

# EVALUACIÓN DE LA RECUPERACIÓN DE LAS POBLACIONES NATURALES DE CAOBA Y CEDRO EN EL PERÚ



IGNACIO LOMBARDI  
CARLOS GARNICA  
JORGE CARRANZA  
VÍCTOR BARRENA  
HATZEL ORTIZ  
JULIO GAMARRA  
BLANCA PONCE





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

EVALUACIÓN DE LA RECUPERACIÓN DE LAS POBLACIONES NATURALES  
DE CAOBA Y CEDRO EN EL PERÚ

IGNACIO LOMBARDI  
CARLOS GARNICA  
JORGE CARRANZA  
VÍCTOR BARRENA  
HATZEL ORTIZ  
JULIO GAMARRA  
BLANCA PONCE



## Evaluación de la Recuperación de las Poblaciones de Cedro y Caoba en el Perú

Lombardi Ignacio; Garnica Carlos; Carranza Jorge; Barrena Victor; Ortiz Hatzel; Gamarra Julio; Ponce Blanca

Primera edición: noviembre 2014

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2014-16955

ISBN: 978-612-46949-0-5



### Editado por:

Consultores Asociados en Naturaleza y Desarrollo S.A.C

Calle Lima 212. Urbanización Santa Patricia, La Molina

Lima 21, Perú

Teléfono: 348-4187

### Producido por:

Julio A. Gamarra Bustamante

Jr. Los Molinos de San Miguel N° 297, La Molina, Lima

noviembre 2014

Tiraje: 110 CD

Diagramado por: Yanitza Curonisy Velarde

Correo-e: ycuronisy@yahoo.es

**Citar:** Lombardi I; Garnica C.; Carranza J; Barrena V; Ortiz H; Gamarra J; Ponce B. 2014. Evaluación de la Recuperación de las Poblaciones de Cedro y Caoba en el Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 116p + anexos

## Presentación

En el esfuerzo continuo que tiene la Universidad Nacional Agraria La Molina, en generar conocimientos sobre las especies CITES maderables, como son el cedro y la caoba, se presenta este libro, titulado: Evaluación de la recuperación de las poblaciones naturales de caoba y cedro en el Perú, desarrollado con el aporte financiero del “Programa entre la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT) y Convención Internacional para el Comercio de Especies Amenazadas (CITES) para especies arbóreas y transparencia del mercado/comercio”.

En el proceso de aprovechamiento de estas especies, se contempla reservar árboles semilleros; cuya calidad no es conocida, por lo que con el presente estudio, se está empezando a cubrir vacío de información sobre la dinámica del comportamiento de la regeneración natural y la calidad de los árboles semilleros.

Este libro busca llamar la atención de los actores forestales o de la comunidad científica, sobre el funcionamiento de los árboles semilleros dejados en las parcelas de corta. Se espera que con la información obtenida de este esfuerzo, se pueda orientar a tomar las mejores decisiones para la recuperación de las poblaciones de las especies en mención, evitando que desaparezcan de las áreas que actualmente ocupan.

Además, esta obra es un reconocimiento a la labor de los profesores de la Facultad de Ciencias Forestales y de investigadores comprometidos en el desarrollo forestal del país.

JESÚS ABEL MEJÍA MARCACUZCO  
**RECTOR**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA - UNALM**



## Personal del Estudio

### **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA** **FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**IGNACIO LOMBARDI INDACOCHEA**

*Coordinador UNALM*

**CARLOS GARNICA PHILIPPS**

*Coordinador ITTO*

**JORGE CARRANZA CASTAÑEDA**

*Evaluador de Recursos Naturales*

**VÍCTOR BARRENA ARROYO**

*Especialista en Estadística Forestal*

*Asistentes*

**HATZEL ORTIZ BONETT**

**JULIO GAMARRA**

**BLANCA PONCE VIGO**

**KARIN CUBA VIDAL**

**DENISSE LÓPEZ CABRERA**

*Personal Administrativo UNALM*

**CARMELA RODRÍGUEZ MORA**

**JHONY HUAMANÍ UNOC**

## Agradecimientos

A los titulares de las unidades de aprovechamiento, tanto en concesiones con fines maderables como Comunidades Nativas, por permitir y apoyar el desarrollo de las evaluaciones de campo y apostar por la investigación como fuente de conocimiento y mejora del bosque.

Al Ministerio del Ambiente (MINAM), a través de la Dirección General de Diversidad Biológica, por facilitar información de su estudio de recuperación de las poblaciones de caoba y cedro en la región de Madre de Dios, al Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), a través de la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre (DGFFS), a la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM), a través del Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre (OSINFOR), al Gobierno Regional de Madre de Dios (GOREMAD), a través de su Autoridad Regional Ambiental y de Bosques (ARA MDD), por su apoyo recibido para el desarrollo del estudio.

A las autoridades de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) por las facilidades brindadas para que el equipo del estudio pudiera desarrollar adecuadamente las actividades planificadas.

A la cooperación Internacional, Programa CITES – ITTO, por apoyar el plan de trabajo a largo plazo propuesto por el equipo técnico de la UNALM para incrementar el conocimiento acerca de el estado de recuperación de las poblaciones de las especies caoba y cedro.

# INDICE

1.	Introducción	11	5.2.7	Estado fenológico	81
2.	Antecedentes	15	5.3	Evaluación cuantitativa	86
2.1	Autoridad Científica	17	5.4	Regeneración Natural	89
2.2	Legislación	19	5.4.1	Porcentaje de ocupación en las parcelas	89
3.	Revisión de Literatura	21	5.4.2	Evaluación de la Regeneración Natural	90
3.1	Descripción de la especie	23	5.5	Otras evaluaciones	98
3.1.1	<i>Swietenia Macrophylla</i> King.	23	6.	Conclusiones	103
3.1.2	<i>Cedrela</i> sp.	24	7.	Recomendaciones	107
3.2	Criterios de evaluación para semilleros	25	Bibliografía		111
3.2.1	Semilleros y regeneración de caoba.	26	Anexo		117
3.2.2	Semilleros y regeneración de cedro.	27			
4.	Metodología	29			
4.1	Área de Estudio	31			
4.2	Metodología	32			
4.2.1	Fase Inicial: Preparación de la información	32			
4.2.1.1	Recopilación de información secundaria:	32			
4.2.1.2	Diseño de muestreo	34			
4.2.1.3	Preparación de logística	36			
4.2.2	Fase de campo: Ejecución del trabajo	38			
4.2.2.1	Brigada de evaluación	38			
4.2.2.2	Instrumentos y equipos:	39			
4.2.2.3	Materiales:	39			
4.2.2.4	Actividades previas a la salida de campo	40			
4.2.2.5	Evaluaciones de campo	41			
4.2.3	Fase final de gabinete: Procesamiento y análisis	64			
5.	Resultados	67			
5.1	Caracterización de la muestra	69			
5.2	Evaluación cualitativa	73			
5.2.1	Dominancia	73			
5.2.2	Vigor	74			
5.2.3	Forma de copa	76			
5.2.4	Estado sanitario	78			
5.2.5	Infestación de lianas y/o bejucos	79			
5.2.6	Rectitud del fuste	80			






## 1. Introducción







Las especies *Swietenia macrophylla* King (caoba) y *Cedrela odorata* Linnaeus (cedro) por su alta calidad de madera y gran demanda en el mercado nacional e internacional pertenecen al grupo de especies valiosas del Bosque Húmedo Tropical peruano.

La intensa actividad extractiva durante las últimas décadas para ambas especies, originó una preocupación nacional respecto a los estados poblacionales, viéndose en la necesidad de incluir desde noviembre de 2003 en el Apéndice II de la Convención Internacional para el Comercio de Especies Amenazadas (CITES) a *S. macrophylla* y desde octubre de 2001 a *Cedrela odorata* en el Apéndice III de la Convención. Esta situación, restringió el comercio de la madera de estas especies y su aprovechamiento se condicionó para que no se comprometiera la supervivencia de dichas especies.

En el año 2002 la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) fue designada Autoridad Científica para Flora Maderable proponiendo un plan de trabajo de corto, mediano y largo plazo, con el objetivo nacional de lograr la exclusión de la caoba del Apéndice II de la CITES, mediante el aseguramiento de las poblaciones de caoba enmarcados en el desarrollo de capacidades técnicas para el conocimiento del comportamiento de la especie, razón por la cual la UNALM ha venido ejecutando diferentes proyectos y actividades con el apoyo de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales y el programa OIMT-CITES para especies arbóreas y transparencia del mercado/comercio (TMT).

Es así que, en esta necesidad de continuar con el conocimiento de ambas especies, a través del programa OIMT-CITES se ha desarrollado una nueva etapa de evaluación, cuyo objetivo es contribuir a desarrollar un modelo para evaluar la regeneración natural de las poblaciones de caoba y cedro.



## 2. Antecedentes





## 2.1 Autoridad Científica

La Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) fue designada Autoridad Científica para Flora Maderable en el 2002, año en que el Comité de Flora realizado en Santiago de Chile, coloca a la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en el Apéndice II de la Convención CITES, donde se daba un año para que en el país empiece el control efectivo de la especie. Bajo estas circunstancias, la UNALM propone un plan de trabajo de corto, mediano y largo plazo, con el objetivo nacional de lograr la exclusión de la caoba del Apéndice II de CITES, mediante el aseguramiento de las poblaciones de caoba y que estas no disminuyan, que en el largo plazo vuelva a ser una especie de libre comercio y emitir un certificado CITES que sea aceptado internacionalmente.

La UNALM empezó a implementar dicho plan, primero con recursos propios y apoyo del Ministerio de Agricultura, para luego buscar apoyo internacional con el fin de poder implementar adecuadamente las diferentes etapas del plan, consiguiendo ayuda económica de la Organización Internacional de Maderas Tropicales (ITTO) con el Proyecto UNALM-ITTO PD 251/03 Rev. 3(F) “Evaluación de las existencias comerciales y estrategia para el manejo sostenible de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en el Perú” que además contó con el apoyo del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) a través del fondo de la PL 480.

Este proyecto estaba orientado a conocer el estado de las poblaciones de caoba en el país y a construir una base de datos que permita hacer el seguimiento a las unidades forestales que se encontraran explotando la especie y conocer cuales son las especies asociadas al desarrollo y crecimiento de los individuos de caoba.

A solicitud del país, desde el 29 de octubre del 2001 según notificación 2001/061 del 9 de julio del 2001 el Cedro es considerado en el Apéndice III de la Convención Internacional para el Comercio de Especies Amenazadas (CITES). El Perú en julio del 2006 emite el Decreto Supremo 043-2006-AG “Categorización de especies amenazadas de Flora Silvestre” donde se categorizan a las diferentes especies del género *Cedrela*, teniendo a *C. lilloi* como especie en peligro mientras que: *C. fissilis*, *C. montana*, *C. odorata* y *S. macrophylla* en la categoría de especies vulnerables.

Ante esto, la UNALM asume la responsabilidad de realizar la evaluación de las poblaciones del género *Cedrela spp.*, con el objetivo nacional de conocer su estado y asegurar la supervivencia de la especie. Es así que se inicia la búsqueda de recursos económicos para la realización de esta actividad solicitándolo a instituciones internacionales interesadas, finalmente consigue ayuda de la Organización Internacional de Maderas Tropicales (ITTO) por medio de la ampliación del Proyecto UNALM-ITTO PD 251/03 Rev.3 (F) “Evaluación de las existencias comerciales y estrategia para el manejo sostenible de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en el Perú” - Addendum a fin de evaluar la situación de cedro en el Perú.

Este proyecto estaba orientado a conocer el estado de las poblaciones de cedro en el país y a construir una base de datos que permita hacer el seguimiento a las unidades forestales que se encontraran explotando al género *Cedrela* y conocer cuales son las especies asociadas al desarrollo y crecimiento de los individuos de esta especie.

Luego de la ejecución del Proyecto PD 251/03 Rev. 3(F). y posteriormente su Adenda, se propuso efectuar ajustes a la metodología para el monitoreo de las parcelas de caracterización levantadas inicialmente a fin de generar un sistema continuo sobre el estado de las poblaciones para ambas especies, permitiendo realizar los respectivos informes de no detrimento para estas. Es así que, con el apoyo del programa OIMT-CITES para especies arbóreas y transparencia del mercado/comercio (TMT), se ejecuta la actividad: “Diseño, validación y ajuste de la metodología para el seguimiento y evaluación periódica de las parcelas de caracterización de las poblaciones de cedro y caoba.

Los resultados de esta actividad permitieron actualizar los datos contenidos en el sistema de información con la que se cuenta, de esta forma se ha podido establecer los cupos anuales de aprovechamiento de la caoba; asimismo, ha permitido ajustar el esquema de ordenamiento de las diferentes actividades de la explotación forestal tomando en cuenta el calendario fenológico de las dos especies, así como un plan silvicultural, sobre el cual se debe organizar el aprovechamiento futuro.

Ante la creación del Ministerio del Ambiente en el 2008, se le asigna a éste la responsabilidad de ser Autoridad Científica CITES del país.

A finales del 2012, la Dirección General de Diversidad Biológica desarrolló el “Estudio de investigación de especies cites priorizada para evaluar la recuperación de las poblaciones de caoba y cedro”, cuyo ámbito fueron las parcelas de corta anual de las concesiones forestales que tienen aprobados sus Planes Operativos Anuales (POAs) y que realizaron aprovechamiento de cedro y caoba para los años 2012 y 2013, las mismas que están ubicadas en la provincia de Tahuamanu, departamento de Madre de Dios. El objetivo de este estudio fue la de evaluar la recuperación de las especies de caoba (*Swietenia macrophylla* King.) y cedro (*Cedrela spp.*) en un área de producción permanente.

## 2.2 Legislación

Desde el año 2002, se inició el proceso de otorgamiento de unidades de aprovechamiento forestal bajo la modalidad de contratos forestales, entre los cuales destacaban los otorgados a personas naturales o jurídicas con la finalidad del aprovechamiento maderable, debiéndose cumplir una serie de requisitos, entre ellos, la formulación de planes generales de manejo como herramientas de gestión a largo plazo y planes operativos anuales como instrumentos de planificación a corto plazo.

En el año 2003, se emite la Resolución Jefatural N° 109-2003-INRENA, la misma que brinda las pautas y formatos de presentación de los documentos necesarios para la gestión de las concesiones forestales con fines maderables, destacando entre otros, la conservación de árboles semilleros, determinándose que durante el censo comercial de especies forestales se deben identificar y marcar árboles para ser reservados como semilleros, en un mínimo de 10% de los árboles de las especies comerciales sujetas a aprovechamiento a partir del Diámetro Mínimo de Corta (DMC) y que no evidencien problemas fitosanitarios mayores (como pudrición o huecos en más de 3 m a lo largo del fuste), ni se encuentren con una copa muy reducida o que estén demasiado inclinados (menos de 20 grados); además, se debe tener en cuenta que tengan una buena distribución espacial. (INRENA, 2003).

A la fecha, el cedro y caoba han sido motivo de inspecciones por parte de autoridades regionales, verificaciones por parte de la autoridad nacional y supervisiones por parte de la entidad reguladora y fiscalización, logrando efectuar un control sobre el comercio de los productos maderables, el cumplimiento de la conservación de árboles semilleros, entre otros; sin embargo, los estándares aplicados no determinan si la intensidad de aprovechamiento es congruente con el estado de la recuperación y si es suficiente la conservación de los árboles semilleros para ambas especies.



### 3. Revisión de Literatura





### 3.1 Descripción de la especie

#### 3.1.1 *Swietenia Macrophylla* King.

La especie caoba pertenece a la familia botánica Meliaceae, y al género *Swietenia*, se caracteriza por tener hojas paripinadas, en raras ocasiones con una hojuela más grandes, que da la idea de hojas imparipinadas, de 10 a 50 cm de largo dependiendo de la edad del árbol y de la posición de las hojas en el árbol (Navarro, 1999).

El área de distribución natural de la caoba se extiende desde México, a los 23° N siguiendo la franja costera del Atlántico hacia América del Sur, en donde continúa en un amplio arco desde Venezuela, a través de las regiones amazónicas de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil, hasta los 18° S (Lam, 1966; Pennington, 1981).

En cuanto a su distribución ecológica, esta corresponde a los bosques clasificados como “tropical seco”, con temperatura anual promedio de igual o superior a 24 °C, con precipitaciones anuales que van desde los 1 000 mm/año hasta los 2 000 mm/año y con un coeficiente de evapotranspiración de 1,0 - 2,0 (Holdridge, 1967). Además crece naturalmente en una gama muy amplia de tipos de suelo, incluidas las que resulten de rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas, y los que son de origen de aluviones volcánicos (Mayhew y Newton, 1998).

La caoba es una especie monoica, la floración puede ocurrir en diferentes periodos según la región, en el Perú entre setiembre y octubre (Navarro, 1999).

Se reconoce en el campo por la corteza externa agrietada, color marrón rojizo, con ritidoma en placas irregulares, y la presencia de raíces tablares. Las hojas compuestas son características, con pocos pares de foliolos, éstos marcadamente asimétricos. Los frutos son también distintivos, muy grandes y leñosos; a diferencia del género *Cedrela* en que los frutos abren del ápice hacia la base, los frutos de *Swietenia* abren de la base hacia el ápice.

### 3.1.2 *Cedrela* sp.

Pertenecen a la familia botánica Meliaceae. Este género se caracteriza por ser caducifolio, de 20 a 35 m (hasta 45 m) de altura total, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 1.7 m, hojas compuestas alternas, paripinnadas o imparipinnadas, de 15 a 50 cm (Newton, 1993).

El área de distribución natural del cedro es desde el norte de México, en el Estado de Sinaloa (26°N), hasta Chiapas en la vertiente del Pacífico y desde el Estado de Tamaulipas hasta Campeche, Yucatán y Quintana Roo en la vertiente del Atlántico, continuando a través de América Central y Sur América hasta Argentina en las provincias de Misiones y Tucumán (28°S), también se encuentra en las islas del Caribe. Por lo general crece en terrenos con suelos fértiles, con buen drenaje, ocurre tanto en bosque tropical y subtropical seco y húmedo, donde se reporta en altitudes de hasta 1 200 m (Standley y Steyermark, 1946; Verduzco, 1961; Lamb, 1968; Holdridge, 1976; Pennington y Styles, 1975).

El cedro es un árbol del Neotrópico, encontrándose en los bosques de las zonas de vida subtropical o tropical húmedas o estacionalmente secas (Holdridge, 1976). En cuanto al clima el cedro es una especie generalista, encontrándose sobre una vasta distribución geográfica de fajas latitudinales cálidas, desde el bosque subtropical seco (Holdridge, 1976). En el caso específico de *C. odorata*, ésta requiere mucha luz y crece en un clima con precipitaciones anuales comprendidas entre 1 200 y 2 500 mm a altitudes de 0 a 1 500 msnm (Webb et al., 1984).

Los registros de floración de *C. odorata* han sido observados durante la estación seca, mayormente entre Julio a Octubre y su fructificación usualmente hacia fines de la estación seca, aunque también a lo largo de todo el año (Reynel et al, 1989). Las flores de esta familia son visitadas por abejas pequeñas y mariposas, pero aún no es claro si estos insectos son legítimos polinizadores. Las semillas son dispersadas por el viento.

El género *Cedrela* se reconoce en el campo por la corteza externa agrietada, color marrón claro (beige) y la corteza interna conformada por delgadas placas exfoliables color crema y rosado blanquecino, superpuestas una a la otra, con olor característico, un suave olor a ajos. *Cedrela odorata* se reconoce de *C. fissilis*, la otra especie presente en la llanura Amazónica de Perú, por sus hojas y flores glabras.

### 3.2 Criterios de evaluación para semilleros

La selección de las características a evaluar de los árboles semilleros depende de la especie, la edad de los rodales y el objetivo de la producción. Algunas variables como las reproductivas y las de la madera, no se evalúan hasta que el árbol alcance una cierta edad mínima. Jara (1994), indica además que es posible dar una lista de características que se evalúan en todas las circunstancias como: DAP Alturas, forma del fuste (rectitud y circularidad), ramificaciones, libre de plagas y enfermedades y edad de floración y fructificación.

Para Flores y Chavarry (2005), indican que la selección de árboles plus se basa en su fenotipo, debiéndose observar la forma del fuste, su altura, su disposición, el ángulo de inserción y grosor de ramas; la forma y volumen de copa, entre otros de interés.

Flores et al (2005), manifiestan que los criterios relevantes a considerar en la elección de un árbol plus deben encontrarse relacionados con la edad, alturas, rectitud de fuste, forma de copa, diámetro de las ramas, poda natural, tolerancia a plagas y enfermedades y su sanidad.

Para Mesen, F. (2006), la selección de árboles debe basarse en características de importancia económica que se encuentren bajo control genético. Para una especie maderable típica, un árbol sobresaliente será aquel dominante o codominante, de fuste recto, sin bifurcaciones ni torceduras en espiral, de ramas delgadas y horizontales, libre de enfermedades o plagas, de DAP y altura superiores al promedio y buena capacidad de autopoda.

Dauber et al. (2003), manifiestan que conservar árboles muy grandes como “semilleros” es un desperdicio, ya que los datos sobre mortandad muestran que los árboles presentan un mayor riesgo de caída antes del siguiente ciclo de corta, por lo que es preferible conservar árboles que estén justo sobre el diámetro mínimo de corta. Asimismo, dichos autores indican que preferentemente, los árboles semilleros deberán ser altos y tener copa grande y saludable, liberados de bejucos.

### 3.2.1 Semilleros y regeneración de caoba.

Se ha comprobado en un estudio en Bécice, México; que dejar árboles semilleros no es suficiente para asegurar el establecimiento de la regeneración natural de caoba, sino que se requieren tratamientos silviculturales de apertura del dosel. (Tolledo-Sotillo y Snook, 2005).

Por otro lado en Quintana Roo, Mexico; los árboles de caoba más grandes, producen más semilla que los árboles pequeños y pocos de estos árboles producen cero frutos en un año dado. Además, dispersan sus semillas a distancias mayores. Como consecuencia de estos patrones es conveniente dejar en el bosque los árboles grandes como fuente de semilla. (Cámara-Cabrales y Snook, 2005)

Un estudio realizado en Campeche, México demostró que el peso y las dimensiones de los frutos de caoba tienen correlación positiva significativas con la cantidad y calidad biológica de las semillas producidas, siendo los frutos de mayor peso y tamaño recomendables para el acopio de la mayor cantidad de semillas viables (CATIE) . La semilla se dispersa por el viento y se tienen evidencias de que la distancia máxima que alcanza es de 60 m alrededor del árbol madre, con tendencia de mayor concentración de semillas y plántulas en la dirección de los vientos dominantes (Rodríguez et al., 1992).

En cuanto a las condiciones de suelo para la germinación de la caoba, ésta crece en gran variedad de condiciones edafológicas, desde suelos arcillosos hasta suelos con arenas gruesas (Adolfo, 2007). Asimismo, la semilla no requiere de tratamientos para su germinación (Cordero y Boshier, 2003).

La regeneración natural de caoba, va a depender de la presencia de fuentes de semilla y condiciones aptas para la germinación y desarrollo posterior (CATIE, 1976). Snook (2003), comprobó que el mayor crecimiento de la regeneración de caoba correspondía a los claros mayores. Asimismo, en la Selva Maya, México; se concluyó que los árboles de caoba se establecen y crecen en aperturas relativamente grandes aproximadas a media hectárea y que las plántulas de caoba no sobreviven bajo el dosel del monte (Snook y López, 2003).

### 3.2.2 Semilleros y regeneración de cedro.

Un estudio en Bolivia indica que conservar árboles muy grandes como semilleros para *Cedrela odorata* es un desperdicio, debido a que los datos de mortandad muestran que los árboles presentan un mayor riesgo de caída antes del siguiente ciclo de corta, es preferible conservar árboles que estén justo sobre el diámetro mínimo de corta (Dauber et al., 2003).

En un estudio de la CATIE se analizaron los frutos de *Cedrela odorata* y determinó el rendimiento de semillas en condiciones naturales, los resultados mostraron que los frutos de cedro producen en promedio 25 (+/- 4) semillas desarrolladas, de las cuales 15 (+/-9) son capaces de dar origen a una nueva planta, al igual que en caoba los frutos de mayor peso y tamaño mostraron mejor calidad y cantidad de semillas (Niembro, sf).

*Cedrela odorata* se puede encontrar de manera más común en las arcillas derivadas de piedra caliza (Holdridge, 1943, Marrero, 1948; Ramírez-Sánchez, 1964). Pero crece también en los sitios bien drenados sobre suelos ácidos derivados de rocas volcánicas (Ultisoles). El denominador común parece ser el drenaje y la aireación del suelo y no su pH (Holdridge, 1976; Styles, 1972; Whitmore, 1976).

Lamb (1968), indicó que en condiciones de bosques cerrados más secos *Cedrela odorata* logra mejores resultados, generalmente con una buena aireación y una acumulación de bases en los suelos. En el bosque natural, es común encontrar una alta densidad de plántulas cerca de los árboles productores de frutas poco después del comienzo de la temporada lluviosa, pero la mayoría de estas plántulas desaparece a la mitad de la temporada lluviosa o poco después; esta alta mortalidad natural puede deberse a la sombra o la competencia (Vega, 1974).





#### 4. Metodología



#### 4.1 Área de Estudio

El ámbito del estudio fue la región Madre de Dios, específicamente en las unidades de producción permanente otorgadas bajo la modalidad de concesiones forestales con fines maderables y permisos en tierras de comunidades nativas; asimismo, se consideró un área sin intervención representada por una concesión forestal con fines de conservación.

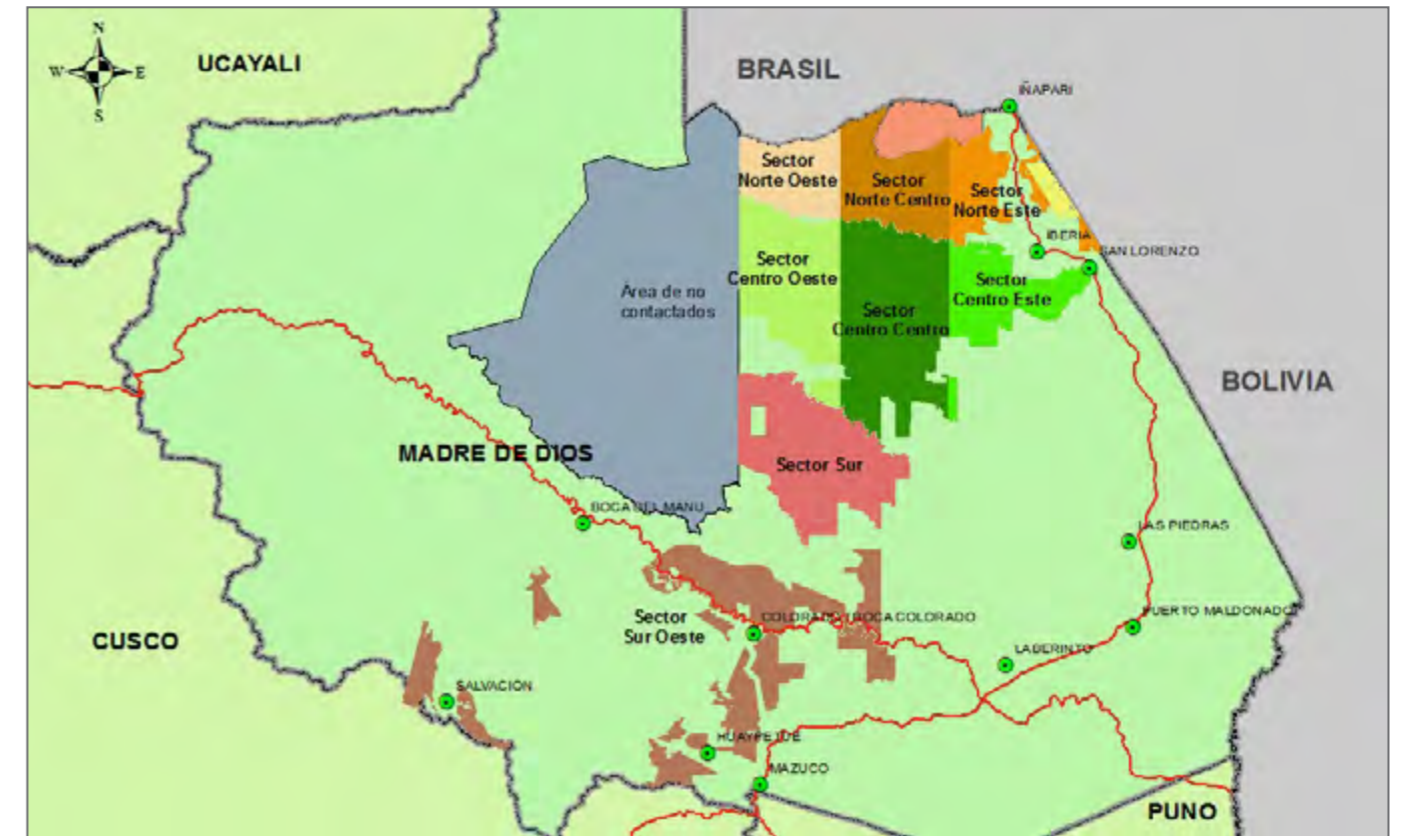


Figura 1. Área de estudio (áreas coloreadas en un solo bloque, sin límites)

En la figura anterior se aprecia el ámbito del estudio y además, los sectores donde se efectuaron las evaluaciones a través de muestreos, tanto en la provincia de Tahuamanu como en Tambopata, dentro del departamento de Madre de Dios.

## 4.2 Metodología

El proceso metodológico para observar el estado de la regeneración natural y evaluación de árboles semilleros para las especies *Swietenia macrophylla* King. y *Cedrela* sp. implica tres fases y consta de una serie de actividades que deben aplicarse para cada una de las especies:

### 4.2.1 Fase Inicial: Preparación de la información

En esta etapa se realizan cuatro actividades: la recopilación de información secundaria, el análisis de datos, determinación de las variables a emplear y el diseño metodológico de la etapa de campo, las mismas que son detalladas a continuación:

#### 4.2.1.1 Recopilación de información secundaria:

La metodología descrita hace referencia a las evaluaciones en unidades de aprovechamiento donde se han otorgado concesiones forestales con fines maderables y permisos de extracción en tierras de Comunidades Nativas. Se debe recolectar información actualizada y oficial aprobada por la Autoridad Regional competente o de ser el caso, por la Autoridad Nacional Forestal en sus diferentes dependencias regionales; asimismo, es interesante contar con estudios realizados sobre temas de regeneración y evaluación de árboles semilleros en el ámbito del trabajo de investigación, a fin de enriquecer la información colectada y contar con patrones de comparación.

La información actualizada de las concesiones forestales con fines maderables y Comunidades Nativas contemplan los siguientes documentos oficiales:

- Resoluciones que han aprobado los Planes Operativos Anuales (POAs)
- Planes Operativos Anuales (POAs) en las cuales se incluyan los censos forestales.
- Resultados del inventario forestal exploratorio de toda la superficie de la concesión.
- Planes silviculturales implementados por las concesiones.

- Plan General de Manejo Forestal para toda el área de la concesión
- Resolución de aprobación del PGMF para toda el área de la concesión.
- Informe de ejecución del Plan Operativo Anual.
- Estudios de monitoreo y dinámica del bosque concesionado, donde se incluya el seguimiento a ambas especies.

También fueron incorporados los resultados y la base de datos cartográfica de los estudios “Evaluación de las existencias comerciales y estrategia para el manejo sostenible de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en el Perú” y su Addendum a fin de evaluar la situación de cedro en el Perú. Estos datos fueron importantes para poder hacer una evaluación de los árboles semilleros de cedro y caoba de todas las Parcelas de Corta Anual (PCA).

La cartografía existente en la base de datos en mención contiene además, información necesaria referente a centros poblados, hidrografía, red vial, límites políticos, bosques de producción permanente, censos e inventarios forestales, comunidades nativas, concesiones forestales de todas las modalidades de otorgamiento, deforestación, estudios de caoba y cedro, mapa forestal, límites de la amazonía, entre otros; pertenecientes a diferentes entidades, tales como: Universidad Nacional Agraria la Molina, otras universidades nacionales, Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre (anteriormente INRENA), Ministerio de Educación, Instituto del Bien Común, Instituto Geográfico Nacional, Instituto Nacional de Estadística e Informática, entre otros.

Además, se recopiló información de los informes de no detrimento para determinar la cantidad de árboles de caoba autorizados a ser extraídos, así como su volumen.

Toda la información recopilada y recolectada fue analizada y sistematizada, efectuándose además una limpieza de datos para poder contar con información confiable que fue introducida a la base de datos del proyecto “Evaluación de las existencias comerciales y estrategia para el manejo sostenible de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en el Perú”, la misma que se encuentra en la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y que se encuentra en uso.



