 45,5 m<sup>3</sup>/ha en el BOSSCHI-bien drenado (Cuadro 5).

Con relación a los cálculos de posibles pérdidas económicas, producto del daño o mortalidad de los árboles, los datos mostraron que las especies *Machaerium scleroxylon*, *Poincianella pluviosa* y *Centrolobium microchaete*, son especies que pudieran tener pérdidas significativas. La especie *Machaerium scleroxylon* es la que tuviera mayor pérdida económica (262,8 \$us/ha). Sin embargo, la pérdida económica fue más por la cantidad de árboles muertos. En especies como *Anadenanthera colubrina*, *Myracrodruon urundeuva*, *Machaerium scleroxylon* y *Tabebuia serratifolia* son las que tuvieron mayor pérdida económica (Cuadro 6).

## DISCUSIÓN

### Calidad de árboles

Los bosques secos generalmente poseen árboles de regular calidad. Los eventos climáticos como la sequía en algunos meses hace que los árboles crezcan de manera irregular (Lopez y Villalba 2010). En nuestro estudio, no se ha encontrado diferencias en la calidad de árboles entre tipos de hábitat. Si bien el BOSSCHI-hidrofítico recibe mayor cantidad de agua, es posible que no sea lo suficiente como para tener una marcada diferencia en la fisonomía de los árboles.

A nivel de especies, hay varias especies que se han caracterizado por tener fustes rectos y semi-rectos. En la mayoría de los casos son especies demandantes de luz total o parcialmente, y que tienen un crecimiento rápido. Tal es el caso de las

**Cuadro 5.** Cálculo del volumen total, volumen dañado y volumen muerto, según el tipo de bosque y su posible rendimiento de madera.

Tipos de Bosque	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)			
	General	Dañado	Muerto	Aprovechable
<b>BOSSCHI-hidrofítico</b>				
Aprovechado	60	11,3	15,3	48,7
No aprovechado	86,9	9,6	20,2	77,3
<b>BOSSCHI-bien drenado</b>				
Aprovechado	48,8	3,5	28,5	45,5
No aprovechado	95,5	7	20,8	88,6
Promedio	72,8	7,9	21,2	65

especies *Myracrodruon urundeuva*, *Anadenanthera colubrina* y *Centrolobium microchaete*.

### Posición socioecológica

Se puede observar que más el 50% de los árboles, en estos bosques, se encuentran en el estrato medio. También, hay un significativo porcentaje de árboles (36%) que se encuentran en el estrato superior. En un bosque similar se encontró un 39% de las especies dentro de la

categoría Codominante, que viene a ser análogo a los árboles de estrato medio y un 14% en la categoría de árboles dominantes (Uslar *et al.* 2004). La altura de los árboles del estrato superior está por encima de los 20 m.

Igualmente, a nivel específico, hay especies que son propias de los diferentes estratos. Es el caso, por ejemplo de *Myracrodruon urundeuva*, que se ha reportado el 100% de los árboles en el estrato superior. Esto puede significar

**Cuadro 6.** Cálculo de posible afectación económica producto de daños producidos en el fuste por especie. El valor económico de la madera de cada especie se obtuvo de la Directriz Técnica IT-003/2003 (Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra – ABT).

Nombre Científico	Valor de la madera \$us/m <sup>3</sup>	Árboles dañados \$us/ha	Árboles muertos \$us/ha	Total \$us/ha
<i>Acosmium cardenasii</i>	3,37	15,75	7,84	23,59
<i>Anadenanthera colubrina</i>	7,39	19,12	257,44	276,64
<i>Aspidosperma</i> sp.	4,97	2,37	15,34	17,71
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	8,47	-	115,24	115,24
<i>Poincianella pluviosa</i>	7,39	56,17	51,08	107,25
<i>Cariniana ianeirensis</i>	4,97	0,12	-	0,12
<i>Centrolobium microchaete</i>	9,82	35,98	50,7	86,68
<i>Copaifera chodatiana</i>	3,37	13,41	8,52	21,93
<i>Gallesia integrifolia</i>	3,89	0,69	-	0,69
<i>Machaerium acutifolium</i>	9,82	1,47	9,55	11,02
<i>Machaerium scleroxylon</i>	32,86	262,84	128,13	390,97
<i>Pterogyne nitens</i>	7,39	-	39,3	39,3
<i>Sweetia fruticosa</i>	3,37	1,49	-	1,49
<i>Tabebuia serratifolia</i>	9,82	35,98	105,75	141,73



que no existen árboles en otros estadios de regeneración para esta especie. Esto puede estar relacionado con el grado de perturbación que pueda tener un lugar, a partir del cual algunas especies inician su regeneración, pero los individuos son más o menos de la misma edad. Si estos árboles del estrato superior fueran aprovechados, tendrían que esperar un largo tiempo para ser reemplazados en el estrato superior. Para otras especies como *Anadenanthera colubrina* o *Tabebuia serratifolia*, si bien los valores no son iguales, las tendencias de proporcionalidad de árboles en diferentes posiciones sociológicas son similares (Uslar *et al.* 2004).

### **Daño en los árboles**

De acuerdo con los resultados generales, se puede notar que un alto porcentaje de árboles tuvieron algún tipo de daño. Al parecer el aprovechamiento forestal realizado anteriormente afectó de alguna manera, ya que hubo mayor porcentaje de daño en estas áreas, sea en el BOSSCHI-bien drenado o el BOSSCHI-hidrofítico. Solo el bosque hidrofítico no aprovechado tuvo poco daño mecánico. Al parecer este tipo de bosque tiene mejor condición en términos estructurales. De todas maneras, el porcentaje de árboles dañados encontrados en este estudio parecen ser altos en comparación a otros estudios realizados en el mismo tipo de bosque. Áreas que se aprovecharon de manera intensa llegaron solo alrededor del 10% de daño (Mostacedo *et al.* 2006), a comparación de más de 30% de daño mecánico en-

contrado en este estudio. Esta diferencia puede ser porque en este estudio solo se tomó en cuenta especies maderables.

En relación al aprovechamiento, al parecer hay una relación positiva entre el nivel de aprovechamiento y la proporción de árboles muertos y dañados, donde a mayor tasa de aprovechamiento hay mayor tasa de mortalidad y daño (Mostacedo *et al.*, 2006; Picard *et al.* 2012). En un estudio realizado en los predios de INPA Parket, se encontró que el porcentaje de árboles muertos y dañados al inicio se incrementa pero luego se estabiliza con la intensidad de aprovechamiento (Mostacedo *et al.* 2009).

El daño está también relacionado con la presión de factores externos, sean estos físicos o biológicos. Los vientos y las épocas fuertes de sequía, acompañados de incendios forestales, pueden jugar un rol importante en el daño que tengan los árboles. Los árboles en su intento de continuar con vida rebrotan, pero queda la parte afectada como dañada. También, los factores biológicos como la depredación o la presencia de patógenos afecta en la condición y el daño que puedan tener los árboles. En un experimento en la misma ecorregión a 50 km de distancia del lugar de estudio, se pudo ver que después del daño por fuego o daño mecánico, hay alta probabilidad de que los troncos de los árboles sean infectados por patógenos e insectos (Schoonenberg *et al.* 2003). La capacidad de soportar daños originados por diferentes factores puede depender también de las caracte-

rísticas anatómicas y estructurales de los tallos de árboles (Romero y Bolker, 2008).

Por otro lado, se esperaría que el nivel de daño tendría que incrementar con el tamaño de los árboles. Sin embargo, haciendo un análisis con las especies más abundantes, se pudo constatar que la relación es inversa. Es decir, hay la tendencia que los árboles más pequeños tengan mayor proporción de daño. De todas maneras, lo que también se ve en algunas especies, que el daño es mínimo en los árboles más gruesos, seguramente por el tipo crecimiento que estos tienen. No hay evidencias que esto haya sido producto de la aplicación de técnicas de aprovechamiento de impacto reducido (corta dirigida o marcado de árboles de futura cosecha), pero son técnicas que ayudan a reducir el daño (Mostacedo 2011).

### Efecto en la producción forestal

En cuanto al efecto que ha tenido la calidad de árboles, los daños y la mortalidad de árboles en la producción, al parecer esto ha sido significativo. No obstante, si bien el efecto parece ser alto, estas en su mayoría parece ser por causas naturales. De todas maneras, todas las acciones que se pueda realizar para proteger el bosque y el recurso forestal, ayudarán a reducir los daños. Aquí viene la importancia de aplicar prácticas o tratamientos silviculturales que ayuden a reducir los daños y la mortalidad de árboles. En estudios anteriores se mostró que la aplicación de tratamientos silviculturales puede

reducir la proporción de daños y mortalidad (Mostacedo *et al.* 2009; Mostacedo 2011).

## CONCLUSIONES

El 77-91% de los árboles encontrados son rectos y semi-rectos, siendo similares en proporción entre los diferentes tipos de bosque con y sin aprovechamiento estudiados. La calidad de árboles también ha sido similar entre áreas aprovechadas y no aprovechadas. A nivel de especies, por sus características intrínsecas, hay varias especies que tiene buena calidad de fustes.

En cuanto a la posición socioecológica, los bosques estudiados tienen una distribución de proporción de árboles similar a otras áreas, y tampoco existen diferencias entre los hábitats estudiados. Un considerable porcentaje de árboles son del estrato superior (35%) y medio (51,8%). A nivel de especies, *Myracrodruon urundeuva*, *Anadenanthera colubrina* y *Aspidosperma* spp., son las que domina en el estrato superior. Las áreas aprovechadas tuvieron mayor afectación fitosanitaria.