La base de datos preparada, incluye la siguiente información:

- Número o código del árbol semillero
- Diámetro a la altura del pecho (dap) cm.
- Altura total (at) m
- Altura comercial (ac)
- Ubicación (UTM)
- Año de POA
- Nombre y número de contrato o permiso

#### 4.2.1.2 Diseño de muestreo

##### a) Muestra mínima por evaluar

El muestreo empleado para determinar el tamaño mínimo de unidades de evaluación se realiza empleando un muestreo por proporciones en el que el número total de la muestra sigue la siguiente probabilidad:

$$P(|p - \pi| < d) = 1 - \alpha$$

Donde “d” es el error de muestreo o nivel de precisión y  $1 - \alpha$  es el nivel de confianza o de probabilidad de que la diferencia  $|p - \pi|$  sea menor a “d”. Se considera como probabilidad de ocurrencia la existencia de árboles semilleros. El tamaño de muestra se calcula empleando la siguiente fórmula (Cochran, 1977):

$$N = \frac{p q Z^2 (1 - \alpha/2)}{d^2}$$

Donde:

n: número de árboles semilleros a evaluar

p: probabilidad de existencia de árboles semilleros

q: probabilidad de no existencia de árboles semilleros

$1 - \alpha$ : 0,95

Z (valor tabular): 1,96

d: 15% de error de muestreo

Para cada especie se consideró una probabilidad de existencia del 50% y de no existencia otro 50%, es así que para cada una de ellas se determinó que como mínimo se deberían de evaluar 41 árboles, aplicando la fórmula antes descrita:

$$n = \frac{(0.50) \times (0.50) \times (1.96)^2 \times (0.95)}{(0.15)^2}$$

$$n = 40.55$$

Sin embargo, durante la ejecución del trabajo, se encontraron condiciones favorables en algunos casos, permitiendo superar la muestra mínima necesaria para dar solidez a los resultados.

##### b) Criterios para la distribución de la muestra y selección de los individuos semilleros.

- Para efectuar una adecuada distribución de los árboles semilleros en el área de estudio de las Concesiones Forestales con fines Maderables o Comunidades Nativas y que ésta a su vez sea representativa, se contemplaron los siguientes criterios:
- Seleccionar las concesiones y/o Comunidades nativas que se encuentran en actividad y han movilizad alguna de las dos especies a lo largo de los años.

- iii. Repartir el número total de muestra proporcionalmente a las existencias de semilleros declaradas en los diferentes POA por concesión y/o comunidad nativa
- iv. Considerar el año de extracción de la parcela de corta, a fin de poder contar con una línea de tiempo y ver los efectos de la intervención.
- v. Seleccionar árboles semilleros que se encuentren distanciados uno del otro, en menos de 500m, entre 500 y 1000 m y más de 1000 m.

Asimismo, se contemplaron otros criterios que podrían influenciar en la selección de individuos, como son los siguientes casos:

Accesibilidad a la PCA y específicamente al punto de evaluación.

La cercanía entre árboles semilleros y parcelas de muestreo, evitándose el traslape de áreas de evaluación.

Otros: como tipo de bosque, asociaciones vegetales, entre otros.

#### 4.2.1.3 Preparación de logística

##### a) Coordinación y solicitud de permisos

Designada la muestra y previo al viaje de campo, se redactaron las cartas solicitando el permiso respectivo para el ingreso a las concesiones o comunidades seleccionadas; asimismo, se debe indicar que los profesionales del estudio se encontraron comunicándose con los responsables designados por las Empresas a fin de efectuar las coordinaciones para el ingreso al área de estudio.

##### b) Preparación de la información para el campo

###### i) Ingreso de información al GPS

Con los datos proporcionados en los POA e ingresados a un programa de hojas de cálculo, se dispuso transformar la información espacial en un ambiente SIG, para posteriormente ser transferidos los puntos de muestreo al GPS.

Además, se transfirió otra información referencial como la hidrografía, límites de concesión y PCA, vías de acceso. Se resalta que únicamente debe ingresar información relevante, a fin de no cargar excesivamente de datos al GPS y tornarlo lento en campo.

###### ii) Elaboración de mapas

Los puntos seleccionados en la muestra fueron representados en un mapa de ubicación de árboles, indicando claramente el nombre de la especie y código.

Posteriormente se elaboró un mapa de acceso a la zona de estudio, el cual sirvió como referencia al jefe de brigada para guiar al equipo de trabajo hacia la zona de estudio.

###### iii) Formatos de campo

Se diseñaron, en función a las variables seleccionadas para la evaluación, estructuras adecuadas para plasmar los resultados que el jefe de brigada irá colectando en campo.

Se emplearon formatos A5, por ser de fácil manipulación y transporte, imprimiendo un número suficiente de formatos que incluyan un 10% adicional por si se efectúan más evaluaciones o se deterioran algunos formatos en campo por las condiciones medioambientales.

#### 4.2.2 Fase de campo: Ejecución del trabajo

Esta fase permite conocer cuál es el nivel de recuperación de las poblaciones de cedro y caoba, así como determinar como se encuentran funcionando los árboles semilleros. Con los datos colectados en campo se dispone de suficiente información primaria para poder proponer un ajuste a la estrategia silvícola implementada.

##### 4.2.2.1 Brigada de evaluación

El equipo de trabajo necesario para la realización de las actividades y levantamiento de información consta de un jefe de brigada, un matero, un trochero y personal adicional, cuyas funciones se definen a continuación:

- **Jefe de brigada**, profesional de la carrera de ingeniería forestal que lidera y dirige a la brigada, es responsable de grupo, de los instrumentos y equipos empleados durante el trabajo. Efectúa las evaluaciones y mediciones en el campo; asimismo, identifica la regeneración y árboles de caoba y cedro encontrados.
- **Matero**, personal con habilidades para identificar especies forestales a nivel de nombre vulgar, cumpliendo una función de apoyo al jefe de brigada visualizando la posible regeneración o árboles de caoba y/o cedro existentes dentro y fuera de las parcelas.
- **Trochero**, persona que abre un camino para guiar a la brigada hasta los puntos de evaluación y las trochas de orientación de las parcelas de muestreo, así como otros posibles encargos.
- **Otro personal**, conformado por el personal de cocina, cargadores, ayudantes o guías.

##### 4.2.2.2 Instrumentos y equipos:

- **Receptor de señal GPS**, de una tecnología adecuada y de alta sensibilidad de recepción en la señal de satélites.
- **Hipsómetro – Clinómetro**, instrumento para el levantamiento de alturas y pendientes.
- **Brújula**, se empleó el modelo de caja.
- **Cámara digital**, resistente a las condiciones del bosque tropical, siendo acuática, contra golpes o caídas y resistentes al calor.
- **Cinta diamétrica o forcípula**, la primera con dos escalas, la diamétrica y la métrica, la segunda de madera en sistema métrico.

##### 4.2.2.3 Materiales:

- **Mapas de accesibilidad y ubicación**, elaborados a una escala adecuada para servir como herramienta de apoyo en la orientación de la brigada.
- **Útiles de escritorio**, lápices, borradores, tajadores, lapiceros, plumones indelebles, cinta adhesiva blanca (maskintape), entre otros.
- **Formatos de evaluación**, fueron diseñados e impresos en formatos A5 suetados a un tablero de plástico y protegidos con bolsas herméticas.
- **Bolsas herméticas**, de tamaño mediano y grande, para almacenar y proteger pilas, equipos, papeles u otros.



- **Driza** de 3/8 graduada en 0, 2, 5, 10 y 20 m para efectuar las mediciones de longitud horizontal del terreno.
- **Cinta** para marcación, siendo biodegradable y fosforescente.

#### 4.2.2.4 Actividades previas a la salida de campo

##### a) Coordinaciones con los título habilitantes

Una vez que los profesionales se encontraban en la región, se efectuó una reunión de coordinación con los representantes de las concesiones o comunidades para confirmar la fecha de ingreso a campo, presentar o indicar al personal acompañante que apoyará el trabajo de la brigada, indicar el estado de los caminos o campamentos cercanos a las zonas de evaluación, presencia de fuentes de agua limpia, entre otros.

Asimismo, en estas reuniones se detallaron claramente la manera de acceso a la zona de estudio y también se solicitaron y emitieron los documentos físicos donde el título habilitante autoriza el ingreso de la brigada, para que éste sea presentado al personal que pudiese encontrarse dentro de la concesión o comunidad o en puestos de vigilancia en las rutas de acceso.

##### b) Adquisición de logística y contratación de personal

Entre dos o tres días antes del viaje de las brigadas, un profesional del proyecto viajó al sector de evaluación a fin de ultimar detalles y preparar la logística respectiva para el ingreso de las demás brigadas.

La adquisición de víveres fue efectuada en Puerto Maldonado, Iberia y/o Iñapari, donde existía variedad de alimentos y buen estado. Asimismo, los materiales, combustibles y lubricantes se adquieren en dichas ciudades, cercanas a la zona de evaluación.

En el caso de alquileres, se contempló con anterioridad las comunicaciones necesarias para la reserva de unidades de transporte, debido a que fueron escasas durante la ejecución del proyecto.

El personal se seleccionó en base a referencias de otros profesionales y sus respectivas hojas de vida, fue de mucha importancia esta etapa, ya que se pudo contar con personal idóneo y proactivo.

#### 4.2.2.5 Evaluaciones de campo

Obtenida toda la información, permisos y adquirido la logística necesaria para el ingreso, en la fecha de salida planificada se accedió a la zona de estudio hasta llegar a un punto central de trabajo, donde existía un campamento habilitado; sin embargo, al no encontrar ninguna infraestructura se dispuso del personal contratado para que efectúen las labores de limpieza e implementen un campamento volante con los materiales que se habían adquirido previamente.

Las evaluaciones a realizar durante el trabajo de campo, fueron las siguientes:

##### a. Árboles semilleros

###### i. Ubicación

Los mapas de dispersión fueron de gran ayuda y funcionaron como una herramienta de apoyo y planificación, permitiendo tomar decisiones en la ruta de evaluación diaria.

Se empleó el receptor de señal GPS, según las coordenadas declaradas en los documentos de gestión o las modificaciones de la autoridad competente; una vez ubicado e identificado por la especie declarada, se confirmó la existencia del árbol.

El registro de la ubicación actualizada del árbol semillero, se efectuó verificando que el error de señal en el GPS no supere los 15 m; sin embargo, existieron varios casos donde se esperaron algunos minutos para que se estabilice la señal y se alcance un error aproximado de 15 m. Confirmado el error, se procedió a guardar el punto de ubicación. Otra opción empleada fue el comando “promedio” para guardar el waitpoint en los casos donde no llegó a disminuir el error de la señal.

## ii. Evaluación dasométrica,

En cada individuo se tomaron las siguientes mediciones:

- **Diámetro a la altura de pecho (DAP)**, se efectuó a 1.30 m del nivel del suelo cuando se encontraron las condiciones apropiadas como: fuste recto, aletas pequeñas (menores a 1 m), sin protuberancias o deformidades y sin lianas; sin embargo, existieron situaciones que implicaron efectuar algunas variaciones, como las que se indican a continuación.

**Caso 1:** Fuste con altura de aletas entre el 1.30 y 1.50 m o el fuste posee una protuberancia o deformidad a 1.30 m, en este caso la medición se realizó a 30 cm por encima del final de las aletas, protuberancia o deformidad (Figura 2.)

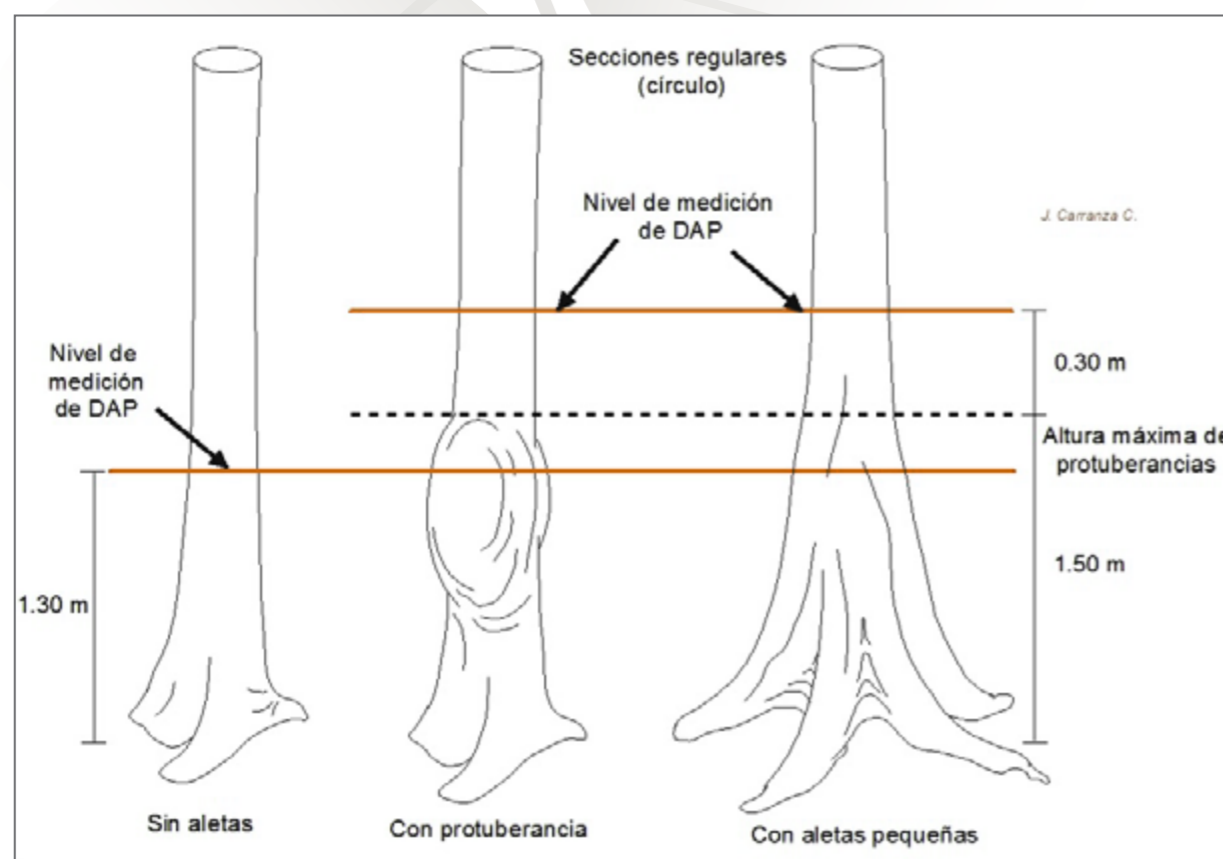


Figura 2. Variaciones en la altura de medición del DAP.

**Caso 2:** Fuste con altura de aletas superior a 1.50 m, la medición se realizó mediante una proyección de las generatrices formadas por el fuste a 1.30 m del nivel del suelo. La medición debe efectuarse considerando lo siguiente:

- Si se emplea cinta diamétrica, ésta se extendió a modo de una regla estirada transversalmente al eje del fuste, siendo sostenida en el lado de "0" por el trochero y el otro extremo por el matero, efectuando la medición por la cara de la cinta donde aparece el sistema métrico.

Para la proyección el jefe de brigada se situó a una distancia aproximada de 3 m desde la base del árbol e indicó al trochero donde ubicar el "0" de la cinta (proyección de la generatriz izquierda) y luego indicó al matero donde debe señalar con su dedo en la cinta la lectura de medición del diámetro (proyección de generatriz derecha) (Figura 3).

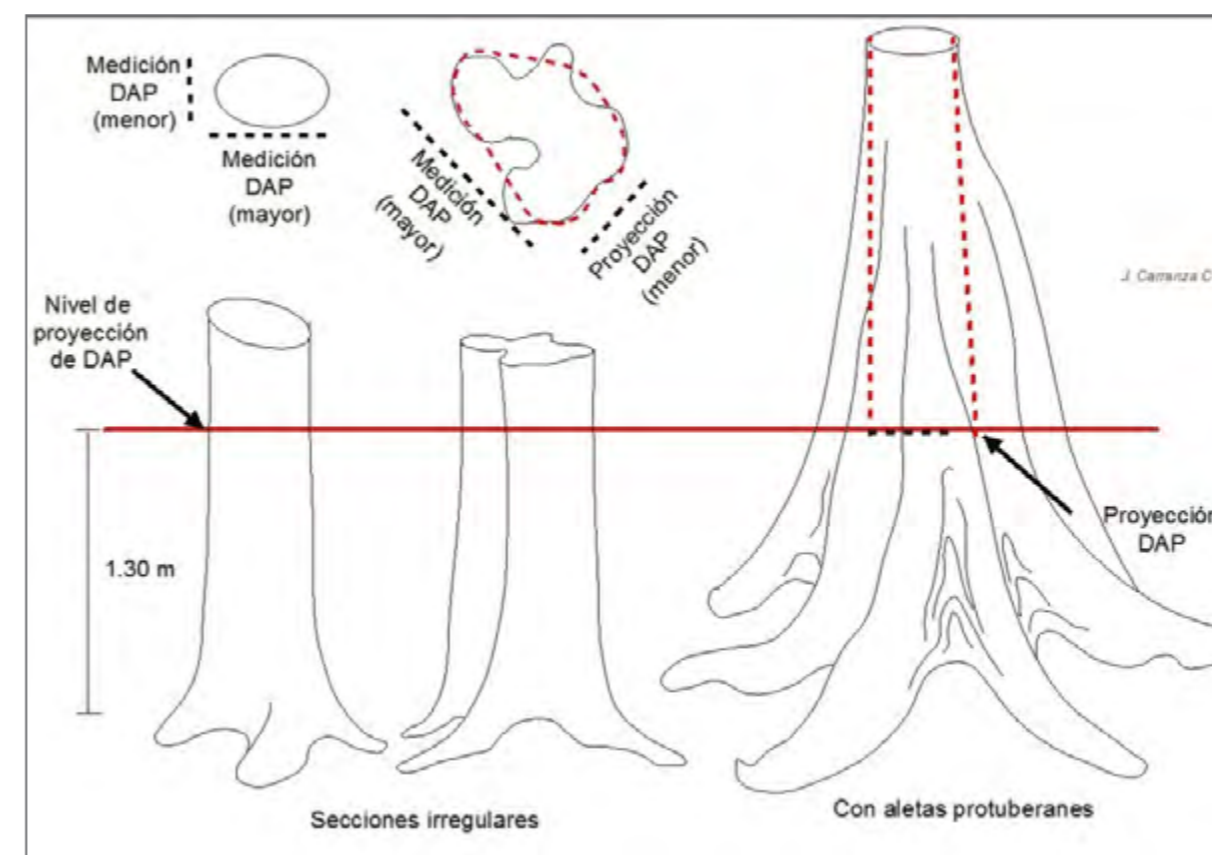


Figura 3. Mediciones del DAP en secciones irregulares.

b. En el caso del uso de forcípula, la medición se efectuó de manera similar; sin embargo, el largo de la regla graduada fue una limitante, de este modo se tuvieron dos situaciones:

b1. *La longitud de la regla es mayor al DAP*, en este caso el matoro sostuvo la forcípula a 1.30 m de altura de la base del fuste, colocándola transversalmente a éste y esperando la indicación del jefe de brigada para colocar el “0” de la regla (brazo fijo) y hasta cuanto desplazará el brazo móvil para que coincida con la proyección de la generatriz derecha del árbol.

b2. *La longitud de la regla es menor al DAP*, para la medición se procedió igual que en el punto anterior (b1.) con la salvedad de que el brazo móvil debe llegar hasta el número máximo de la longitud de la regla, punto del cual debe efectuarse una pequeña marca que sirva de referencia (realizada por el trochero). Efectuado ello, el matoro traslada la forcípula siguiendo el eje transversal de la primera medición parcial hasta hacer coincidir el “0” del brazo fijo con la marca, luego se continúa con la medición deslizando el brazo móvil hasta alcanzar la proyección de la generatriz derecha (indicado por el jefe de brigada), punto donde se efectuará la segunda medición. (Figura 4).

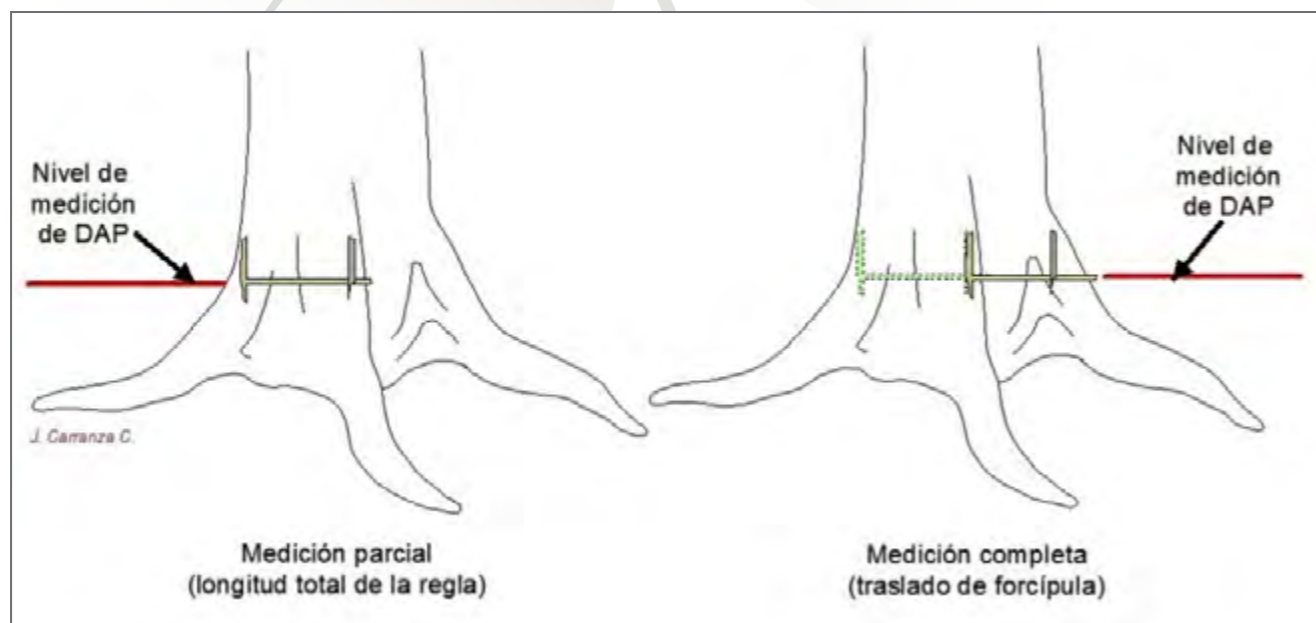


Figura 4. Mediciones del DAP con forcípula en árboles de grandes dimensiones

Caso 3: Para árboles encontrados en terrenos inclinados o con fuste inclinado, el punto de referencia para tomar la altura de medición del DAP (1.30 m) fue el punto de la base del fuste localizada a mayor altitud (terreno con inclinación) o se consideró el punto de la base donde se observó la compresión del fuste (árbol inclinado) (Figura 5).

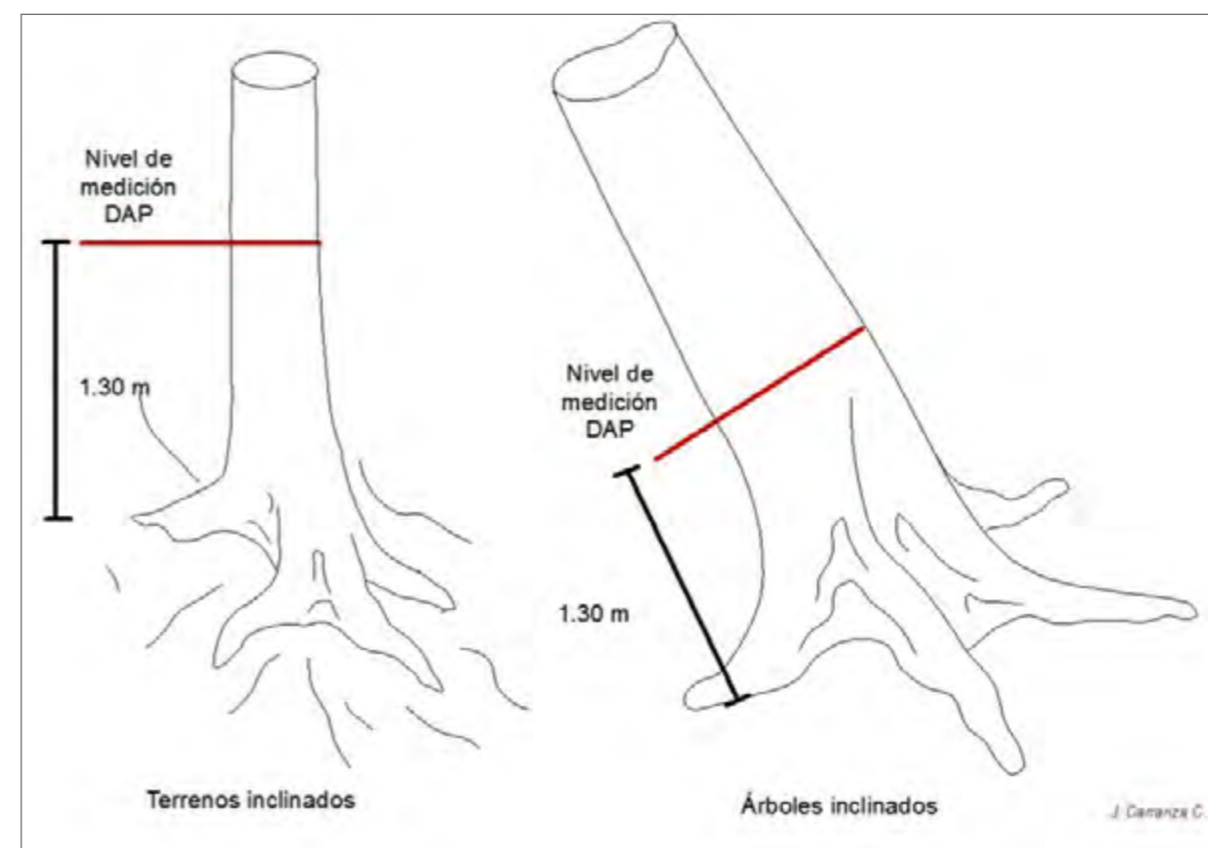


Figura 5. Determinación del punto de referencia para la altura de medición del DAP.

#### - Alturas

Fueron medidas con el hipsómetro-clinómetro, para su empleo el jefe de brigada se situó a una distancia óptima (entre 15 y 20 m) de alejamiento de la base del árbol y su orientación fue la mejor posible, permitiendo la visualización correcta de los puntos de referencia para tomar la medición de altura comercial, de fuste y total (Figura 6), tal como se indica a continuación:



- a. **Altura comercial**, fue tomada desde la base de la primera troza comercial hasta el punto del fuste donde se considere comercializable, excluyéndose sectores defectuosos severos o con presencia de ataques biológicos. En árboles con ahusamiento eminente y severo en la base del fuste, se descontó la base irregular hasta que la sección fue de una forma ovalada o circular.
- b. **Altura de fuste**, longitud considerada desde la base del árbol hasta el punto de copa o base de la bifurcación principal del fuste, no confundiendo con las ramas secundarias que pueden presentarse en el fuste antes del punto de copa.
- c. **Altura total del árbol**, comprendida entre la base del árbol y el punto de más extremo y apical de la copa.

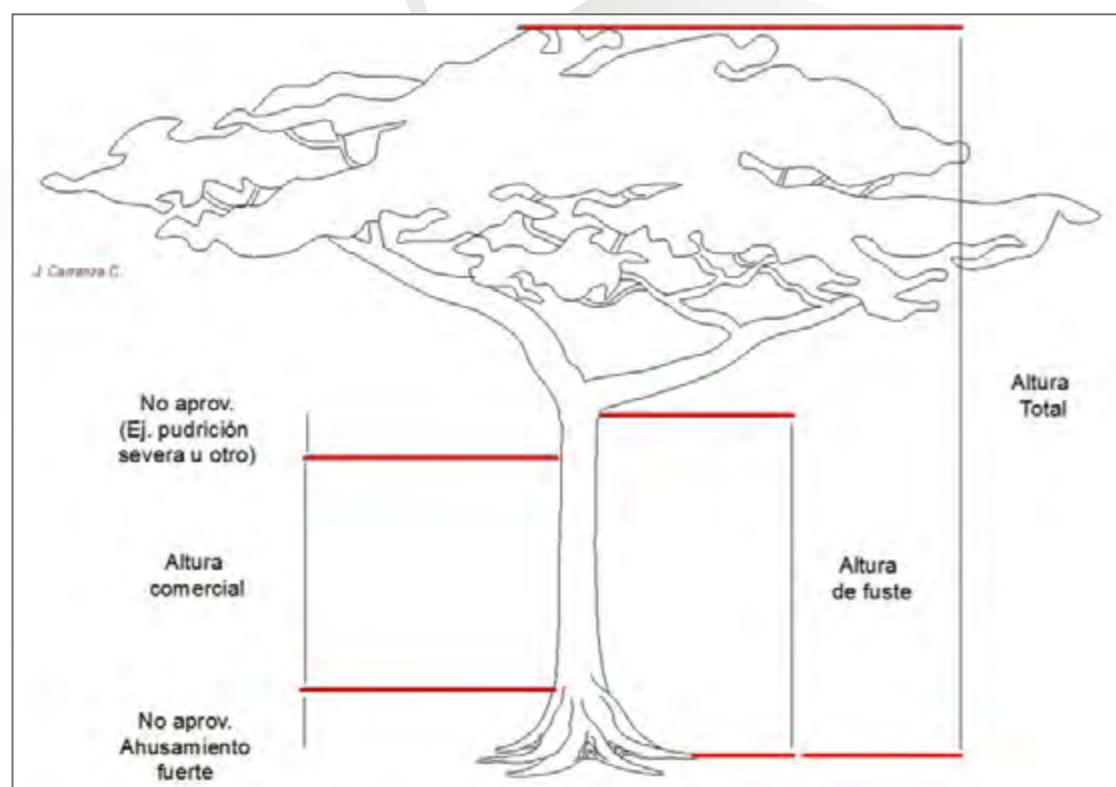


Figura 6. Determinación de alturas

- iii. **Evaluación cualitativa**, se concentra en la descripción de una serie de variables propias de cada individuo, las mismas que se detallan a continuación:
  - **Dominancia**: se observó la posición vertical relativa de la copa del árbol semillero con respecto a la

altura de los árboles acompañantes, pudiéndose encontrar en el estrato superior, medio o inferior en relación con sus vecinos (Figura 7).

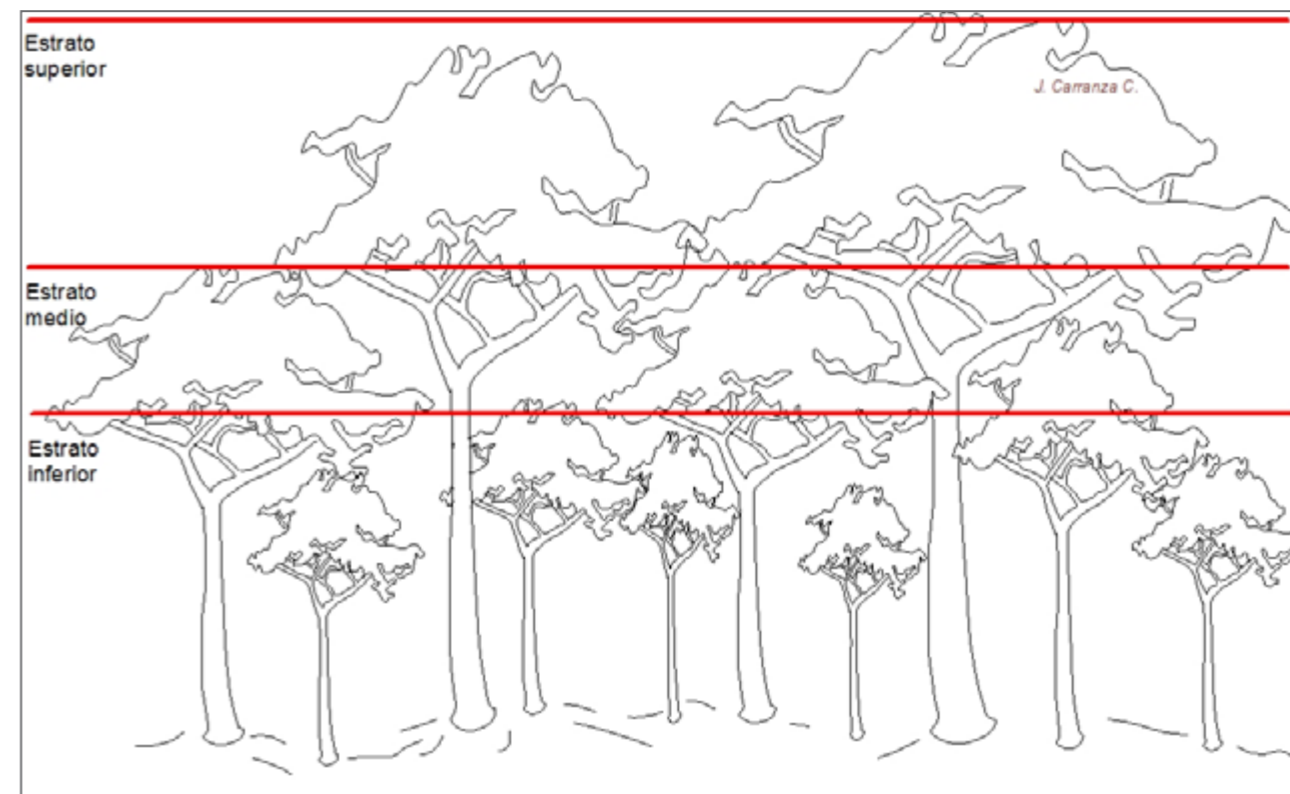


Figura 7. Niveles de dominancia

- **Número de ramas encima del punto de copa** (Primera bifurcación): se indicó el número de ramas se indicó el número de ramas principales que ante cualquier eventualidad natural dañaría la estructura del árbol semillero (Figura 8).