En relación al daño de los árboles, en ambos tipos de bosque (BOSSCHI-bien drenado e BOSSCHI-hidrofítico), en sus áreas aprovechadas tuvieron en promedio el 65% de daño, las que están representadas por heridas y deterioro del fuste. El daño mecánico, fue más notorio en el BOSSCHI-bien drenado. A nivel de

especies, hay una tendencia de encontrar mayor probabilidad de daño en árboles de diámetro menor. Por su parte, la mortalidad de árboles fue mayor en áreas aprovechadas en comparación a las no aprovechadas. *Anadenanthera colubrina* es una de las especies que aparece con mayor porcentaje de mortalidad en ambos tipos de bosque.

Finalmente, las pérdidas en la producción forestal pueden ser considerables producto del daño y la mortalidad de los árboles. Si bien lo natural será difícil evitar, en las actividades de aprovechamiento que se realicen deberían tomarse en cuenta acciones de protección para reducir daños, especialmente en aquellas especies que tienen alto valor económico.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento por el apoyo financiero y logístico para realizar este estudio a la Fundación para la Conservación del bosque Seco Tropical (FCBC). También, agradecen al Laboratorio de Suelos, Agua y Plantas la Facultad de Ciencias Agrícolas, UAGRM (LAB-SAP) y a todos los que colaboraron de manera directa e indirecta durante el proceso de toma de datos y diagnóstico en campo, análisis, redacción y revisión del documento.

### LITERATURA CITADA

- Baldivieso, J. P. 2013. Plan de Manejo Forestal de Alta Vista. Santa Cruz, Bolivia: Fundación para la Conservación del Bosque Seco Chiquitano.
- Catari, J. C.; Villagomez, J., y Saavedra, M. 2010. Vegetación de la hacienda Alta Vista: composición, estructura, diversidad de áreas importantes para la conservación. Santa Cruz, Bolivia:
- Dykstra, D. P. 2007. Influence of forest operations on timber quality. Paper presented at the Forest Growth and Timber Quality: Crown Models and Simulation Methods for Sustainable Forest Management.
- Lopez, L., y Villalba, R. 2010. Climate influences on the radial growth of *Centrobium microchaete*, a valuable timber species from the tropical dry forests in Bolivia. *Biotropica*, 43(1): 41-49.
- Mostacedo, B.; Peña-Claros, M.; Alarcón, A.; Licona, J. C.; Ohlson-Kiehn, C.; Jackson, S.; Blate, G. 2006. Daños al bosque bajo diferentes sistemas silviculturales e intensidades de aprovechamiento forestal en dos bosques tropicales de Bolivia. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia:
- Mostacedo, B.; Villegas, Z.; Licona, J. C.; Alarcón, A.; Villarroel, D.; Peña-Claros, M. y Fredericksen, T. S. (2009).

- Ecología y silvicultura de los principales bosques tropicales de Bolivia. Santa Cruz, Bolivia: Instituto Boliviano de Investigación Forestal.
- Mostacedo, B. 2011. Silviculture of Tropical Dry Forests: Bolivian case study. p. 285-295. *En*: Günter S.; Weber M.; Stimm B. y R. Mosandl (Eds.), *Silviculture in the Tropics*. Berlin, Alemania: Springer-Verlag.
- Murillo, O. y Badilla, Y. 2010. Calidad de la plantación forestal. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Navarro, G. y Ferreira, W. 2005. Caracterización de complejos de vegetación y unidades puras del bosque seco Chiquitano. Santa Cruz, Bolivia:
- Picard, N.; Gourlet-Fleury, S. y Forni, E. 2012. Estimating damage from selective logging and implications for tropical forest management. *Canadian Journal of Forest Research*, 42(3): 605-613.
- Romero, C. y Bolker, B. M. 2008. Effects of stem anatomical and structural traits on responses to stem damage: an experimental study in the Bolivian Amazon. *Canadian Journal of Forest Research*, 38(3): 661-618.
- Schoonenberg, T.; Pinard, M., y Woodward, S. 2003. Responses to mechanical wounding and fire in tree species characteristic of seasonally dry tropical forest of Bolivia. *Canadian Journal Of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere*, 33(2): 330-338.
- Terrazas, J. 2010. Diagnóstico de suelos de la Propiedad Alta Vista. Santa Cruz, Bolivia: Fundación para la Conservación del Bosque Seco Chiquitano.
- Uslar, Y. V.; Mostacedo, B.; y Saldías, M. 2004. Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 39(1): 25-43.
- Vides-Almonacid, R.; Reichle, S. y Padilla, F. (2007). Planificación Ecoregional del Bosque Seco Chiquitano. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: Fundación para la Conservación del Bosque Seco Chiquitano.
- Villarpando, W. 2004. Pronóstico y variabilidad climática del Bosque Chiquitano y sus alrededores. Santa Cruz, Bolivia.

**Guía para el manejo de la  
densidad de plantaciones  
forestales de *Eucalyptus*  
en el Municipio Carmen  
Rivero Torres,  
Santa Cruz – Bolivia**

Milton Milan Brosovich Gonzales





# Guía para el manejo de la densidad de plantaciones forestales de *Eucalyptus* en el Municipio Carmen Rivero Torres, Santa Cruz – Bolivia

Enviado el 05/feb/2020 y aceptado el 27/ago/2020

## Milton Milan Brosovich Gonzales

Docente Carrera Ingeniería Forestal, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia

Correo electrónico: mbrosovich@gmail.com

## Resumen

El manejo de plantaciones forestales en el Municipio de Carmen Rivero Torres, Departamento de Santa Cruz se ha enfocado en la última década al establecimiento de plantaciones de rodales de la especie del género *Eucalyptus*, que son especies exóticas de rápido crecimiento y con alto valor económico de su madera. El crecimiento rápido de *Eucalyptus* requiere el manejo adecuado de la densidad de plantación para programar raleos y optimizar el turno técnico. Este parámetro es un indicador confiable del grado de ocupación real del arbolado de un lugar y tiempo específicos, además es una de las pocas variables que representan, de manera sencilla y objetiva la estructura de áreas forestales. En los predios El Recreo, San Crispín y Las Lajitas se elaboró una guía de densidad para plantaciones de *Eucalyptus*, con la finalidad de desarrollar la metodología de Índice de Densidad de Rodales de Reineke. Se analizó información de 8,97 ha

para los tres predios con aproximadamente 1000 individuos establecidos por hectárea considerados como densidad inicial completa. Asimismo, para definir el Factor de Competencia de Copas se midieron 75 árboles individuales aislados. En la construcción de la guía de densidad se determinó la línea de máxima densidad o nivel "A" IDRR de Reineke, con la cual se obtuvo un valor de 956,01 árboles a un diámetro cuadrático de 25 cm, mientras que para los árboles aislados se estableció el FCC o la línea "B" densidad mínima un valor de 318,92 árboles para el mismo diámetro cuadrático. A partir de la guía generada se relacionaron índices cuantitativos que permiten comparar el grado de densidad y algunas variables dasométricas en rodales de *Eucalyptus*. Este análisis permite sugerir su aplicación para realizar raleos y esperar una mejor productividad cuando el rodal haya llegado su turno, independientemente de la edad y la calidad de sitio.

**Palabras clave:** Guía de densidad, índice de densidad de rodales de Reineke, Factor de competencia de copas, Manejo de plantaciones, *Eucalyptus*

# Guide for the management of density of *Eucalyptus* forest plantations in the Carmen Rivero Torres Municipality, Santa Cruz - Bolivia

Submitted 05/feb/2020 and accepted 27/aug/2020

**Milton Milán Brosovich Gonzales**

Forest Engineering, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia.  
Email: mbrosovich@gmail.com

## Summary

The last decade the management of forest plantations in the Municipality of Carmen Rivero Torres, Department of Santa Cruz has focused on the establishment of *Eucalyptus* stands, which are fast-growing exotic species with a high economic value. The rapid growth of *Eucalyptus* requires proper density management to plan thinning tasks and optimize technical cycles. This parameter is a reliable indicator of the degree of occurrence of trees in a specific place and time, and is one of the few variables that represents in a simple and objective way the structure of forest areas. In order to develop the Reineke Stand Density Index methodology a density guide for *Eucalyptus* plantations has been developed in the private properties of El Recreo, San Crispín and Las Lajitas. In these sites, data from 8.97 ha was gathered and analyzed with approximately 1000 established trees per hectare considered as complete initial density.

In addition, in order to define the Crown Competition Factor, 75 isolated individual trees were measured. In the construction of the density guide the maximum density line or Reineke's IDRR level "A" was determined. This resulted a value of 956.01 trees at a quadratic diameter of 25 cm, whereas for isolated trees, the FCC or the minimum density "B" line resulted a value of 318.92 trees for the same quadratic diameter. With the generated guide, quantitative indexes were related allowing to compare the degree of density and dasometric variables in *Eucalyptus* stands. This analysis allows us to suggest its application for thinning and to expect better productivity when the stand has reached its rotation, independently of age and site quality.

**Keywords:** Density guide, Reineke Stand Density Index, Crown Competition Factor, Plantation management, *Eucalyptus*

## INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de los productos forestales maderables dependen en gran manera del manejo adecuado de la densidad del rodal a través del turno, donde el manejo adecuado y oportuno de las nuevas masas es de vital importancia para lograr la productividad deseada. Estas prácticas silviculturales tiene gran importancia en el establecimiento y manejo de plantaciones forestales de carácter comercial. (Rodríguez *et al.*, 2009).