Figura 8. Conteo del número de ramas por encima del punto de copa y presencia de ramas secundarias en el fuste

- **Posición de las ramas** (ángulo de inserción): se estimó visualmente, apreciando el ángulo de inserción predominante formado por las ramas principales con el fuste del árbol, el ángulo fue tomado con relación al eje del tronco y en sentido horario para cada una de las ramas, efectuándose un promedio entre el total de ramas principales. Se deben considerar las siguientes clases: Perpendicular al fuste ( $90^\circ$ ), distancia media al fuste ( $45^\circ$ ) y cercano al fuste ( $0^\circ$ ), tal como indica la Figura 9.



Figura 9. Ángulo de inserción de las ramas

**Estado sanitario:** se realizó una observación exhaustiva y objetiva del individuo que fue evaluado y se anotó si el árbol se encontraba sano o afectado por alguna enfermedad o si se encontraba atacado por hongos, insectos u otros animales. Asimismo, la evaluación contempló la observación de todos los lados del fuste del árbol. El estado sanitario se clasificó de la siguiente manera; sano, ataque hasta  $1/3$  del fuste, ataque hasta  $2/3$  del fuste y superior a los  $2/3$  del fuste (Figura 10).





Figura 10. Ejemplos de diversos ataques en el fuste

- **Infestación de especies parásitas, sogas y lianas:** se evaluó la cantidad de especies que habían invadido el tronco y la copa. El nivel de infestación se clasificó de la siguiente manera: libre de lianas y bejucos, presencia en el fuste, presencia leve en fuste y copa, presencia en fuste y copa (Figura 11).

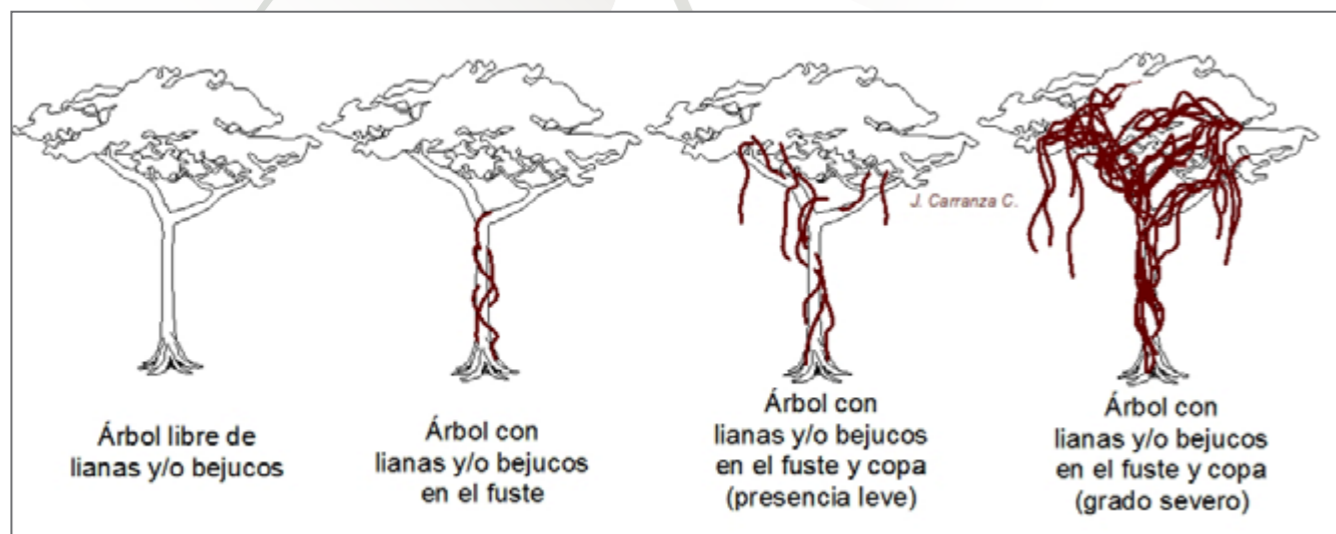


Figura 11. Grado de infestación de lianas y/o bejucos

- **Estimación del vigor del árbol:** se observó la vitalidad o fuerza que tiene el árbol para hacer funcionar todas las características fisiológicas, las cuales están asociadas a su crecimiento y desarrollo, esta estimación se da en relación a los demás individuos dentro de la comunidad. El vigor del árbol se clasificó de la siguiente manera: alto, cuando el individuo presentó características de buena calidad en comparación con los árboles que se encontraron a su alrededor; medio, cuando sus características fueron iguales y bajo, cuando sus características estuvieron por debajo del nivel de calidad de la comunidad (Figura 12).

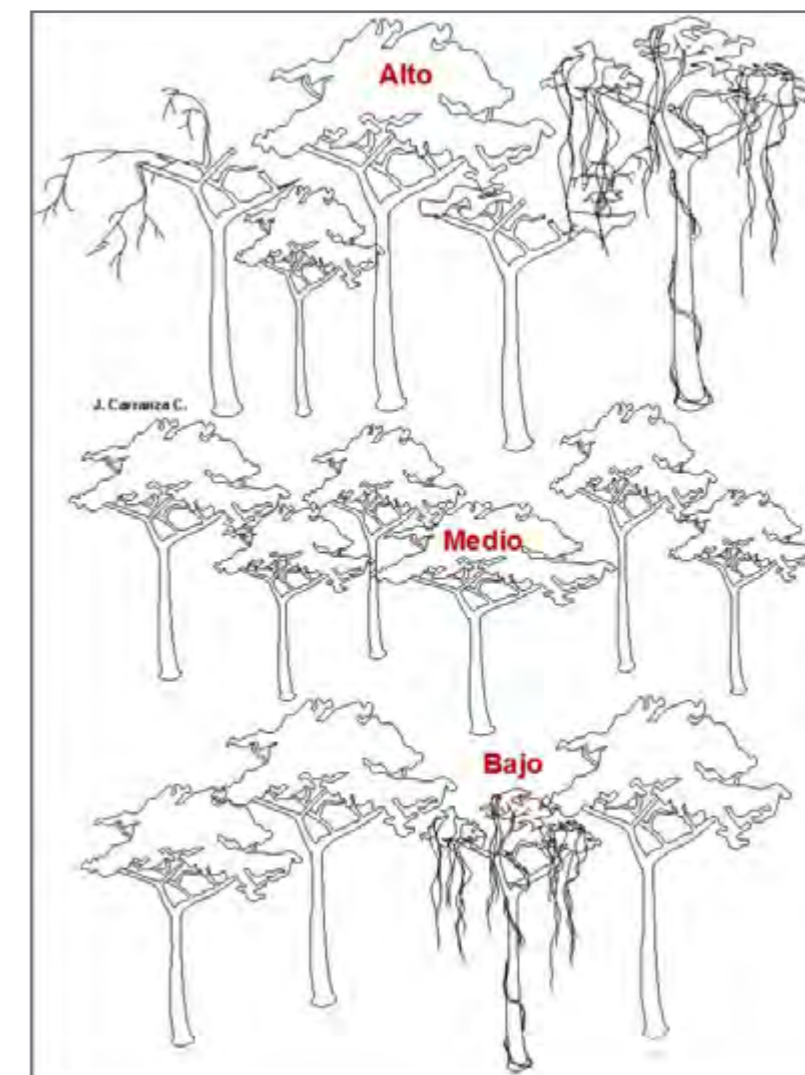


Figura 12. Vigor del árbol



- **Características de las aletas:** se consideró la medición de los lados del triángulo formado por cada aleta y su dirección. Para las mediciones, se consideró como altura de aleta la distancia desde el nivel del suelo hasta el nivel donde la aleta se pierde y forma parte del fuste; en el caso de la base de la aleta, se consideró la distancia entre el fuste y el final de la misma o cuando ésta llega a perderse en el suelo. La dirección de la aleta se tomó con ayuda de la brújula, indicándose el azimut (Figura 13).

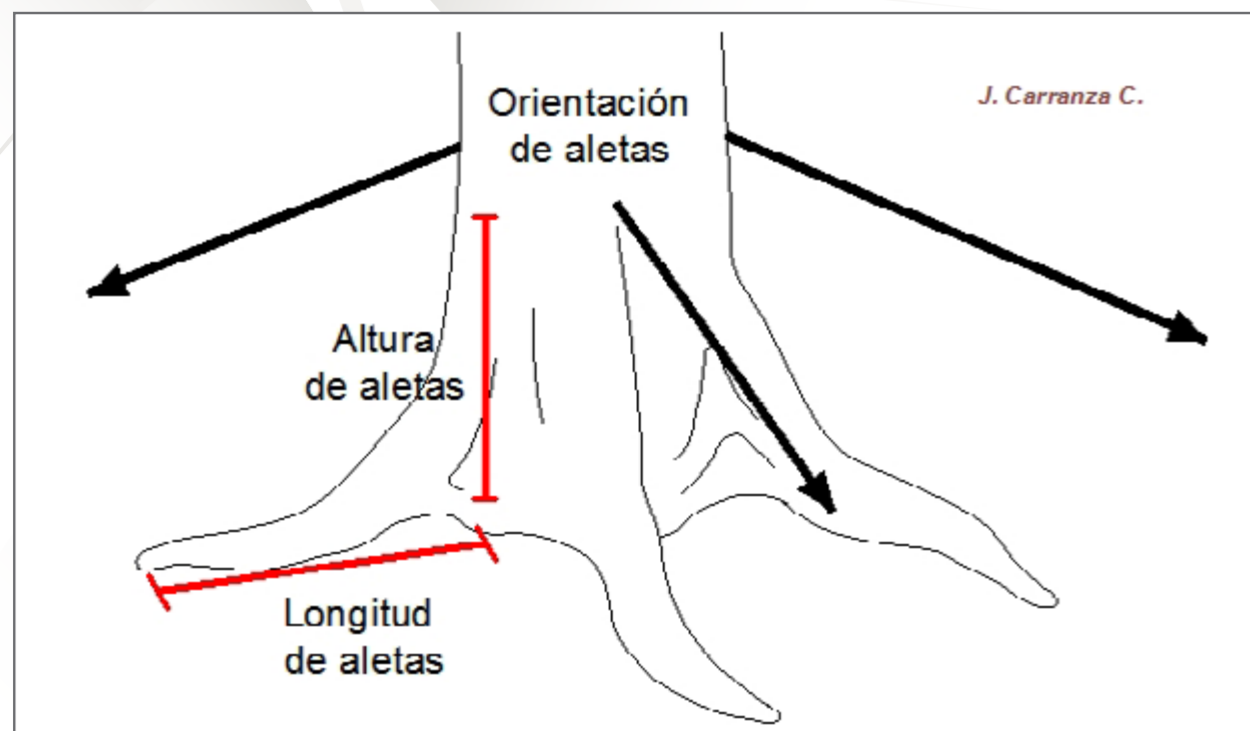


Figura 13. Evaluación de las características de las aletas de árboles

- **Rectitud del fuste:** se observó en función al nivel de aprovechamiento maderable, para la evaluación se consideró si el fuste forma un ángulo de  $90^\circ$  con relación al suelo se trataría de un fuste recto; si forma un ángulo menor a  $90^\circ$  con relación al suelo es inclinado; un árbol recto torcido, cuando el fuste se ha desviado de su eje natural y posteriormente puede volver a él y finalmente un fuste torcido cuando la parte superior del tronco va en una dirección y la inferior en dirección opuesta (Figura 14).

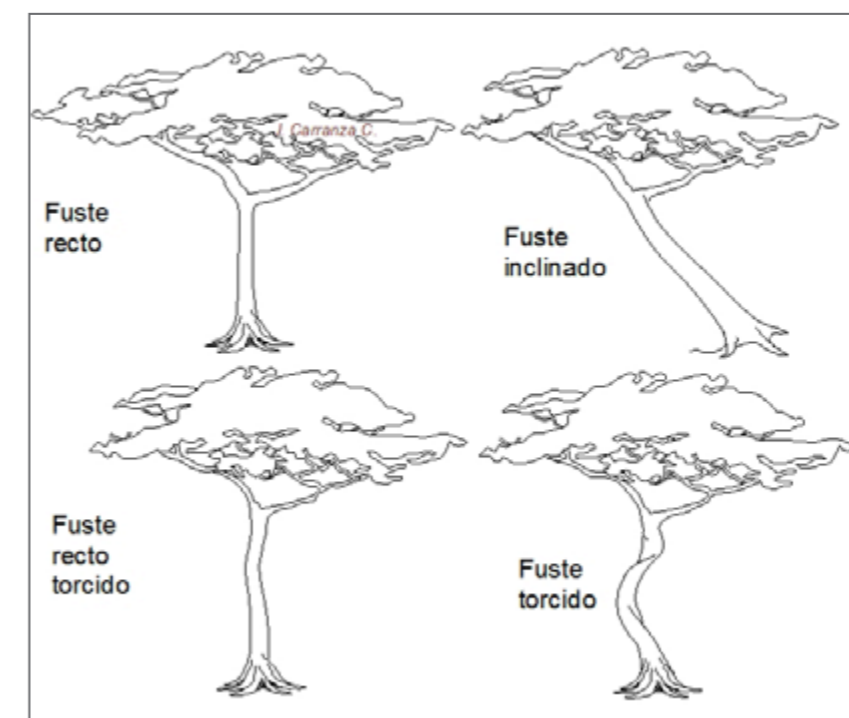


Figura 14. Rectitud del fuste

- **Descripción de la corteza externa:** se apreció la existencia de grietas (abertura larga y estrecha, producto de la separación de la corteza), rajaduras (es la ruptura de la corteza, con mayor profundidad que la grieta) en función a mostrar la predisposición del fuste a daños o infecciones.
- **Estado del fuste:** se observó su condición de producción de madera: sano o con posible hueco medular; para ello, se practicaron unos golpes al fuste y en base al sonido generado por el vacío interior se determinó la posibilidad de la presencia de un hueco central.
- **Estado fenológico:** se indicó el estado en que se encontró el árbol semillero al momento de la evaluación, en una de sus cuatro fases: floración, fructificación, dispersión o latente (Figura 15).



Figura 15. Frutos de caoba en maduración (fructificación) y frutos de cedro que ya diseminaron sus semillas (dispersión).

- **Forma del área basal:** se señaló la forma geométrica característica a 1.3 m de altura sobre el suelo, clasificándola como círculo (DAP mayor y menor similares), elipse (diferencia marcada entre ambos DAP) o estrella (formada por el ahusamiento en la base del fuste) (Figura 16).

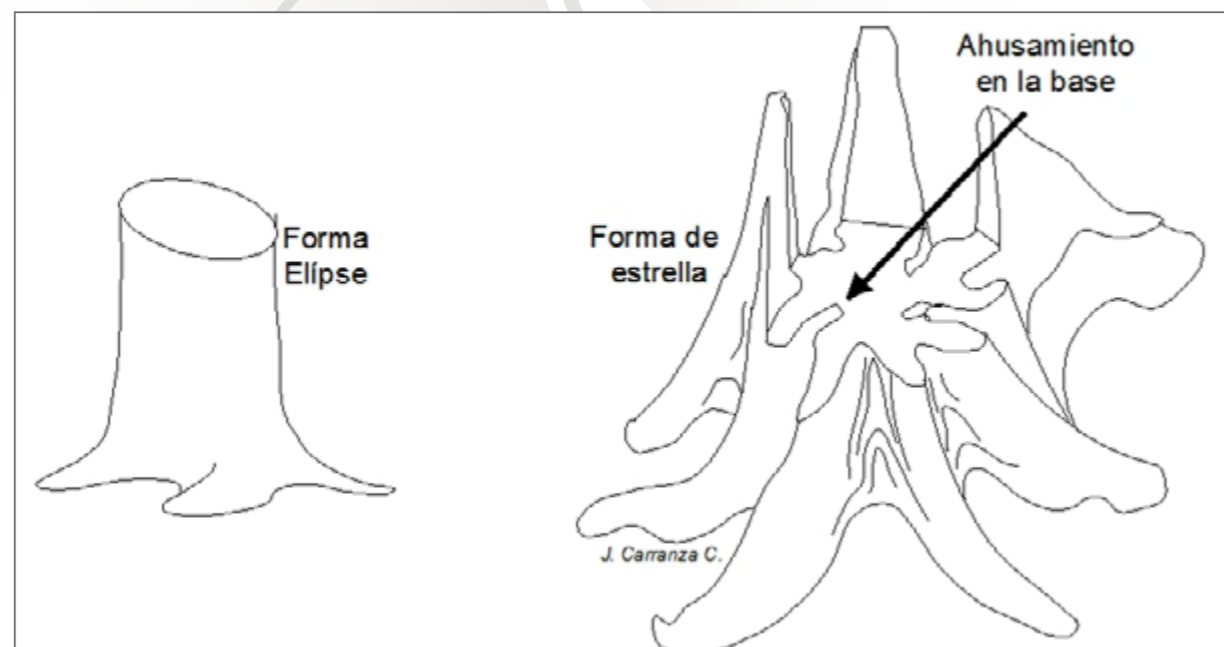


Figura 16. Forma de la sección del área basal

- **Forma de la copa:** se indica el tamaño y la forma geométrica característica de la copa de acuerdo a la calificación basada en cinco puntos de Synnott (1979), clasificándose en: círculo completo, círculo irregular, medio círculo, menos que medio círculo y solamente pocas ramas.

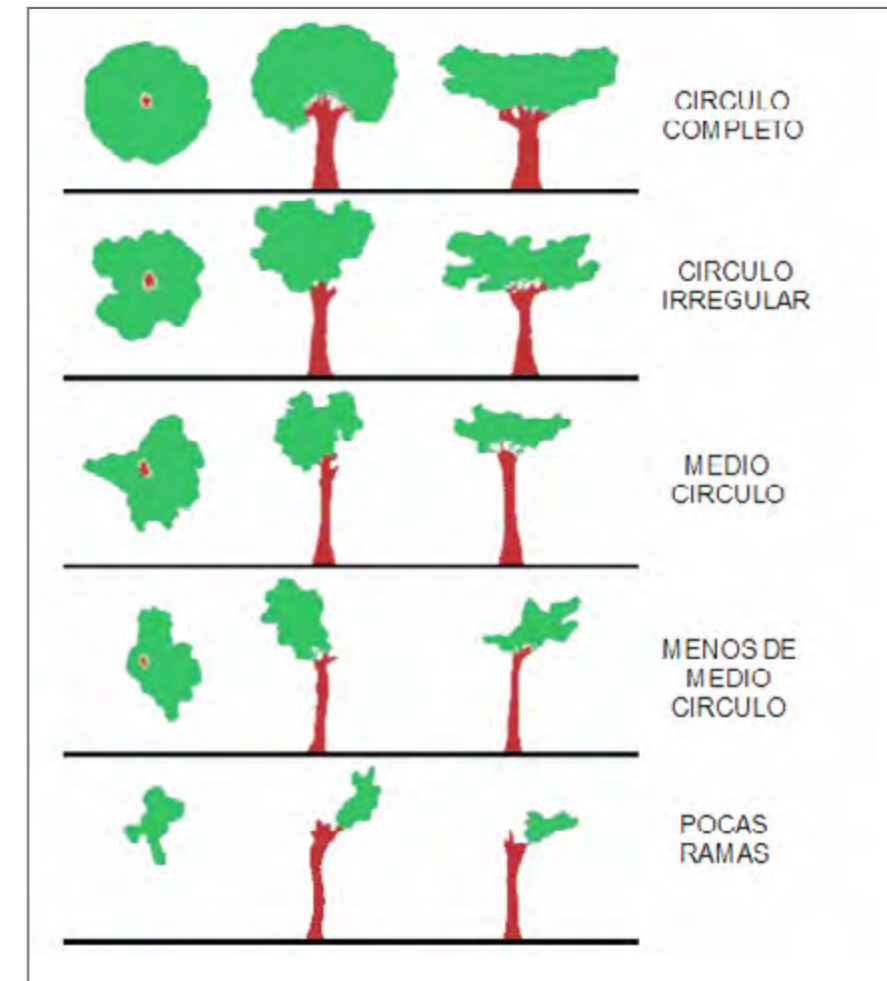


Figura 17. Clasificación de la forma de copa (Synnott T, 1979)

- **Estado físico:** se observó si el fuste presentó daños mecánicos, los cuales deterioran su calidad, disminuyen la posibilidad de progreso del árbol e incluso conllevan a su muerte; este daño está asociado principalmente a labores de aprovechamiento, como por ejemplo cortes con motosierra (Figura 18).





Figura 18. Hueco originado por motosierra

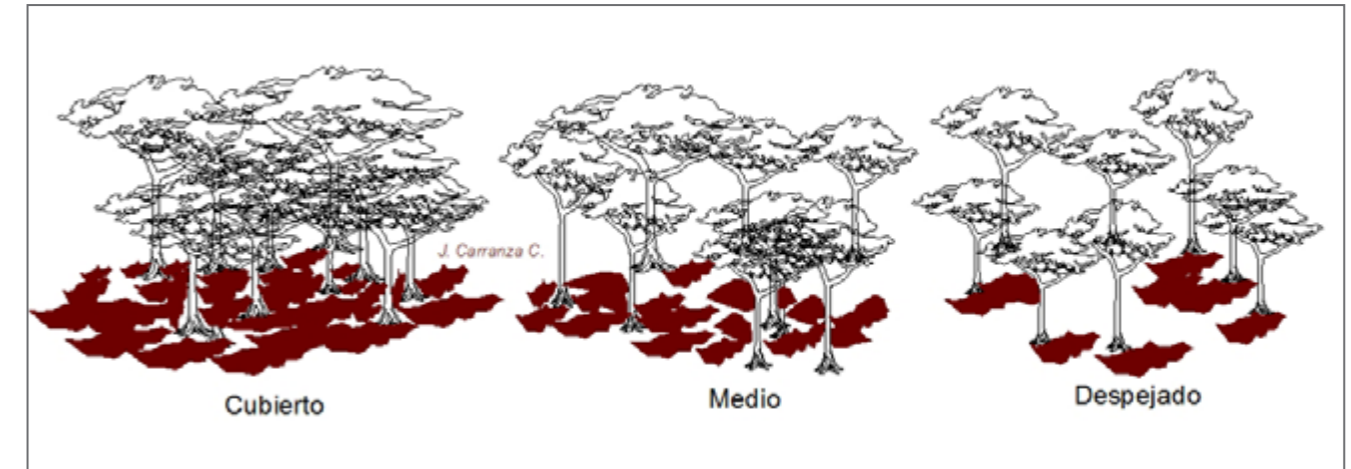


Figura 19. Grados de espesura del bosque

#### b. Evaluación del sitio

La evaluación del sitio de árboles semilleros se realizó efectuando un transecto de 30 m horizontales en cada dirección cardinal tomando como punto central al árbol semillero, efectuando observaciones a lo largo de ella, evaluando la periferia y detallando en promedio:

##### i. Descripción de la vegetación

- Espesura, está relacionada con la densidad de la frondosidad, ramaje y al follaje de las copas que conforman el dosel. Para la evaluación se consideró la siguiente clasificación (Figura 19):
- **Cubierto:** indica que el dosel observado es denso y cerrado, lo cual no permite la incidencia directa de la luz al nivel inferior del bosque.
- **Medio:** se refiere a un dosel que está formado por copas que tienen cierto grado de conectividad. Muestra un dosel que presenta pequeños claros que permiten la incidencia directa o indirecta de la luz solar al suelo.
- **Despejado:** dosel constituido por copas de árboles dispersos, con poca o nula conectividad entre las ramas. Presenta áreas despejadas de tamaño considerable, donde la luz solar incide directamente sobre el suelo permitiendo la regeneración de las plantas, modificando el microclima del nivel del suelo y el agua disponible.

- **Nivel del sotobosque,** es el estrato conformado por plantas que se encuentran en la parte inferior (menor tamaño) de la estructura del bosque, cuya densidad depende de la luz que logre penetrar el dosel. Se evalúa según tres categorías:
  - **Alto:** estrato constituido por árboles jóvenes, en el rango de 1.5 metros de altura, hasta 10 cm de dap. Forman capas discontinuas debajo del dosel.
  - **Medio:** constituido por arbustos y árboles jóvenes de menor tamaño.
  - **Bajo:** con presencia de vegetación, como plántulas y plantones; la cantidad y las especies dependen de las condiciones de iluminación.

##### ii. Descripción del suelo y terreno

- **Pendiente,** registrada cada 10 m de distancia horizontal. Para la obtención de la pendiente se utilizó el clinómetro y se hizo uso de las unidades expresadas en porcentajes. Para efectuar la medición, se colocó una vara o jalón con una marca a la altura visual del evaluador, luego el matero se trasladó hasta los 10 primeros metros de distancia donde se efectuó la medición por el jefe de brigada, una vez concluida la medición, se realizó un nuevo desplazamiento horizontal por espacio de 10 m para proceder con la misma tarea hasta alcanzar los 30 m, la figura 12 muestra un ejemplo en el levantamiento de esta información (Figura 20).



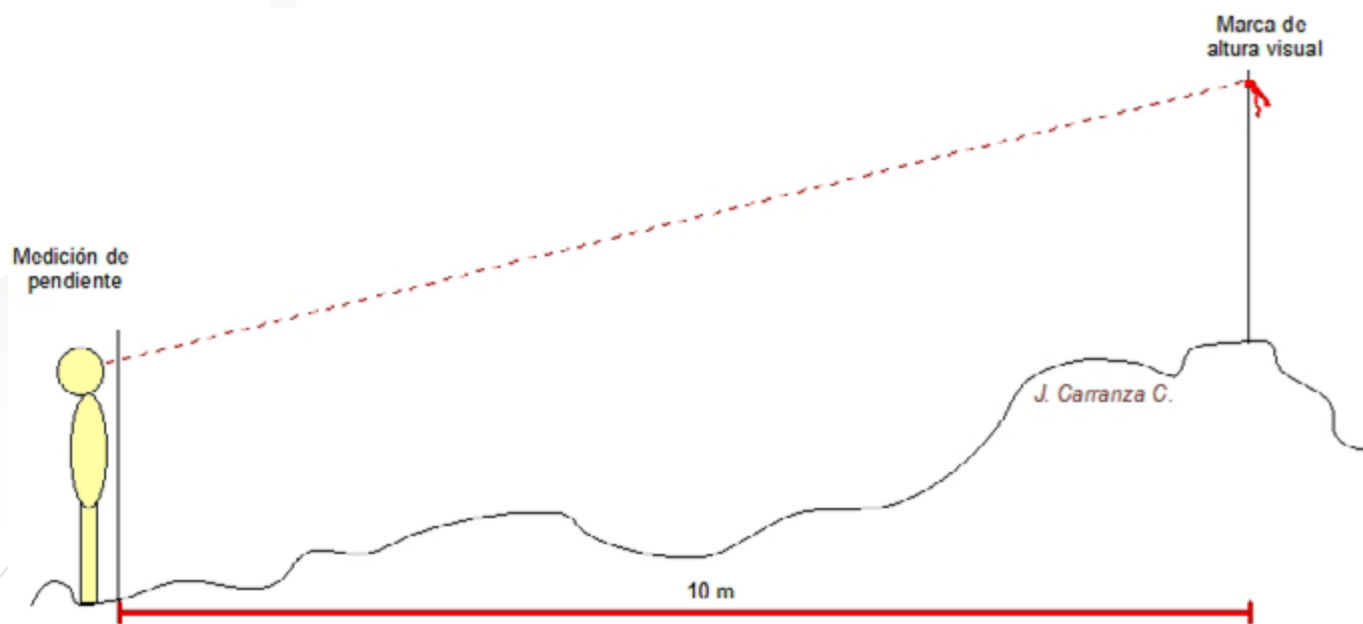


Figura 20. Medición de la pendiente.

– **Drenaje**, se clasificó en tres categorías:

- Bueno: cuando se encontraron suelos ligeros, los cuales no presentan retención de agua, evacuando los fluidos de manera eficiente por escurrimiento superficial y por infiltración profunda.
- Moderado: cuando se pudieron observar pequeños charcos de agua pero que aparentemente son temporales, presentando un escurrimiento lento.
- Pobre: son suelos pesados, donde no existe un flujo de agua constante y es almacenada en forma de charcos.

– **Descomposición de materia orgánica:**

Se refiere al grado de presencia de material vegetativo como hojas, ramas, frutos, semillas, restos de animales, entre otros, que se encuentran en estado de descomposición. Durante la evaluación se clasificaron en tres niveles:

- **Alto:** nivel alto de descomposición reflejado en la abundancia de materia orgánica que crea un manto de tierra oscura sobre el suelo, donde se desarrolla también una activa vida animal.
  - **Medio:** presencia de materia orgánica en menor grado, se encuentra disperso en el área evaluada.
  - **Bajo:** suelos con presencia mínima de materia orgánica. Se logra observar la superficie del suelo.
- **Textura del suelo:**

La textura influye en el movimiento del agua y de los nutrientes a través del perfil del suelo, también afecta el crecimiento de las plantas. Se clasifica en suelos tipo:

- Arcilloso: este tipo de suelo posee mayor porcentaje de arcilla, presentando una textura fina. Tiene capacidad de almacenar agua y nutrientes. Suelos con bajas posibilidades de aireación y una elevada viscosidad lo cual se traduce en una resistencia a la penetración de raíces. Para identificar el tipo de suelo en campo se puede formar un círculo con la tierra y no agrietándose o agrietándose muy poco.
  - Franco: este tipo de suelo presenta proporciones aproximadamente igual de arena, limo y arcilla, presentan una textura media. El color del suelo franco puede dar indicio de su composición, mientras más oscuro contiene mayor cantidad de materia orgánica. Para fines prácticos de identificación del tipo de suelo franco, se puede amoldar la tierra en la mano para formar un cilindro que se quiebra al doblarlo.
  - Arenoso: suelo constituido en su mayoría de arena, lo que permite una buena aireación, la tierra permanece suelta y con granos separados. Absorben el agua pero no tienen capacidad de retenerla, al igual que los nutrientes, los cuales por lixiviación son arrastrados hacia el subsuelo. Presenta un grado mínimo de cohesión al juntarla.
- Presencia de material reproductivo: referido a la presencia o ausencia de material vegetativo como: semillas, frutos y flores encontrados al nivel del suelo provenientes del árbol semillero evaluado.

### c. Regeneración natural:

La evaluación de la regeneración natural se realizó a través del levantamiento de información en parcelas orientadas hacia los cuatro ejes cardinales, cada una de estas cuatro parcelas poseen dimensiones estándares de 20 m x 100 m de longitud y se encuentran distancias del punto central (árboles semillero) en 10 m. En ellas se han establecido subdivisiones para una mejor toma de información y evaluación (Figura 21 y 22), de este modo se tienen:

- i. **Sub Parcelas tipo A**, las cuales poseen una dimensión de 20 x 20 m y una cantidad de cinco por cada dirección de eje cardinal, totalizando 20 sub parcelas. Dentro de ellas se tomó la información referente a fustales y árboles (individuos con DAP superior a 10 cm), en cada caso se reportó su ubicación, DAP y alturas.
- ii. **Sub Parcelas tipo B**, tienen una dimensión de 10 x 10 m y una cantidad de cuatro por eje cardinal distanciadas una de otra por 20 m y ubicadas alternadamente a la derecha o izquierda de la trocha de orientación central. En éstas se evaluaron latizales altos, los cuales comprenden a los que se encuentran entre 5 y 10 cm de DAP.
- iv. **Sub Parcelas tipo C**, poseen una dimensión de 5 x 5 m, siendo ocho por orientación y se encuentran dentro de las sub parcelas B unidas por una arista. La vegetación evaluada son los latizales bajos, individuos que poseen DAP inferior a 5 cm hasta una altura total de 1.3 m.
- iv. **Sub Parcelas tipo D**, su dimensión es de 2 x 2 m, son 16 por faja y se encuentran dentro de las sub parcelas C, ubicadas en las dos aristas no contiguas (opuestas entre sí).
- v. **Sub Parcela tipo E**, es la parcela ubicada bajo del árbol semillero y es formada por todos los límites de las primeras sub parcelas tipo A, posee una dimensión de 20 x 20 y se registra la presencia de posible regeneración o de árboles establecidos de caoba o cedro.

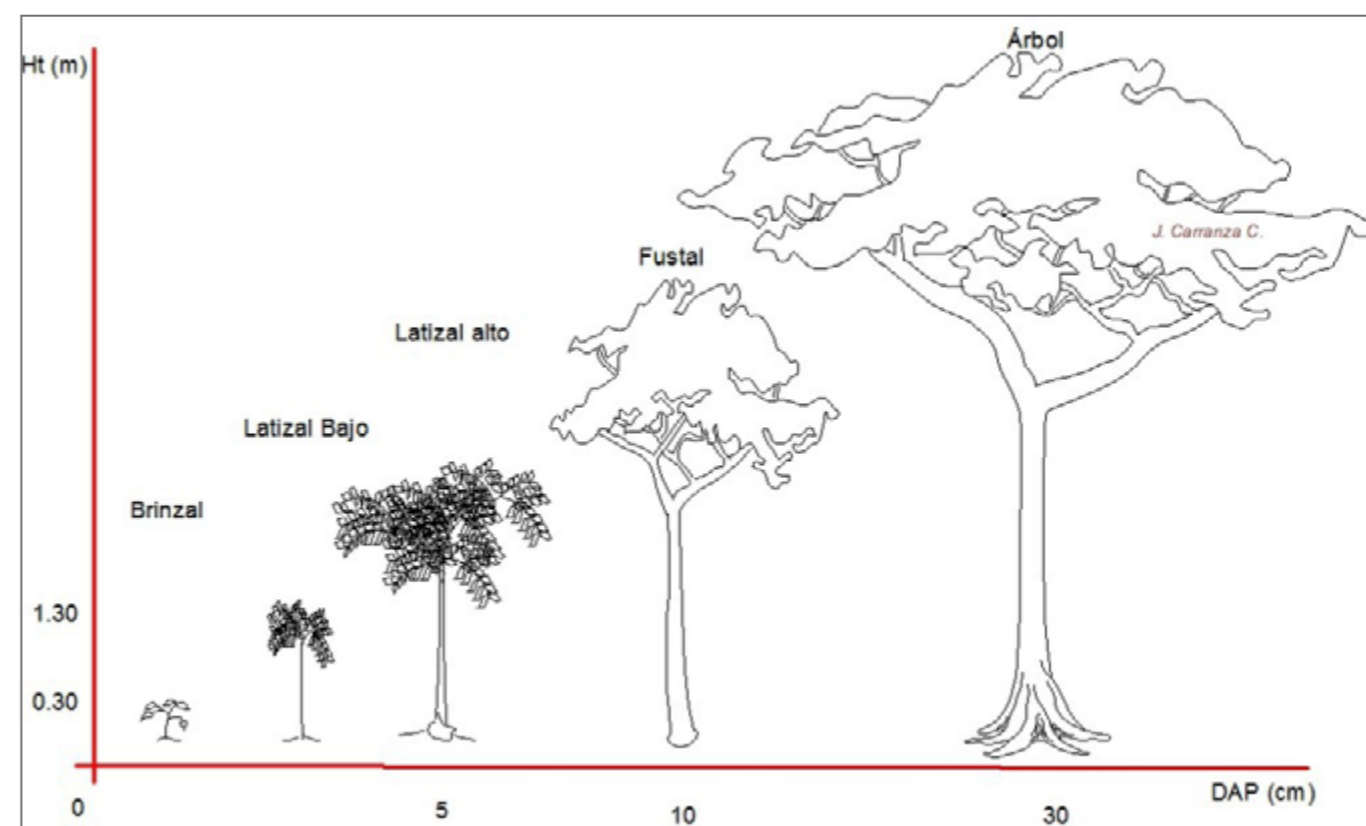


Figura 21. Estadío de desarrollo de individuos de caoba y cedro.

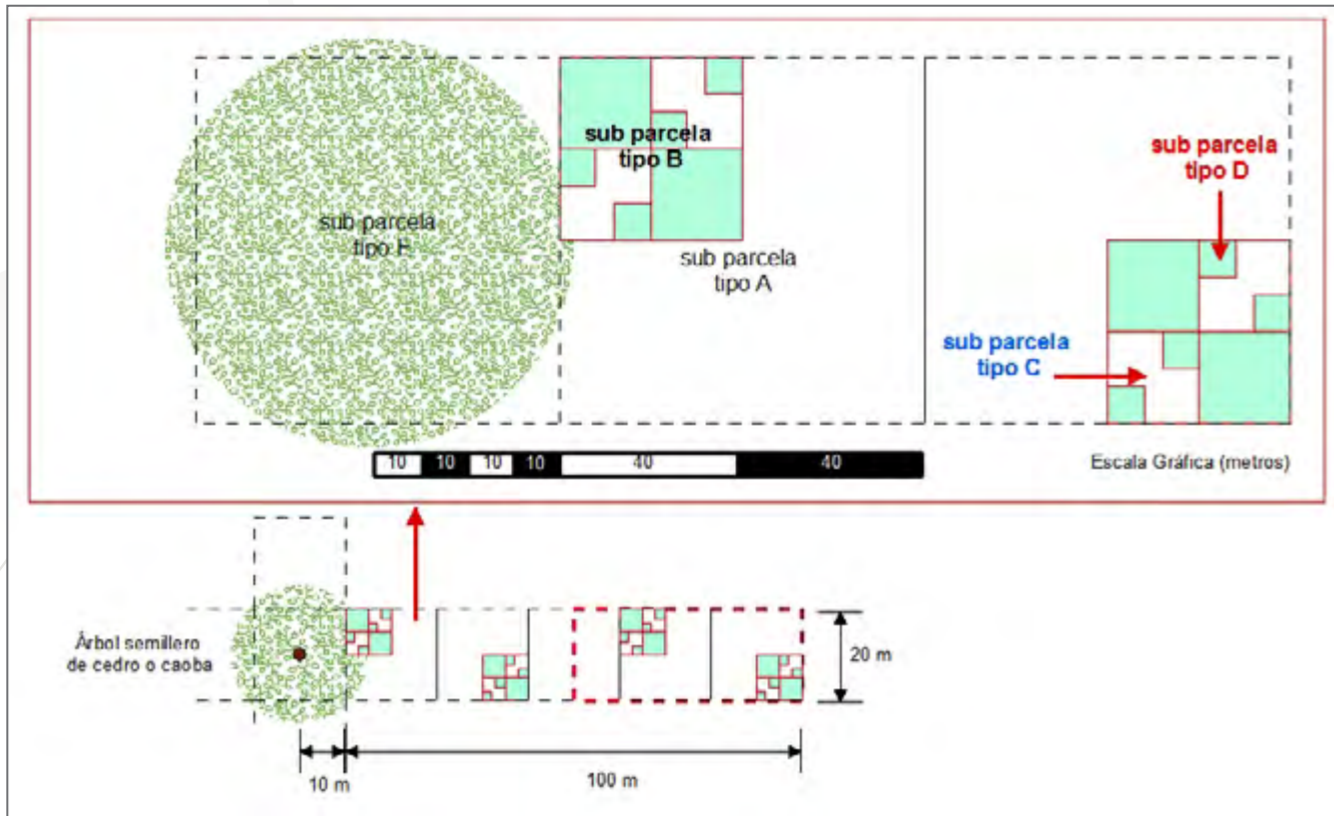


Figura 22. Detalle del levantamiento de las parcelas

Cuadro 1. Tamaño de las parcelas y la vegetación evaluada

Tipo de sub parcela	Categoría	Tamaño de la vegetación	Tamaño de la parcela (m <sup>2</sup> )	Número de subparcelas por faja	Número total de parcelas	Área total (ha)
A	Fustal/árbol	DAP ≥ 10 cm	20 x 20	5	20	0.8000
B	Latizal alto	5 cm ≤ DAP < 10 cm	10 x 10	4	16	0.1600
C	Latizal bajo	Ht ≥ 1.30 m ; DAP < 5 cm	5 x 5	8	32	0.0800
D	Brinzal	0.30 m ≤ Ht < 1.30 m	2 x 2	16	64	0.0256
E	Todas	Todas	20 x 20	0.25	1	0.0400

Elaboración: propia

La disposición de las parcelas en el campo se muestra en la figura 23, apreciando que la sub parcela E se encuentra bajo del árbol semillero, la sub parcela D se encuentra dentro de una sub parcela C, ésta a su vez se encuentra incluida en la subparcela B y finalmente la sub parcela tipo A contiene a todas las anteriores.

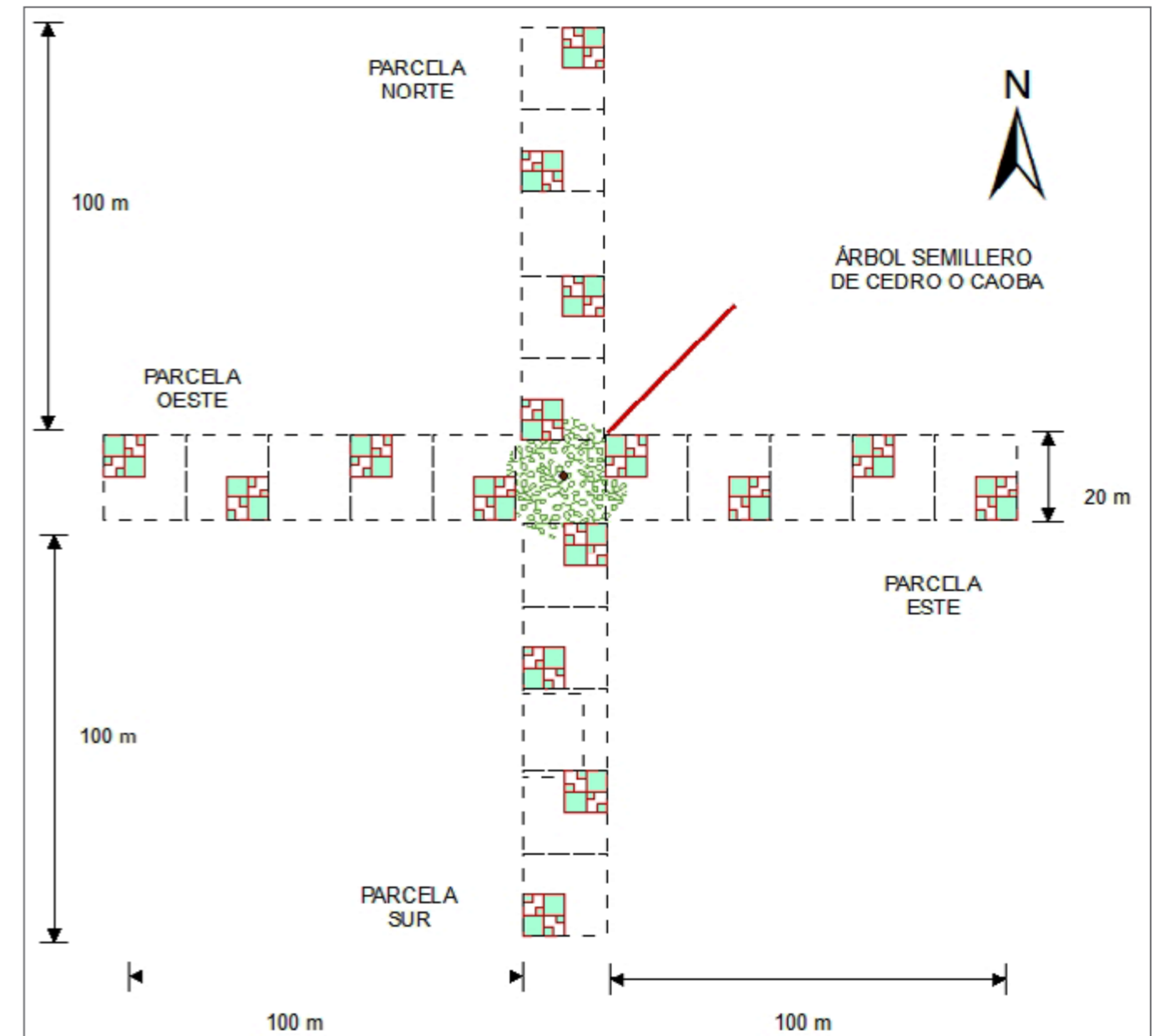


Figura 23. Disposición de parcelas en ejes cardinales



## Consideraciones

1. Sólo en los casos en que se encontró regeneración en algunas de las respectivas subparcelas (no se consideran observaciones) en dos parcelas contiguas, la brigada efectuó unos recorridos cruzando de una parcela hacia la otra, siguiendo la dirección de la línea imaginaria formada por las estacas colocadas a 90 m en ambos ejes, retornando en la dirección de las estacas colocadas a los 50 m del árbol semillero en cada parcela, permitiendo observar regeneración adicional en los sectores fuera de las muestras. Es así que se obtiene, en ciertos casos, información referente a áreas con orientación Nor-Oeste, Nor-Este, Sur, Oeste o Sur-Oeste.
2. En los límites de las parcelas que coincidieron un individuo de caoba y/o cedro según sea el caso, en las especies estudiadas y que se encuentren total o parcialmente dentro de la sub parcela, el registro se efectuará de manera impar, considerando los individuos encontrados pares fuera de la parcela, no siendo contabilizados en el muestreo pero sí en observaciones.
3. Asimismo, en caso encontrar otros individuos de cedro y/o caoba que se encuentren totalmente fuera de la subparcela, se anotará su existencia y dimensiones en observaciones.

### 4.2.3 Fase final de gabinete: Procesamiento y análisis

Con la información que se recopiló en campo se realizó una serie de análisis de datos, en el caso de la evaluación de árboles semilleros, se elaboraron cuadros y gráficos dando resultados relativos (expresados en porcentajes) de cada parámetro evaluado, tanto para caoba como para cedro, efectuándose comparaciones entre áreas intervenidas contrastadas con los resultados de áreas no perturbadas (de considerarlo en la evaluación).

En el caso de la regeneración natural que se evalúa en campo dentro de las parcelas con direcciones hacia los ejes cardinales, los resultados por parcela se proyectaron a la hectárea permitiendo ser comparables y brindar un mejor diagnóstico de los estadios de la regeneración, ya sean brinzales, latizales altos o bajos y fustales.

La metodología descrita obedece a una serie de actividades de diseño y validación en campo, que permitieron efectuar los ajustes necesarios para brindar datos más precisos, representativos y a un bajo costo de inversión; asimismo, las constantes salidas de campo son una fuente de enriquecimiento y aprendizaje para los profesionales, los mismos que darán aportes valiosos en el camino de mejora metodológica.





5. Resultados





## 5.1 Caracterización de la muestra

En el cuadro 2 se muestran los puntos de muestreo tomados para la especie caoba, observando que se efectuaron en total 58 observaciones repartidas en seis concesiones forestales con fines maderables (42), una con fines de conservación (10) y una comunidad nativa (6).

Cuadro 2. Muestras evaluadas de caoba por concesión, comunidad y fecha

Titular	Junio	Agosto	Noviembre	Total
A			7	7
B	6			6
C		8	2	10
D		5		5
E	2		2	4
F		5		5
G	3		4	7
H		14		14
<b>Total evaluado</b>	<b>11</b>	<b>32</b>	<b>15</b>	<b>58</b>

\*Área testigo

Fuente: Tabajo de campo

En el cuadro 3 se presenta los puntos de muestreo tomados para la especie cedro, efectuándose 65 observaciones repartidas en siete concesiones forestales con fines maderables (52), una con fines de conservación (5) y una comunidad nativa (8).

Cuadro 3. Muestras evaluadas de cedro por concesión, comunidad y fecha

Titular	Junio	Agosto	Noviembre	Total
A			7	7
B	6			6
C		8	2	10
D		5		5
E	2		2	4
F		5		5
G	3		4	7
H		14		14
<b>Total evaluado</b>	<b>11</b>	<b>32</b>	<b>15</b>	<b>58</b>

\*Área testigo

Fuente: Tabajo de campo



En el gráfico 1 se presenta la distribución por categoría diamétrica de la muestra evaluada para caoba por condición de evaluación: testigo e intervenido.

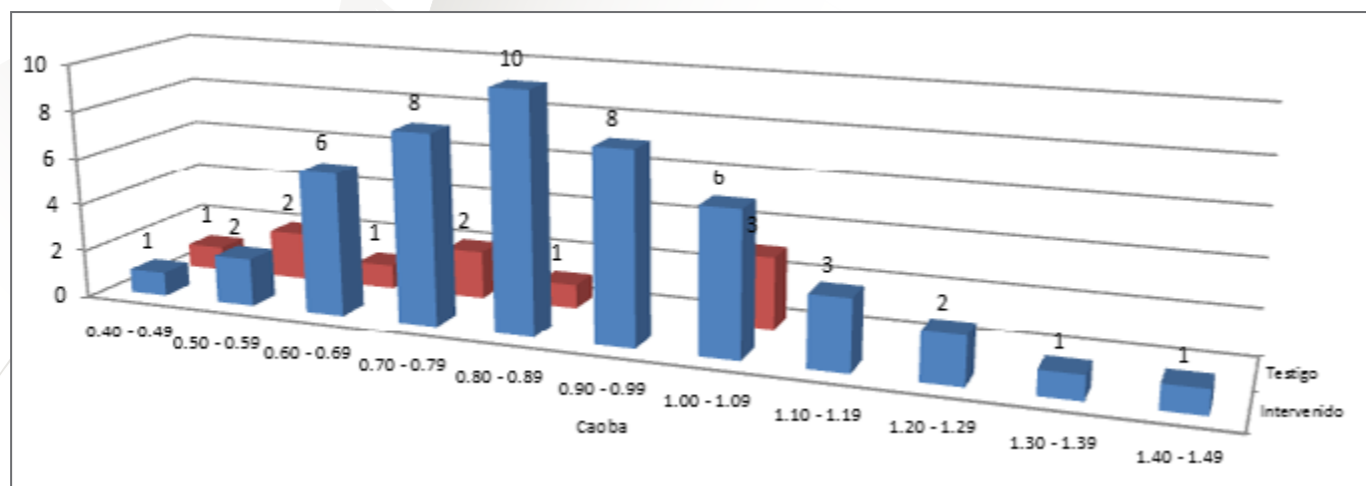


Gráfico 1. Distribución por clase diamétrica y condición de evaluación para caoba.

Se tiene del gráfico 1 que las evaluaciones de árboles semilleros en áreas intervenidas contemplan un rango amplio de distribución de diamétrica que abarca desde la categoría de 0.40 m hasta alcanzar la de 1.49 m; sin embargo, se advierte que por lo menos nueve individuos no alcanzan el diámetro mínimo de corta (DMC) establecido para esta especie, por lo cual de acuerdo a las disposiciones vigentes no deben ser seleccionados como reserva semillera los árboles que no superen el DMC, salvo se haya justificado y sustentado de manera técnica la madurez sexual de los individuos. En el caso de la zona testigo, se evaluaron árboles conforme se iba avanzando en campo, ya que la información y la disponibilidad de acceso a los diferentes sectores fueron limitadas.

En el gráfico 2 se presenta la distribución por categoría diamétrica de la muestra evaluada para cedro por área: testigo e intervenido.

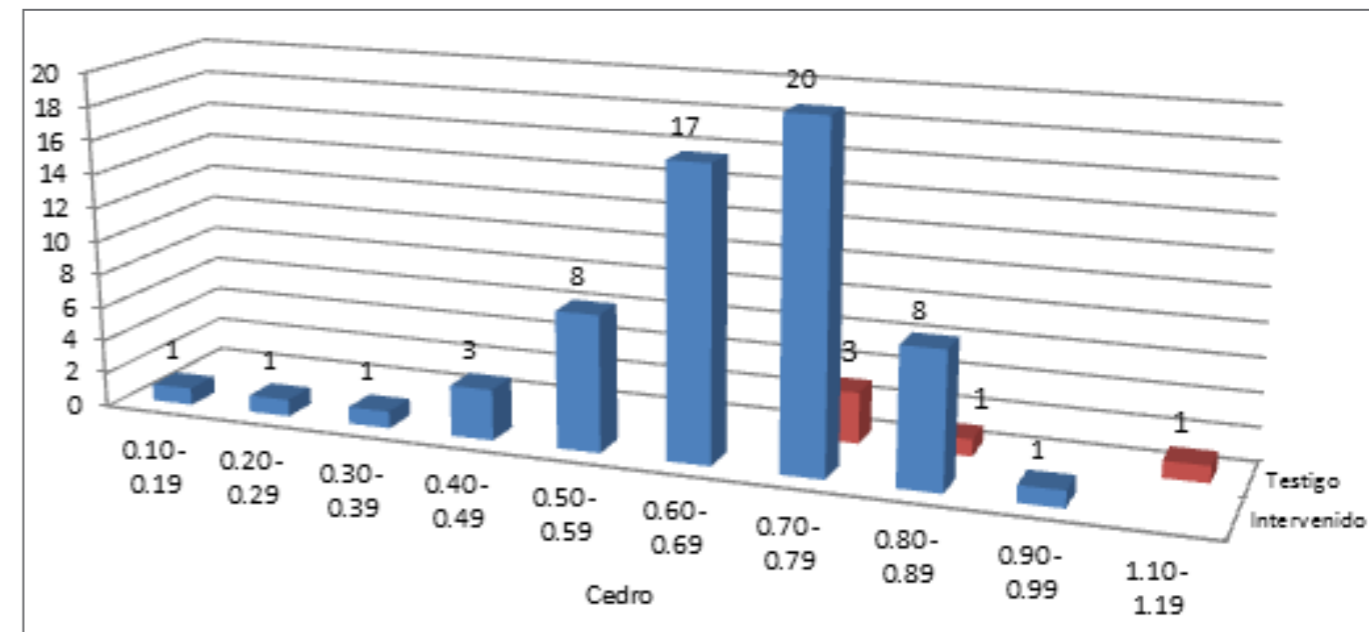


Gráfico 2. Distribución por clase diamétrica y condición de evaluación para cedro

Presenta la misma tendencia que con caoba; asimismo, se han considerado árboles de diámetros inferiores al DMC como árboles semilleros, inclusive se han designado fustales como tales. En el área testigo se tuvo la dificultad de no tener ubicados los árboles por evaluar, siendo una menor cantidad pero todo por encima del diámetro mínimo de corta.

En cuanto a las alturas totales de los árboles evaluados, los gráficos 3 y 4 presentan la composición por categoría de altura de los individuos.

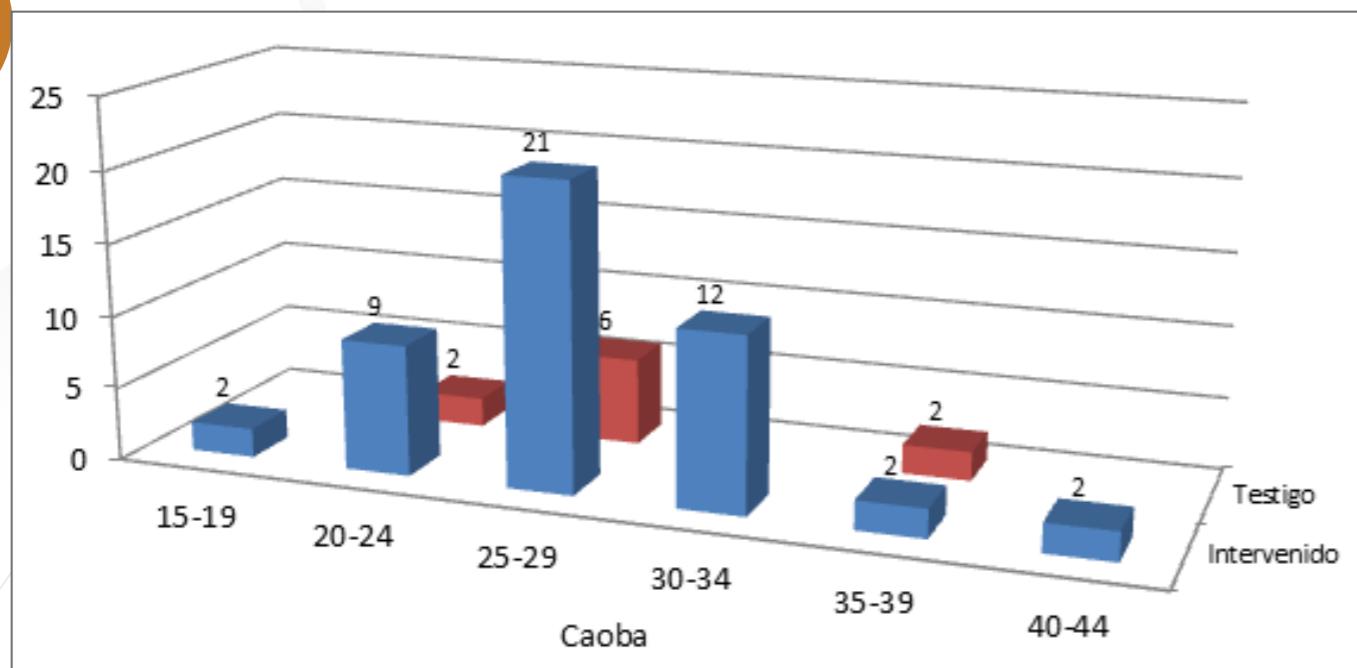


Gráfico 3. Distribución por clase de altura total y condición de evaluación para caoba

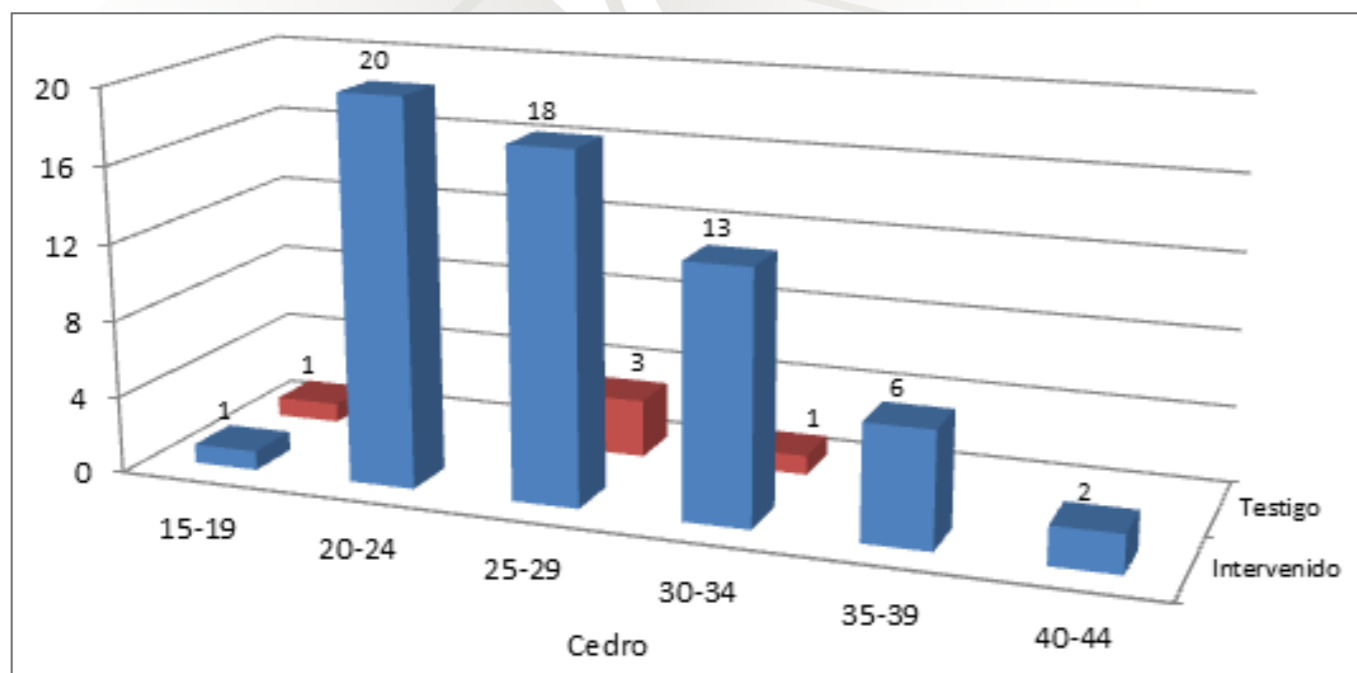


Gráfico 4. Distribución por clase de altura total y condición de evaluación para cedro

En líneas generales del gráfico 3 y 4, se tiene que los árboles evaluados de caoba se concentran en un rango de altura de 25 a 29 m, mientras en cedro, se encontró un mayor número de individuos en el rango de 20 – 24 m de altura; sin embargo, en líneas generales en ambas especies los individuos evaluados tuvieron alturas que oscilaban entre los 20 y 34 m de altura total.

## 5.2 Evaluación cualitativa

Los resultados obtenidos son parte de una constante retroalimentación y entrenamiento de cada profesional, ya que se ha podido ajustar los criterios y dar paso a establecer parámetros únicos para que cada uno de los evaluadores pueda tener un criterio muy similar.

### 5.2.1 Dominancia

El siguiente gráfico presenta el grado de dominancia encontrado en los árboles evaluados para ambas especies en zonas intervenidas y testigo.

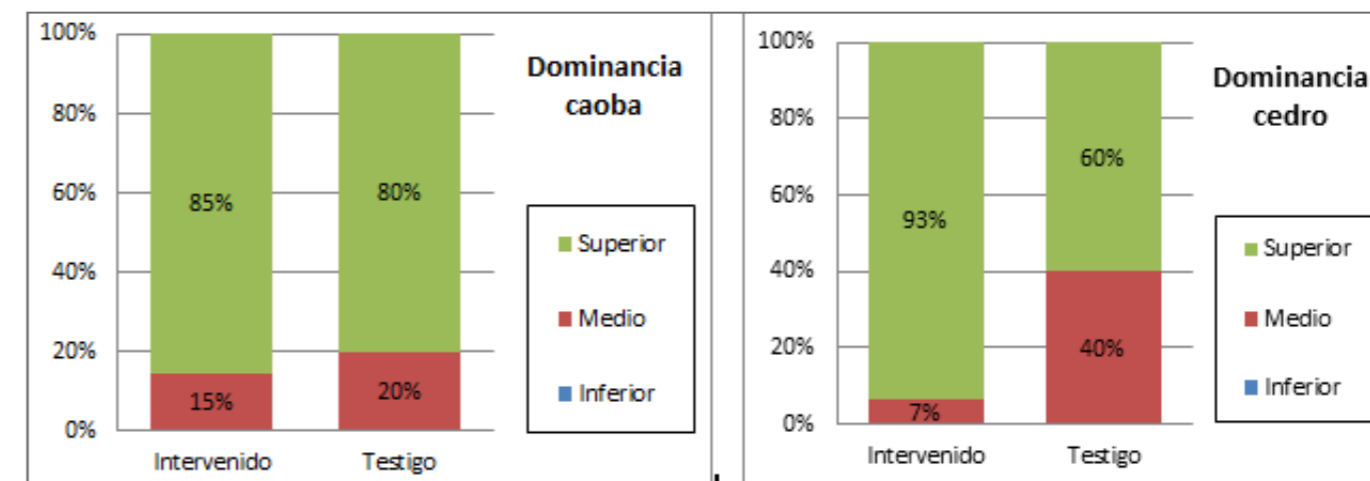


Gráfico 5. Dominancia de árboles semilleros de caoba y cedro



En el gráfico 5 se observa que los árboles semilleros de caoba poseen una dominancia marcada, tanto en sectores intervenidos como en testigo; sin embargo, existe una proporción menor que indicaría que algunos árboles se encuentran en los estratos intermedios del bosque y que poseen cierta competencia por luz directa. En el caso de cedro, en casi la totalidad de evaluaciones en sectores intervenidos se visualiza, que son dominantes y en el caso de las áreas testigo, esta tendencia se minimiza alcanzando hasta un 40% de individuos que se encuentran en estrato medio, donde existe cierta competencia por luz directa.



### 5.2.2 Vigor

En el gráfico 6 se presentan los resultados obtenidos en las evaluaciones de vigor de los árboles semilleros de caoba y cedro en sectores intervenidos y testigo.

En cuanto al vigor, se observa en el gráfico 6, que las características físicas de los árboles de caoba sobresalen

en un 63% de los casos en zonas intervenidas y 40% en sectores testigo, donde no ha existido selección de árboles semilleros; asimismo, en cedro se aprecia una tendencia similar; sin embargo, existen un 3% de individuos que han sido considerados como semilleros teniendo condiciones fenotípicas inferiores que los árboles acompañantes.

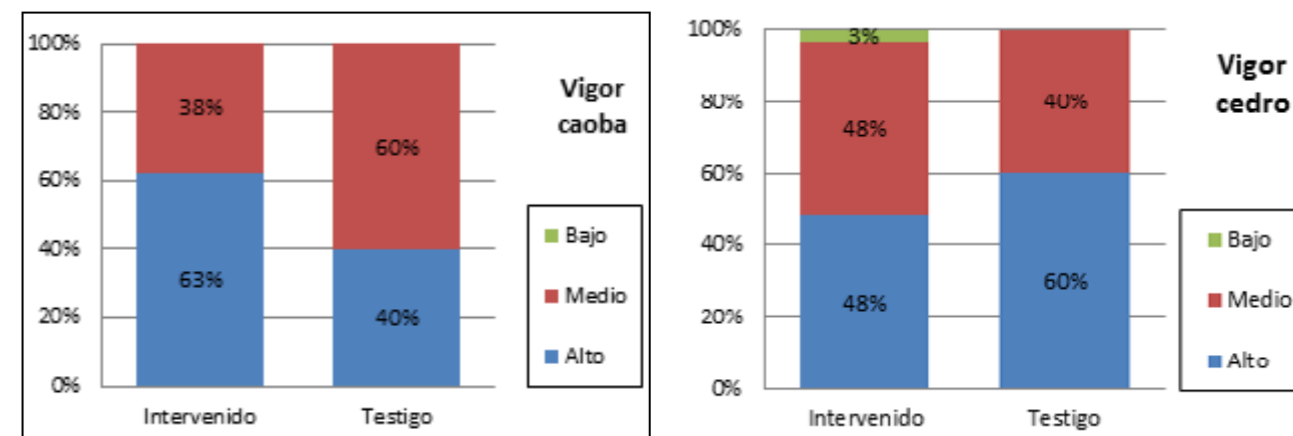


Gráfico 6. Vigor de los árboles semilleros de caoba y cedro





### 5.2.3 Forma de copa

El gráfico 7 muestra las características de la forma de copa encontrada durante las evaluaciones a árboles semilleros de caoba y cedro en las dos condiciones estudiadas.