En Bolivia las prácticas silviculturales de establecimiento y manejo de plantaciones forestales están a cargo de los propietarios de terrenos y técnicos especializados que buscan obtener un mejor aprovechamiento. De acuerdo a Aguirre (2000) el CIAT viene monitoreando el crecimiento de plantaciones forestales desde al año 2000 en una superficie alrededor de 1.000 hectáreas de plantaciones distribuidas en 14 municipios del departamento de Santa Cruz. Este autor muestra que los resultados sobre el estado de las plantaciones, así como la tasa de crecimiento, volumen, calidad junto a los a información de sobrevivencia y mortalidad es muy importante en la toma de decisiones a la hora de realizar el manejo de la plantación forestal.

Por otra parte, Álvarez (2008) señala que una de las características de las plantaciones en nuestro departamento es la

baja diversidad de especies empleadas con fines comerciales; en el cual se llegó a determinar 7 especies, siendo estas las más utilizadas: *Schizolobium* sp., *Tectona grandis* L., *Eucalyptus* sp., *Pinus* sp., *Swietenia macrophylla* King., *Melia azederach* var. *gigantea* L. y *Hevea brasiliensis* Willd. ex A.Juss.

Esto demuestra que el manejo de plantaciones forestales para propósitos comerciales data de aproximadamente dos décadas y se emplean pocas especies. Una de las principales causas es el poco conocimiento de herramientas que ayuden a determinar las intensidades de corta adecuadas para aplicar raleos; por lo que cada técnico forestal aplica sus propios criterios que no siempre son los más ajustados. Por esta razón se tiene la necesidad de contar con herramientas que permiten calificar el manejo de la densidad a través del tiempo. La guía de densidad es una herramienta importante para aprovechar plenamente la capacidad productiva del sitio y mejorar la calidad de los productos forestales. Es decir que, en aquellos rodales se apliquen las intensidades de cortas adecuadas, con base en el número de árboles presentes y diámetros existentes en el rodal. Mediante los raleos se reduce la competencia entre los árboles, generando individuos más grandes, produciendo mayores rendimientos volumétricos, estimulando la resistencia al ataque de plagas y enfermedades, teniendo un desarrollo favorable (Oliver 1996). Los objetivos fundamentales de los raleos son: redistribuir el crecimiento

potencial de la masa de un modo que resulte óptimo y utilizar todo el material comerciable producido por la masa durante un turno (Hawley 1982).

Esa es la importancia de generar una guía de densidad como una herramienta de apoyo a una política de plantaciones forestales en Bolivia, pero fundamentalmente a los técnicos responsables del establecimiento y manejo de plantaciones, así como a los propietarios de los mismos para determinar los espaciamientos óptimos a los cuales las especies de interés tengan un desarrollo favorable.

En Bolivia no existen estudios para las especies de género *Eucalyptus* como una guía de densidad, a pesar de ser una especie que se tiene mucho conocimiento, es muy importante económicamente y muy utilizada en otros países tropicales. Además, es muy relevante por su gran capacidad de establecimiento en un amplio rango geográfico del país, rápido crecimiento, mercado seguro entre los más importantes, y porque tiene una madera relativamente dura, por lo tanto, muy apreciada en la industria maderera. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio es generar una guía para el manejo de la densidad en rodales puros de *Eucalyptus* basada en el Índice de Densidad de Rodales de Reineke (IDRR) y en el Factor de Competencia de Copas (FCC). Esta guía ayudará a realizar intensidades de raleos adecuados, con base en el número de árboles presentes y diámetros existentes en el rodal, es decir, con base en la competencia deseada.

## MÉTODOS

### Área de estudio

La guía de densidad fue construida para plantaciones de clones del género *Eucalyptus* procedentes de la República de Brasil. Estas plantaciones se encuentran establecidas en los predios privados El Recreo, San Crispín y Las Lajitas en el Municipio Carmen Rivero Torrez, Tercera Sección Municipal de la Provincia Germán Bush del Departamento de Santa Cruz. Se localiza entre las coordenadas 18°40'33" S y 58°53'58" O, con una elevación de 180 m s.n.m. (Figura 1).

De acuerdo a los Planes de Ordenamiento Predial, para los tres predios se realizaron estudios de suelos, estos presentan profundidades mayores a 100 cm con una textura que varía de mediana a pesada. El drenaje es moderadamente drenado, la fertilidad es media con pH de 6,0 a 6,5, la aptitud de uso del suelo es para ganadería, protección y plantación forestal que presenta tres tipos de textura Arenoso Franco (AF), Franco Arenoso (FA) y Franco Arcillo Arenoso (FYA) (Lijerón 2009).

La región presenta una precipitación promedio anual de 1085,4 mm/año, existiendo un período de 6 meses de lluvias (octubre - marzo), periodo que hace un 80 % de las lluvias con una precipitación promedio anual de 575,9 mm/año. La temperatura media anual es de 26,9°C; teniendo una media mínima de 22,6°C y una media máxima de 30,7°C, la precipi-



**Figura 1.** Mapa de ubicación del área de estudio.

tación anual encuentra alrededor de los 1100-1200 mm/año. En la época seca, que es aproximadamente de 4 meses, las precipitaciones se consideran como lloviznas aisladas.

Según la clasificación ecológica, las áreas de estudio se encuentran en la categoría de Escudo Brasileiro y Llanura Beniana (Holdridge 1967). Asimismo, el mapa de Zona de Vida, muestra que se encuentran en la categoría de Bosque Seco Templado (bs-TE).

El estudio se realizó en tres rodales de plantaciones de *Eucalyptus* en las pro-

piedades privadas El Recreo, San Crispín y Las Lajitas establecidas en los años 2010 al 2012 y que pertenecen a la ex Sociedad Agroforestal hoy denominado empresa BOLIVERDE SRL. Esta empresa tiene un convenio con la Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno para realizar prácticas forestales y estudios relacionados a bosques naturales y principalmente plantaciones forestales de carácter comercial.

## Diseño del estudio

La superficie total de estudio comprende 8,97 ha; El Recreo con 4,2 ha, San Crispín 4,2 ha y Las Lajitas con 2,8 ha siendo la más pequeña de las superficies.

Para determinar el IDRR se tiene de cada sitio información de valores observados como el número de árboles (NA), la altura total (A) y el diámetro normal (DN) de todos los árboles vivos dentro de cada parcela para estimar las siguientes variables del rodal: área basal (AB), número de árboles (NA). Se consideró que las plantaciones tengan una densidad completa de acuerdo a su densidad inicial (2,50 m entre hilera y 4 m entre surco con un aproximado de 1000 árboles por ha).

Para la selección de árboles individuales para determinar el FCC fueron seleccionados 75 individuos de *Eucalyptus* que fueron establecidos en forma aislada y dispersa dentro de los predios. En estos se midió la proyección de la copa al suelo en dos direcciones: Norte a Sur y Este a Oeste, de estas mediciones se derivó el diámetro de copa promedio por individuo; también se midió el diámetro normal de cada individuo aislado.

## Análisis de datos

La base de datos se elaboró en Microsoft Excel y el análisis se realizó mediante el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System), con una base de datos para rodales de densidad completa

(sitios) y otra para árboles aislados; se obtuvieron diagramas de dispersión para detectar datos atípicos y ajustar la información. Para estimar el Dq se utilizó la expresión de Clutter *et al.* (1983).

Una vez determinado el diámetro cuadrático, se eligió el diámetro de referencia (Dqr) en 25 cm, de acuerdo a lo propuesto por Reineke (1933) y Vega (1995), el cual permite hacer comparaciones entre rodales. Para el ajuste del modelo de IDRR se utilizó el diámetro cuadrático de cada sitio y el número de árboles extrapolados a la hectárea, luego se efectuó un ajuste de los datos a una regresión no lineal, a fin de predecir el número de árboles ha<sup>-1</sup> por categoría diamétrica; para ello se utilizó la siguiente expresión (Montero *et al.*, 2007):

$$N = b_0 (D_q^-)^{-b_1}$$

Este modelo general, en forma linealizada, se expresaría así (Clutter *et al.* 1983):

$$\log(N) = \log(b_0) + b_1 \log(D_q^-)$$

Donde:

N= Número de árboles ha<sup>-1</sup>

b<sub>0</sub>= Coeficiente de regresión (intercepto)

b<sub>1</sub>= Coeficiente de regresión (pendiente)

log= Logaritmo base 10.

Con el objeto de definir la curva de referencia se hizo variar el intercepto al origen y se conservó la pendiente para cualquier índice a partir del modelo general (Gingrich 1967, Zepeda 1984, Zepeda y



Villarreal 1997, Aguirre y Jiménez 1992; Aguirre y Jiménez 1994, Alonso 1996) con la siguiente expresión:

$$\log(N) = b_0 + b_1 \log(D_q^-)$$

Al despejarse se tiene:

$$\log(N) = (b_1 \log D_q^-) + b_0$$

$$\log(N) = k + b_0$$

$$\log(N) - k = b_0$$

Donde:

$N$  = Valor por donde requiere pasar la curva, denominado "índice de densidad";

$K$  = Constante.

El cálculo del área basal por hectárea se logra utilizando la siguiente ecuación:

$$abh^{-1} = (b_0 D_q^{-b_1}) \left( \frac{0.7854 D_q^2}{10\,000} \right)$$

Donde:

$abh^{-1}$  = Área basal por hectárea ( $m^2 ha^{-1}$ ).