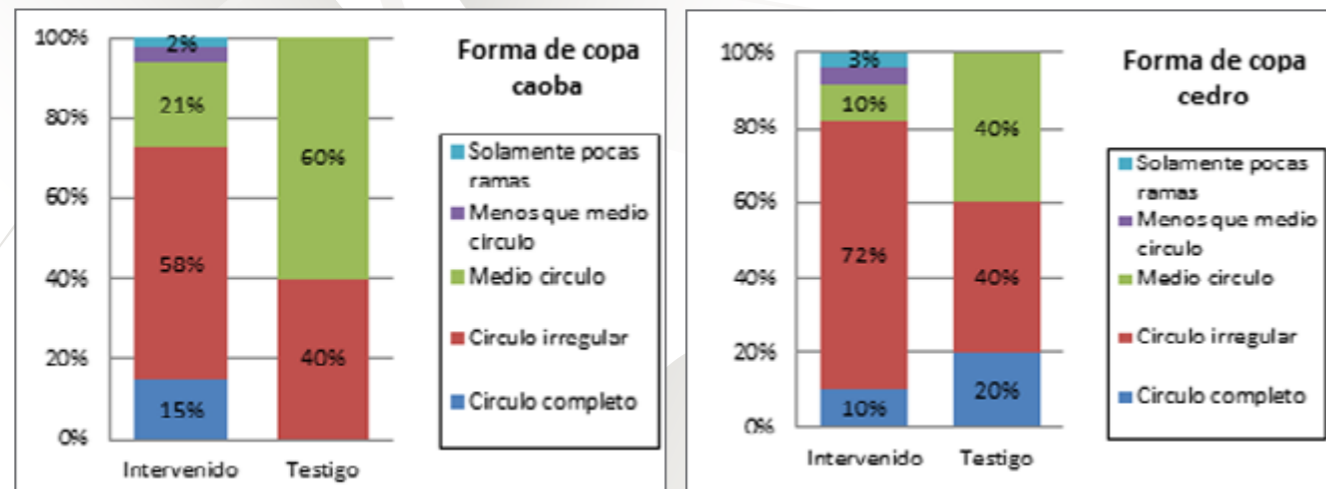


Gráfico 7. Forma de copa de los árboles semilleros de caoba y cedro

En el gráfico anterior se puede apreciar que los árboles evaluados en sectores intervenidos, tanto para cedro como para caoba, poseen formas de copas de círculos irregulares principalmente y en menor proporción de forma regular (circular); asimismo, existen árboles que poseen copas reducidas donde se estaría viendo afectada la producción de frutos por individuo. En el caso de los sectores testigo, para caoba no se encontraron copas de forma circular completa, pero si de formas irregulares o hasta medio círculo, en el caso de cedro se observa una tendencia similar, con la salvedad de que se visualizaron algunas copas circulares completas.



Foto 3. Forma de Copa

Árbol con ramas casi distribuidas de manera uniforme hacia cada dirección horizontal, clasificándose como una copa de forma de círculo irregular. Potencialmente posee mayor área de copa, por lo que podría generar mayor cantidad de frutos en su extensión.

## 5.2.4 Estado sanitario

En el gráfico número 8 se muestran los resultados de las evaluaciones del estado sanitario de los árboles semilleros de caoba y cedro.

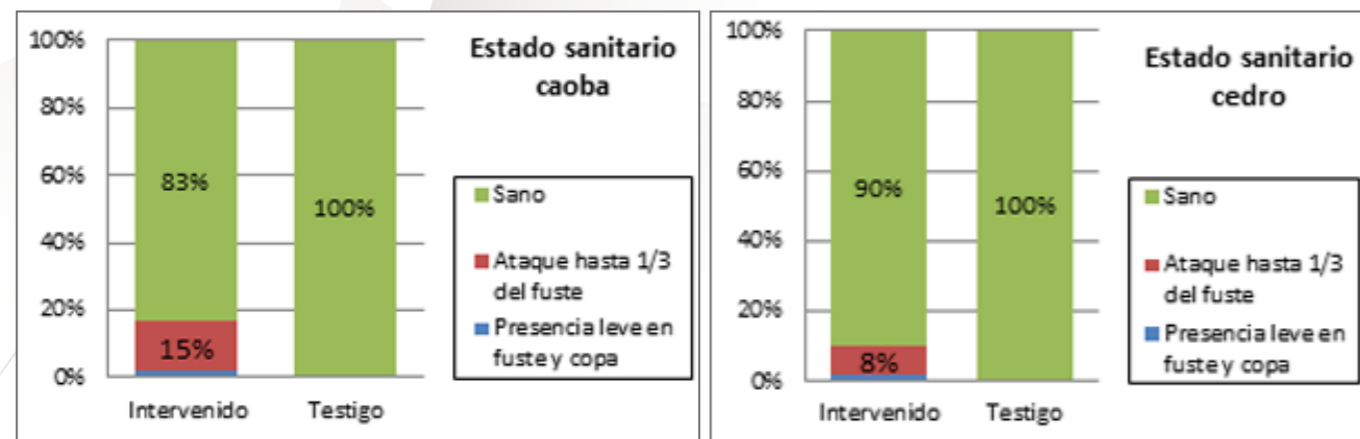
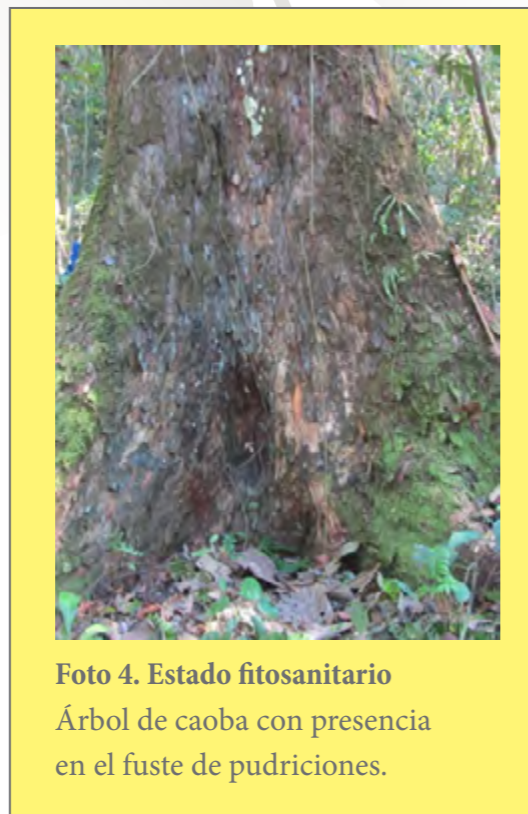


Gráfico 8. Estado sanitario de los árboles semilleros de caoba y cedro

Del gráfico anterior, se tiene que tanto árboles semilleros de caoba como de cedro en zonas testigo no poseen afectaciones ni ataques de insectos; asimismo, en sectores intervenidos se observa un estado de sanidad óptimo, salvo excepciones de algunos árboles que se encuentran afectados en el fuste por enfermedades o ataque de insectos (Foto 4).



## 5.2.5 Infestación de lianas y/o bejucos

El gráfico 9 presenta el grado de infestación de lianas y/o bejucos en los árboles evaluados de cedro y caoba.

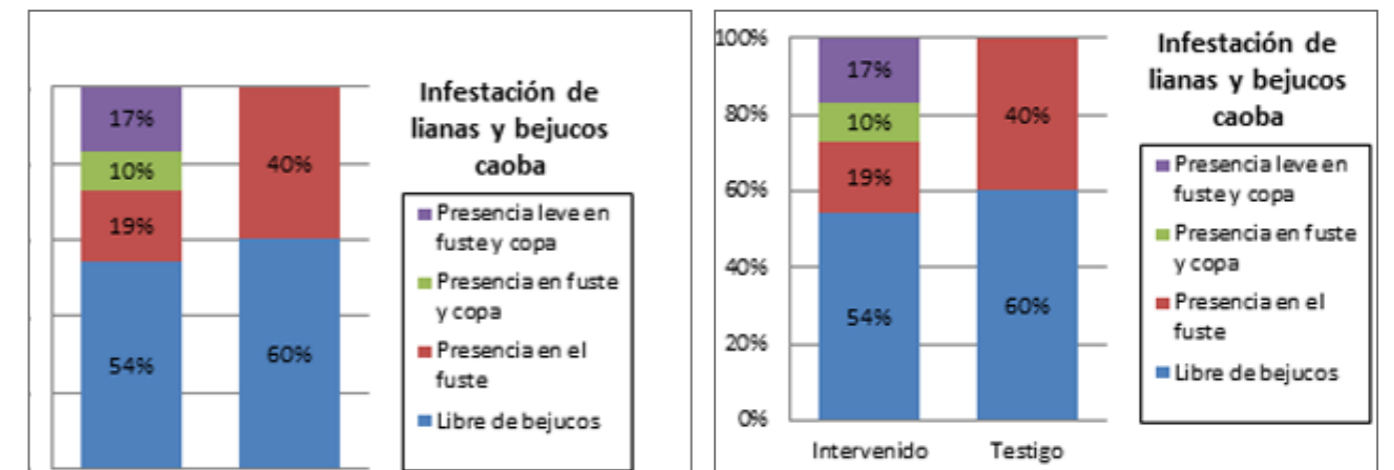


Gráfico 9. Grado de infestación de lianas y/o bejucos de árboles semilleros de caoba y cedro.

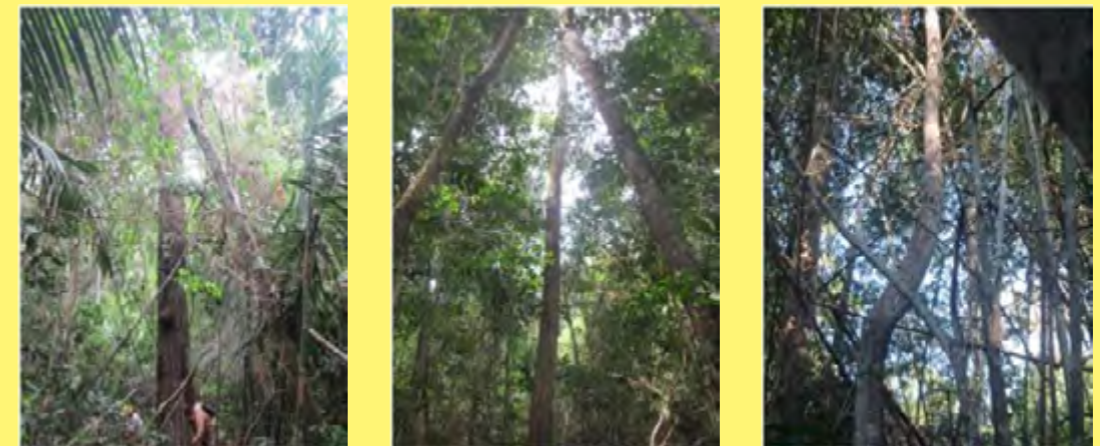
Del gráfico anterior, se tiene que en sectores intervenidos, aproximadamente el 50% de los árboles seleccionados como semilleros poseen fustes y copas libres; sin embargo, el otro 50% posee infestación en diferentes grados, limitando en cierto grado su vitalidad y desarrollo por ahogamiento de la copa. En el caso de los árboles en los sectores testigo, los árboles se encuentran libres o con presencia de lianas en el fuste generalmente (Foto 5).



**Foto 5. Grado de infestación de lianas y/o bejucos.**

Presencia de lianas en la copa (lado izquierdo) y enrollado en el fuste (lado derecho). En ambos casos requieren de una corta de lianas.

En el gráfico anterior se aprecia que se han seleccionado en zonas intervenidas árboles inclinados y hasta torcidos, no siendo deseable dichas características para las futuras generaciones; asimismo, se desconoce si las expresiones fenotípicas observadas corresponden a algún defecto genético o es una respuesta de la adaptabilidad de la especie ante condiciones adversas generadas por árboles competidores. En el caso de las zonas testigo, se aprecia que los árboles de caoba en su gran mayoría si poseen una condición de rectitud deseable; sin embargo, en cedro se presentan rectos, inclinados y en un menor grado con torceduras leves (Foto 6).



**Foto 6. Rectitud del fuste.**

De izquierda a derecha se puede apreciar los diferentes grados de rectitud, teniendo un fuste recto, otro ligeramente retorcido y finalmente uno torcido.

### 5.2.6 Rectitud del fuste

En el gráfico 10 se pueden apreciar los resultados de las evaluaciones de la rectitud del fuste en árboles semilleros de caoba y cedro.

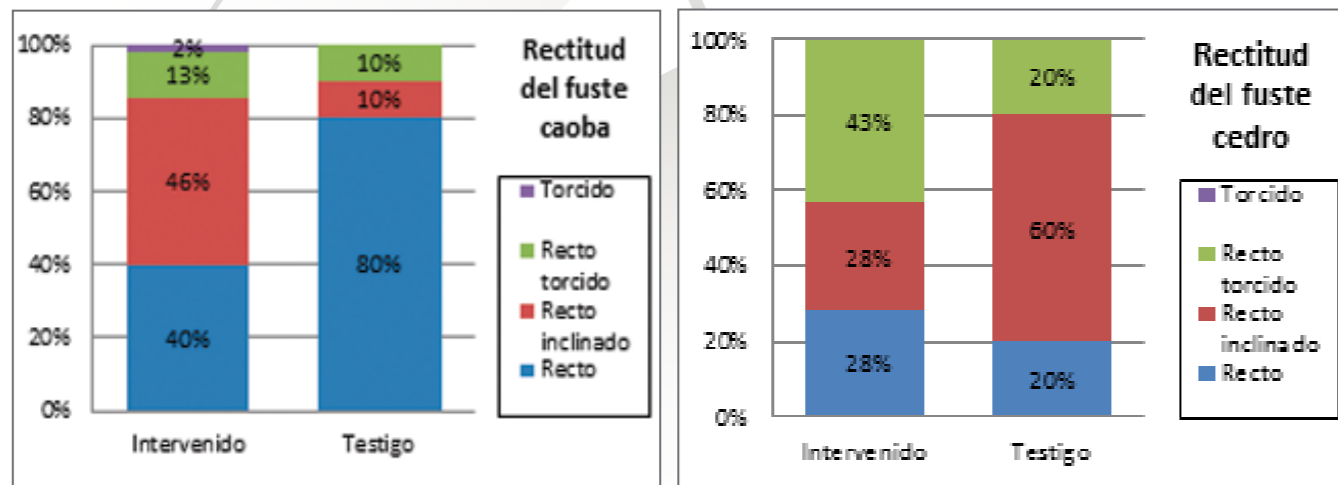
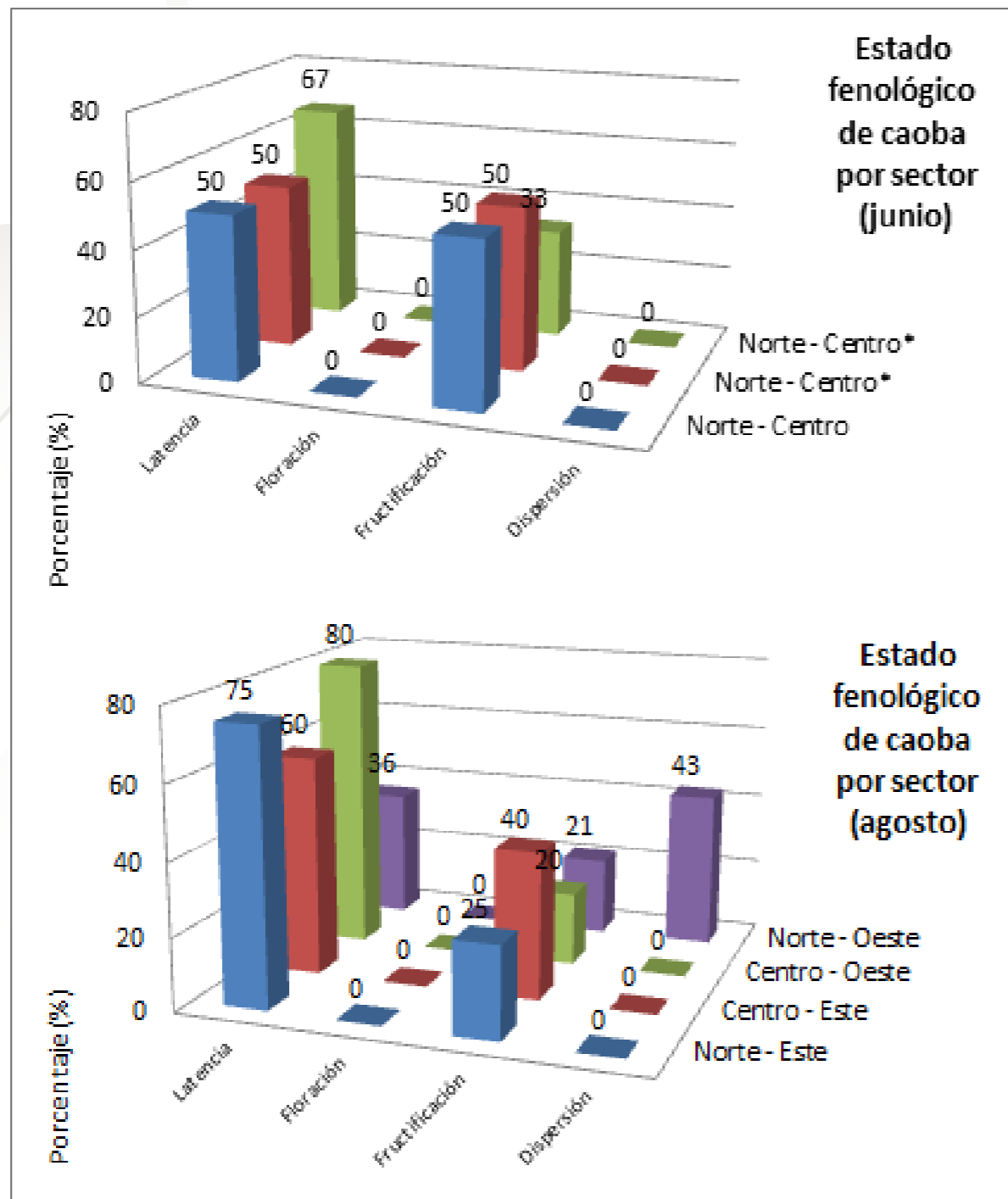


Gráfico 10. Rectitud del fuste de los árboles semilleros de caoba y cedro

### 5.2.7 Estado fenológico

En el gráfico 11 se presenta el estado fenológico por época y sector de evaluación para árboles de caoba. Se resalta que las evaluaciones se han realizado en dos momentos, una en junio y otra en agosto del mismo año.





(\*) NOTA: Sólo entre 1 a 3 árboles evaluados

Gráfico 11. Estado Fenológico de árboles de caoba en el mes de junio y agosto

En el gráfico mostrado, se tiene que durante el mes de junio la caoba posee marcadamente árboles que se encuentran en un estado de latencia y otra cantidad similar de árboles en plena fructificación, todo ello en evaluaciones realizadas en el sector norte de Madre de Dios, provincia de Tahuamanu;

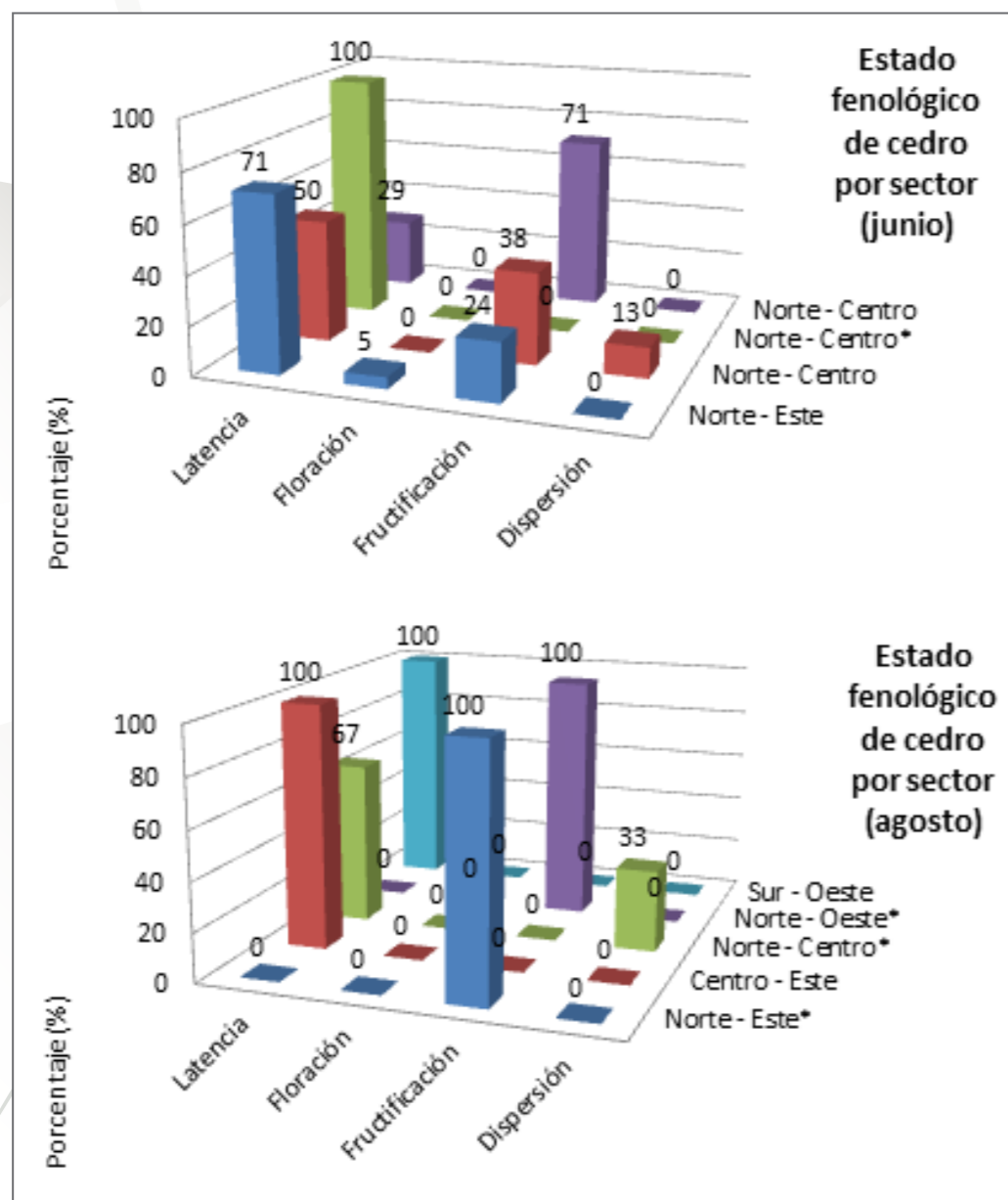
asimismo, durante el mes de agosto se pudo apreciar la misma condición; sin embargo, se tuvieron mayoritariamente individuos en latencia y en menor proporción en fructificación, inclusive se encontró un grupo pequeño que ya se encontraba en fase de dispersión de semillas en el sector Nor oeste de Tahuamanu. (Foto 7).



Foto 7. Estado fenológico

Árbol de caoba con presencia de frutos en su copa, los mismos que se encuentran en proceso de maduración aún (derecha). En el lado izquierdo, una semilla de caoba encontrada bajo un árbol semillero.

En el gráfico 12 se presenta el estado fenológico por época y sector de evaluación para árboles de cedro.



(\*) NOTA: Sólo entre 1 a 3 árboles evaluados

Gráfico 12. Estado fenológico de las muestras de cedro registrado en diferentes sectores y épocas.

A diferencia que caoba, el cedro posee mayor irregularidad en sus estados, pudiendo observar en diferentes sectores comportamientos que varían, tanto en junio, donde se tiene un pequeño grupo de semilleros en floración y otro en diispersión;

Sin embargo, mayoritariamente se tiene latencia y fructificación; sin embargo, durante agosto se observaron en latencia principalmente en sectores centrales y Sur de Madre de Dios. (Foto 8).

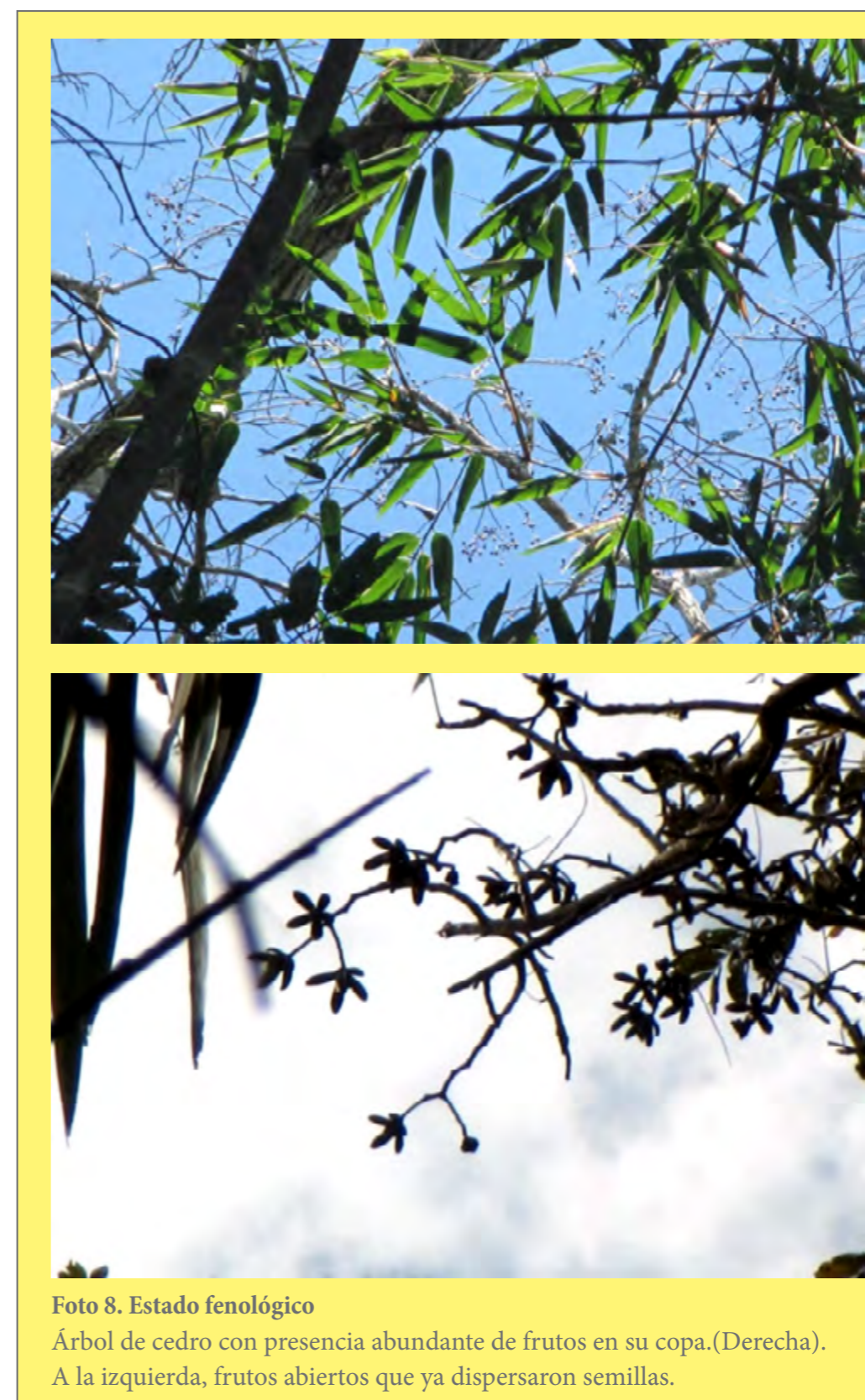


Foto 8. Estado fenológico  
Árbol de cedro con presencia abundante de frutos en su copa.(Derecha).  
A la izquierda, frutos abiertos que ya dispersaron semillas.



### 5.3 Evaluación cuantitativa

Esta evaluación contempla todas mediciones realizadas en árboles semilleros de caoba y de cedro en las dos condiciones de evaluación (Foto 9,10).

El cuadro 4 presenta los resultados obtenidos en las evaluaciones de árboles semilleros de caoba en sectores intervenidos y testigo.

Cuadro 4. Datos dasométricos promedio de árboles semilleros de caoba.

Sector	Muestra	Dirección de aleta (°)	Altura de aletas (m)	DAP (m)	Altura total (m)	Altura fuste (m)	Altura comercial (m)
<b>Intervenido</b>	<b>48</b>	<b>181.92</b>	<b>1.61</b>	<b>0.88</b>	<b>28.10</b>	<b>16.60</b>	<b>13.90</b>
<i>Valor máximo</i>	-	-	4.20	1.14	42.50	28.00	19.00
<i>Valor mínimo</i>	-	-	0.20	0.48	18.00	6.00	5.50
<b>Testigo</b>	<b>10</b>	<b>177.81</b>	<b>1.02</b>	<b>0.76</b>	<b>27.40</b>	<b>16.00</b>	<b>14.20</b>
<i>Valor máximo</i>	-	-	2.15	1.07	39.00	19.50	18.50
<i>Valor mínimo</i>	-	-	0.37	0.40	21.00	11.50	10.50
<b>PONDERADO</b>	<b>58</b>	<b>181.21</b>	<b>1.51</b>	<b>0.86</b>	<b>27.98</b>	<b>16.50</b>	<b>13.95</b>

Fuente: Resultados de campo  
Elaboración: Propia

En el cuadro anterior, se tiene que los árboles semilleros de caoba evaluados en sectores intervenidos poseen dimensiones superiores en cuanto al DAP; asimismo, poseen alturas de aletas muy superiores a los árboles evaluados en zonas testigo. En cuanto a las variables de altura, en todos los casos los promedios obtenidos son muy similares, siendo árboles altos, con una relación de altura comercial y de fuste con valores muy próximos, por lo que se podría decir que dichos árboles poseen fustes deseables para las generaciones futuras.

Cuadro 5. Datos dasométricos de árboles semilleros de cedro.

Sector	Muestra	Dirección de aleta (°)	Altura de aletas (m)	DAP (m)	Altura total (m)	Altura fuste (m)	Altura comercial (m)
<b>Intervenido</b>	<b>60</b>	<b>179.73</b>	<b>1.66</b>	<b>0.67</b>	<b>27.77</b>	<b>16.81</b>	<b>14.14</b>
<i>Valor máximo</i>	-	-	5.60	0.91	46.00	23.00	22.00
<i>Valor mínimo</i>	-	-	0.25	0.19	19.00	8.13	7.00
<b>Testigo</b>	<b>5</b>	<b>165.30</b>	<b>1.67</b>	<b>0.85</b>	<b>27.00</b>	<b>16.60</b>	<b>16.60</b>
<i>Valor máximo</i>	-	-	2.45	1.07	31.50	22.00	22.00
<i>Valor mínimo</i>	-	-	0.80	0.81	19.00	13.50	13.50
<b>PONDERADO</b>	<b>65</b>	<b>178.62</b>	<b>1.66</b>	<b>0.68</b>	<b>27.71</b>	<b>16.79</b>	<b>14.33</b>

Fuente: Resultados de campo

En el caso de cedro, la situación es inversa, ya que los diámetros en sectores no intervenidos son superiores a los que presentan intervención; sin embargo, es muy similar la altura de aletas en ambos casos. Asimismo, genera un poco de preocupación, que el DAP de semilleros en áreas intervenidas este muy próximo al DMC, por lo que existe una designación de individuos para cumplir función reproductora que según la normativa vigente no cumplen dicha condición. Sin embargo, existe un vacío de información referente a la madurez sexual de los árboles de esta especie, por lo que la investigación y monitoreo de su fenología se podría recién determinar el verdadero diámetro óptimo de corta que asegure la producción de semillas necesarias para ir reservando un stock suficiente que asegure el repoblamiento de esta especie luego de las épocas de aprovechamiento.

Dicha recomendación es válida también para caoba, la misma que en un estudio en México, determinó que el diámetro mínimo óptimo para recolectar semillas es a partir de los 75 cm, donde la cantidad y calidad de las mismas es la óptima para poder servir como fuente de repoblamiento o reforestaciones.





**Foto 9. Mediciones en aletas**

De izquierda a derecha se presenta la medición de la longitud de aletas y su altura respectivamente.



**Foto 10. Mediciones del DAP.**

De izquierda a derecha se presenta la medición del DAP con cinta diamétrica en un cedro y con forcípula en una caoba, nótese que ésta se mide arriba de las aletas para no influenciar en el resultado.

## 5.4 Regeneración Natural

En base a los resultados obtenidos durante las evaluaciones, se han podido contruir tablas y gráficos que demuestran ciertas tendencias para ambas especies.

### 5.4.1 Porcentaje de ocupación en las parcelas

El cuadro 6 presenta el porcentaje de ocupación de la regeneración en las parcelas y subparcelas evaluadas según su distanciamiento del árbol central.

**Cuadro 6. Ocupación de regeneración de caoba en parcelas**

Estadio	Sub parcela	Porcentaje de ocupación por parcelas de caoba (%)				
		de 0 a 20m	de 20 a 40m	de 40 a 60m	de 60 a 80m	de 80 a 100m
Fustal	A	0.00	0.00	1.29	0.00	0.86
Latizal alto	B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43
Latizal bajo	C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Brinzal	D	0.11	0.00	0.00	0.00	0.11

Fuente: Resultados de campo

Elaboración: Propia

En el cuadro 6 se aprecia que los brinzales se han presentado cerca al árbol semillero y alejados de éste, en cada caso con tan sólo un 0.11% de las subparcelas evaluadas como ocupadas. Asimismo, los latizales altos sólo tuvieron coincidencias en zonas alejadas del árbol semillero y en el caso de fustales se encontraron a una distancia intermedia y alejada del árbol semillero. En todos los casos la presencia de regeneración dentro de las parcelas es escasa, no superando el 0.5% de ocupación.

El cuadro 7 posee los resultados de la ocupación porcentual de la regeneración de cedro dentro de las parcelas y subparcelas muestreadas.

Cuadro 7. Ocupación de regeneración de cedro en parcelas

Estadio	Sub parcela	Porcentaje de ocupación por parcelas de caoba (%)				
		de 0 a 20m	de 20 a 40m	de 40 a 60m	de 60 a 80m	de 80 a 100m
Fustal	A	4.62	1.92	1.92	5.00	5.77
Latizal alto	B	0.77	0.00	0.00	0.00	0.38
Latizal bajo	C	0.00	0.58	0.00	0.58	0.38
Brinzal	D	0.10	0.10	0.00	0.58	0.38

Fuente: Resultados de campo

El cedro posee valores más interesantes que caoba y también se distribuyen mejor alrededor del árbol semillero, encontrando fustales a lo largo de los 100 m de evaluación en los cuatro puntos cardinales y la regeneración en diferente estadio se reparte en menor proporción muy cerca o alejado del árbol semillero. Con esta tendencia se apreciaría que la especie se adapta más y posee un carácter más agresivo para instalarse muy próxima a los árboles padre, caso que es relativamente opuesto en caoba, que es más selectiva y poco distribuida.

#### 5.4.2 Evaluación de la Regeneración Natural

Los resultados presentados son parte de la evaluación de campo y obedecen únicamente a las coincidencias dentro de las subparcelas de regeneración natural y de fustales o árboles, siendo estos resultados proyectados a la hectárea y promediados entre el total de parcelas evaluadas. Asimismo, se han realizado las pruebas estadísticas necesarias para poder corroborar las afirmaciones descritas a continuación, pudiendo observarlas en el anexo.

El gráfico 13 presenta los resultados obtenidos en la presencia de regeneración natural de caoba por estadio de desarrollo y sector de evaluación.

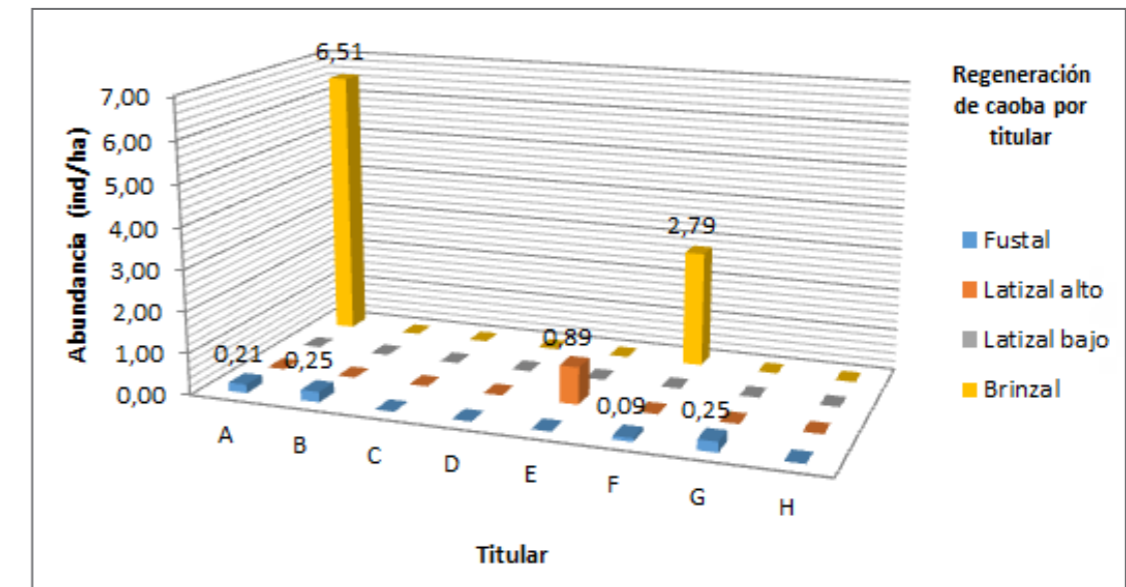
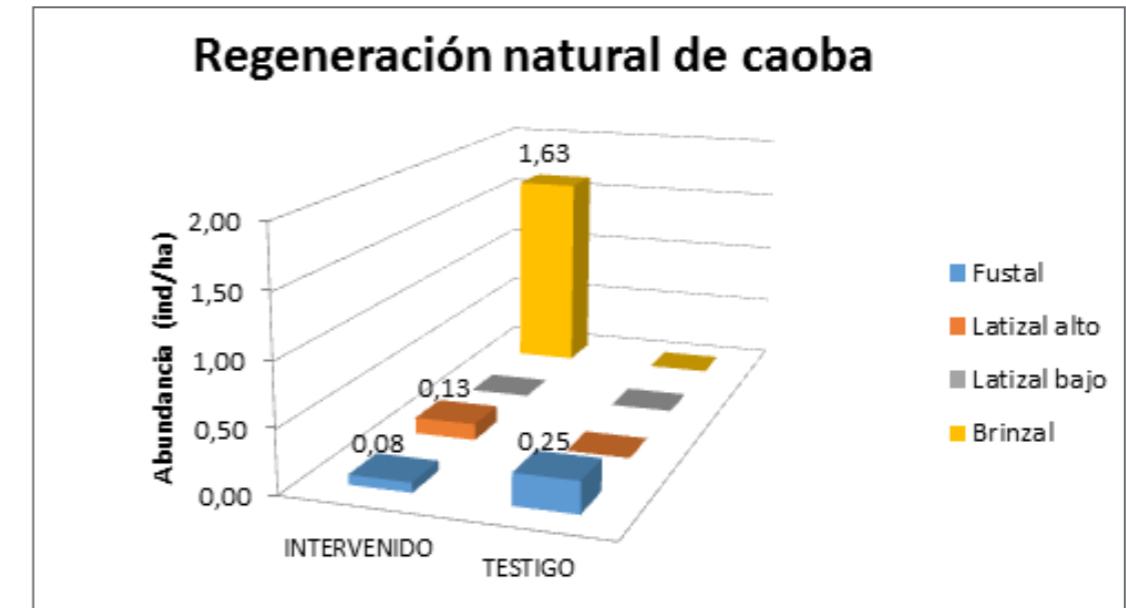


Gráfico 13. Densidad de regeneración natural de caoba por estadio.

De el gráfico presentado, se tiene que en promedio existe regeneración natural de caoba en áreas intervenidas a razón de 3 brinzales en 2 ha aproximadamente y 1 latizal alto cada 8 ha cercanas a árboles semilleros; asimismo, en sectores no intervenidos, la regeneración natural para esta especie es mínima; sin embargo, si se presenta mayor cantidad de fustales, obteniendo uno por cada 4 ha circundantes a un árbol semillero. En el análisis individual, se tiene que de 8 áreas de aprovechamiento evaluadas, solo 5 poseen alguna regeneración (titulares A, B, E, F y G), la misma que es poco abundante, obteniendo en la unidad A hasta



6.5 brinzales/ha, 1 fustal cada 5 ha aproximadamente; asimismo, la unidad F posee en promedio casi 3 brinzales/ha y 1 fustal cada 11 ha circundantes a un árbol semillero, en el caso de las unidades B y G solo posee 1 fustal cada 4 ha aproximadamente y en la unidad E encontramos casi un latizal alto por hectárea evaluada.



Foto 11. Regeneración natural de caoba

Arriba, brinzal en una subparcela de evaluación tipo D. Abajo, una plántula de caoba, notándose la presencia de semilla que le dio origen.

En el caso de cedro, el gráfico 14 muestra la tendencia encontrada para su regeneración natural.

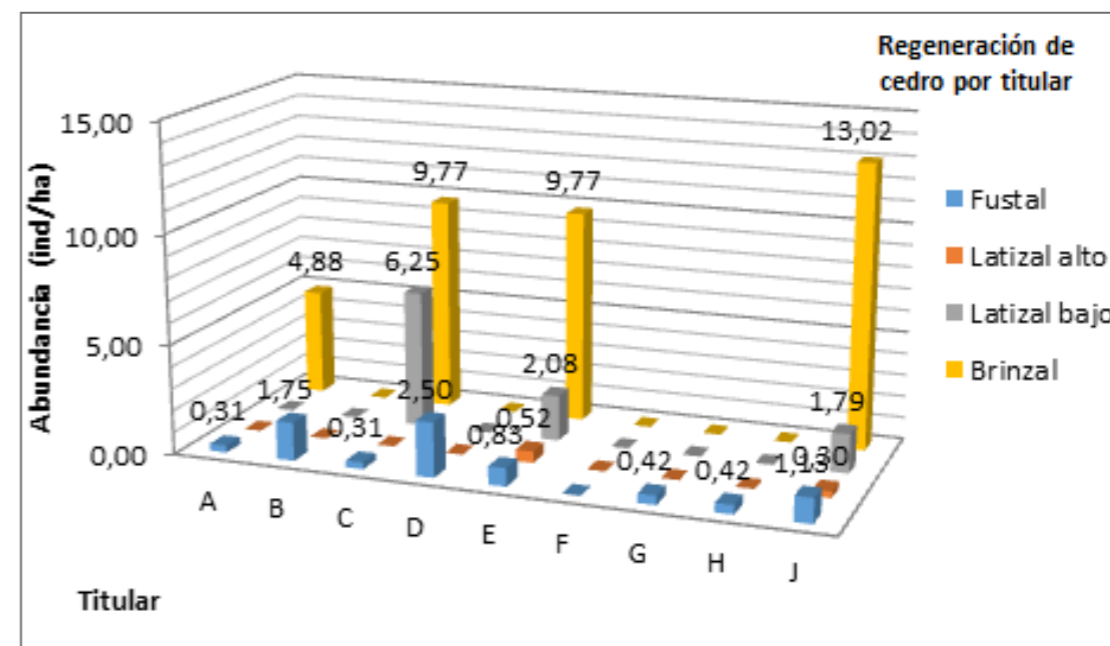
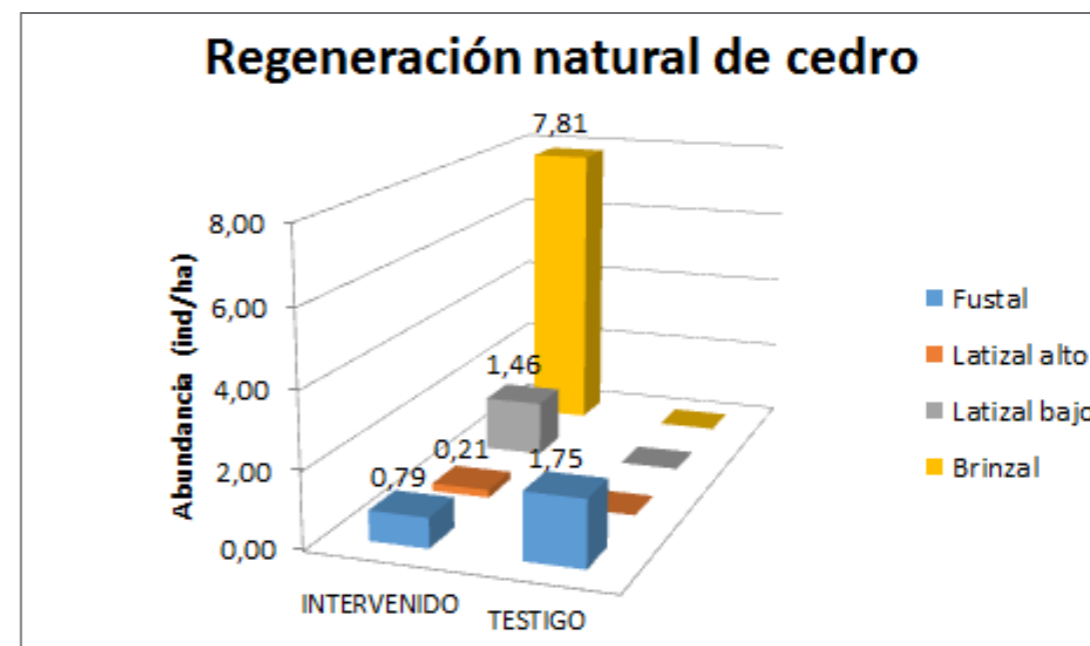


Gráfico 14. Densidad de regeneración natural por estadio de cedro.

A comparación de caoba, el cedro posee mejores promedios, encontrando en sectores intervenidos casi 8 brinzales/ha, 3 latizales bajos cada 2 ha, 1 latizal alto cada 5 ha y casi 1 fustal o árbol/ha. Asimismo, en sectores donde no se ha intervenido el bosque la regeneración natural es muy escasa; sin embargo, al igual que caoba, se presenta mayor densidad de árboles o fustales a razón de 3 individuo cada 2 ha.



En el análisis individual, se tiene que la unidad de manejo F no se encontró regeneración y que, especialmente los titulares C, E y J poseen un stock más interesante en los diferentes estadios, además de mostrar una tendencia deseable en cuanto a la abundancia promedio obtenida.

En cuanto a fustales y árboles encontrados dentro de las parcelas de evaluación, los gráficos 15 y 16 muestran dichas tendencias.



**Foto 12. Regeneración natural de cedro**

Latizal bajo encontrado en una sub parcela de evaluación tipo B. (Derecha). A la izquierda, una plántula encontrada dentro de la zona de evaluación, en este caso su registro se efectúa en observaciones.

En cuanto a fustales y árboles encontrados dentro de las parcelas de evaluación, los gráficos 15 y 16 muestran dichas tendencias.

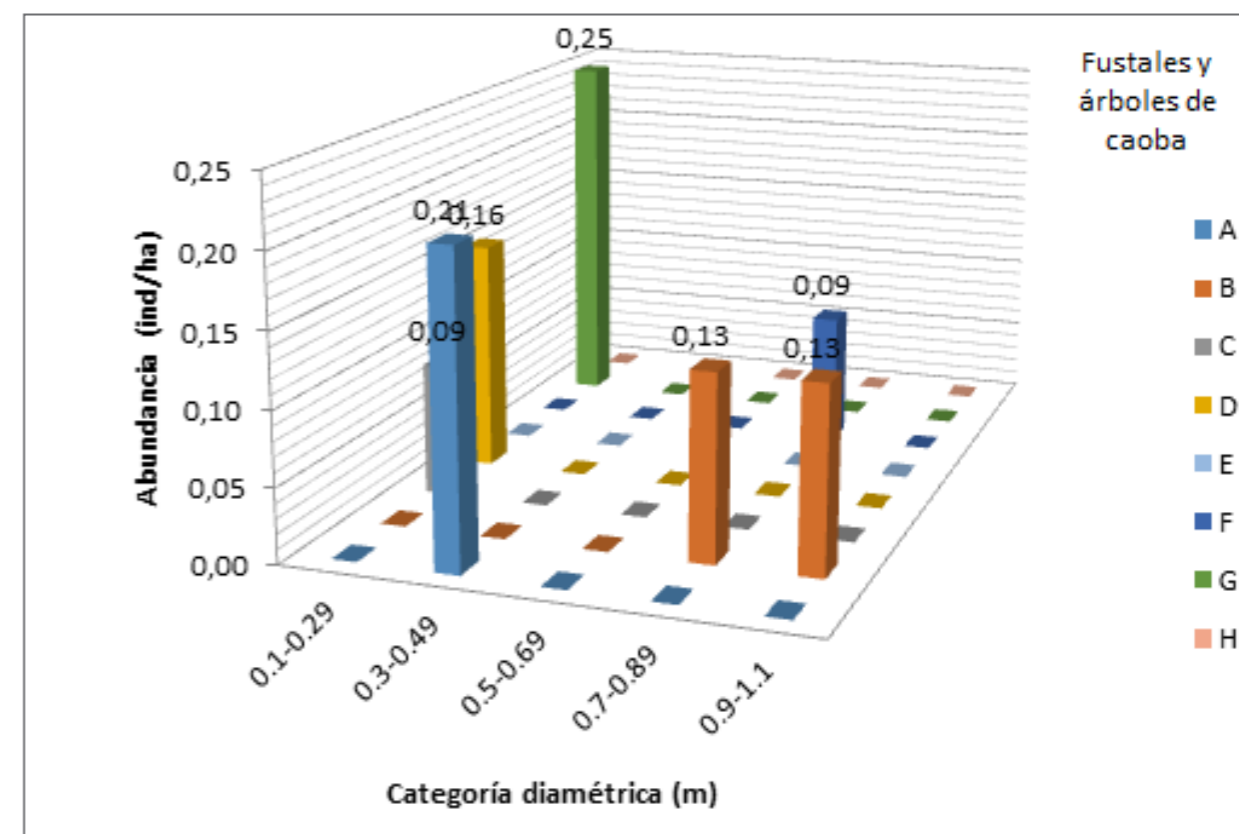


Gráfico 15. Clasificación por categoría diamétrica de los fustales de caoba encontrados por concesión.

Se tiene que en caoba, existen fustales y árboles acompañantes a árboles semilleros, posibilitando la polinización cruzada necesaria para la producción de semillas; sin embargo, se debe determinar si estos acompañantes son los óptimos para obtener una descendencia con buenas características. En otras unidades de aprovechamiento no se encontraron árboles cercanos a los semilleros, por lo que se debería evaluar su producción semillera y determinar si existen otros individuos óptimos cercanos para la polinización.

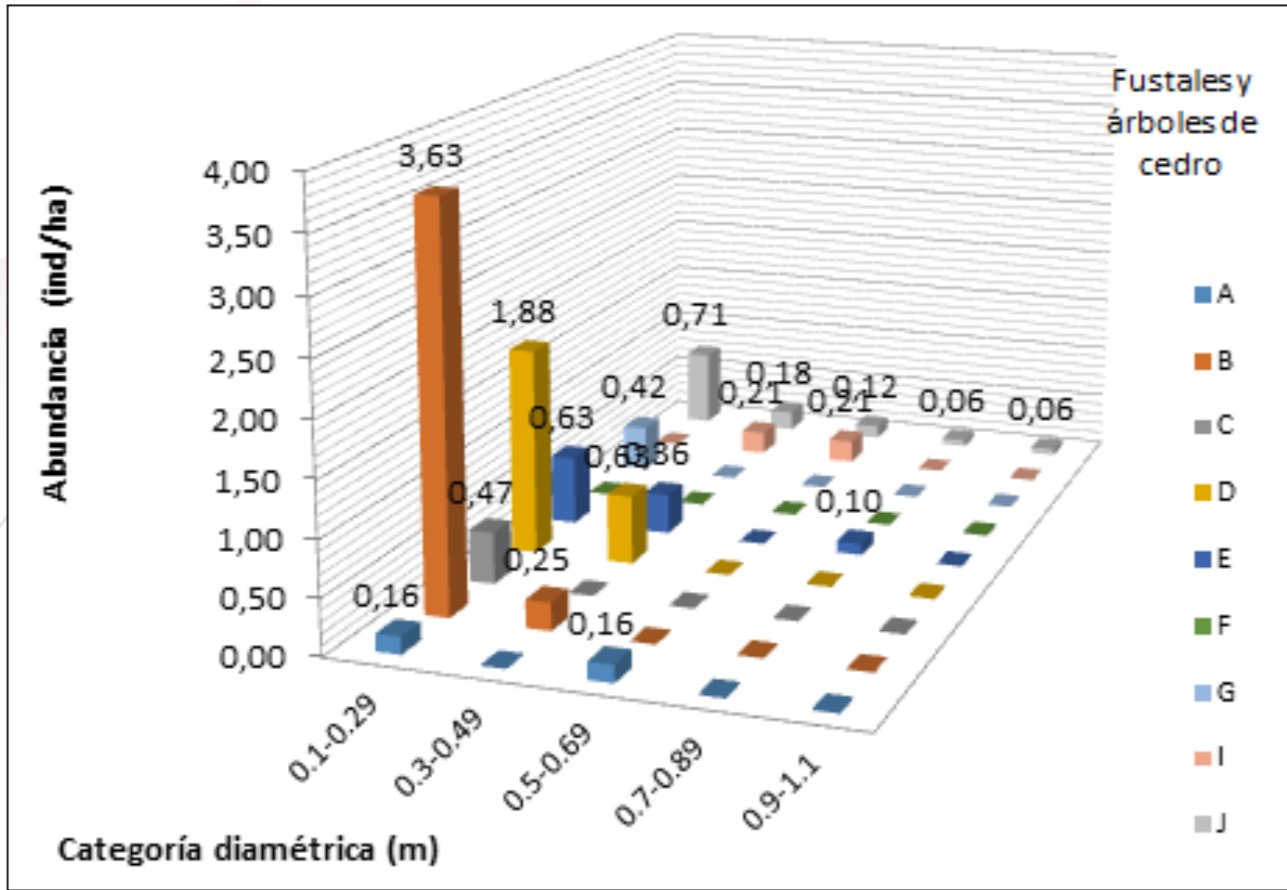
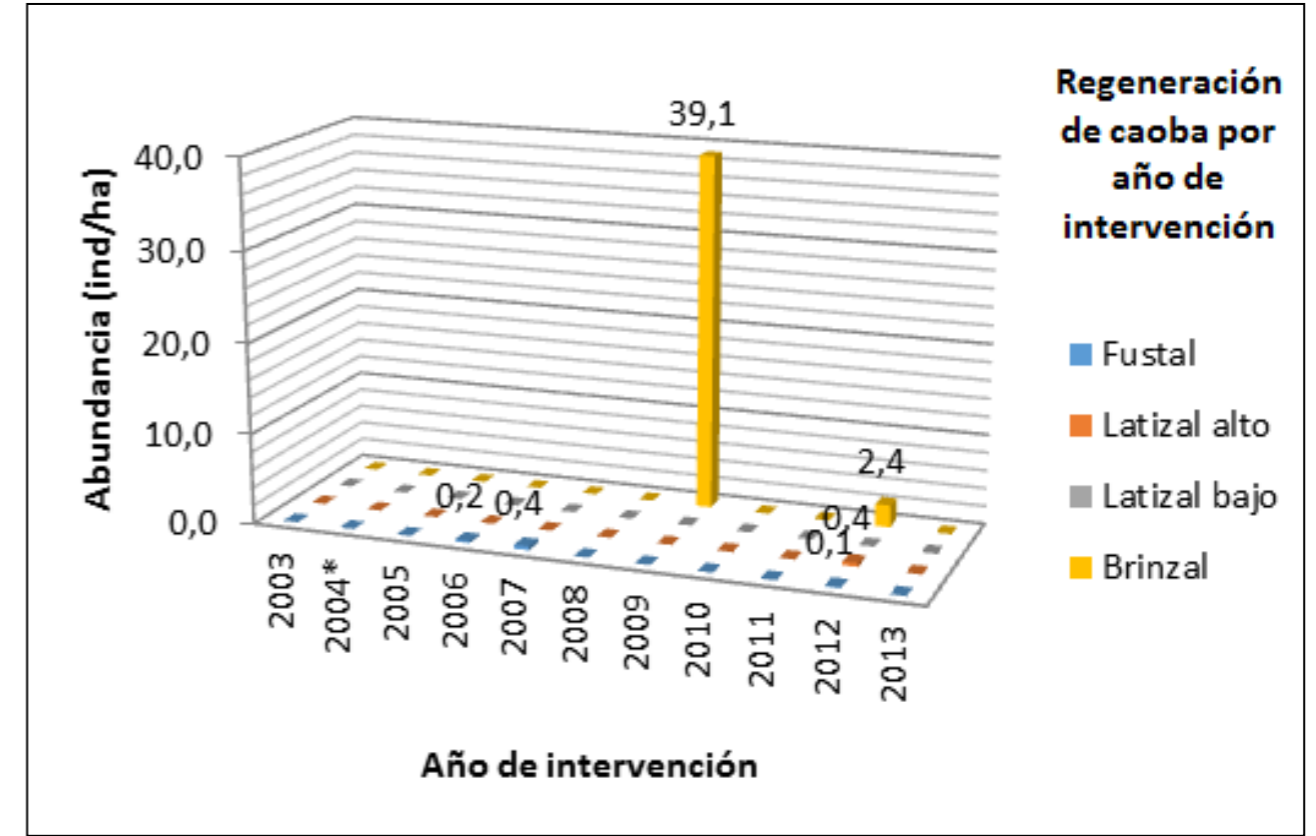


Gráfico 16. Clasificación por categoría diamétrica de los fustales de cedro encontrados por concesión.

El cedro, posee un mejor establecimiento, pudiéndose apreciar datos interesantes sobre todo en el área B, D, E, y J donde la distribución de categorías diamétrica posee forma de “J” invertida. El único caso de presencia de fustales y árboles a lo largo de todas las categorías es la observada en el área J, donde se posee más individuos adultos, los cuales serán posibles fuentes de polinización para los árboles semilleros, siempre y cuando posean características óptimas.



(\*) Se contó con una única muestra

Gráfico 17. Regeneración natural de caoba por año de intervención

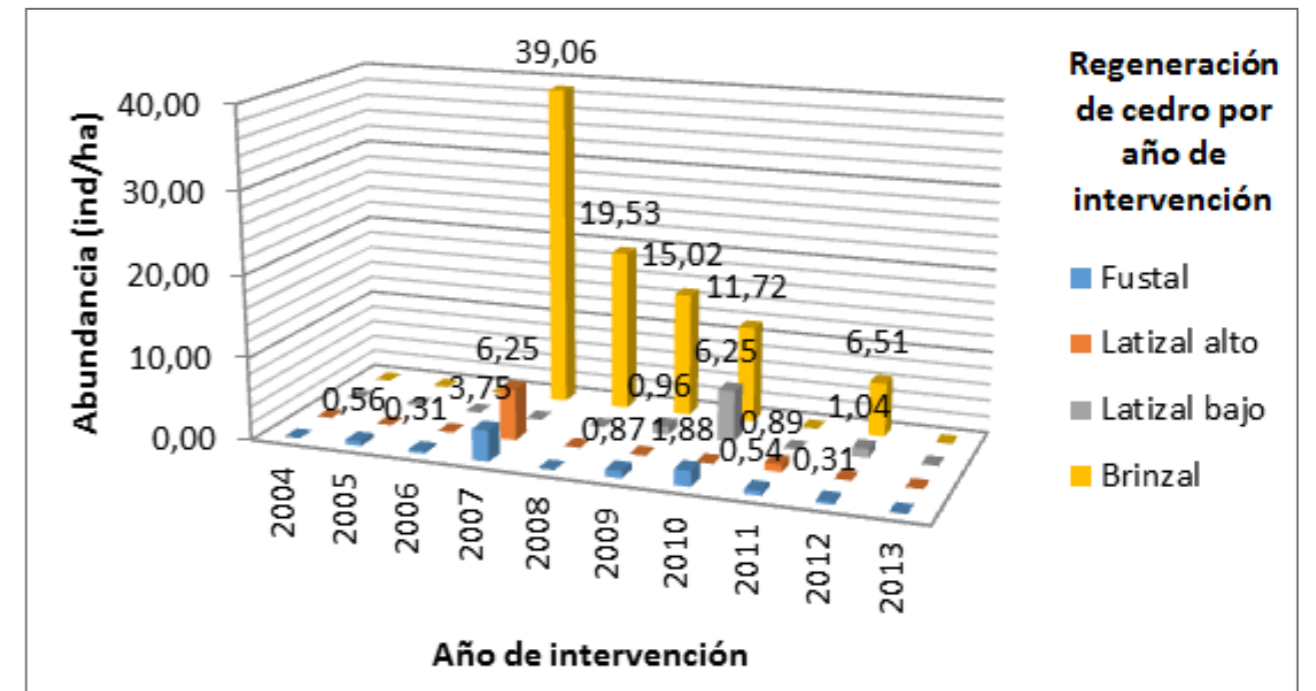


Gráfico 18. Densidad de regeneración natural por año de intervención.

El gráfico 17 y 18 presentan el estado de la regeneración natural encontrado en las parcelas evaluadas, pudiendo apreciar que en ambos casos la regeneración que predomina es la de los brinzales sobre todo en los últimos años de intervención; sin embargo, en escasas ocasiones esta regeneración alcanza el siguiente estadio de crecimiento, no siendo uniforme a lo largo de los años, evidenciando deficiencias en latizales bajos y altos.

Asimismo, se tiene que durante las operaciones realizadas en los primeros años de las unidades de aprovechamiento, la regeneración no posee las condiciones mínimas requeridas para su establecimiento, siendo lugares con dosel cerrado y vegetación pequeña abundante, no permitiendo la prosperidad de los posibles brinzales que existieron en algún momento.

### 5.5 Otras evaluaciones

Adicionalmente, se han podido establecer otros comparativos que son de utilidad para el análisis del comportamiento de las especies, así se tiene el gráfico 19, donde se visualiza el estado fenológico encontrado durante las evaluaciones y la categoría diamétrica de los semilleros.

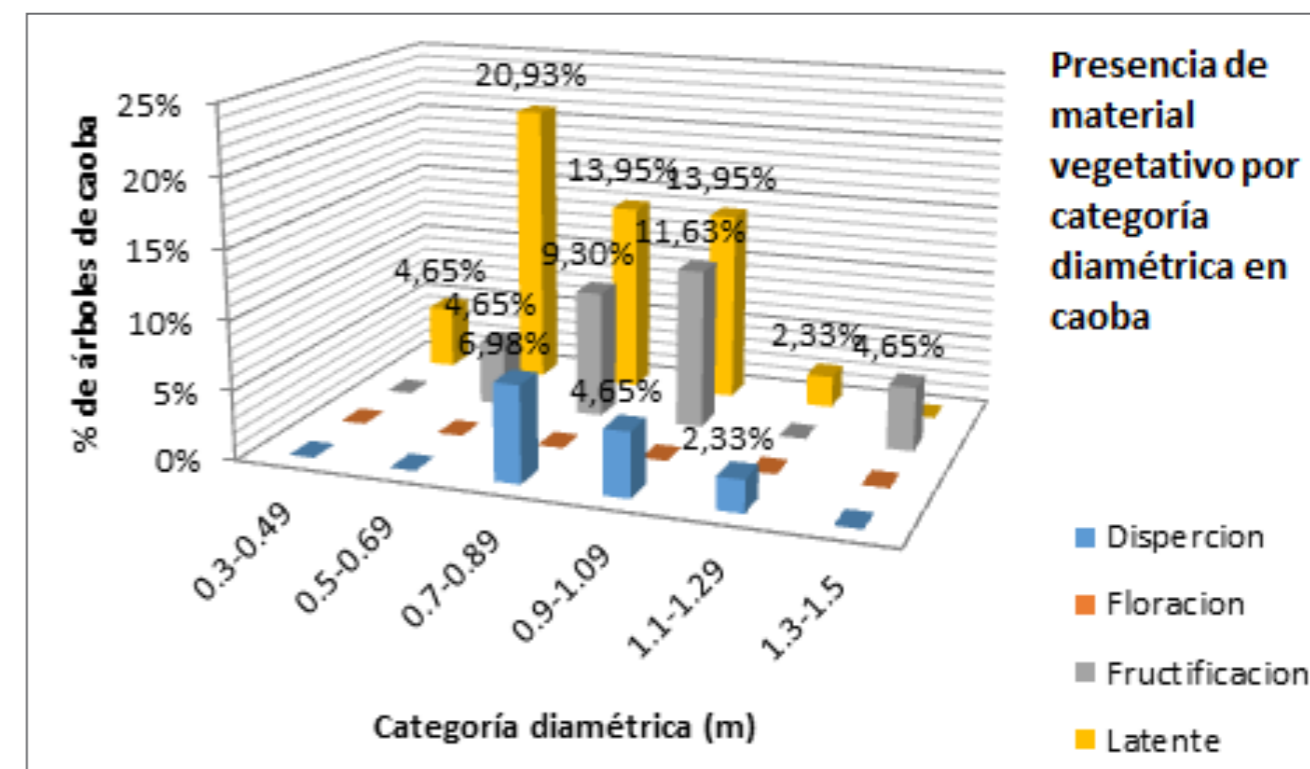


Gráfico 19. Material vegetativo por categoría diamétrica de caoba

Se observa que existe alguna evidencia de que en los árboles evaluados, la caoba, inicia sus actividades reproductivas a partir de la categoría diamétrica de 50 a 70 cm de diámetro; sin embargo, hay que considerar que las evaluaciones estuvieron concentradas en individuos con el DAP superior al DMC (75 cm), existiendo escasos registros en categorías inferiores, las cuales provienen de árboles de futura cosecha declarados como semilleros. Por otro lado, no se evidenciaron flores en las copas y más del 50% de árboles evaluados no presento evidencia de material reproductivo en sus copas.