El FCC es un índice cuantitativo que permite comparar el grado de densidad que pueden alcanzar los árboles de una especie, independientemente de la edad, calidad de sitio, número de árboles y permite una apreciable visión de las razones por las que algunas especies pueden crecer en rodales más densos que otros (Daniels *et al.*, 1982).

El FCC se diseñó para aportar información acerca de la máxima cantidad de espacio disponible que puede utilizar un árbol y acerca del mínimo necesario para

que el árbol pueda sostener su sitio dentro del rodal (Krajicek *et al.*, 1961, citado por Daniels *et al.*, 1982).

Para ajustar el modelo de FCC con el supuesto de que existe una correlación alta entre el diámetro de copa del árbol que creció de forma libre, sin interferencias, y el diámetro normal (Krajicek *et al.*, 1961), con pares de los valores de área de copa (m) y diámetro normal del fuste (cm) medido a 1.3 m de altura de árboles aislados, se generaron los coeficientes de regresión lineal del modelo:

$$dc = b_0 + b_1(d)$$

Donde:

$dc$  = Diámetro de copa (m)

$d$  = Diámetro normal promedio (cm)

$b_0$  = Coeficiente de regresión (intercepto)

$b_1$  = Coeficiente de regresión (pendiente)

Luego se determinó el área de copa de árboles individuales ( $ac$ ) en  $m^2$ , mediante la ecuación:

$$ac = 0.7854(dc)^2$$

Sustituyendo se tiene:

$$ac = 0.7854(b_0 + b_1 d)^2$$

Cuando se redefine  $ac$  por área máxima de copa individual ( $amci$ ), se desarrolla el binomio al cuadrado, de acuerdo a Krajicek *et al.* (1961), Clutter *et al.* (1983), Zepeda (1984) y Husch *et al.* (1982).

Para el cálculo de espacios de crecimiento (*ec*), número de árboles por hectárea (*nah*<sup>-1</sup>) y área basal por hectárea (*abh*) se utilizan las siguientes expresiones:

*Espacios de crecimiento*

$$ec (\%) = \left( \frac{(0.7854)(b_o + b_i d)^2}{10\ 000} \right) 100$$

Donde:

*ec*(%) = Espacio de crecimiento en porcentaje de superficie

El número de árboles por hectárea se estima con la siguiente expresión:

$$nah^{-1} = \frac{10\ 000}{(0.7854)(b_o + b_i d)^2} = \frac{10\ 000}{amci}$$

Por último, para calcular el área basal por hectárea se empleó la siguiente expresión:

$$abh^{-1} = 0.7854 \left( \frac{d}{100} \right)^2 \left( \frac{10\ 000}{(0.7854)(b_o + b_i d)^2} \right)$$

## Construcción de la guía de densidad:

**Estimación de valores en la línea “A” o densidad máxima:** Se usaron los valores calculados del *IDRR* en la construcción de la línea, la cual pasa por el máximo número de árboles *ha*<sup>-1</sup> a un diámetro cuadrático de referencia (*Dqr*) base de 25 cm.

Con los valores de número de árboles *ha*<sup>-1</sup> por categoría diamétrica, se estima el área basal *ha*<sup>-1</sup> para construir la guía de densidad. Mediante la unión de los valores que representan el diámetro cuadrático, número de árboles y área basal, se define la posición; el grado de densidad es expresado en porcentaje de la línea “A”, tanto en el número de árboles como en área basal *ha*<sup>-1</sup>.

## Estimación de valores en la línea “B” o densidad mínima:

Para la generación de la línea se emplearon los valores del FCC de la relación del área de copa y el número de árboles. Se obtuvo el número de árboles por categoría diamétrica y los valores del área basal *ha*<sup>-1</sup>, de esto resultó la posición de la línea “B” en la guía por la unión de valores.

## Estimación de valores en la línea “C” o densidad mínima aceptable:

Con los valores resultantes para número de árboles y área basal total según el índice de densidad de rodales de Reineke, se definió la línea de 100% o línea A. Partiendo de este porcentaje se calcularon los diferentes grados de densidad a intervalos de 10%. De acuerdo a la metodología propuesta por Gingrich (1967), se integraron en la guía los valores de área basal y diámetro cuadrático promedio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Índice de densidad de rodales de Reineke:

Se determinó que los valores de los coeficientes de regresión fueron:

$b_0 = 87129,39035$  y  $b_1 = -1,40185$  de la ecuación, la cual tuvo un  $R^2 = 0.9969$  y un valor de  $(Pr \geq 0.0001)$ , que indican evidencia altamente significativa, de que el número de árboles de *Eucalyptus*, en el área de estudio, es el producto de la predicción del diámetro cuadrático medio de los mismos.

De acuerdo a este parámetro se determinó el IDRR= 956,01 para los rodales de *Eucalyptus* con un diámetro cuadrático de referencia de 25 cm.

$$\begin{aligned} NAH &= 87129.39035 Dc^{-1.40185} \\ NAH &= 87129.39035 (25)^{-1.40185} \\ IDR &= 956.01 \end{aligned}$$

El área basal por hectárea fue calculada en 46.9281 aplicando la ecuación que estima el número de árboles por hectárea multiplicada por el área basal de árboles individuales de un diámetro cuadrático dado.

$$\begin{aligned} ABH &= 87129.39035 (DC)^{-1.40185} * (0.00007854 (Dc)^2) \\ ABH &= 87129.39035 (25)^{-1.40185} * (0.00007854 (25)^2) \\ ABH &= 956.01 * 0.0490875 \\ ABH &= 46.9281 m^2 \end{aligned}$$

Con este resultado podemos exponer que

cuando hay una cercanía a la máxima densidad expresado al 100% o línea "A" donde se concentran los diámetros más grandes podemos encontrar menor cantidad de árboles. Comportamiento que corresponde a la Ley de Auto-raleo o curva de Liocourt (Yoda *et al.* 1963) basada en la competencia entre individuos del rodal. El valor calculado de la pendiente es de  $b_1 = -1.40185$ , cercano al obtenido por Reineke (1933) en *Pinus hartwegii* Lindl. con 1.56; Torres *et al.* (2000) en una mezcla de *Pinus-Pseudotsuga-Alnus* y *Quercus*, con -1.45, -1.80 y -1.51.

Las diferencias entre los valores de las pendientes en los estudios mencionados se atribuyen a efectos aleatorios de muestreo, a diferencia entre las especies estudiadas, características propias de las especies, ya que para cada  $x$  ( $Dq$ ) existe una cantidad de valores como es el número de árboles por unidad de superficie bajo una distribución normal. Respecto a la variación de la pendiente de la línea, también se adjudica a las diferentes condiciones de desarrollo de las plantaciones, diferentes especies, su distribución dentro del rodal y la densidad existente.

### Factor de Competencia de Copas:

En la construcción del FCC se emplearon los diámetros de los fustes a la altura de 1.3 m y el diámetro promedio de copa de 75 árboles aislados de *Eucalyptus*, se generó la siguiente expresión, cuyo ajuste fue satisfactorio  $R^2 = 0.9996$  y  $Pr \geq 0.0001$ ):

$$DC = 0.661708 + 0.226273 * DN$$

Donde:

DC = Diámetro de copa (m).

DN = Diámetro normal (cm).

Para calcular el área máxima de copa individual (AMCI), que expresa en términos de porcentaje de una hectárea, el área máxima de terreno que teóricamente podría ocupar la copa de un árbol de diámetro normal dado, se procedió como sigue:

$$AC = \frac{\pi}{4} * (Dc^2)$$

Donde:

AC = Área de la copa de un árbol individual (m<sup>2</sup>).

DC = Diámetro de copa (m).

Redefiniendo ahora AC por AMCI, al sustituir el diámetro de copa de la primera ecuación por el diámetro de copa de árboles creciendo sin competencia de la segunda ecuación se genera la siguiente expresión:

$$AMCI = \frac{\pi}{4} ((R)_0 + (R)_1 DN)^2$$

$$AMCI = \frac{\pi *}{4} (0.661708 + 0.226273 * DN)^2$$

$$AMCI = 0.7854 * (0.437857477 + 0.299453308 * DN + 0.05119947 * DN^2)$$

$$AMCI = 0.343893262 + 0.235190628 DN + 0.040212063 DN^2$$

El área máxima de copas, expresa en términos de porcentaje de una hectárea, el área máxima de terreno que podría ocupar la copa de un árbol determinado.

Una vez determinada la ecuación para el AMCI se estimó el espacio de crecimiento (EC) que teóricamente ocupan los árboles de categorías diamétricas dadas y que crecen libremente, así como el número de árboles (NA) y área basal por hectárea (ABH).

El espacio de crecimiento en porcentaje de superficie (EC%), es la proporción de superficie en una hectárea que ocupa la copa de un árbol creciendo sin competencia, para esto se utilizó la siguiente expresión:

$$EC\% = (AMCI / 10000) * 100$$

Donde:

EC% = Espacio de crecimiento en porcentaje de superficie.

Esta expresión desarrollándose generó la siguiente ecuación:



$$EC\% = (0.343893262 + 0.235190628 DN + 0.040212063 DN^2) / 100$$

Para el cálculo del número de árboles por hectárea se utilizó la siguiente expresión:

$$NAH = \left( \frac{\frac{10000}{\frac{\pi}{4}(\beta_0 \div \beta_1 DN)^2}}{100} \right)$$

$$NAH = \frac{10000}{\frac{0.343893262 + 0.235190628 DN + 0.040212063 DN^2}{100}}$$

La función resultante para obtener el área basal por hectárea es:

$$ABH(m^2/ha) = \left( \frac{\pi}{4} \left( \frac{DN}{100} \right)^2 \right) (NAH)$$

$$ABH(m^2/ha) = \left( \frac{\pi}{4} \left( \frac{DN}{100} \right)^2 \right) \left( \frac{10000}{\frac{\pi}{4}(\beta_0 \div \beta_1 DN)^2} \right)$$

Donde:

NAH = Número de árboles por hectárea.

ABH = Área basal total por hectárea (m<sup>2</sup>)

Finalmente se realizó el cálculo del factor de competencia de copas para una hectárea tipo, utilizando la siguiente expresión:

$$FCC = \left( \frac{\sum_{i=1}^n AMCI}{\text{area } \circ \text{ del } \circ \text{ rodal}} \right)$$

Lo cual es equivalente a (García *et al.*, 1994):

$$FCC = \sum EC (\%)_i$$

Para:

$i = 1, 2, 3, \dots$  hasta el número de árboles en una hectárea tipo.

Donde:

FCC = Factor de competencia de copas.

EC (%) = Espacio de crecimiento relativo.

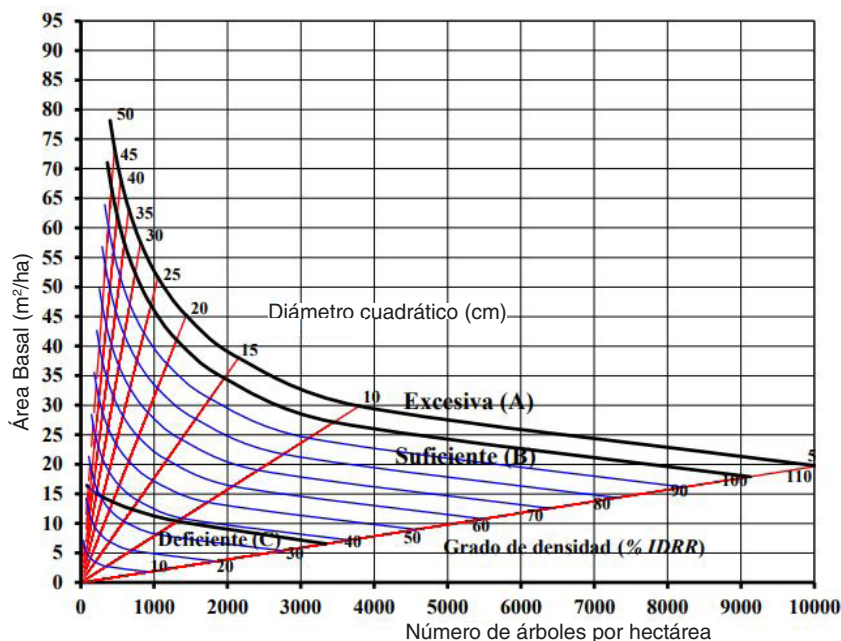
El FCC es la suma de todas las EC(%) de los árboles que se encuentran sobre la unidad de superficie, por lo que se puede afirmar que los rodales de *Eucalyptus* que crecen sobre el nivel "B" se supone que crecen con el espacio máximo posible requerido para crecer sin competencia y que, en ausencia de intervenciones o disturbios tenderán con el tiempo hacia el nivel "A". Aquí entonces podemos asu-

mir que entre el área de la línea "A" y la línea "B", donde se utiliza todo el espacio de crecimiento, los rodales serán de densidad completa o cerrada.

En relación con la parte baja de la línea "B" se tiene un rodal subpoblado, en el cual se espera que en el transcurso de un tiempo alcance la densidad completa mínima o la línea "B". Para el caso de la línea "C", por debajo de ella, el rodal presenta una deficiencia de densidad; en consecuencia, se necesitarían tratamientos para aumentar esa densidad.

### Construcción de la guía de densidad:

En la Figura 2 se incluyen datos de número de árboles por hectárea, diámetro cuadrático promedio, área basal por hec-



**Figura 2.** Guía de densidad para rodales de *Eucalyptus* en el Municipio de Carmen Rivero Torres, para diámetros cuadráticos medios de 5 a 50 cm.



tárea, grado de densidad en porcentaje, así como el rango de densidad suficiente para la especie, comprendidos entre las líneas A y B. (Línea A, índice de densidad de rodales de Reineke) y (Línea B, factor de competencia de copas). Se estiman los diversos grados de densidad con base en los resultados consignados para IDRR, de acuerdo a la metodología propuesta por Gingrich (1967).

Para la línea de densidad mínima ("B"), dibujada a un porcentaje del IDRR (31,35%) de la densidad máxima (basado en el diámetro cuadrático de referencia de 25 cm) explica cuándo un rodal tiene una densidad suficiente o deficiente. Estos valores son generados con las ecuaciones derivadas del Factor de Competencia de Copas (FCC) para el número de árboles y área basal. Los resultados para el caso del IDRR y el FCC se muestran en el Cuadro 1.

La línea "C" que representa la densidad mínima aceptable, se obtuvo con base en los incrementos diamétricos promedios por categoría, al dar valores entre 25% respecto a la densidad máxima aceptable, lo cual expresa los valores del área basal, el diámetro cuadrático promedio y el número de árboles por hectárea, así como de densidad, para el óptimo desarrollo del rodal; se creó la guía de densidad propuesta (Figura 2).

### Manejo de la guía de densidad:

La Figura 2 indica que arriba de la línea "A" existe una sobrepoblación del arbolado, esto conlleva la necesidad de aplicar un tratamiento silvicultural como un raleo para disminuirla y lograr la apertura de espacios. Entre el área de la línea "A" y la línea "B", en el que se encuentra concentrado todo el espacio de crecimiento, los rodales de *Eucalyptus* tienen una densidad completa o cerrada. Mientras que en la parte baja de la línea "B" se tiene un rodal subpoblado, en el cual se espera que en el transcurso de 5 años alcance la densidad mínima o la línea "B". Para el caso de la línea "C", por debajo de ella, se puede ver la presencia baja de densidad.

## CONCLUSIONES

La guía de densidad construida para la plantación de *Eucalyptus* con un diámetro cuadrático de 25 cm, permite al personal técnico de la empresa realizar tratamientos. Esto implica que de ese rodal se puede remover mediante raleos, un área basal de 4,69 m<sup>2</sup>/ha o dejar 860 árboles por ha-1 del mismo diámetro promedio y todavía mantenerse en el rango de suficiencia en cuanto a la ocupación plena del espacio de crecimiento.

**Cuadro 1.** Diámetro de copa (dc), área máxima de copa individual (amci), número de árboles por hectárea (nah<sup>-1</sup>) y área basal por hectárea (abh<sup>-1</sup>) para *Eucalyptus* estimados a partir del IDRR y FCC en predios El Recreo, San Crispín y Las Lajitas del Municipio de Carmen Rivero Torres del Departamento de Santa Cruz.

IDRR			FCC					
Diámetro Medio	Número de árboles por	Área Basal	Diámetro	DC	AMCI	EC	NHA	ABH
(cm)	Hectárea	(m <sup>2</sup> /ha)	Medio (cm)	(m)	(M <sup>2</sup> )	(%)		
5	9126.70	179.203	5	17.931	2.525	0.02525	3960.16	77.758
10	3453.94	271.272	10	29.244	6.717	0.06717	1488.76	116.927
15	1956.42	345.728	15	40.558	12.919	0.12919	774.03	136.782
20	1307.12	410.645	20	51.872	21.133	0.21133	473.20	148.662
25	956.01	469.281	25	63.185	31.356	0.31356	318.92	156.548
30	740.39	523.354	30	74.499	43.590	0.43590	229.41	162.159
35	596.50	573.905	35	85.813	57.835	0.57835	172.90	166.354
40	494.67	621.624	40	97.126	74.091	0.74091	134.97	169.608
45	419.38	666.998	45	108.440	92.357	0.92357	108.28	172.205
50	361.80	710.386	50	119.754	112.634	112.634	88.78	174.326

Por otra parte, cuando se tiene un área basal y una densidad inferior a la línea de mínima densidad o nivel “B”, deberá dejarse más tiempo la masa forestal sin intervención silvícola hasta que alcance la densidad deseada y sobreponga este nivel “B”, así como orientar el rodal a ocupar de manera efectiva la superficie en el lugar.

La presente guía de densidad construida bajo esta metodología de IDRR y FCC para los rodales de los predios El Recreo, San Crispín y Las Lajitas sugieren que la intensidad de raleo puede ser muy importante tomando en cuenta los valores de A; B y C en el cual se puede realizar un

raleo del valor de 50% ya que el área “B” permite aproximarse hasta el 40% antes de entrar a la zona “C” o deficiente.

Como se ve en los resultados un aspecto importante a considerar dentro de la densidad del rodal de *Eucalyptus* es que a medida que los incrementos diamétricos sean mayores, los sitios requieren más espacio. Una alternativa para nuestro caso es llegar a un raleo más allá del diámetro cuadrático de referencia por ejemplo DAP promedio 50 cm y NAH 88.78 individuos con la implicancia que se pudiera tener un rodal más productivo si la plantación tiene el objetivo de producir madera aserrada.

La guía de densidad obtenida representa una herramienta para planificar diferentes opciones de manejo de la densidad de rodales puros de *Eucalyptus* tanto para el Municipio de Carmen Rivero Torres del departamento de Santa Cruz y todo el territorio Nacional donde se están estableciendo plantaciones forestales de carácter comercial.

Otro aspecto importante para los silvicultores que puedan implementar esta guía de densidad de rodales comerciales de *Eucalyptus* en la región tienen que conocer el crecimiento y su fisiología de desarrollo en altura, diámetro normal, diámetro de copa, etc. a fin de implementar de manera adecuada los raleos y llegar a una productividad deseada. Por lo tanto, la guía de densidad construida representa un soporte para planificar diferentes opciones de manejar la densidad para *Eucalyptus* en el Municipio de Carmen Rivero Torres.

Estos resultados muestran la importancia de tener esta herramienta para las futuras plantaciones que se realicen en el Municipio porque realizar los raleos adelantados o tardíos pueden presentar bajos incrementos en la masa remanente del rodal y al final del turno se puede presentar con desventajas en la calidad de la madera.

La metodología aplicada es confiable para definir los límites de variación natural de la densidad para *Eucalyptus* en esta región; los modelos utilizados muestran la capacidad tanto explicativa como

predictiva como base para el manejo forestal.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Carrera de Ingeniería Forestal por intermedio del PhD Eduardo Sandoval y a BOLIVERDE S.R.L. por las facilidades prestadas para llevar a cabo el presente estudio.

A los revisores del artículo que ayudaron a las mejoras en el contenido y la redacción final del manuscrito PhD. Lincoln Quevedo y PhD Juan Carlos Montero. También se agradece al Ing. Raúl Aguirre y al Ing. Gonzalo Peña, quienes contribuyeron con observaciones importantes que están incluidas en el manuscrito. A los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Forestal que han colaborado en los inventarios de campo y tareas de gabinete. Este trabajo de investigación es financiado por la DICIT de la Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno.

## REFERENCIAS

- Aguirre, C. O. y Jiménez J. P. 1992. Índice de densidad del rodal de Reineke para *Pinus pseudostrobus* Lindl. en Nuevo León. In: II Simposio Regional de Biología. Cd. Victoria, Tamaulipas. México. p. 13.
- Aguirre, C. O. y Jiménez J. P. 1994. Índice de densidad del rodal de Reineke para *Pinus teocote* Sch. et Cham. en Nuevo León. In: II Simposio Re-

- gional de Biología y Ecología, Tampico, Tamps. México. 7 p.
- Aguirre, R. 2000. Monitoreo de plantaciones forestales a escala comercial adaptabilidad de 6 especies y sus crecimientos en Santa Cruz. Informe Técnico, CIAT, Santa Cruz, Bolivia.
- Alonso, G. L. 1996. Guía de densidad para *Pinus rudis* Endl. en Arteaga, Coah. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coah. México. 76 p.
- Álvarez, A. 2008. Diagnóstico de plantaciones forestales comerciales en Santa Cruz. Tesis de Grado. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz, Bolivia.
- Cano, C. J. 1988. El sistema de manejo regular de los bosques en México. Fundamentos de Silvicultura y su aplicación práctica. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. de Méx. México. 222 p.
- Clutter, J. L.; Fortson C. J.; Pineaar V. L.; Brister H. G. y Bailey L. R. 1983. Timber management, a quantitative approach. John Wiley and Sons, Inc. New York, NY. USA. 333 p.
- Daniel, T. W.; Helms A. J. y S. F. Baker. 1982. Principios de Silvicultura. Editorial McGraw-Hill. México, D.F. México. 482 p.
- García, R. F. T. y Hernández E. 1994. Elaboración de dos guías de densidad para *Pinus patula* Schl. et Cham. en la región de Macuiltianguis, Oaxaca. Revista Chapingo, Serie: Ciencias Forestales. Vol. 1 Num. 1. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México p 83-89.
- Gingrich, S. F. 1967. Growth and yield in uneven aged silviculture and management in the United States. USDA Forest Service. Washington, DC. USA. pp. 115-124.
- Holdridge, L.S. 1967. Ecología basada en zonas de vida. Editorial IICA. San José, Costa Rica. 206 p.
- Husch, B.; Miller C. y Beers T. 1982. Forest mensuration. John Wiley and Sons, Inc. New York, NY USA. 402 p.
- Krajicek, E. J.; Brinkman A. K. y Gingrich. S. F. 1961. Crown competition, a measure of density. Forest Science. 16 (1):5-42.
- Lijerón, M. F. 2009. Plan de Ordenamiento Predial Predios El Recreo, San Crispín y Las Lajitas en el Municipio del Carmen Rivero Torres, Santa Cruz – Bolivia.
- Montero, M.; De los Santos-Posadas H. M. y Kanninen M. 2007. *Hyeronima alchorneoides*: ecología y silvicultura en Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE No. 354. Turrialba. Costa Rica. 50 p.
- Reineke, L. H. 1933. Perfecting a stand density index for even aged forests. J. Agric. Res. 46 (7): 627-638.
- Rodríguez, R.; Razo, R.; Díaz, D. y Meza, J. 2009. Folleto de Guía de Densidad para *Pinus montezumae* en su Área de Distribución Natural en el Estado de Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo,

- Instituto de Ciencias Agropecuarias, Area Académica de Ciencias Agropecuarias, Area Académica de Ingeniería Forestal. México 33 p.
- Torres R., J. M. y Magaña O. S. 2001. Evaluación de plantaciones forestales. Editorial Limusa. México, D.F. México. 472 p.
- Vega M. G. 1995. Elaboración de una guía de densidad para *Pinus pseudostrobus* Lindl. en el estado de Nuevo León. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N. L. 45 p.
- Yoda, K.; Kira, T.; Ogawa, H. y Hozumi, K. 1963. Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions. Journal of Biology, Osaka City University, 14, 107-129.
- Zepeda, E. M. 1984. Ejemplificación de tres procedimientos para caracterizar rodales por su densidad. Serie de Apoyos Académicos No. 34, Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Bosques. Chapingo, Edo. de Mex. México. 57 p.
- Zepeda, B. M. y Villareal M.E. 1987. Guía de densidad para *Pinus hartwegii* Lindl., Zoquiapan, México. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 52 p.

## GUÍA PARA AUTORES

Los interesados en enviar trabajos para publicar en la Revista Forestal Tropical, deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) **Artículos científicos:** incluye aquellos manuscritos resultantes de investigaciones originales.
- b) **Ensayos o revisiones:** considera manuscritos que se dedican al examen y reflexión técnico-científico de carácter crítico sobre temas relacionados con los contenidos temáticos que pretende difundir y promover basado en bibliografía.
- c) **Notas técnicas:** incluye manuscritos cortos que reporten innovaciones, análisis coyunturales o investigaciones originales o novedades que no deberían incluirse en formato de artículo.
- d) **Documentos Técnicos:** Son manuscritos resultado de estudios técnicos específicos de investigación, reflexión o la búsqueda de evidencias de un fenómeno relacionado al sector forestal y que su análisis e interpretación resulte en elementos importantes para contribuir a la reactivación del sector forestal.

### Conflictos de interés

La Revista Forestal Tropical recomienda a los autores prevenir cualquier conflicto de interés y comunicar al Editor en Jefe sobre la ausencia o presencia de conflicto de interés, por ejemplo entre autores y cualquier entidad pública o privada, que pudiera derivarse en algún potencial conflicto de intereses. En caso de existir conflicto de interés, la revista recomienda abstenerse o no realizar el envío de su manuscrito. No obstante, la revista aplica mecanismos internos de resguardo y cautela para evitar conflictos de interés que afecten a la objetividad en todo el proceso editorial y que involucren al Comité Editorial y a los revisores anónimos invitados en el proceso de revisión o arbitraje.

### Formato general

#### Texto

El manuscrito completo debe ser escrito en letra tamaño 12 y utilizando estilo Times New Roman, hoja tamaño carta (21 x 28 cm), interlineado 1,5, y todo el texto debe estar justificado (alineado) a la izquierda.



El manuscrito debe ser referido en función al Sistema Internacional de Unidades (SI), tanto en las unidades base, derivadas y suplementarias. Es decir, para la indicación de medidas o distancias se debe utilizar el sistema métrico: milímetros (mm, 0,001 m), centímetros (cm, 0,01 m), metros (m), kilómetros (1000 m). Las unidades de masa deben redactarse en el sistema internacional: miligramos (mg, 0,001 o  $10^{-3}$ ), gramos (g), kilogramos (kg, 1000 g), megagramos o toneladas (Mg,  $10^6$ ), gigagramos (Gg,  $10^9$ ), teragramos (Tg,  $10^{12}$ ), pentagramos (Pg,  $10^{15}$ ), exagramos (Eg,  $10^{18}$ ), zettagramos (Zg,  $10^{21}$ ), yottagramos (Yg,  $10^{24}$ ). No obstante, puede considerarse como válido, el uso de la caja y/o barrica en el caso de castaña, siempre y cuando esté acompañado con un anexo de equivalencia en el sistema internacional.

Para las unidades de volumen se debe utilizar el sistema internacional. No obstante, para fines prácticos y de utilidad nacional, se puede considerar el uso del pie tablar (pt). Asimismo, debe estar acompañado con un anexo de equivalencia en el sistema internacional.

Para escribir los valores numéricos, se deben utilizar los números arábigos. Los valores o número con decimales deben ser separados por coma (ej. 25,6), no utilice puntos para separar enteros de decimales. Los valores numéricos que solo contienen parte decimal deben escribirse con un cero, que es indicativo de que no tienen parte entera; a continuación se escribe la coma (marcador decimal) y en-

seguida la parte decimal. No debe suprimirse el cero y no debe indicarse la parte decimal colocando solamente la coma a la izquierda del valor numérico.

Para facilitar la lectura de los valores numéricos, se recomienda escribirlos separados en grupos de tres cifras contados a partir de la coma decimal hacia la izquierda y derecha, separados mediante un espacio en blanco. Este puede omitirse si la parte entera o decimal del valor numérico no tiene más de cuatro cifras o cuando se expresan años como parte de una fecha o no. Cuando se escriban valores numéricos en columnas, la coma decimal debe estar alineada en una sola columna. Asimismo, cuando se escriben valores numéricos en serie, estos deben separarse entre sí con punto y coma, seguido de un espacio.

El valor numérico siempre precede a la unidad de medida (m,  $m^2$ ,  $m^3$ ; g, kg, Mg) y está separado de ella por un espacio, a excepción de los grados, minutos y segundos de los ángulos planos, en que no se deja espacio. El sistema de coordenadas debe ser el sistema geográfico (Ej:  $62^{\circ}25'16''S$ ,  $15^{\circ}03'18''O$ ). No obstante, en algunos casos por su aplicabilidad se acepta el sistema transversal de mercator (UTM). Designe el tiempo de reloj en el sistema 24 horas y escríbalo como 06:30 Hrs. o 20:00 Hrs. En el caso de listados de especies, todos los nombres científicos deberán ser resaltados (itálica o negrilla) siempre y escritos con sus respectivos autores, por lo menos la primera vez que se escriba en el texto, y se deberá

citar el sistema de clasificación taxonómica utilizado (ej. APG III).

### Cuadros y Figuras

Las leyendas de cuadros y figuras deben escribirse al final del manuscrito, en una página separada indicando como título: Lista de Figuras, y Lista de Cuadros. Cada cuadro y figura deberá ser numerada en números arábigos. No se debe utilizar abreviaciones para citar las figuras y cuadros en el texto. Los archivos de ilustraciones, gráficos, mapas y fotografías deben ser enviados en formato JPG, PNG o TIFF con una resolución superior a 300 dpi, cada uno con su nombre correspondiente (Ej. Figura 1). En el caso de cuadros, estos deberán ser enviados en formato Excel. Se entiende por Figuras a cualquier representación gráfica: figuras con síntesis de resultados, fotos, mapas, dibujos, esquemas, etc.

### Idioma

La revista acepta trabajos redactados en español, inglés y portugués. Manuscritos en inglés deberán incluir resúmenes en español. Manuscritos en español o portugués deberán incluir resumen en inglés.

A continuación indicamos el contenido para los principales tipos de trabajos que la revista acepta para su publicación:

### 1. ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Los manuscritos para artículos científicos, no deben exceder las 30 páginas incluyendo cuadros y figuras y deben contener las siguientes partes:

#### Título

Deberá ser conciso y suficientemente descriptivo del trabajo desarrollado. Es decir, específico, ni corto ni largo, evitando palabras superfluas “Estudios sobre,” “Investigaciones sobre,” “Observaciones acerca de.” Debe presentarse en forma de etiqueta, no como una oración gramatical. Además, se recomienda evitar las abreviaturas, las fórmulas químicas y los nombres patentados. El título debe estar en español y en inglés. Manuscritos en portugués, deberán incluir el título también en español e inglés.

#### Autor(es) e institución(es)

A continuación del título se escribirá el nombre del/los autores, haciendo uso de superíndices numéricos para los datos respectivos. Posteriormente, se deberá colocar la dirección institucional de cada uno del/los autores. Así también, se debe hacer referencia al correo electrónico del autor de correspondencia, si el autor de correspondencia no es el primero de la lista, denote a este precediendo su nombre con un asterisco.

Alejandro Araujo-Murakami<sup>1</sup>  
 Alejandro Araujo-Murakami<sup>1</sup> y Eduardo  
 Sandoval<sup>2</sup>  
 Alejandro Araujo-Murakami<sup>1</sup>, Eduardo  
 Sandoval<sup>2</sup> y Edgar Ponce<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno, Av. Irala 565, Casilla 2489, Santa Cruz, Bolivia, Email: araujomurakami@yahoo.com

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno, Campus Universitario El Vallecito, Av. C. Redentor Km 8, Santa Cruz, Bolivia.

## Resumen/Abstract

Todos los manuscritos deben tener un resumen/abstract de no más de 350 palabras (español – inglés; portugués – español). Debe redactarse en pretérito y funcionar de manera autónoma. No debe tener puntos aparte. Asimismo, no debe contener citas ni referencias bibliográficas. Además, no debe incluirse información o conclusión que no está en el artículo. De manera resumida se debe escribir la introducción, los objetivos, métodos, resultados y conclusiones principales del estudio y su incidencia o contribución hacia algún tema o asunto más general.

## Palabras Clave/Key Words

Esta sección debe tener no más de 5 palabras clave, y deberán ser escritos en español e inglés. Las palabras utilizadas

deberán ser diferentes a las utilizadas en el título del trabajo y deberán ser ordenadas alfabéticamente. Las palabras claves van en orden de importancia de lo más específico hacia lo más general.

## Introducción

El objetivo de esta sección es motivar al lector para que lea todo el trabajo. Por lo tanto, la introducción debe responder a la pregunta del porqué se ha realizado el trabajo? Describir el interés que el artículo tiene en el contexto científico del momento, los trabajos previos que se han hecho sobre el tema y qué aspectos son controversiales. Debe demostrar claramente el vacío que estará llenando con el manuscrito. La introducción generalmente debe terminar con la presentación de la pregunta de investigación, la hipótesis y/o los objetivos. Es decir, en esta sección debe incluir los antecedentes y la importancia del tema central del estudio; la problemática, los objetivos, las preguntas y/o las hipótesis de la investigación. En cualquier caso, se recomienda que la introducción sea breve, concisa y escrita en presente en lo que respecta al problema planteado, y antepresente indicativo para los hechos repetidos o proseguídos desde el pasado al presente; de preferencia No debe tener más de 600 palabras.

## Métodos

La metodología debe ser reproducible, de ahí la importancia de la claridad con que se exponga. Si el método es conocido sólo mencione y refiera (cita bibliográfica). Si

es nuevo o si es un método conocido que ha modificado, explique detalladamente. Esta sección debe ser escrita en pretérito o pasado, e incluir como partes principales: El área de estudio, diseño de estudio, toma de datos y análisis de datos.

- El área de estudio se debe indicar explícitamente y/o describir el lugar del estudio. Si amerita, se debe incluir los siguientes: La ubicación geográfica y la altitud de los sitios de estudio, si es oportuno se debe incluir un mapa de ubicación. También, se debe caracterizar el sitio, comunidad, especie, población y/u objeto de estudio, según corresponda.
- En el diseño de estudio, se debe explicar el diseño de muestreo utilizado, el tipo de muestra, los factores tomados en cuenta y sus réplicas, de tal manera que muestre su representatividad.
- En la toma de datos, se debe explicar las variables, tomadas en cuenta en el estudio; también, es importante detallar las técnicas, las unidades, los aparatos y la tecnología utilizada.
- En análisis de datos, se debe explicar los tipos de análisis realizados, sean estos descriptivos, de inferencia o de relación. Las formulas deben ser colocadas o referidas en esta sección. En caso de haberse usado software no convencionales, estos deben ser mencionados.

### Resultados

En esta sección se debe reportar los hallazgos y/o nuevos conocimientos, en concreto los resultados, de forma directa

y concisa. Se recomienda evitar la verbosidad y no describir los métodos de nuevo, ni trate de justificar y discutir nada. Aunque esta sección es la más importante, generalmente es la más corta. Generalmente, los resultados se describen o redactan en tiempo pasado o pretérito.

En los resultados generalmente se incluyen las tablas y figuras que, por sí solas, deben poder expresar claramente los resultados del estudio. Todas las tablas, figuras y anexos se deben citar en el texto del artículo, comentando los datos más relevantes, de manera que sea posible comprender lo más importante de los resultados, sin que sea imprescindible consultarlo y evitando la redundancia.

### Discusión

En esta sección es donde se debe demostrar el sentido de los datos o resultados encontrados. Ya sea contrastando, comparando o relacionándolo con la teoría, datos e información conocida y exponiendo las consecuencias teóricas de su trabajo; y/o exponiendo las posibles aplicaciones prácticas de su trabajo. Escribir la discusión en tiempo presente (estos datos indican que.....), porque los hallazgos del trabajo se consideran ya evidencia científica. Cuando sea necesario redacte en antepresente indicativo.

Se recomienda no repetir la presentación de resultados en forma general. Sacar a la luz y comentar claramente, en lugar de ocultarlos, los resultados anómalos, dón-

doles una explicación lo más coherente posible o simplemente diciendo que esto es lo que se ha encontrado, aunque por el momento no se vea explicación.

En esta sección se debe hacer una interpretación de los resultados. También se puede hacer una comparación de los resultados encontrados con resultados encontrados por otros autores, o analizando las causas probables de porqué su resultado fue de esa manera. La discusión también puede ser comparando resultados encontrados en el mismo estudio. También, se puede discutir o identificar errores o aciertos metodológicos.

## Conclusiones

La conclusión debe estar en directa relación con algo que se admitió, propuso o evidenció anteriormente en la introducción y el desarrollo del texto. Así, en la conclusión se reitera la idea que se abordó en el trabajo; se da respuesta a las preguntas iniciales o se llega al cumplimiento de los objetivos presentados a la luz de lo elaborado en el desarrollo del tema. De preferencia, esta sección debe ser corta y concisa. Se debe dar énfasis a la interpretación de sus resultados y la importancia y alcances de su investigación. Se concluye brevemente las implicaciones de resultados claves hacia grandes paradigmas forestales y/o también a temas actuales globales como por ejemplo cambio climático, economía forestal etc.

## Agradecimientos

Los agradecimientos deben ser breves. Estos pueden ser para agradecer a los financiadores, a revisores del manuscrito previo a la presentación a la revista, o a los responsables de los sitios de estudio. Es importante también colocar en agradecimientos el apoyo de algún colega experto externo quien apoyó por ejemplo en la identificación de especies o análisis estadístico.

## Literatura Citada

La literatura citada debe escribir según el protocolo establecido en esta guía, la cual se encuentra en la parte inferior de este documento.

## 2. NOTAS TÉCNICAS

Las notas técnicas o comunicaciones cortas no incluyen resúmenes, tampoco siguen la estructura formal de un artículo científico. El tamaño no debe exceder de 2.000 palabras (fuera de figuras y cuadros), de lo contrario se requerirá que el trabajo sea estructurado como artículo científico. Su organización debe estar compuesta por:

- Título,
- Autor(es) y dirección(es),
- Palabras clave,
- Cuerpo de la nota o comunicación,

- Conclusiones,
- Agradecimientos.
- Literatura Citada.

Ejemplos para este tipo de trabajos pueden ser preceptos silviculturales, preceptos legales, descripciones de especies económicamente importantes, reporte de la presencia de especies invasoras, descripciones tecnológicas, reportes de usos maderables y no maderables, reportes tecnológicos novedosos, reportes biogeográficos novedosos, revisiones nomenclaturales en el uso literal de nombres científicos, etc. El trabajo no debe exceder a las 2.000 palabras, de lo contrario se requerirá que el trabajo sea estructurado como artículo científico.

### 3. ENSAYOS O REVISIONES

Los ensayos son estudios basados en la bibliografía sobre un tema en particular. El tamaño no debe exceder las 5.000 palabras. La estructura debe ser como sigue:

- Título
- Resumen
- Palabras clave
- Introducción (tal como se especifica para los artículos científicos, que debe incluir objetivos del ensayo o revisión)
- Cuerpo del ensayo o revisión.- En esta sección se debe colocar todo el análisis de la bibliografía, el cual puede estar dividido con subtítulos, dependiendo de la amplitud del análisis

- Conclusiones
- Literatura Citada

### 4. DOCUMENTOS TÉCNICOS

Los Documentos Técnicos son trabajos que contienen información extensa sobre temas relevantes al sector forestal-ambiental, ya sea en lo académico, institucional, político, social o productivo. Se dará particular prioridad a aquellos manuscritos técnicos que proporcionen información y datos relevantes a las discusiones actuales para reactivar el sector forestal en Bolivia. Aquí pueden ser publicados trabajos procedentes de proyectos, consultorías, organizaciones públicas, u otras, que deseen publicar dicha información con la autoría institucional según corresponda. Los trabajos no deben exceder las 100 páginas, incluyendo figuras y cuadros. Su organización debe estar compuesta por:

- Título,
- Autor(es) y dirección(es),
- Afiliaciones, nombre de institución ejecutora, nombre de financiadores
- Palabras clave,
- Resumen Ejecutivo (1-3 páginas)
- Un recuadro de máximo 300 palabras interpretando las implicaciones de los resultados que contribuyan a la reactivación del sector forestal
- Cuerpo del documento estructurado según criterio del autor o autores
- Agradecimientos
- Literatura citada



Los Documentos Técnicos serán publicados como otra serie de la revista, conteniendo exclusivamente este tipo de documentos.

## 5. CITAS BIBLIOGRÁFICAS

Para las citas en el texto, al final de una oración se debe escribir el nombre del autor y luego el año (Flores 2001). Para citas del Autor dentro de la oración, el año debe estar entre paréntesis: Flores (2001) indica que. Para trabajos de dos autores, ambos deben ser incluidos: (Flores y Díaz 2001). Para trabajos de más de dos autores escriba el primer autor seguido de *et al.* (Flores *et al.*, 2001) o Flores *et al.* (2001), según corresponda. Cuando deban citarse numerosos autores al final de un párrafo ordene las citas en orden cronológico de la siguiente manera: (Archer 1976, Reig *et al.* 1987, Springer *et al.* 1994, Kirsch *et al.* 1995, Patton *et al.* 1996, Jansa y Voss 2000).

Si las citas son parte de la oración, entonces debería ser así: Archer (1976), Reig *et al.* (1987), Springer *et al.* (1994), Kirsch *et al.* (1995), Patton *et al.* (1996) y Jansa y Voss (2000), indican que ...

## 6. LITERATURA CITADA

En la sección de literatura citada se debe escribir las referencias tomando en cuenta los tipos de documentos:

### Artículo científico

Autor (es). Año. Título del artículo. Nombre de la revista científica Volumen (número): intervalo de páginas.

Araujo-Murakami, A. 2019. Barbascos y curare en Bolivia. *Kempffiana* 15: 3-13.

Araujo-Murakami, A.; Villarroel, D.; Pardo, G.; Vos, V.A.; Parada, G.A.; Arroyo, L. y Killeen, T.J. 2015. Diversidad arbórea de los bosques de tierra firme de la Amazonía boliviana. *Kempffiana* 11(1): 1-28

### Artículo científico con DOI (Digital Object Identifier)

Autor (es). Año. Título del artículo. Nombre de la revista científica. Volumen. DOI.

Soriano, M.; Mohren, F.; Ascarrunz, N.; Dressler, W. and Peña-Claros, M. 2017. Socio-ecological costs of Amazon nut and timber production at community household forests in the Bolivian Amazon. *PLoS ONE* 12, e0170594. doi:10.1371/journal.pone.0170594.

### Libro

Autor(es). Año. Título del libro. Nº de edición (en caso que sea más de la segunda edición). Editorial. Ciudad, País. Número total de páginas.

- Araujo-Murakami, A. 2012. Manual de campo para inventarios florísticos y colectas botánicas de plantas vasculares. Editorial Académica Española. Saarbrücken, Alemania, 68 pp.
- Hanley, N.; Shogren, J.F. y White, B. 1997. Environmental economics in theory and practice. Oxford University Press. New York. USA. 464 pp.

### Libro editado

Editor (es). Año. Título del libro editado. Editorial. Ciudad, País. Número total de páginas.

- Moraes, R. M.; Øllgaard, B; Kvist L. P.; Borchsenius, F. y Balslev, H. (Eds.). 2006. Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, Plural Editores, La Paz, Bolivia. 557 pp.
- Sano, S. M.; Almeida, S. P. y Ribeiro, J.F. (Eds). 2008. Cerrado: Ecología e Flora. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF, Brasil. 1279 pp.

### Capítulo en libro editado

Autor(es) del capítulo. Año. Título del capítulo. Intervalo de páginas. En: Editor(es). Título del libro editado. Editorial. Ciudad, País.

- Araujo-Murakami, A. y Zenteno, F. S. 2006. Bosques de los Andes orientales de Bolivia y sus especies útiles. P. 188-204. En: Moraes, R.M., Øllgaard, B.; Kvist, L.P.; Borchsenius, F. y Bal-

slev, H. (Eds.). Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, Plural Editores, La Paz, Bolivia.

- Ribeiro, J. F y Walter, B. M. T. 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. Pp. 150-211. En: Sano, S.M.; Almeida, S.P. y Ribeiro, J.F. (Eds). Cerrado: Ecología e Flora. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF, Brasil.

### Tesis

Autor. Año. Título de la tesis. Tipo de tesis. Universidad. Ciudad, País. Número total de páginas.

Bsilia, DF., Brasil. 100 pp.

### Documento técnico

Autor(es). Año. Título del informe técnico. Número de documento técnico. Ciudad, País. Número total de páginas.

- Balcázar, J. y Montero, J.C. 2002. Estructura y composición florística de los bosques en el sector de Pando-Informe II. Documento técnico Nro. 108/2002. BOLFOR, Santa Cruz. 42 pp.

### Libro o documento técnico Online

Autor(es). Año. Título del libro. Editorial. Ciudad, País. Número total de páginas. Recuperado de: <http://.....>

- Jack, D. 1999. La certificación y el manejo

forestal sostenible en Bolivia. Documento Técnico 79/1999. USAID/Bolivia. Santa Cruz, Bolivia, 44pp. Recuperado de [http://www.columbia.edu/~dj2183/bolivia\\_espanol.pdf](http://www.columbia.edu/~dj2183/bolivia_espanol.pdf). Accedido el 9/05/2019.

### **Comunicaciones personales**

En caso de comunicaciones personales, debe escribirse entre paréntesis (Comunicación personal)<sup>1</sup> y al pie de página debe indicarse el nombre completo y cargo del informante.

### **Otras publicaciones**

Para otro tipo de publicaciones que no se describen en estas instrucciones, deben ser escritos según lo establecido en las normas APA última edición.

## **ENVÍO DE MANUSCRITOS**

Los manuscritos, solamente en versión electrónica, deben ser enviados al Editor en Jefe, al siguiente correo electrónico: [revistaforestaltropical@gmail.com](mailto:revistaforestaltropical@gmail.com). El Editor en Jefe acusará recibo inmediatamente recibido el archivo y en un plazo de siete días, comunicará oficialmente si el documento califica o no para revisión y posterior publicación en la Revista. Los trabajos que no sigan estrictamente las instrucciones para autores serán rechazados en la primera fase por el Editor en Jefe, antes de iniciar el proceso de revisión.