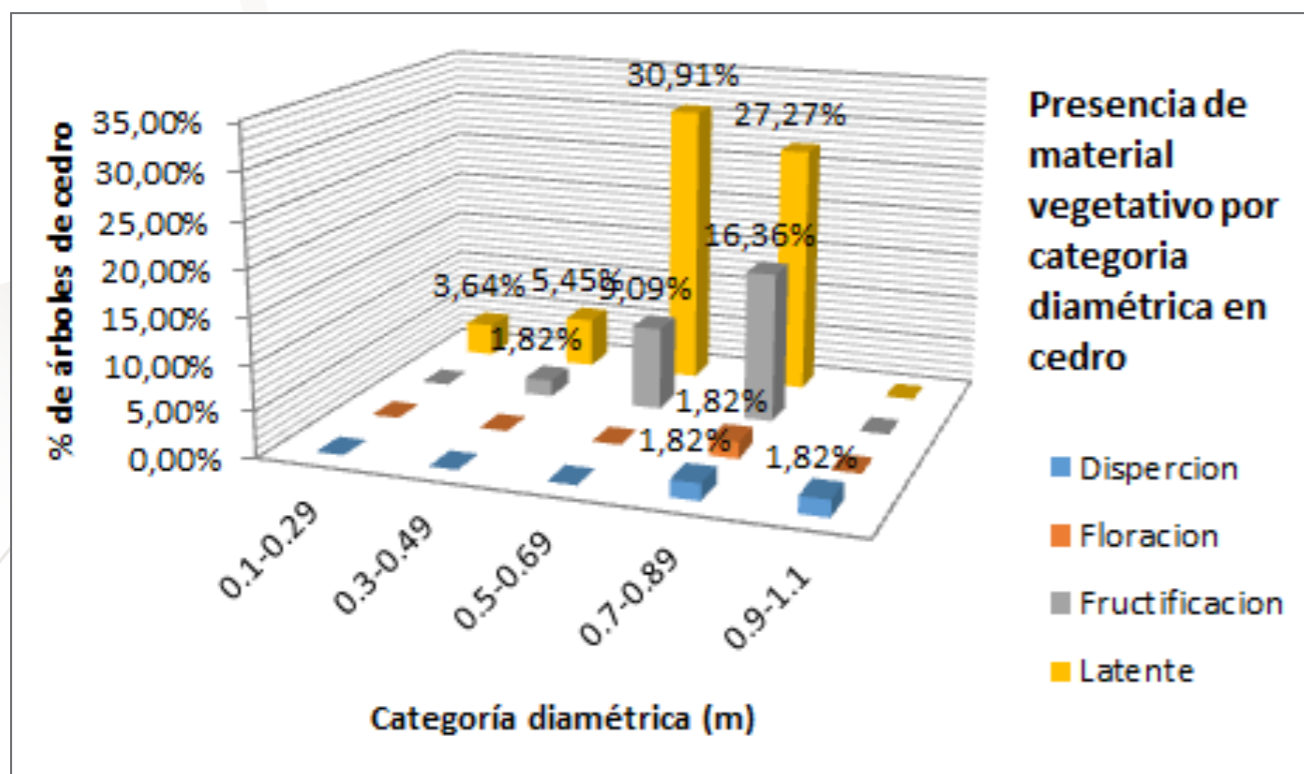


Gráfico 20. Material vegetativo por categoría diamétrica de cedro

En el caso de cedro, el gráfico anterior indica que a partir de la categoría diamétrica que va de 30 a 50 cm, se ha evidenciado la presencia de frutos en las copas de los árboles. Asimismo, existe presencia de flores, sin embargo existen más del 50% de individuos que no presentan material reproductivo en sus copas durante la época de evaluación, en árboles de diámetros superiores.

La regeneración natural tuvo cierta tendencia en la orientación del establecimiento, pudiéndose apreciar en el gráfico 21 y 22 para caoba y cedro respectivamente

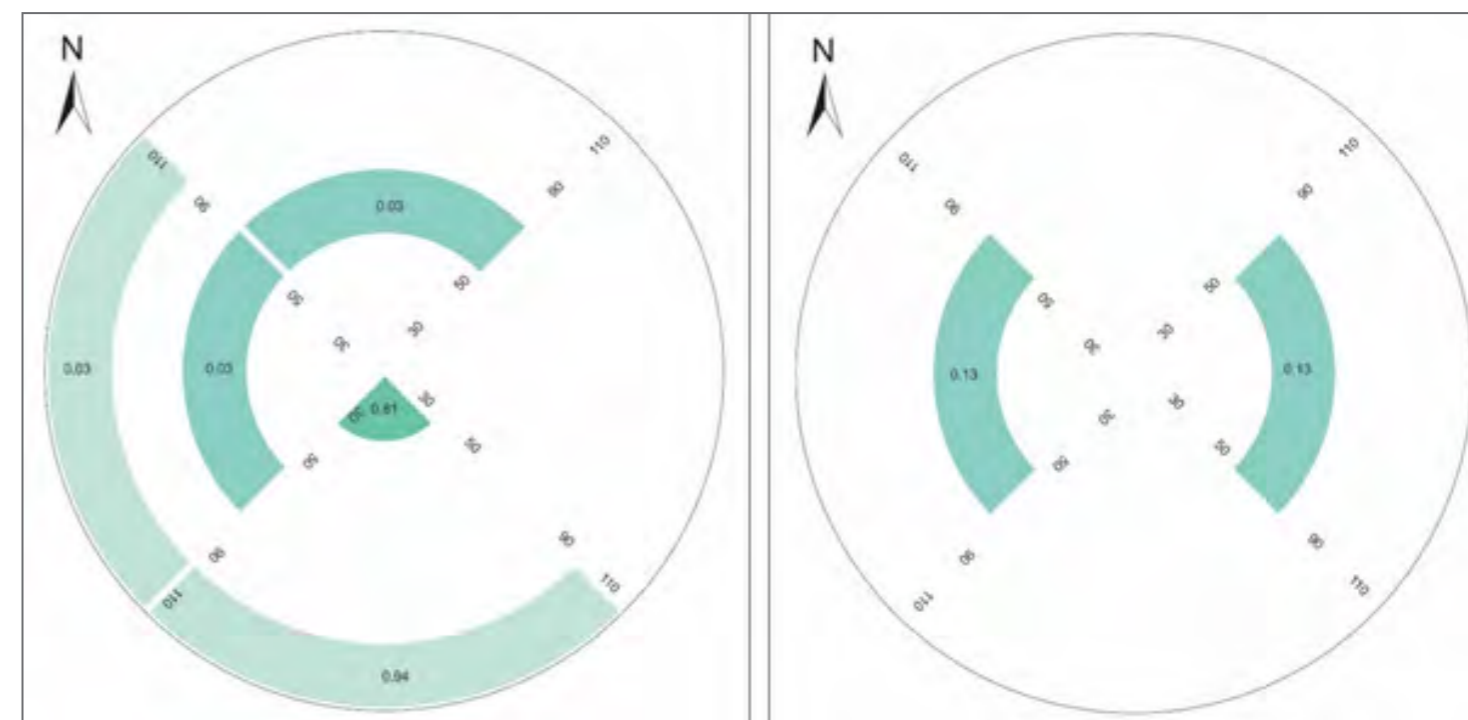


Figura 21. Regeneración natural de caoba respecto a la distancia del árbol semillero

La regeneración natural de caoba encontrada durante las evaluaciones se orienta principalmente hacia el sur del árbol semillero; sin embargo, existen en porcentajes inferiores preferencia por el sector oeste de los árboles semilleros y adicionalmente se ubicaron regeneraciones en otras direcciones que no coincidieron con las sub parcelas de muestreo. En las áreas no intervenidas se encontró regeneración en las direcciones este y oeste

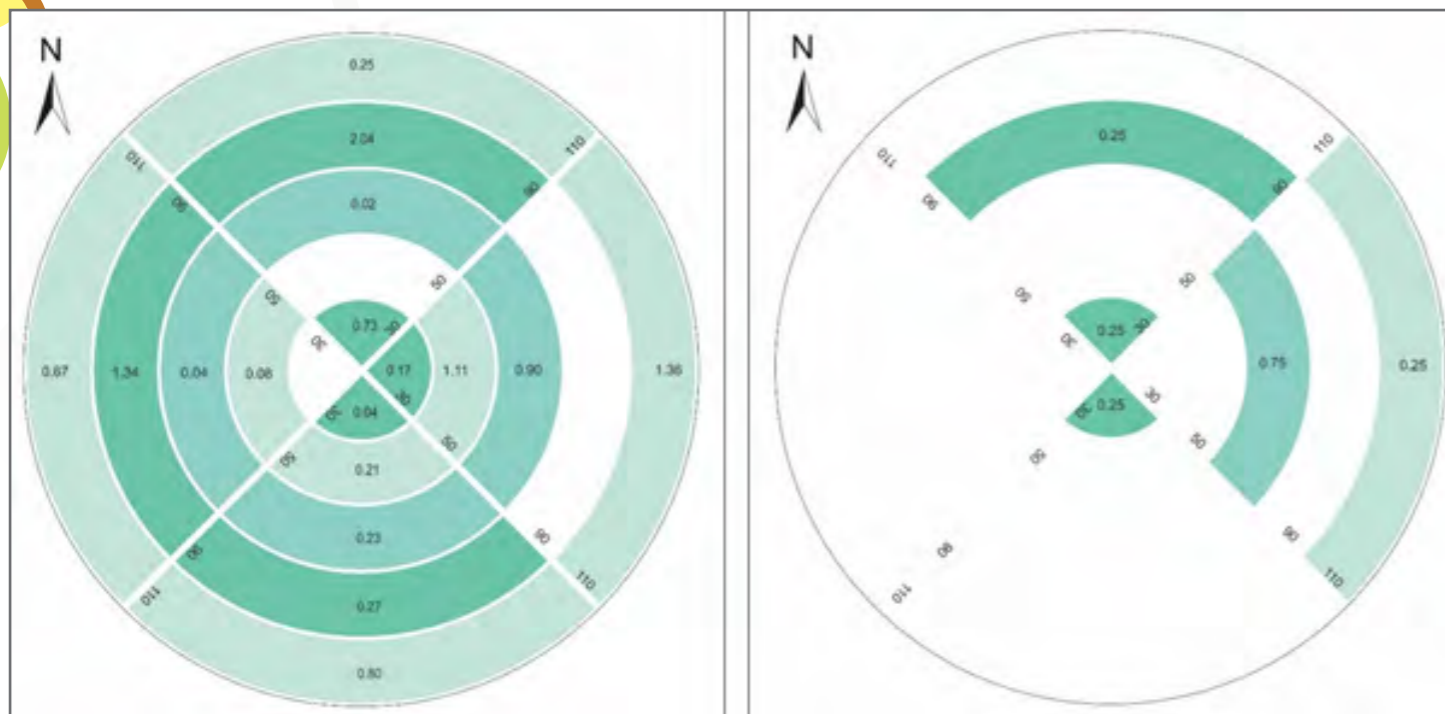



Figura 22. Regeneración natural de cedro en individuos por hectárea, respecto a la distancia del árbol semillero para áreas intervenidas y áreas no intervenidas respectivamente.

La regeneración natural de cedro, aparece en cualquier dirección respecto al árbol semillero, no teniendo un patrón para su establecimiento; sin embargo, la cantidad encontrada es más abundante y frecuente que la de caoba, mostrando una continuidad en la regeneración establecida conforme uno se aleja del árbol semillero. En las áreas no intervenidas se encontró regeneración en las direcciones norte y este..



## 6. Conclusiones


- 
- i. La metodología desarrollada y validada en campo, ha permitido conocer el estado de los árboles semilleros y de la regeneración natural; además se demostró que esta metodología es una herramienta práctica, sencilla y económica para los diferentes actores forestales como título habilitantes, autoridades regionales, nacionales, CITES y de fiscalización, basada en criterios técnicos y científicos.
  - ii. Los árboles reservados como semilleros de la especie caoba, en líneas generales, poseen características fenotípicas óptimas para ser seleccionados como tales; sin embargo, los fustales y árboles que acompañan a éstos son escasos y poseen una distribución irregular, dificultando la selección de los mejores individuos para ser considerados como fuente de polinización.
  - iii. Los árboles semilleros de cedro también poseen condiciones deseables para ser seleccionados como fuente de semilla; asimismo, los fustales y árboles acompañantes poseen una distribución de J invertida casi perfecta, lo que indicaría que esta especie posee mayores posibilidades de recuperación en años futuros, ya que además, se pueden seleccionar cierto número de individuos de condiciones apropiadas como fuente de polinización para los semilleros.
  - iv. La regeneración natural de caoba existe en escasas unidades de manejo y donde se encuentra, su abundancia es muy reducida, obteniendo en promedio 1.63 brinzales/ha en sectores intervenidos y sin presencia en zonas testigo; asimismo, ésta regeneración posee una tendencia a establecerse hacia el Sur del árbol semillero, aunque también existen avistamientos en otras direcciones; sin embargo, en áreas perturbadas, no prospera conforme pasan los años de la intervención, encontrando inexistencia o presencia muy escasa en parcelas cuya antigüedad de aprovechamiento supera los cinco años.
  - v. El cedro posee mejor distribución y reclutamiento, encontrándose en casi todas las unidades de manejo pero en diferentes intensidades, obteniendo en promedio casi 8 brinzales/ha, 2 latizales bajos/ha, 1 latizal alto cada 5 ha en áreas circundantes al árbol semillero, sin tener preferencias de orientación para su establecimiento; sin embargo, en áreas de manejo para fines maderables, el cedro posee regeneración natural importante en parcelas que poseen hasta siete años de antigüedad.





## 7. Recomendaciones




- 
- i. Difundir la metodología aplicada para la evaluación de árboles semilleros y regeneración natural a los titulares de áreas bajo manejo, Autoridades Nacionales Forestales y Regionales a fin de brindar una herramienta coherente y técnicamente sustentada para efectuar evaluaciones o monitoreos para ambas especies y que además sirva de modelo para ser adaptadas y validadas en otras especies diferentes a las incluidas en Apéndices CITES.
  - ii. A pesar de contar con un número significativo de árboles semilleros de buenas condiciones, tanto de caoba como cedro, existen algunos que ya no cumplen dicha función, al encontrarse volteados o rotos por efectos naturales o tumbados como si fueran árboles aprovechables; además, de encontrar que algunos individuos de caoba se encuentran entrelazados y pegados a otro árbol, específicamente a un shihuahuaco, generando gran competencia por satisfacer sus necesidades fisiológicas o en otros casos son árboles de diámetros inferiores donde la calidad y cantidad de la semilla producida no sería la óptima y más adecuada para considerarlos como semilleros; por ello se recomienda realizar una evaluación cualitativa de otros árboles de la misma especie considerando esta guía metodológica para tal fin y seleccionar los mejores fenotípicamente y reemplazados por aquellos que no cumplen con la función de un árbol semillero.
  - iii. En cuanto a las evaluaciones cualitativas, existen árboles que poseen gran cantidad de lianas y bejucos, quitando vitalidad al árbol e inclusive debilitándolo al poseer una infestación muy alta; asimismo, en los documentos de gestión se visualizan actividades de silvicultura que comprenden la corta de lianas y el manejo de regeneración natural, por ello es recomendable aplicar efectivamente esta actividad para disminuir la competencia del árbol y su posible afectación si la presencia de lianas es severa.
  - iv. Los árboles semilleros con baja vigorosidad, ataques de agentes biológicos en el fuste y torcidos deben ser retirados para que sus flores no polinicen árboles de mejores condiciones y así tratar de asegurar que la descendencia tendría buenas características fenotípicas; asimismo, los árboles acompañantes o vecinos de los semilleros óptimos deben tratarse de la misma manera, evaluarlos y seleccionar aquellos que deben ser retirados para evitar la contaminación genética.



- v. Considerar estudios complementarios para poder conocer de mejor manera el comportamiento de los árboles semilleros y en base a los resultados fundamentar criterios o reajustar algunos valores en cuanto a diámetros, intensidades de corta, exigencia de tratamientos silviculturales, porcentaje mínimo de árboles reservados como semilleros, entre otros que hoy en día tienen vigencia.
- vi. Efectuar muestreos diagnósticos antes y posteriores a la intervención, determinando el estado de la regeneración y visualizando las características del sitio donde se han desarrollado, con dicha información deben construir modelos de establecimiento para ir aplicándolos en sectores ya intervenidos, buscando siempre la recuperación de la población original, favoreciendo con luz y retirando a la competencia directa no deseable o de poca vitalidad.
- vii. Se debe monitorear la dinámica de la regeneración por estadio, detectando los problemas principales para el reclutamiento y observar las causas de la mortalidad, enriqueciendo el trabajo realizado de los diagnósticos recomendados; asimismo, se debe dar seguimiento al incremento diamétrico y altitudinal, para formular tendencias de crecimiento y efectuar los ajustes necesarios en los documentos de gestión.
- viii. El mismo monitoreo debe contemplar la evaluación de diferentes individuos productivos o árboles semilleros para determinar su periodicidad en cada estado fenológico y realizar ensayos de producción y de germinación para ver a partir de qué diámetro el cedro y caoba inician su madurez sexual y cuando se obtiene la mejor calidad y cantidad de semilla; información de suma utilidad para reajustar los diámetros mínimos de corta establecidos actualmente, ya que se desconoce si verdaderamente está quedando el mejor material genético y en la abundancia necesaria para no afectar a las poblaciones de cedro y caoba. Asimismo, se deben considerar aquellas parcelas aprovechadas durante los primeros años de aprovechamiento para las evaluaciones y aplicación de tratamientos.
- ix. Elaborar e implementar un plan silvicultural para cada área aprovechada de acuerdo a los resultados de todos los muestreos realizados y orientación futura que se desea para el bosque de acuerdo a la visión de la empresa.





- 
1. Barrena, V.; Vargas, C. 2004. Informe de la Autoridad Científica CITES: La caoba en el Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias Forestales. Lima, PE. 31 p.
  2. Barrena, V; Garnica, C.; Ocaña, JC.; Rosero, J. 2006. Instructivo de campo brigadas de forma y volumen. UNALM-FCF, MEF-PL480, ITTO -251/03. Lima .
  3. Bolaños, R.; Navarro, C. 1999. Diagnóstico de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Mesoamérica. Centro Científico Tropical PROARCA/CAPAS. CR. 25 p. Burgos, J. 1954. Contribución al estudio de la silvicultura de algunas especies forestales en Tingo Maria. Silvicultura en Tingo María. 12:14-53.
  4. CITES (Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres, SU) consultado 2008. Disponible en <http://www.cites.org/esp/disc/text.shtml>
  5. Cochran, W. 1980. Técnicas de muestreo. México. Compañía Editorial Continental. 513 p.
  6. Faurby, O.; Barahona, T. 1998. Silvicultura de especies maderables nativas del trópico seco de Nicaragua. Managua, NC. v. 8, 134 p.
  7. Galván, O. 1996. Análisis comparativo del crecimiento de *Cedrela odorata*; *Swietenia macrophylla* y *Amburana cearencis* en fajas de enriquecimiento y viales de extracción. Tesis Ingeniero Forestal. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina, 82 p.
  8. García, X.; Negreros-Castillo, P.; Rodríguez, S. 1993. Regeneración natural de caoba (*Swietenia macrophylla* King) bajo diferentes densidades de dosel. Revista Ciencia Forestal 18(74):25-43.
  9. Grogan, J. 2001. Big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in Southeast Pará, Brazil: A life history study with management guidelines for sustained production from natural forests. Ph. D. Thesis. New Haven, USA, Yale University. 422 p.
  10. Grogan, J.; Barreto, P.; Verissimo, A. 2002. Mahogany in the Brazilian Amazon: Ecology and Perspectives on Management. Imazon 58 p.

11. Gullison, E.; Panfil, N.; Strouse, J.; Hubbell, S. 1996. Ecology and management of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Chimanes forest, Beni, Bolivia. *Botanical Journal of the Linnean Society* 122(1): 9-34.
12. Huerta, P.; Lombardi, I.; Barrena, V.; Cuba, K.; 2006. Instructivo de campo brigadas de evaluación. UNALM-FCF, MEF-PL480, ITTO -251/03. Lima.
13. Echevarria, J.; Oñoro, P.; Castillo, M.; Mancilla, R. 1996. Estudio sobre el estado de regeneración natural de *Swietenia macrophylla* King. "Mara" en Santa Cruz, BO. 102p
14. Lamb, B. 1966. Mahogany of Tropical America: its Ecology and Management. University of Michigan. 220 p
15. Lombardi, I.; Barrena, V.; Huerta, P.; Garnica, C. 2009. Propuesta para la recuperacion de las poblaciones de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en el Perú. Lima, PE. 23 p.
16. Lombardi I; Vargas, C. 2006. Informe Técnico: Fortalecimiento de las Autoridades Administrativas y Científicas CITES-Perú. Lima, PE. 28 p.
17. Maderacre (Maderera Río Acre SAC, PE); Maderyja (Maderera Río Yaverija SAC, PE). 2007. Compendio: Resúmenes público de estudios y monitoreo. Madre de Dios, PE. 127 p.
18. Marmillod, D. 2007. Diagnostico para evaluar estrategias de manejo para la caoba. Documento técnico 18. BIODAMAZ-IAAP. Perú. 28 p.
19. MINAM, 2012. Servicio de Consultoria para realizar el Estudio de Investigación de Especies CITES priorizadas para evaluar la recuperación de las Poblaciones de Caoba y Cedro. 100 p. (sin publicar)
20. Negreros-Castillo, P. 1991. Ecology and management of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) regeneration in Quintana Roo, Mexico. Ph. D. Dissertation. Iowa State University, Ames Iowa, USA. 125 p
21. \_\_\_\_\_; Snook, L.; Mize, C. 2003. Regeneration mahogany (*Swietenia macrophylla* King) from seed in Quintana Roo, Mexico: the effects of sowing method and clearing treatment. *Forest Ecology and management* 183: 351-362.
22. Pennington, T. 1981. *Flora Neotropica: Monograph Meliaceae N° 28*. The New York Botanical Gardens. 472 p.
23. Rodríguez-Santiago, B.; Chavelas-Polito, J.; García-Cuevas, X. 1992. Dispersión de semillas y establecimiento de caoba (*Swietenia macrophylla*) después de un tratamiento mecánico del sitio. in Snook, L.; Barrera de Jorgenson, A. *Memorias del taller madera, chicle, caza y milpa: Contribuciones al manejo integral de las selvas de Quintana Roo, México*. Chetumal, MX. 81-90.
24. Salazar, R.; Ramírez, A. 1996. Efecto del tamaño de los frutos de *Swietenia macrophylla* en la cantidad de las semillas, la germinación y el crecimiento inicial de la plántulas. *Revista Forestal Latinoamericana* 16 (30):179 – 203. 140- Sánchez, C. 1985. Elaboración de una tabla de volumen estándar para *Swietenia macrophylla* King en San Martín – Saposoa. Tesis ingeniero forestal, San Martín, PE, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, 117 p.
25. Snook, L. 1993. Stand dynamics of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) and associated species after fire and hurricane in the tropical forests of the Yucatan Peninsula, Mexico. Ph. D. Dissertation, New Haven, USA, Yale University, 254 p.
26. Snook, L. 2000. Regeneración y crecimiento de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en selvas naturales de Quintana Roo, México. *Ciencia Forestal en México* 25(87):59-76.
27. Snook, L.; Negreros-Castillo, P.; O'Connor, J. 2003. Sobrevivencia y crecimiento de caoba en aberturas de tamaños diferentes producidas de diferentes maneras. Ponencia presentada en el Taller sobre regeneración de la caoba: frutos de 7 años de investigación colaborativa, Chetumal, MX.
28. Snook, L.; Negreros-Castillo, P. 2004. Regeneration mahogany (*Swietenia macrophylla* King) on clearings in Mexico's Maya forest: the effects of clearing method and cleaning on seedling survival and growth. *Forest Ecology and management* 189 (1- 3):143-160.



29. Snook, L; Iskandar, H.; Chow, J.; Cohen, J.; O'Connor, J. 2005. Supervivencia y crecimiento de caoba en claros post-extracción en Belice, a partir de semillas y plántulas. Recursos Naturales y Ambiente 44: 76-83.

30. Tolledo-Sotillo, M.; Snook, L. 2005. Efectos de la dispersión de semillas y tratamientos silviculturales en la regeneración natural de caoba en Belice. Recursos Naturales y Ambiente 44:68-75. 142.



## 1. Evaluación de la regeneración de caoba

### 1.1 Análisis por estadío y área de intervención

#### 1.1.1 Brinzales

Para la comparación de valores promedio de regeneración entre brinzales de áreas testigo e intervenidas, se ha procedido a considerar los resultados de la primera (testigo) como cero, ya que no se registró regeneración natural en la época de evaluación.

Por ello, se ha realizado una prueba t, para determinar si el valor promedio de regeneración en áreas testigo es igual o superior a cero, tal como se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Comparación del nivel promedio de brinzales de las áreas intervenidas respecto a cero.

$H_0$ : El promedio de brinzales en áreas intervenidas es igual a 0.

$H_1$ : El promedio de brinzales en áreas intervenidas es superior a 0.

Nivel de significación:  $\alpha = 0,05$

Test of  $\mu = 0$  vs  $> 0$

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% Lower Bound	T	P
Brinzal	48	1.63	7.89	1.14	-0.28	1.43	0.08

Conclusión:

Con un nivel de significación del 5% se rechaza  $H_0$ . Por lo tanto, se puede afirmar que el promedio de brinzales existentes alrededor de los árboles semilleros de caoba en áreas intervenidas es mayor a cero.

Esto implica que no es significativa la presencia de este estadío de regeneración en las áreas intervenidas de Madre de Dios.



### 1.1.2 Latizales bajos

Para el caso de latizales bajos, no se encontraron individuos durante la época de evaluación, por lo que no es posible realizar alguna prueba estadística, de este modo los resultados para los latizales bajos en áreas intervenidas y testigo es cero.

### 1.1.3 Latizales altos

Al igual que en los cálculos realizados en los brinzales, los latizales altos no poseen registros en áreas testigo, por lo que su resultado es cero. El cuadro 2 presenta los resultados de la prueba t realizada.

Cuadro 2. Comparación del nivel promedio de latizales altos de las áreas intervenidas respecto a cero.

$H_0$ : El promedio de brinzales en áreas intevenidas es igual a 0.  
 $H_1$ : El promedio de brinzales en áreas intevenidas es superior a 0.  
 Nivel de significación:  $\alpha = 0,05$   
 Test of mu = 0 vs > 0

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% Lower Bound	T	P
Brinzal	48	0.130	0.902	0.130	-0.088	1.00	0.161

**Conclusión:**  
 Con un nivel de significación del 5% no se rechaza  $H_0$ . Por lo tanto, se puede afirmar que el promeddio de latizales altos existentes alrededor de los árboles semilleros de caoba en áreas intervenidas es mayor que cero.

Esto implica que no es significativa la presencia de este estadio de regeneración en las áreas intervenidas de Madre de Dios.

### 1.1.4 Fustales o árboles

Se realizó una prueba t para comparar si el nivel promedio de existencias de fustales o árboles alrededor de árboles semilleros en áreas testigo frente a las obtenidas en áreas intervenidas es similar (cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación del nivel promedio de fustales y árboles de las áreas intervenidas respecto a la testigo.

$H_0$ : El promediodel número de fustales o árboles por hectárea en áreas testigo es igual a cero en áreas intervenidas.  
 $H_1$ : El promediodel número de fustales o árboles por hectárea en áreas testigo es superior al obtenido en áreas intervenidas.  
 Nivel de significación:  $\alpha = 0,05$

**TWO- SAMPLE T-Test and CI: FUSTAL, Tipo**

Tipo	N	Mean	StDev	SE Mean
Interv	48	0.078	0.306	0.044
Testigo	10	0.250	0.527	0.17

Difference = mu (Interv) - mu (Testigo)  
 Estimate for difference: -0.172  
 95% upper bound for difference: 0.141  
 T- Test of difference = 0 (vs<): T-Value = -1.00 P - Value = 0.170 DF = 10

**Conclusión:**  
 Con un nivel de significación del 5% no se rechaza  $H_0$ . Por lo tanto, no se puede afirmar que los nivel es promeddio de fustales o árboles de caoba en áreas testigo sea mayor que los niveles promedio de encontrados en las áreas intervenidas.

Por tanto, el número de individuos promedio por hectárea de fustales o árboles son similares en áreas testigo e intervenidas.

## 1.2 Análisis por categoría diamétrica

Se tiene un número escaso de registros de regeneración establecida durante la época de evaluación, por ello no se realiza el análisis respectivo.

## 1.3 Regeneración por año de extracción

Se ha realizado un análisis para observar el nivel de regeneración correspondiente al año de intervención en las diferentes parcelas de corta evaluadas (cuadro 4).

Cuadro 4. Relación de la densidad observada de regeneración de caoba en

Madre de Dios y el año del POA

Caoba	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Fustal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.42	0.13	0.00	0.13	0.00	0.08	0.00
Latizal alto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00
Latizal bajo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Brinzal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.06	7.81	0.00	2.44	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.21</b>	<b>0.42</b>	<b>0.13</b>	<b>39.06</b>	<b>7.84</b>	<b>0.00</b>	<b>2.91</b>	<b>0.00</b>

Las pruebas de comparación no tomaron en cuenta los años 2003, 2004, 2005 y 2011 para el análisis, debido a que no se encontraron registros de individuos durante la evaluación (cuadro 5).

Cuadro 5. Distribución de los estadíos de caoba en Madre de Dios por año de POA

(Prueba de hipótesis)

### Hipótesis

$H_0$ : La distribución de los estadíos es similar desde el año 2006 al 2012 en árboles de caoba intervenidos.

$H_1$ : La distribución de los estadíos es distinta desde el año 2006 al 2012 en árboles de caoba intervenidos.

### Resultado

Nivel de significación:

$$\alpha = 0,05$$

$$\chi_c^2 = 46.34951 \sim \chi_{(10)g}^2 \quad P\text{-valor} = 1.23954E-06$$

### Conclusión:

Con un nivel de significación del 5%, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ).

Se puede afirmar que la distribución en los estadíos en los años del 2006 al 2012 es distinta para los árboles de caoba en áreas intervenidas, por lo que sí existen diferencias significativas entre las distribuciones de los estadíos de regeneración natural en los años evaluados. De este resultado, se puede observar la tendencia de cada distribución por estadío en la figura 1.



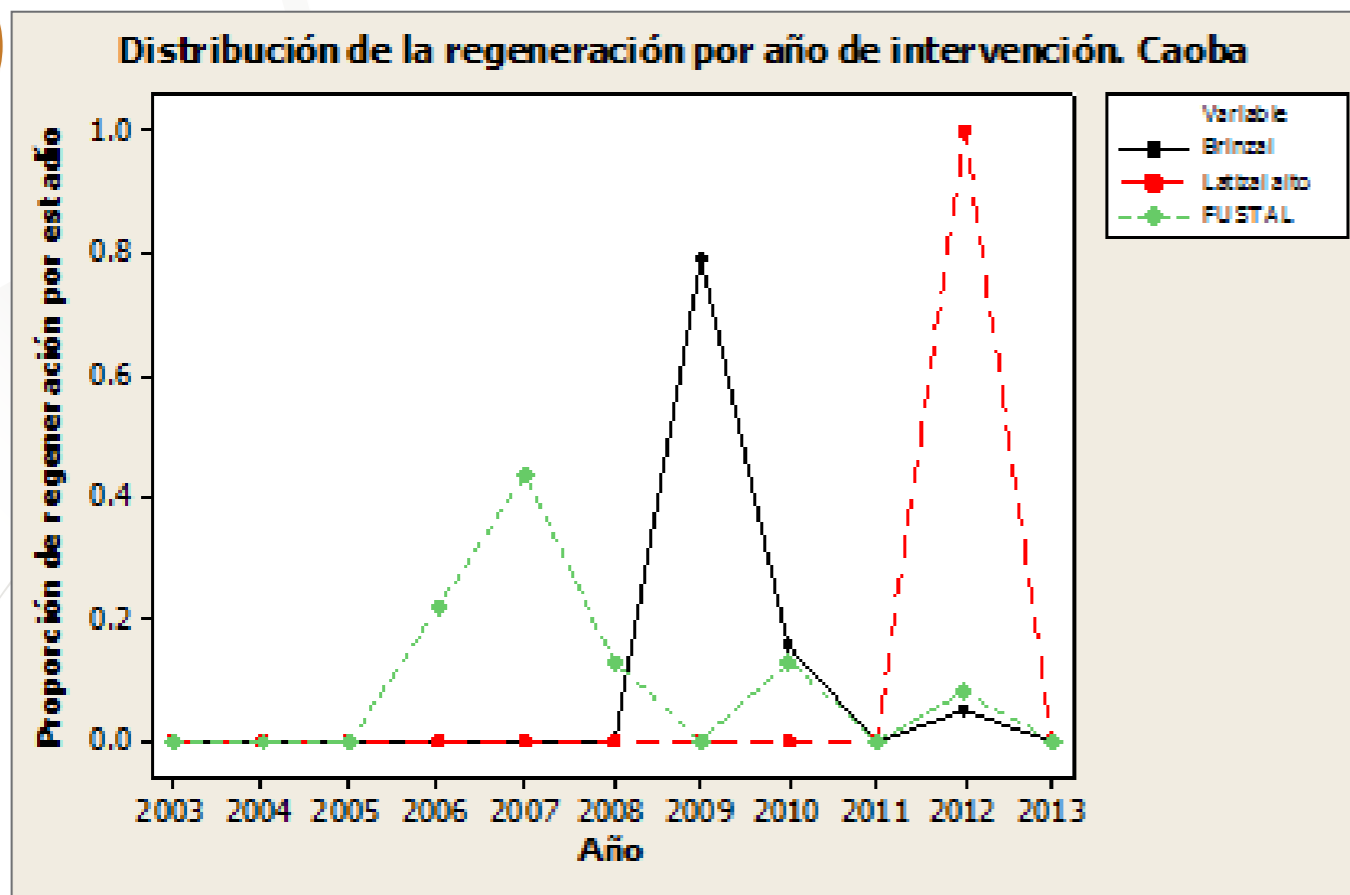


Figura 1. Proporción de la distribución regeneración natural de caoba en Madre de Dios por año de intervención

La Figura 1 presenta la proporción de regeneración encontrada en diferentes parcelas de corta, donde se ve que todas poseen una distribución diferente, tal cual se indica en la prueba Chi-cuadrado realizada. Se puede observar que la probabilidad de encontrar latizales altos en los años anteriores es poca en los primeros años, a comparación de los últimos años, donde la probabilidad de encontrar este estadio es muy similar al resto.

#### 1.4 Regeneración por distancia y orientación

En el cuadro 6 y figura 2, se puede observar la relación entre la distancia y orientación de la regeneración natural de caoba con respecto a los árboles semilleros evaluados.

#### 1.4.1 Distribución de la regeneración en áreas Intervenidoas

En la figura 2, se observa la distribución de la regeneración que existe en promedio alrededor de un árbol de caoba en ambientes intervenidos, considerándose el distanciamiento y orientación respecto al árbol central.

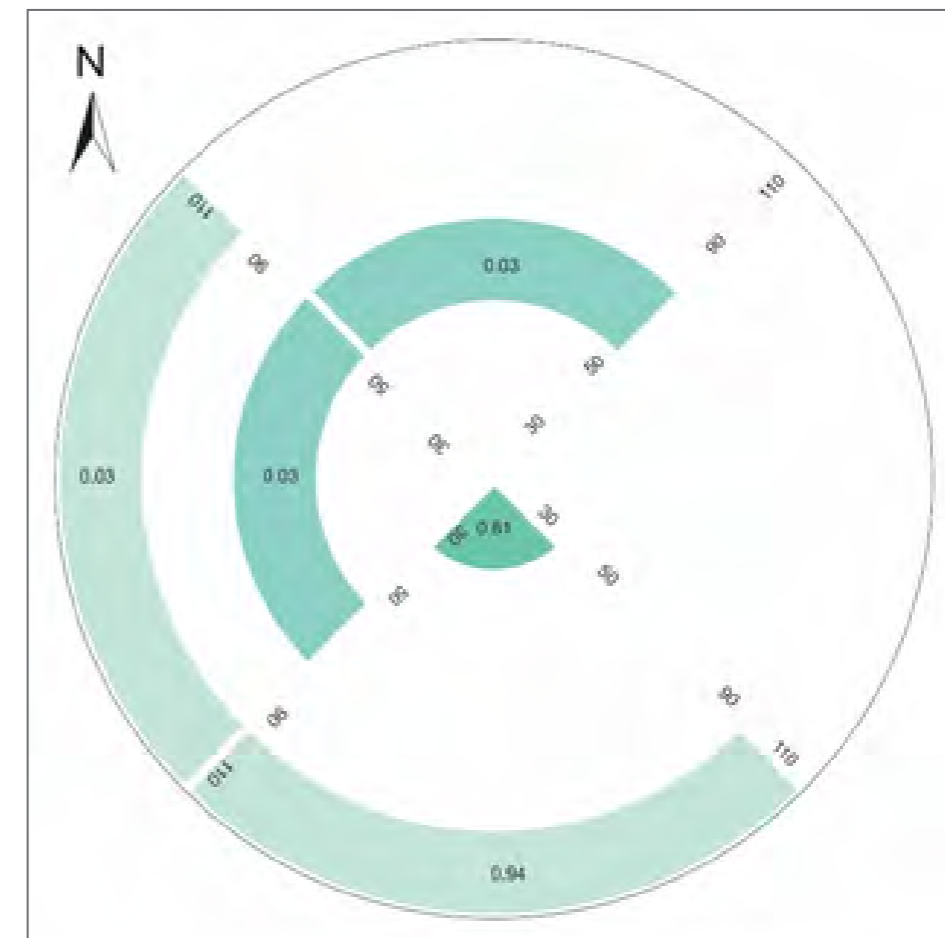


Figura 2. Regeneración (Ind/ha) por distancia y orientación al árbol semillero y (Áreas intervenidas) de caoba en Madre de Dios

Fuente: PROYECTO CAOBA, UNALM

El cuadro 6 presenta los valores de regeneración por orientación y distancia, así como los totales.

**Cuadro 6. Relación entre la distancia y orientación de caoba en Madre de Dios**

(Áreas intervenidas)						
Caoba Intervenida	30	50	70	90	110	Total
Este	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Norte	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03
Oeste	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.05
Sur	0.81	0.00	0.00	0.00	0.94	1.76
<b>TOTAL</b>	<b>0.81</b>	<b>0.00</b>	<b>0.05</b>	<b>0.00</b>	<b>0.97</b>	<b>1.84</b>

Para determinar si existe relación entre la distancia y orientación, se ha empleado la siguiente Prueba de hipótesis empleando una prueba Chi-cuadrado. Se tuvieron que eliminar las columnas 50, 90 y fila Este, debido a la cantidad de ceros que se presentaron (cuadro 7).

**Cuadro 7. Relación entre la distancia y orientación en áreas intervenidas de caoba en Madre de Dios**

(Prueba de hipótesis)

**Hipótesis**

$H_0$ : No existe relación entre la distancia y la orientación de la regeneración de caoba.

$H_1$ : Existe una relación entre la distancia y la orientación de la regeneración de caoba.

**Resultado**

Nivel de significación:

$\alpha = 0,05$

Valor Calculado:  $\chi^2_c = 1.3751 - \chi^2_{(4)}$  *P-valor* = 0.8485

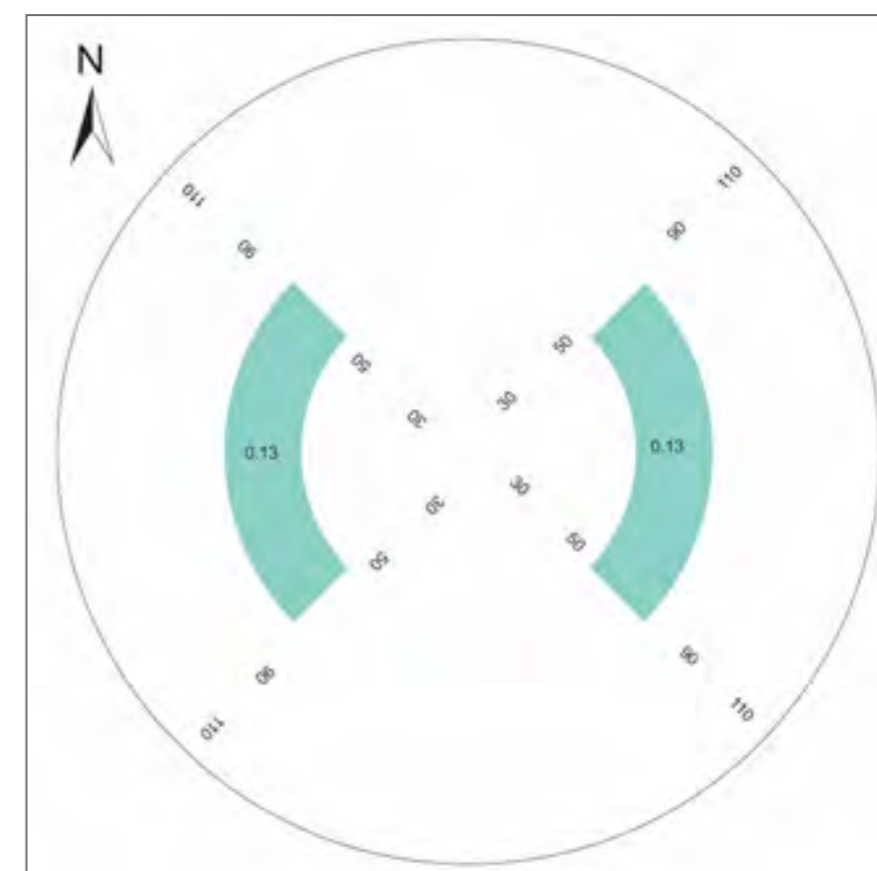
**Conclusión:**

Con un nivel de significación del 5% no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ).

Por lo tanto, no se puede afirmar que existe una relación entre la distancia y la orientación en el establecimiento de la regeneración de caoba en áreas intervenidas. Asimismo, no es posible realizar el análisis de correspondencia simple al no poseer relación entre las variables.

**1.4.2 Distribución de la regeneración en áreas Testigo**

En la figura 3 se puede apreciar una representación gráfica de la orientación de la regeneración natural en los individuos de caoba testigo.



**Figura 3. Regeneración (Ind/ha) por distancia y orientación al árbol semillero (Áreas testigo) de caoba en Madre de Dios**

En sectores testigo, se tiene menor cantidad de regeneración, la cual no presenta un patrón de distribución marcado (cuadro 8).

Cuadro 8. Relación entre la distancia y orientación de la regeneración de caoba en Madre de Dios

(Áreas testigo)

Caoba Testigo	30	50	70	90	110
Este	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00
Norte	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Oeste	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00
Sur	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00

Debido a los pocos registros de regeneración natural para la especie en la época de evaluación, no se realizó la prueba Chi-cuadrado para verificar si existe relación entre la distancia y orientación de la regeneración de caoba.

## 2. Evaluación de la regeneración de cedro

### 2.1 Análisis por estadío y área de intervención

#### 2.1.1 Brinzales

Para la comparación de valores promedio de regeneración entre brinzales de áreas testigo e intervenidas, se ha procedido a considerar los resultados de la primera (testigo) como cero, ya que no se registró regeneración natural en la época de evaluación.

Por ello, se ha realizado una prueba t, para determinar si el valor promedio de regeneración en áreas testigo es igual o superior a cero, tal como se presenta en el cuadro 9.

Cuadro 9. Comparación del nivel promedio de brinzales de las áreas intervenidas respecto a cero

$H_0$ : El promedio de brinzales en áreas intervenidas es igual a 0.

$H_1$ : El promedio de brinzales en áreas intervenidas es superior a 0.

Nivel de significación:  $\alpha = 0,05$

RESULTS OF WORKSHEET 1 (Tipo = Interv)

#### One-Sample T: Brinzal

Test of  $\mu = 0$  vs  $> 0$

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% Lower Bound	T	P
Brinzal	60	7.81	18.75	2.42	3.77	3.23	0.001

#### Conclusión:

Con un nivel de significación del 5% se rechaza  $H_0$ . Por lo tanto, se puede afirmar que el promedio de brinzales alrededor de los árboles semilleros de cedro en áreas intervenidas es mayor que cero.

El resultado de la prueba indica que es significativa la presencia de regeneración alrededor de los árboles de cedro en áreas intervenidas.

#### 2.1.2 Latizales bajos

Similar caso se ha encontrado en la regeneración natural existente en los sectores testigo para el estadío de latizales bajos, siendo cero. Por ello se ha realizado una prueba t, comparando el promedio por hectárea de la regeneración natural con el 0 obtenido (cuadro 10).



Cuadro 10. Comparación del nivel de latizales bajos en áreas intervenidas respecto a cero

$H_0$ : El promedio de latizales bajos en áreas intevenidas es igual a 0.  
 $H_1$ : El promedio de latizales bajos en áreas intevenidas es superior a 0.  
 Nivel de significación:  $\alpha = 0,05$   
**RESULTS OF WORKSHEET 1 (Tipo = Interv)**

**One-Sample T: Latizal Bajo**

Test of mu = 0 vs > 0

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	Bound	T	P
Brinzal	60	1.458	4.655	0.601	0.454	2.43	0.009

**Conclusión:**  
 Con un nivel de significación del 5% se rechaza  $H_0$ . Por lo tanto, se puede afirmar que el nivel promedio de latizales bajos de cedro en áreas intervenidas es mayor que cero.

Los resultados indican que es significativa la presencia de regeneración de cedro alrededor de los árboles semilleros ubicados en áreas intervenidas.

### 2.1.3 Latizales altos

De igual manera, en este caso no se encontraron individuos en la época de evaluación, por lo que se ha procedido a realizar una prueba t para determinar si el promedio de latizales altos en sectores intervenidos es igual o superior a cero (cuadro 11).

Cuadro 11. Comparación del nivel de latizales altos en áreas intervenidas respecto a cero

$H_0$ : El promedio de latizales altos en áreas intevenidas es igual a 0.  
 $H_1$ : El promedio de latizales altos en áreas intevenidas es superior a 0.

**One-Sample T: Latizal alto**

Test of mu = 0 vs > 0

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	Bound	T	P
Brinzal	60	0.208	1.131	0.146	- 0.036	1.43	0.080

**Conclusión:**  
 Con un nivel de significación del 5% se rechaza  $H_0$ . Por lo tanto, se puede afirmar que el nivel promedio de latizales altos de cedro en áreas intervenidas sea mayor que cero.

Esto implica que no es significativa la presencia de latizales altos de cedro en áreas intervenidas.

### 2.1.3 Árboles o fustales

Se realizó una prueba t para comparar si el nivel promedio de existencias de fustales o árboles alrededor de árboles semilleros en áreas testigo frente a las obtenidas en áreas intervenidas es similar (cuadro 12).

Cuadro 12. Comparación del nivel promedio de fustales y árboles de las áreas intervenidas respecto a la testigo.

$H_0$ : El promedio de número de fustales o árboles por hectárea en áreas testigo es igual al obtenido en áreas intervenidas.

$H_1$ : El promedio de número de fustales o árboles por hectárea en áreas testigo es superior al obtenido en áreas intervenidas.

Nivel de significación:  $\alpha = 0,05$

**Results for: Worksheet 1**  
**Two-Sample T-Test and CI: FUSTAL, Tipo**

Two-sample T for FUSTAL

Tipo	N	Mean	StDev	SE Mean
Interv	60	0.79	1.10	0.14
Testigo	5	1.75	1.43	0.64

Difference = mu (Interv) - mu (Testigo)  
 Estimate for difference: -0.958  
 95% upper bound for difference: 0.434  
 T-Test of difference = 0 (vs <): T-Value = -1.47 P-Value = 0.108 DF = 4

**Conclusión:**  
 Con un nivel de significación del 5% no se rechaza  $H_0$ .

Por lo tanto no se puede afirmar que los niveles promedio de fustales o árboles de cedro en áreas testigo sea mayor que los niveles promedio de encontrados en las áreas intervenidas, por tanto estos niveles de fustales o árboles son similares.

## 2.2 Análisis por categoría diamétrica

Es necesario conocer si las distribuciones por categoría diamétrica en áreas testigo e intervenidas de fustales y árboles son similares o no, por lo que se realizó una prueba chi-cuadrado, en base a la información del cuadro 13.

Cuadro 13. Número de individuos por categoría diamétrica en áreas testigo e intervenidas

Categoría (m)	Área intervenida	Área testigo	Total
[0.10-0.20>	16	4	20
[0.20-0.30>	7	2	9
[0.30-0.40>	6	1	7
[0.40-0.50>	2	0	2
[0.50-0.60>	2	0	2
[0.60-0.70>	2	0	2
[0.70-0.80>	2	0	2
[0.80-0.90>	0	0	0
[0.90-1.00>	1	0	1
Total	38	7	45

De lo anterior, se tiene la siguiente prueba de hipótesis (cuadro 14):

Cuadro 14. Comparación de las distribuciones diamétricas de los fustales y árboles de áreas intervenidas y testigo

$H_0$ : La distribución de las clases diamétricas en fustales y árboles de cedro en áreas intervenidas y testigos son iguales.

$H_1$ : La distribución de las clases diamétricas en fustales y árboles de cedro en áreas intervenidas y testigos es distinta.

Nivel de significación:  $\alpha = 0.05$

$$\chi^2_c = 2.27175 \sim \chi^2_{(7)gl} \quad P\text{-valor} = 0.94328$$

**Conclusión:**

Con un nivel de significación del 5% no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ).

Por lo tanto, no se puede afirmar que existen diferencias entre las distribuciones por categoría diamétrica en los fustales o árboles existentes en áreas intervenidas y testigos.

### 2.3 Regeneración por año de extracción

Se ha realizado un análisis para observar el nivel de regeneración correspondiente al año de intervención en las diferentes parcelas de corta evaluadas (cuadro 15).

Cuadro 15. Nivel de regeneración (Ind/ha) por año de aprovechamiento y estadio de cedro en Madre de Dios

Cedro	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Fustal	0.00	0.56	0.31	3.75	0.31	0.87	2.06	0.54	0.42	0.00
Latizal alto	0.00	0.00	0.00	6.25	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00
Latizal bajo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96	6.25	0.00	1.04	0.00
Brinzal	0.00	0.00	0.00	39.06	19.53	15.02	11.72	0.00	6.51	0.00
<b>Total</b>	<b>0.00</b>	<b>0.56</b>	<b>0.31</b>	<b>49.06</b>	<b>19.84</b>	<b>16.85</b>	<b>20.03</b>	<b>1.43</b>	<b>7.97</b>	<b>0.00</b>

Con los datos mostrados en el cuadro anterior, se realizó una prueba chi cuadrado, la misma que se presenta en el cuadro 152. Asimismo, en la prueba no se consideraron los resultados de los años 2004 al 2006, debido a que la información es predominantemente cero (cuadro 16).

Cuadro 16. Distribución de los estadios por año de POA de cedro en Madre de Dios

(Prueba de hipótesis)

**Hipótesis:**

$H_0$ : La distribución de los estadios es similar desde el año 2007 al 2012 en árboles de cedro intervenidos.

$H_1$ : La distribución de los estadios es distinta desde el año 2007 al 2012 en árboles de cedro intervenidos.

**Resultado:**

Nivel de significación:  $\alpha = 0.05$

$$\chi^2_c = 53.54273 \sim \chi^2_{(21)g}, P\text{-valor} = 0.00011494$$

**Conclusión:**

Con un nivel de significación del 5% se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ).

Por lo tanto, se puede afirmar que la distribución en los estadios en los años del 2007 al 2012 es distinta para los sectores intervenidos. Esta tendencia puede apreciarse en la siguiente figura 4:

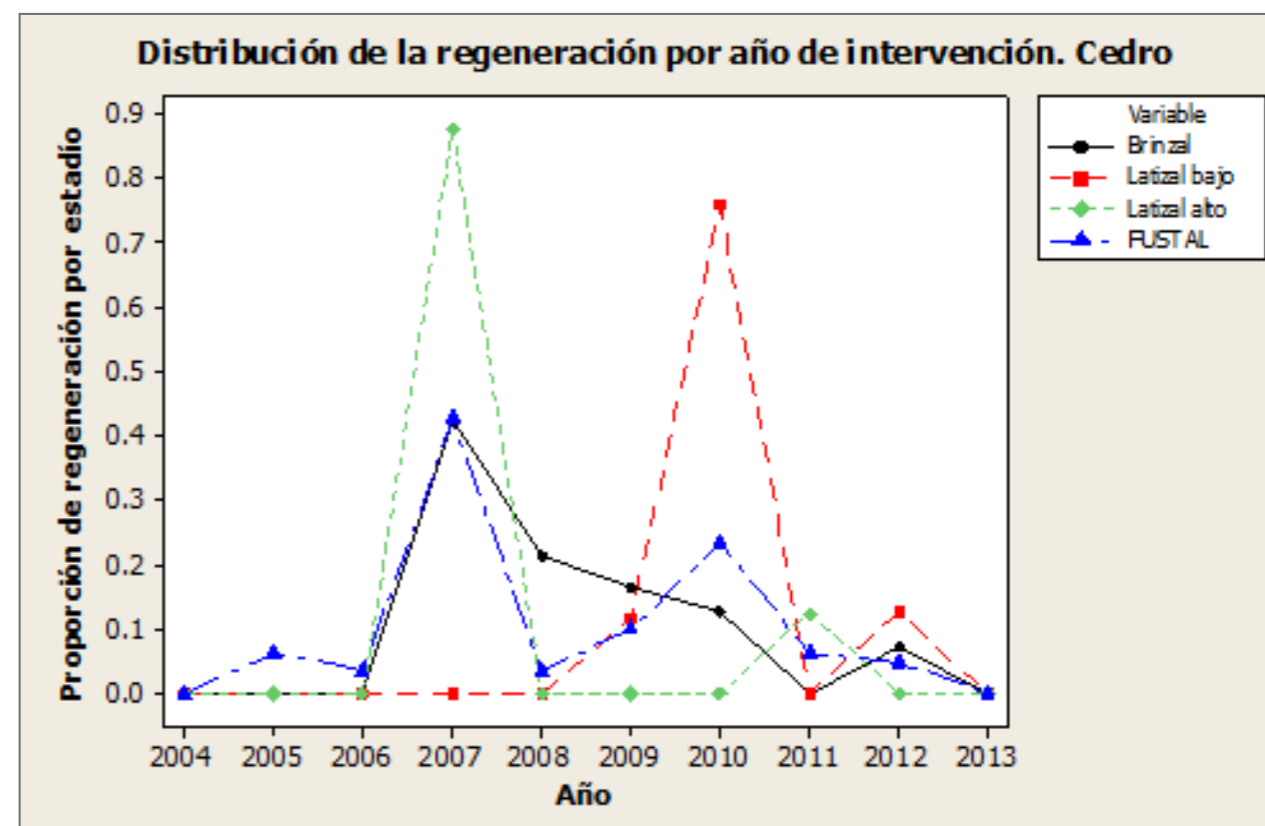


Figura 4. Distribución de la regeneración natural de cedro en Madre de Dios por año de intervención

Se aprecia que los niveles de brinzales son bajos en el paso de los años de intervención, encontrando una mayor proporción sólo en el año 2007. El establecimiento de regeneración de latizales altos es poca entre los años 2004 y 2013, el caso aislado del 2007 obedece a que se trata de una sola parcela en la que se obtuvo regeneración. Los estadios de fustales, latizales bajos y brinzales son variables a los largo de los años.



## 2.4 Distancia y orientación

En los siguientes cuadros se puede observar la relación entre la distancia y orientación de la regeneración natural de caoba con respecto a los árboles semilleros evaluados.

### 2.4.1 Distribución de la regeneración en áreas Intervenidas

Se observa la distribución de la regeneración que existe en promedio alrededor de un árbol de caoba en ambientes intervenidos, considerándose el distanciamiento y orientación respecto al árbol central.

Se tiene que el cedro posee regeneración en cualquier dirección y distanciamiento con referencia al árbol semillero, tal como se muestra en el siguiente cuadro 17:

Cuadro 17. Relación entre la distancia y orientación de la regeneración en de cedro en Madre de Dios (Áreas intervenidas)

Cedro Intervenido	30	50	70	90	110
Este	0.17	1.11	0.90	0.00	1.36
Norte	0.73	0.00	0.02	2.04	0.25
Oeste	0.00	0.08	0.04	1.34	0.67
Sur	0.04	0.21	0.23	0.27	0.80
<b>Total</b>	<b>0.94</b>	<b>1.40</b>	<b>1.19</b>	<b>3.65</b>	<b>3.08</b>

Para determinar si existe relación entre la distancia y orientación, se ha empleado la siguiente Prueba de hipótesis utilizando una prueba Chi-cuadrado (cuadro 18).

Cuadro 18. Relación entre la distancia y orientación en áreas intervenidas de cedro en Madre de Dios (Prueba de hipótesis)

**Hipótesis:**

$H_0$ : No existe relación entre la distancia y la orientación de la regeneración de los árboles de cedro intervenidos.

$H_1$ : Existe una relación entre la distancia y la orientación de la regeneración de los árboles de cedro intervenidos.

**Resultado:**

Nivel de significación:  $\alpha = 0.05$

**Valor Calculado:**  $\chi_c^2 = 11.8813 \sim \chi_{(4)}^2$  **P-valor = 0.68799**

**Conclusión:**

Con un nivel de significación del 5% no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ).

La prueba realizada muestra que no existe relación entre la distancia y la orientación de la regeneración de los árboles de cedro en los sectores intervenidos. Por lo tanto, no se pudo realizar el análisis de correspondencia simple, para explicar las posibles asociaciones.

## 2.4.2 Distribución de la regeneración en áreas Testigo

En el cuadro 19 se muestra los resultados de campo, los mismos que son mayoritariamente ceros, por lo que no se puede realizar alguna prueba para determinar alguna asociación entre ambas variables.

Cuadro 19. Relación entre la distancia y orientación de la regeneración natural de cedro en Madre de Dios (Testigo)

Cedro Testigo	30	50	70	90	110
Este	0.00	0.00	0.75	0.00	0.25
Norte	0.25	0.00	0.00	0.25	0.00
Oeste	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sur	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>0.50</b>	<b>0.00</b>	<b>0.75</b>	<b>0.25</b>	<b>0.25</b>

## 3. Análisis de regeneración por sitio del árbol semillero

Para conocer la relación entre la regeneración y el sitio de establecimiento de los árboles semilleros se ha relacionado el nivel de individuos por hectárea respecto al nivel de espesura (cubierto, medio y despejado) y al nivel de sotobosque (alto, medio, bajo) (cuadro 20).

En el caso de caoba, no se encontró regeneración suficiente durante la época de evaluación, no permitiendo realizar las pruebas estadísticas (análisis clúster).

En el caso de cedro, se realizó la prueba, para ello se emplearon los datos de regeneración hasta los 30 primeros metros de evaluación respecto al árbol semillero, relacionando la abundancia, la espesura y el sotobosque:

Cuadro 20. Resultados de espesura y sotobosque relacionados con la regeneración natural encontrada (hasta los 30 primeros metros del árbol semillero)

CEDRO	Nivel de Espesura			Nivel de sotobosque			RRNN ind/ha
	Cubierto	Despejado	Medio	Alto	Bajo	Medio	
AMA09P09CE	0	2	2	1	1	2	40.3125
AMA09P20CE	0	2	2		0	4	1.25
AMA10P03CE	0	0	4	2	0	2	1.25
AMA11P05CE	0	0	4	0	2	2	6.25
AMA12P19CE	0	2	2	0	0	4	1.25
AMA12P24CE	0	2	2	1	2	1	1.25
AMA12P30CE	0	0	4	1	0	3	1.25
MCR10P04CE	0	0	4	4	0	0	1.25
MCR10P38CE	0	2	2	1	0	3	1.25
OTO05P07CE	0	1	3	0	2	2	1.25

Luego de realizar los cálculos empleando el programa Minitab 17, la agrupación obtenida se puede visualizar en el siguiente dendrograma (figura 5):

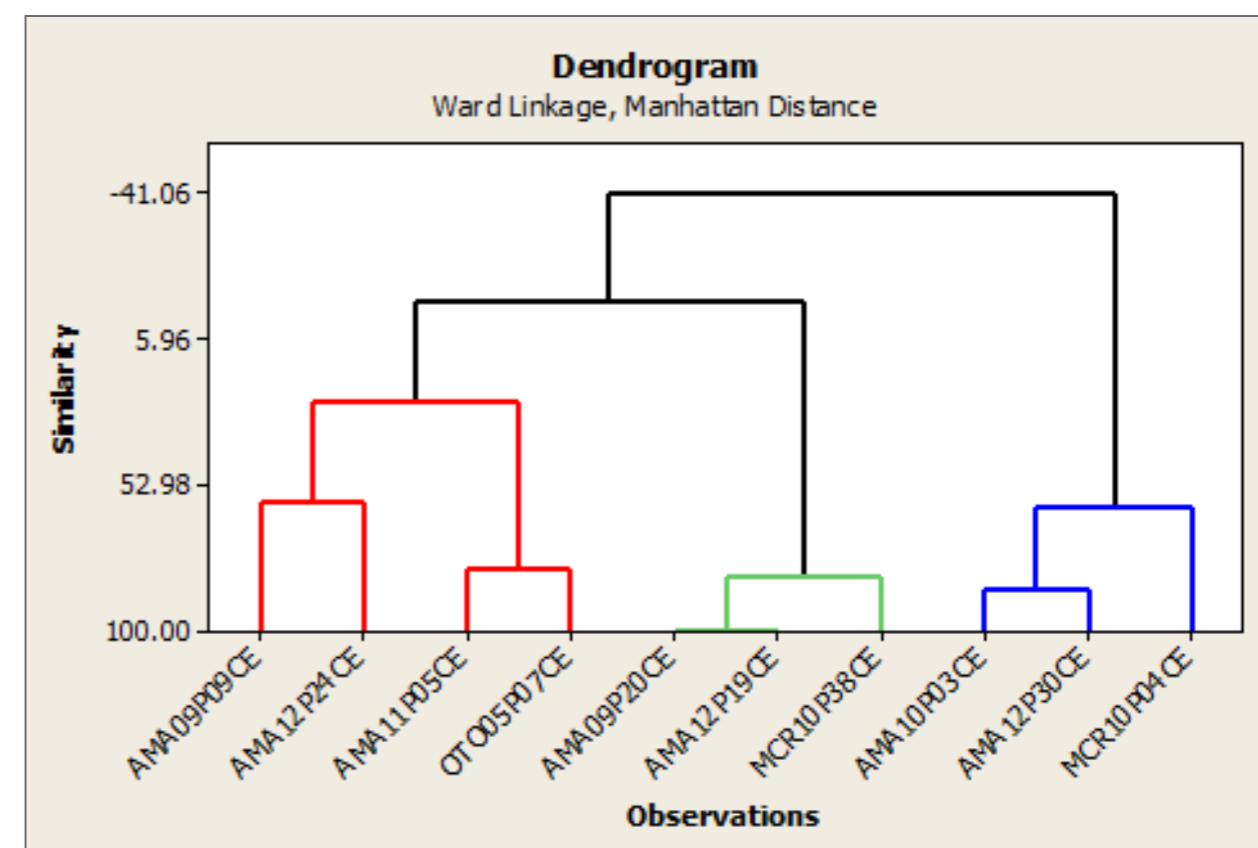


Figura 5. Dendrograma para la regeneración natural de cedro y la evaluación del sitio

En este caso se ha considerado tres grupos, los cuales se pueden observar en el siguiente cuadro 21:

**Cuadro 21. Agrupaciones de árboles semilleros relacionados con la regeneración y sitio**

Grupo	CEDRO	Nivel de Espesura			Nivel de Sotobosque			RRNN ind/ha
1	AMA09P09CE	0	2	2	1	1	2	40.3125
1	AMA11P05CE	0	0	4	0	2	2	6.25
1	AMA12P24CE	0	2	2	1	2	1	1.25
1	OTO05P07CE	0	1	3	0	2	2	1.25
2	AMA09P20CE	0	2	2	0	0	4	1.25
2	AMA12P19CE	0	2	2	0	0	4	1.25
2	MCR10P38CE	0	2	2	1	0	3	1.25
3	AMA10P03CE	0	0	4	2	0	2	1.25
3	AMA12P30CE	0	0	4	1	0	3	1.25
3	MCR10P04CE	0	0	4	4	0	0	1.25

Se aprecia que el primer grupo (1), donde existe mayor cantidad de regeneración, posee un nivel de espesura medio a despejado y un nivel de sotobosque medio a bajo; asimismo, el grupo dos (2) también posee niveles medios y despejados de espesura y niveles medio de nivel de sotobosque; por último, el grupo tres (3) posee condiciones medias de cobertura y altas o intermedias de nivel de sotobosque.



## COLABORADORES:

