

Orientación para las prácticas silviculturales en iniciativas de manejo forestal del FCCF

FORESTRY AND CLIMATE CHANGE FUND

Primera edición. Junio 2019.



Forestry and Climate
Change Fund

Primera Edición, Junio de 2019

Autores:

Ronnie de Camino

Patrick Losch

Kaspar Wansleben

Con la colaboración de *UNIQUE forestry and land use*



Esta guía ha sido posible gracias al generoso apoyo de:



Índice

	Página
1. Antecedentes	6
2. Caracterización y definición de bosques secundarios y degradados	8
2.1. Bosque secundario	8
2.2. Bosque degradado	9
3. Principios del manejo: Balance entre fines económicos y ecológicos	12
3.1. Conceptos importantes de manejo	13
3.2. Tasas de crecimiento en bosques secundarios y degradados	14
3.3. El Gremio Ecológico como determinante del manejo forestal	16
4. Elementos básicos del manejo de árboles individuales	18
4.1. Estratos relevantes al manejo de bosques	18
4.2. Características del bosque productivo permanente	19
4.3. Árboles comerciales o de cosecha.	20
4.4. Árboles de futuro de primer orden (AF1)	21
4.5. Árboles de futuro de segundo orden (AF2)	22
4.6. Árboles de futuro potencial (AFP)	22
4.7. Árboles competidores (Comp)	23
4.8. Árboles de conservación (AProt)	23
4.9. Parches de regeneración (PReg)	24
4.10. Ejemplo del manejo	25
5. Guía práctica: Evaluación del Bosque	28
5.1. Evaluación inicial del potencial del bosque	28
5.2. El inventario	28
5.3. El censo “extendido”	29

	Página
6. Guía práctica: el plan de manejo	32
6.1. Planificación del manejo	32
6.2. Planificación de la cosecha	32
7. Guía práctica: los trabajos de manejo en el bosque	34
8. Guía práctica: el monitoreo de un proyecto de inversión	36
8.1. “Controlling” por parte del socio	36
8.2. Datos e indicadores relevantes al monitoreo	36
9. Uso de la tecnología – la aplicación “CENSO”	38
9.1. El censo extendido y digital	39
9.2. Entrar Árboles de cosecha (ACos)	41
9.3. Introducir Árboles de futuro primer orden (AF1)	43
9.4. Introducir Árboles que compiten (Comp)	45
9.5. Introducir Árboles de conservación (AProt)	46
9.6. Introducir Árboles futuros de segundo orden (AF2) y futuros potenciales (AFP)	47
9.7. Introducir Parches de Regeneración (PReg)	48
9.8. Uso de los Datos de “CENSO”	49
9.9. Importación de los datos del Censo en el sistema GIS	50
10. ANEXO	54
10.1. Ejemplo de una guía de como evaluar la competencia de un árbol futuro	54

1. Antecedentes

En Centroamérica, los paisajes forestales se encuentran fuertemente influenciados por actividades humanas. La deforestación, fragmentación y sobreexplotación de recursos se producen a causa los principales propulsores de pérdida y degradación de los bosques: la agricultura y la ganadería. La deforestación incrementó significativamente en los siglos XIX y XX, principalmente en las regiones tropicales (FAO 2016) donde, sólo en el periodo 2000-2010, se perdieron siete millones de hectáreas de bosque al año, aumentando la superficie agrícola en seis millones de hectáreas anuales.

Los países de América Central, a excepción de Costa Rica, registraron pérdidas netas de bosques durante este periodo, con una tendencia al aumento de las tierras bajo uso agrícola (FAO 2016). Datos reportados en el 2010 por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), muestran que en esta región existen entre 4 y 5,5 millones de hectáreas de bosques secundarios.

Los bosques secundarios (BS) son ecosistemas forestales que se desarrollan en áreas cuya vegetación original fue destruida debido a perturbaciones naturales o humanas, como el caso de la agricultura o los incendios forestales, y luego son abandonadas o dejadas en descanso dando lugar a un proceso de sucesión natural que lleva a la formación de un bosque nuevo. Estos bosques nuevos, o secundarios, son un recurso importante que domina muchos de los paisajes tropicales, manteniendo cobertura forestal, y contribuyendo a la restauración de áreas, la producción de madera y otros productos, y la mitigación al cambio climático.

Los bosques degradados (BD) son aquellos bosques que han modificado drásticamente

sus características de estructura, composición y diversidad hasta tal punto que sus procesos ecológicos y servicios ecosistémicos se encuentran muy reducidos. Tienen, al igual que los secundarios, una amplia cobertura en la región, principalmente en paisajes fragmentados y sometidos a fuerte presión por tala ilegal. Estos bosques requieren medidas de manejo para restablecer sus características y poder ser productivos y funcionales en el paisaje.

El manejo forestal en los trópicos ha sido dirigido, tradicionalmente, hacia bosques productivos y maduros, principalmente primarios. Los bosques primarios contienen normalmente altos valores de biodiversidad y de madera, y su estructura y composición resulta compleja. Hacia ellos ha sido dirigida la silvicultura, y estándares para su manejo han sido desarrollados en casi todos los países de la región.

Existen suficientes lineamientos para planificar y ejecutar aprovechamientos de madera en bosques primarios y para aumentar su productividad mediante la aplicación de prácticas silviculturales¹. Sin embargo, otros bosques como los secundarios y los bosques degradados no disponen de este tipo de herramientas de manejo. Son aprovechados según las normas y procedimientos definidos para bosques primarios y, como resultado, se tienen pocas experiencias de manejo apropiado de tales ecosistemas y mucha incertidumbre en cuanto a su verdadero potencial productivo.

En general, el tema de manejo sostenible en BS y BD ha sido marginal en países tropicales. El énfasis en cuanto a manejo ha sido dirigido hasta ahora hacia bosques primarios, plantaciones y sistemas agroforestales. El manejo de BS se restringe a pocas

¹ Las bases existen, pero las leyes y reglamentos en la mayoría de los países tienen muy poca flexibilidad para adaptarse a condiciones ecológicas diferentes.

experiencias de investigación y muy pocas experiencias prácticas. En cuanto a BD, la tendencia ha sido no utilizarlos, debido a sus pobres condiciones, sin incidir en su restauración y sin considerar especies con alto potencial, para las cuales no se han desarrollado mercados ni productos.

Sin embargo, ambos tipos de bosque constituyen un recurso importante para conservación de biodiversidad y, bien manejados, son una fuente de provisión de madera y servicios ecosistémicos. Muchos de los paisajes tropicales se encuentran dominados por estos tipos de cobertura.

Se considera que, con leyes y reglamentos adecuados, como las que se han impulsado en Costa Rica y Guatemala, estos tipos de bosques suplirán en parte las necesidades de abastecimiento de productos forestales maderables y no maderables, y también se cumplirán los objetivos de recuperación de áreas y cobertura forestal planteados por los

países en el contexto de iniciativas como la 20 x 20 y REDD+.

El fondo Forestry and Climate Change Fund (FCCF, Fondo del Cambio Climático y Manejo Forestal) tiene como objetivo principal proteger y conservar estos bosques dándoles valor con un manejo adecuado. Introduciendo técnicas silvícolas y estrategias de mercadeo innovadoras basado en la selección de “árboles futuros”, la idea es concentrar el incremento altamente dinámico en estos tipos de bosque en pocos individuos de buena calidad y vitalidad y una canasta más amplia de especies, generando así más valor.

Para viabilizar un manejo de tal forma FCCF facilita *a)* capital y *b)* asistencia técnica, ambas necesarias para manejar los bosques y agregar valor a la tierra al largo plazo. Además apoya a los propietarios con los trámites burocráticos y legales ante las autoridades forestales.

Nuevos modelos de manejo para bosques secundarios y degradados

El manejo de bosques secundarios y degradados es prácticamente inexistente en Latinoamérica, a pesar de que hay cientos de millones de hectáreas bajo esta condición. Si no se presta atención a este hecho, se está abriendo camino a la deforestación y aumentando las emisiones de gas de efecto invernadero. En esta guía, se pretende informar sobre soluciones prácticas concretas para revertir estas tendencias. En primer lugar, el manejo forestal volverá a dar valor al bosque como productor de servicios ambientales, pero también productos forestales de valor comercial. Esta guía también muestra que los BS y BD son diferentes a los bosques disetáneos que se han sobre explotado en el pasado. Los bosques son diferentes en estructura y composición de especies y por lo tanto para ellos no puede aplicarse el sistema silvícola tradicional que incluye diámetros mínimos de corta únicos y ciclos de corta únicos y que excluye intervenciones intermedias como cortas de liberación, raleos, cortas de refinamiento, enriquecimiento y otras similares. Esta guía también debe entenderse como un documento dinámico que a través del tiempo irá introduciendo el aprendizaje silvícola y comercial que se obtendrá con la investigación y la práctica, y se irá también adaptando a las diferencias ecológicas y económicas de cada país y región dentro de ellos. Eso nos llevará a mediano plazo a diámetros de intervención diferentes para las diferentes especies y un incremento en el número de las especies comerciales. Pero se trata de un proceso, que empieza con formulaciones relativamente tradicionales, para a través de aprendizaje ir introduciendo los cambios que optimicen ecológica, económica y socialmente los impactos positivos del manejo de bosques.

2. Caracterización y definición de bosques secundarios y degradados

Para una mejor comprensión es necesario definir y caracterizar las particularidades de los bosques secundarios y bosques degradados. Existen numerosas definiciones, descripciones y explicaciones de diferentes tipos de bosques tropicales intervenidos es necesario concretar cual se consideran ecosistemas de interés para FCCF.

Este capítulo de la guía está basado en el documento de trabajo “Definición de Bosques Secundarios y Degradados en Centroamérica” (CATIE / FCCF Nov. 2016), disponible en la página www.fccf.lu.

2.1. Bosque secundario

Existen varias definiciones en la literatura de bosque secundario. La mayoría tiene como elemento común el hecho que los bosques secundarios se consideran ecosistemas forestales que se regeneran de forma natural en sitios donde el bosque original fue drásticamente modificado, ya sea por actividades humanas (cambio de uso a fines agropecuarios) o por fenómenos naturales como el caso de huracanes y los incendios, y cuyas características en estructura y composición de especies vegetales difiere significativamente con respecto a bosques primarios cercanos en sitios similares. (Chokkalingam y de Jong 2001, citado por (CATIE et al. 2016). Finegan (1992) es más específico y considera un bosque secundario como la vegetación leñosa que se desarrolla en tierras que son abandonadas o dejadas en descanso después que su vegetación original es destruida por la actividad humana.

Para bosques secundarios se reconocen dos condiciones: una disetánea, que se caracteriza por la presencia de árboles de diferentes edades y tamaños, y donde es posible identificar distintos estratos de vegetación en cuanto a altura. La otra condición es la coetánea, que se da cuando el bosque presenta árboles de edades y tamaños

similares, observándose principalmente en bosques jóvenes, de escasa edad de abandono y bosques de condiciones límite, como pinares y manglares. Así, los bosques secundarios pueden según el caso acercarse más a una estructura bosques disetáneos (bosques en 4ª fase de la sucesión secundaria) o bien coetáneos (pinares, manglares, tintales).

Los BS presentan un gran potencial para convertirse en una fuente de ingresos importante para sus propietarios debido a sus muchas ventajas para el manejo, como, por ejemplo:

- Están normalmente dominados inicialmente por pocas especies heliófitas, algunas de ellas de alto valor comercial;
- Alto volumen, son menos especies, pero con mayor número de individuos. Hay disponibilidad de muchos árboles por unidad de superficie, lo que también puede significar una reducción de los costos de aprovechamiento;
- Facilidad en las labores de aprovechamiento y manejo por su estructura más simple y menor dimensión de los árboles (diámetro y altura);

- Buen acceso a los sitios por haber tenido uso económico previo. La infraestructura vial o trazado de las vías se facilita, ya que es posible utilizar las vías construidas en el pasado;
- Las inversiones y los costos de operación pueden ser comparativamente menores que en un bosque primario, debido a que se tiene la opción de trabajar con equipos sencillos como tractores agrícolas, camionetas y animales de arrastre;
- Se trata de un producto diferente al del bosque primario y por lo tanto se requiere diferente tipo de maquinarias para el procesamiento industrial de su madera.
- Menor valor en general por la presencia de especies de madera suave o especies que aún no son bien conocidas en los mercados;
- Presencia de diámetros menores;
- En general están geográficamente fragmentados en lotes más pequeños que los bosques primarios.

Algunas de estas desventajas pueden corregirse, al buscar mercado para especies menos conocidas y productos de mayor valor agregado y al utilizar las nuevas tecnologías para procesar madera de diámetros menores con aserraderos portátiles semi-estacionarios. El problema de fragmentación puede solucionarse a través de la integración horizontal de varios propietarios con bosques relativamente cercanos unos de otros.

No obstante, estos bosques presentan algunas desventajas, entre las que sobresalen:

- La vulnerabilidad al cambio de uso (excepto que su aprovechamiento racional sea permitido);

2.2. Bosque degradado (o “descremado”)

Un bosque degradado es aquel que mantiene su cobertura a lo largo del tiempo, es decir, no se generan de una eliminación drástica de la cobertura forestal como en el caso de los bosques secundarios. Sin embargo, el bosque sufre una pérdida significativa de densidad y biodiversidad y otros procesos y funciones propias de los bosques que puede llegar a ser irreversible (Lund, 2009). En la degradación se considera que los bosques pierden o reducen su capacidad para proveer servicios ecosistémicos o sufren cambios mayores en su estructura y composición de especies, provocando afectaciones a nivel social, cultural y ecológica (Sasaki y Putz 2009, Simula 2009, Armenteras et al. 2016).

La degradación ocurre principalmente por actividades humanas, como la sobreexplotación de madera, la fragmentación, el pastoreo bajo el bosque o el aumento en la frecuencia e intensidad de incendios. Aunque también puede existir degradación por causas naturales como el caso de la afectación de bosques por huracanes, plagas y enfermedades (principalmente en monocultivos

naturales como los pinares). Está claro que un bosque degradado puede ser primario o secundario; no es el origen lo que define su condición, sino su estado con respecto a una perturbación específica. Por ejemplo, la sobreexplotación de madera puede convertir a un bosque primario o secundario en un ecosistema degradado. Si la reducción en cobertura de árboles es muy alta, un bosque primario degradado puede dar paso a un BS, tal como se muestra en la Figura 1.

En términos generales son pocos los países Latinoamericanos que han definido la degradación de los bosques dentro de sus contextos específicos, y, por ende, es complicado saber de qué manera miden y evalúan la degradación. Algunos países utilizan definiciones de degradación internacionales como la de la FAO, otros países han elaborado sus propias definiciones, utilizadas estas en muchos marcos normativos.

También muchos países miden y establecen valores de degradación sin contar con una definición de ésta como tal (Simula,

2009). El documento “Hacia una Definición de Degradación de los Bosques: Análisis Comparativo de las Definiciones Existentes” (Simula, 2009), menciona algunos indicadores generales utilizados en las definiciones de degradación de bosques: ej. productividad, densidad de la biomasa, cobertura de copas, composición de especies, y estructura.

Dependiendo de la razón del disturbio sobre el bosque, en Centroamérica es posible diferenciar dos tipos básicos de bosques degradados: Bosques sobreexplotados y bosques afectados por huracanes.

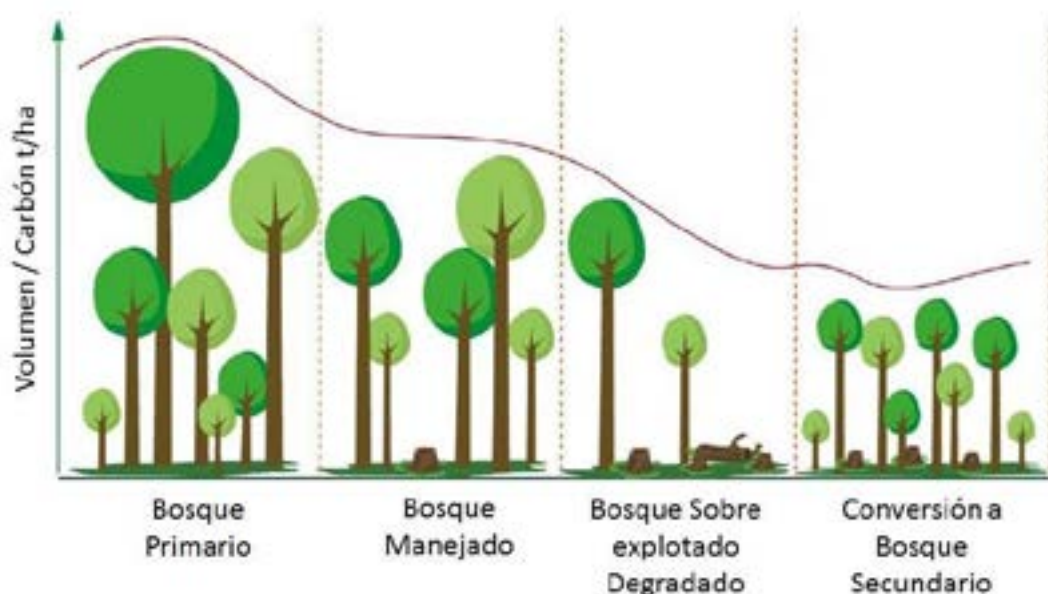
Bosques sobreexplotados.

En estos bosques la extracción forestal se ha realizado a través del aprovechamiento convencional, sin la aplicación de los principios de aprovechamiento de impacto reducido, por lo que lo cosechado y lo destruido excede la capacidad natural de crecimiento del sistema o de alguna de sus especies. Además, estos bosques están descremados, es decir se cosechó (o más bien explotó) las especies de

mayor valor (CATIE et al. 2016). Dentro de las causas comunes de la sobre explotación de los bosques están la extracción de especies valiosas seguido, algunos años después, del aprovechamiento de las especies remanentes cuando aún tienen algún valor comercial. Además, el bosque degradado también se interpreta según el uso de prácticas poco planificadas de extracción, el uso inapropiado de maquinaria pesada, la mala selección de la época de cosecha, el mal cálculo de la intensidad y frecuencia de cosecha y la pobre o inexistente supervisión y control del aprovechamiento (CATIE et al. 2016).

La definición de bosque sobreexplotado está basada en la condición de intervención humana insostenible, que lleva a un estado de degradación en el cual las características del bosque difieren significativamente del estado natural de la masa forestal original. En la mayoría de los casos los bosques mantienen la estructura disetánea. Sin embargo, la composición de especies y volumen por hectárea están fuertemente alterados.

Figura 1: Transición desde un bosque sobre-explotado y degradado a un bosque secundario, según documento CATIE et al 2016





Bosques afectados por huracanes.

En la región Centroamericana se ha incrementado la incidencia de huracanes sobre los territorios y bosques. En años recientes existen registros de dos huracanes de proporciones importantes, el Huracán Felix en el 2007 que afectó la Costa Atlántica, Norte de Nicaragua y el Huracán Otto que afectó la parte norte de Costa Rica y el sur de Nicaragua en el 2016.

El efecto inicial del huracán es la devastación del dosel superior del bosque destruyendo total o parcialmente los árboles más grandes (CATIE et al. 2016). Los fuertes vientos pueden provocar la pérdida parcial o total de la copa de los árboles, fustes quebrados o inclinados, o árboles completamente desenraizados y desplazados de su posición original. Todo lo anterior provoca la apertura de claros

inusualmente grandes que cambian la estructura vertical y horizontal de los bosques.

Los huracanes, dependiendo de su intensidad y duración afectan al bosque y pueden provocar diferentes niveles de degradación. En base al porcentaje de cobertura forestal afectada se pueden diferenciar tres tipos:

- Bosques huracanados con bajo impacto: Menos del 30 % de la cobertura forestal afectada;
- Bosques huracanados con impacto medio. Entre 30 y 60% de la cobertura forestal afectada;
- Bosques huracanados con alto impacto. Más del 60 % de la cobertura forestal afectada.

3. Principios del manejo: Balance entre fines económicos y ecológicos

Los bosques secundarios y degradados tienen muchas funciones ecológicas y sociales como:

- Hábitat importante para flora y fauna y conservación de la biodiversidad;
- Acumulación de carbono en su biomasa creciente (y en productos maderables) y contribución a la mitigación de cambio climático
- Filtración y regulación de agua
- Prevención de erosión del suelo, sobre todo en pendientes
- Recuperación de fertilidad de suelos
- Funciones culturales y turísticas.

Los principios de manejo tienen que incorporar estas importantes funciones ecológicas e integrarlas con modelos económicos que proveen trabajo y valor para los propietarios de bosques y comunidades que viven de él. Los bosques están también sujetos a presiones y cambios en su entorno como:

- Presión de cambio de uso de tierra
- Cambios de clima y riesgo de aumento de eventos de viento extremo, cantidad y distribución de la precipitación
- Volatilidad en los mercados de madera

- Cambios en la población rural por migración a los centros urbanos

FCCF está convencido de que los bosques secundarios y degradados son los bosques donde existe una creciente tensión entre los conflictos ecológicos, sociales y económicos. Para evitar la deforestación de estos ecosistemas es esencial encontrar un equilibrio entre las funciones de los bosques. Bajo las amenazas del cambio climático deben funcionar como ecosistemas con alta diversidad genética que permitan la adaptación a condiciones climáticas diferentes y al mismo tiempo generar una fuente de beneficio económico para los propietarios manejándolos de forma sostenible.

Hay tres principios fundamentales en el manejo:

Principio 1. Garantizar un clima/ambiente forestal con una cobertura vegetal estructurada, equilibrada y permanente con una gran diversidad de especies de árboles y de su riqueza genética.

Principio 2. Conservar y regenerar las especies bajo protección o de interés particular no comercial y asegurar la biodiversidad en su globalidad.

Principio 3. Acompañar y orientar la dinámica natural para acelerar el crecimiento y la calidad de los árboles y plantas útiles a los humanos.

Objetivo del FCCF

Manejar los bosques según los principios de cercanía a la naturaleza y según el método manejo por árbol individual para bosques secundarios y degradados con la finalidad de que constituyan un bosque productivo permanente con ingresos financieros regulares, conservar el capital natural ecológico y con aumentar el valor del capital natural productivo.

3.1. Conceptos importantes de manejo

Basado en estos principios, el FCCF promueve los conceptos claves para el manejo de bosques secundarios y degradados:

Bosque productivo permanente		Bosque (secundario o degradado) con un aprovechamiento continuo de la madera, pero sin perder la cobertura vegetal estructurada, equilibrada y permanente sobre el suelo, garantizando el clima forestal.
Manejo cerca de la naturaleza		Acompañar y orientar la dinámica natural para acelerar el crecimiento y asegurar la calidad de los árboles útiles a los humanos sin reducir la biodiversidad en su globalidad.
Manejo del árbol individual		Seleccionar un número limitado de árboles llamados de futuro, de diferentes especies, edades y tamaños para acompañarlos hasta su cosecha, controlando sus competidores.
Capital natural productivo		Valor financiero estimado sobre base de los árboles comerciales (valor descontado de la cosecha presente y de las futuras cosechas).
Capital natural ecológico		Valor ecológico del bosque en su globalidad, dentro del paisaje y dentro de la finca.
Árbol comercial		Árbol con valor financiero.
Árbol de cosecha	ACos	Un Árbol que puede ser cosechado en la primera intervención. Son árboles que ya alcanzaron el diámetro mínimo de corta (dependiente de la regulación local, por ejemplo con Dap > 50cm), que tienen un mercado (son comerciales) y que pueden ser comercializados (calidad: forma de fuste, existencia de bifurcaciones, pudrición, otros defectos...) ² .
Árbol futuro del primer orden	AF1	Un Árbol que no será cosechado de inmediato, pero dentro del plazo de inversión del fondo (15 años); por ejemplo un árbol que tiene un Dap entre 35-49cm y que necesita una apertura en el dosel suficiente según su gremio ecológico (por ejemplo de 10m de diámetro ³).

² Esta es una definición puede y debe variar en el tiempo al cambiar las normas legales y/o el contexto económico y social, pero sin sobrepasar la capacidad del ecosistema.

³ El grado de apertura del dosel para AF1 a AFP dependerá del gremio ecológico de cada especie.

Árbol futuro del segundo orden	AF2	Un Árbol que no será cosechado en el plazo de inversión, (por ejemplo, que tiene un Dap de 20-34cm y necesita de acuerdo a su gremio ecológico una apertura en el dosel de 5m para los de 20cm hasta 8 m de diámetro para los de 34cm de Dap).
Árbol futuro potencial	AFP	Un individuo seleccionado como árbol futuro potencial; tiene un Dap entre 5-19cm y necesita una apertura en el dosel de 4m de diámetro.
Parche de Regeneración	PReg	Un parche del bosque con regeneración de árboles comerciales aproximadamente de 3 metros por 3 metros.
Competidor	Comp	Un Árbol u otro vegetal (palma, bambú) que compite con un AF1, AF2, AFR o PReg.
Árbol de conservación	AProt	Una especie bajo protección por ley o reglamento.
Árbol sin valor comercial actual	Anca	Una especie de árbol que no encuentra mercado en este momento ⁴ .

3.2. Tasas de crecimiento en bosques secundarios y degradados

Existe poca información sobre el crecimiento de los bosques naturales tanto primarios como degradados y secundarios. En general las normas de manejo forestal de la mayoría de los países de la región de acción del FCCF exigen el establecimiento de parcelas permanentes de crecimiento, pero éstas raramente se miden con la frecuencia necesaria, o en caso de hacerlo no se comparte la información. Muchas veces se hace una primera medición con el establecimiento de la parcela y luego no son remedidas. Además, en la mayoría de los casos, las mediciones se concentran en las especies desde ACos hasta AF2, y sólo se muestra el crecimiento del diámetro de esos árboles y no de la biomasa de todas las especies, para conocer el potencial real productivo del sitio⁵.

CATIE (2017)⁶, hizo una revisión de información existente de crecimiento de todas las especies de BS, su manejo silvicultural y a diferentes edades. El potencial es claramente superior a la cifra general que se aplica en el manejo de bosques naturales de entre 0.5

y 1 m³/ha/año. Definitivamente hay mucho potencial para ganar con las intervenciones silviculturales oportunas como corta de lianas y bejucos, manejo de regeneración, liberación, refinamiento, tala dirigida. También el aprovechamiento de más madera por árbol (largo y sección variables), así como la introducción de más maderas en los mercados y mayor agregación de valor de los productos, pueden no sólo aumentar el crecimiento, sino también la cosecha de valor. Es así entonces como dentro de la filosofía del FCCF se agregan la mejor silvicultura, la mayor eficiencia y el mayor valor del producto.

Lo mismo que para los BS se puede aplicar para los BD. Si excluimos los bosques espinosos, el crecimiento en las demás Zonas de Vida va desde 2 m³/ha /año para todas las especies para el bosque seco tropical hasta 7.5 m³/h/año para el bosque húmedo tropical (CATIE, 2017. Op.cit). De nuevo se aprecia cuánto se podría obtener del manejo forestal, que dependerá de la silvicultura, de la agregación de valor y de los mercados.

⁴ Esta es una condición transitoria debido a condiciones de mercado o tecnológicas y puede cambiar si cambia el contexto económico y/o tecnológico. Puede variar entre países y dentro de regiones de un país.

⁵ En esta forma se desconoce a) que muchas de las especies "no comerciales en el presente, lo pueden ser en el futuro (en la actualidad ya hay especies que han alcanzado precios mayores que la caoba); b) el potencial de crecimiento se puede usar en mayor proporción si se lleva al bosque futuro a tener una más alta proporción de especies valiosas a través de la silvicultura, agregación de valor y de la comercialización innovadora.

⁶ CATIE 2017. Crecimiento de los bosques tropicales secundarios. Working paper. CATIE, FCCF. 27 p.

Cuadro 1. Crecimiento en Volumen por ha /año de todas las especies según Zonas de Vida en BS no manejados

Zona de Vida de Holdridge	Rango de crecimiento V m³/ha /año mínimo y máximo
Bosque Húmedo Premontano (Bh-P)	5.92 - 7.64
Bosque Húmedo Tropical (Bh-T)	2.34 - 7.30
Bosque muy Húmedo Montano Bajo (Bmh-MB)	3.45 - 7.23
Bosque muy Húmedo Premontano (Bmh-P)	3.66 - 10.92
Bosque muy Húmedo Tropical (Bmh-T)	4.14 - 8.14
Bosque Pluvial Montano Bajo (Bp-MB)	3.05 - 10.93
Bosque Seco Tropical (Bs-T)	2.57 - 5.74

Estimación del crecimiento

Una manera sencilla de estimar el potencial de crecimiento en diámetro de diferentes especies es de buscar por los individuos más gruesos (de la respectiva especie) en el bosque y medir el diámetro. Al menos en los bosques secundarios se conoce más o menos las edades y, así se puede calcular el incremento que la especie puede alcanzar bajo las condiciones del sitio. Siempre es importante verificar que la copa del individuo esté bien desarrollada y que el histórico del crecimiento (competidores al lado, tocones grandes o árboles caídos en el entorno) no indique que es un árbol con una edad más avanzada a la estimada.

La naturaleza ofrece ejemplares de árboles de alto valor comercial y con buen crecimiento en casi todos los bosques secundarios y degradados, pero no con la a) calidad y b) frecuencia que necesitamos para manejar los bosques intervenidos de forma económicamente viable. Los individuos con buena calidad (diámetro, forma del fuste...) son pura casualidad. El manejo (intervención silvícola) es la herramienta para conducir el desarrollo de lo que la naturaleza ofrece en la dirección que necesitamos para tener con los bosques un uso de tierra competitivo, al mismo tiempo que los estudios de propiedades de maderas no conocidas, análisis de mercados y desarrollo de nuevos productos.

3.3. El Gremio Ecológico como determinante del manejo forestal

Para el caso de los bosques naturales sean BS y BD, la clasificación más usada es a de Finegan (1992)⁷. Los grupos ecológicos o gremios ecológicos de especies” abarcan especies que utilizan uno o varios recursos del medio de la misma manera y más específicamente agrupan especies que comparten patrones similares de exigencias de radiación lumínica, regeneración y crecimiento”. Esta conducta de las especies

según su gremio ecológico es fundamental de tener en cuenta para favorecer la regeneración de especies deseadas, así como para aplicar una silvicultura eficiente efectiva. Los gremios ecológicos que incluye Finegan son: Heliófitas efímeras, Heliófitas durables, Esciófitas parciales y Esciófitas totales. El cuadro 2 resume las características principales para el manejo forestal de los gremios ecológicos.

Cuadro 2. Características principales de las especies según gremio ecológico

Gremio Ecológico	Características	Ejemplos de especies
Heliófitas efímeras	No toleran la sombra; crecen rápido; son de vida biológica corta; colonizan espacios abiertos y crean condición de bosque; bajo su dosel, las semillas son viables por largo tiempo.	Ochroma lagopus Heliocarpus sp. Cecropia sp. Jacaranda copaia Schizolibiym paraybum Bursera simaruba Acacia hindsii Jacaranda copaia Inga thibaudiana Rollinia mucosa
Heliófitas durables	No toleran la sombra; de longevidad superior a las anteriores; semillas mantienen su viabilidad por menos tiempo; colonizan espacios abiertos y claros más pequeños en el bosque; requieren mucha luz para establecerse y sobrevivir.	Cedrela odorata Ceiba pentandra Swietenia macrophylla Astronium graveolens Tabebuia rosea Apeiba membranaceae Goethalsia meianthay Vochysia sp. Bertholletia excels Brosimum alicastrum Brosimum lactescens Brosimum rubescens Guarea macrophylla Protium sagotianum Prioretum copaiferae

⁷ Ver Finegan, B. 1992. The management potential of neotropical secondary lowland rain forest. Forest Ecology and Management 47:295–321 y también <https://nikolayaguirre.files.wordpress.com/2013/04/3-gremios-ecolc3b3gicos.pdf>

Esciófitas parciales (sol parcial)	Toleran sombra en las etapas tempranas de su crecimiento; requieren luz para pasar a la etapa final de desarrollo (fustales mayores); fructificación y producción de semillas irregular (por ciclos variables).	<i>Peltogyne purpurea</i> <i>Caseraria gossypiosoerma</i> <i>Aspidosperma cylindrocarpum</i> <i>Sacoglottis mattogrosensis</i> <i>Annona amazónica</i> <i>Anthodiscus chocoensis</i> <i>Apeiba membranácea</i> <i>Ardisia dunlapiana</i> <i>Byrsonima arthropoda</i> <i>Caryodaphnopsis burgeri</i> <i>Casearia arbórea</i> <i>Cassipourea elliptica</i> <i>Chaunochiton kappleri</i> <i>Dendropanax arboreus</i> <i>Dystovomita paniculata</i> <i>Faramea sessifolia</i> <i>Guatteria gesneroides</i> <i>Cordia cymosa</i> <i>Inga acuminata</i> <i>Hymenaea oblongifolia</i> <i>Iryanthera juruensis</i> <i>Myroxylon balsamum</i> <i>Virola calophylla</i>
Esciófitas totales (gremio de sombra)	No requieren iluminación directa para su desarrollo; les basta con luz reflejada; crecen bajo sombra; se regeneran en cualquier lugar bajo el dosel del bosque.	<i>Rinorea</i> <i>Pimenta dioica</i> <i>Minuartia guíanense</i> <i>Pouteria sp</i> <i>Aspidosperma parvifolium</i> <i>Iryanthera laevis</i> , <i>Pseudolmedia laevis</i> <i>Symphonia globulifera</i> <i>Tachigali poeppigiana</i> <i>Tetragastris panamensis</i>

Dependiendo de las especies existentes en un BS y de las especies meta, será necesario abrir más o menos el bosque en los tratamientos silvícolas. Muchas de las especies de mayor valor actual son heliófitas durables y en un BS en su 2ª y 3ª etapa de la sucesión habrá que liberar los árboles valiosos de este gremio ecológico. Para las especies esciofitas parciales o totales, en cambio, habrá que dejar árboles de protección en torno a ellos como protección a sus fustes.

4. Elementos básicos del manejo de árboles individuales

De acuerdo con la definición de los bosques secundarios y degradados utilizados por FCCF, son ecosistemas con una alta dinámica, quiere decir, potencial de crecimiento. Este crecimiento está distribuido entre todos los árboles y plantas que crecen en el área y no solo en árboles de valor comercial. La competencia entre la vegetación en un bosque determina cuánto un individuo puede crecer.

La idea principal del manejo del árbol individual en bosques secundarios y degradados es de agregar el potencial de crecimiento del bosque en pocos individuos con alto valor comercial. Eso debe ocurrir en una fase de gran dinámica del bosque (árboles jóvenes y/o mucha disponibilidad de luz). Así se puede garantizar que el bosque se desarrolla de una forma económicamente más atractiva.

Figura 2: Un manejo basado en los Árboles de cosecha y Árboles futuros comerciales

Categoría	PReg	AFP	AF2	AF1	Acos
DAP	> 5cm	5 – 19cm	20 – 34cm	35 – 49cm	> 50cm
Descripción					
FCCF					

4.1. Estratos relevantes al manejo de bosques

Los bosques secundarios y degradados de los proyectos de inversión de FCCF generalmente cuentan con 3 a 4 estratos a considerar en el manejo. Hay excepciones en bosques secundarios muy homogéneos (pinos, manglares, tintales, bosque caobilla/gavilán) donde la sucesión consiste en solo una o pocas especies con un desarrollo semejante a un monocultivo. Este caso será discutido más adelante.

Para tomar decisiones silvícolas en bosques tropicales con varios estratos podemos diferenciar entre:

- Estrato dominante: árboles de gran porte, donde la copa está expuesta a la plena luz del sol;
- Estrato de sotobosque (segunda generación): árboles (y otras plantas) bajo dosel o dominados por árboles del estrato superior;
- Estrato de la regeneración: plántulas (y otros vegetales) recién germinados hasta alturas cerca de 1 m.

El estrato dominante está formado por los árboles más altos que están ocupando con

sus copas el dosel superior del bosque. En este estrato encontramos árboles de cosecha inmediata (ACos) o árboles de futura cosecha (AF 1), que todavía no alcanzaran el diámetro óptimo para el uso. Los AF 1 serán cosechados dentro del plazo de inversión (hasta de 15 años). Árboles de alto valor ecológico o destinados a conservación o el aumento de la biodiversidad también hacen parte de este estrato y son elementos importantes del manejo.

En el segundo estrato existen árboles establecidos que consiguen sobrevivir y pasar de la fase de regeneración y ahora esperan bajo dosel su oportunidad hasta que se abra un claro de luz para que pueden crecer hasta alcanzar el estrato dominante. En este estrato los árboles meta del manejo son árboles de futura cosecha de la próxima generación

(AF 2), generalmente cosechados después del período de inversión del fondo.

El último estrato a considerar es el de la regeneración (AFP y PReg) donde existen parches o grupos de plántulas de alto potencial económico (o ecológico) y que son amenazados y pueden desaparecer por falta de luz o por competencia con otras plantas; es importante planificar actividades silvícolas para promover la regeneración.

Para tener un “bosque permanente” es sumamente importante mantener esta estructura general, esto es: siempre necesitamos el equilibrio entre los 3 estratos para garantizar que en la próxima generación que forme el estrato dominante haya árboles de alto valor comercial.

4.2. Características del bosque productivo permanente

El concepto a largo plazo es tener un bosque productivo permanente. A modo de ejemplo, podemos definir un bosque productivo permanente de manera siguiente⁸:

Espacio para la copa de Árboles El diámetro de una copa ideal de un árbol se aproxima con la formula $DAP \times 20$. Por ejemplo, un árbol de 50 cm de Dap necesita idealmente una copa de 10 metros de diámetro, significa que necesita una apertura en el dosel de aproximadamente $80m^2$, lo que da espacio para 125 árboles de este tamaño por hectárea.

Determinación del número de árboles de futuro a seleccionar Como no queremos solamente árboles comerciales por razón de biodiversidad, pensamos que unos 60 a 70 árboles de futuro por ha es suficiente⁹.

Estructura ideal como objetivo a largo plazo (en esta estructura es dónde hay que tener especialmente en cuenta las variables referidas en el pie de página no.5) La estructura “ideal” del bosque es (en una hectárea):

- 7 Acos
- 21 AF1
- 21 AF2
- 21 AFP y
- 7 PReg

Asumiendo un crecimiento de 1cm de Dap por año, esta estructura nos daría cada 5 años 7 árboles de cosecha con un DAP de 50 cm y un volumen de aproximadamente $10 m^3$ de cosecha por hectárea.

Esto daría aproximadamente $2 m^3$ cosechables por año por hectárea.

⁸ Es necesario insistir que lo que se muestra aquí es sólo un ejemplo de estructura, puesto que cada bosque es diferente, dependiendo fundamentalmente de la Zona de Vida, de la historia del bosque, de la calidad general de los suelos, de la topografía, de los mercados, y de muchas otras variables, por lo que no es posible hacer generalizaciones sobre esto.

⁹ En todo caso hay que tener en cuenta que las normas legales exigen que los bordes de los cursos permanentes de agua y el área de recarga de las nacientes no se intervenga con cosechas, de manera que eso contribuye a mantener una biodiversidad adecuada.

Incremento de crecimiento por manejo / liberación (en este tema, también valen las consideraciones de la nota al pie de página no.5)

El sistema de manejo que favorece los árboles de futura cosecha (AF1, AF2 y AFP) debe resultar en un incremento del crecimiento natural del árbol. En la literatura se encuentra un valor de 5 mm de crecimiento diamétrico de los árboles para bosques naturales. Este valor está basado en la experiencia que se hace en bosques primarios en un estado clímax, sin intervenciones silvícolas. Aplicando el manejo con las herramientas silvícolas adecuadas como raleo y liberaciones, el fondo asume un crecimiento de los árboles futuros (los que aprovechan del manejo) de 1 cm al año o todavía más. La dinámica del crecimiento en los bosque secundarios y degradados (descremados) es mucho más alta que en un bosque primario y este efecto se utiliza para direccionar parte del potencial de crecimiento del bosque en los árboles futuros.

4.3. Árboles comerciales o de cosecha.

Estos árboles señalan el inicio de la silvicultura y son los primeros que deben ser intervenidos. Si no hay suficientes árboles comerciales de cosecha para el periodo de negocios de 15 años, el manejo no sería financieramente viable.

Son los árboles que han alcanzado el dosel superior y superan el diámetro “objetivo” para la respectiva especie.

Son los árboles de la cosecha presente en el momento de hacer el plan operativo anual.

Se trata de los árboles más grandes y de las especies más valiosas, algunos de los cuales se van a extraer de inmediato.

Hay especies que no llegan a grandes dimensiones en diámetro y altura (Cocobolo/Rosúl), mientras otras especies crecen más rápido (San Juan, Cedro). Por ello la especie es un criterio fundamental en la selección de los árboles comerciales o de cosecha.

Otro criterio de selección es la abundancia de las especies en los estratos de árboles de futuro. Si hay poca abundancia de ellos, habrá que reservar algunos individuos de cosecha para intervenciones futuras y así asegurar el mantener una cobertura y abastecimiento suficiente de semillas. La extracción de los árboles de cosecha debe ser muy cuidadosa

y utilizar la técnica que produzca el menor impacto posible en el bosque remanente, incluyendo la corta adelantada de lianas, la tala dirigida y el arrastre de bajo impacto (cabestrante = winches, tractores, animales).

Hay árboles de especies poco conocidas o poco abundantes, que han alcanzado grandes dimensiones. En estos casos, si se trata de especies con propiedades físico - mecánicas poco deseables y texturas y colores no demandados o de muy bajo precio, será necesario extraer o eliminar algunos árboles para mantener cobertura y biodiversidad. Una alternativa a la corta es el anillamiento de la corteza, para que mueran en pie y se descompongan paulatinamente, provocando un bajo impacto en el bosque remanente. Se pueden también talar en el caso que esto se pueda hacer sin afectar a los árboles de futuro.

Al avanzar el proceso de manejo de bosques del FCCF con los socios, se tendrá como meta general el principio de “Todo de madera y de todas las maderas”, en el sentido de aumentar la paleta de especies, dimensiones y productos de valor agregado alto, y así poder utilizar con beneficios una mayor proporción del crecimiento acumulado.

4.4. Árboles de futuro de primer orden (AF1)

Árboles futuros de primer orden (AF1) o “líderes deseables” (LD1) son el elemento clave del manejo de FCCF. El crecimiento en diámetro y altura de los árboles es el resultado de la fotosíntesis, en que las hojas (o partes de la planta que contienen clorofila) transforman energía de la luz solar en biomasa. En pocas palabras: el “motor” del crecimiento es la copa del árbol. Cuando más grande, más energía se produce y puede convertirse en biomasa.

Los Árboles futuros se seleccionan de acuerdo con varios criterios. El criterio operacional más importante es la vitalidad: el objetivo es llegar al diámetro meta en el periodo más corto posible. Por eso es sumamente importante que el árbol tenga un buen potencial de crecimiento, de acuerdo con los criterios antes fijados, que tenga un buen potencial de desarrollo de la copa, para que pueda responder a los tratamientos silvícolas.

El criterio económico más importante es la calidad de un árbol y los respectivos precios del mercado de las especies y sus productos. Los criterios de calidad para todas las especies son el diámetro, libre de nudos, forma recta del fuste y libre de defectos.

Por último, es importante considerar la distribución espacial de los árboles futuros seleccionados. La meta es libre desarrollo de las copas, sin competencia entre dos o más árboles. Seleccionando dos árboles vecinos como árboles futuros, hay que evaluar si los dos son o serán competidores por luz, agua y nutrientes. Si esto es el caso, solo se puede seleccionar un árbol como AF, el otro será tratado como competidor.

Fórmula simple para la selección de árboles futuros en la práctica

- Vitalidad (tamaño de la copa, cantidad de hojas, color sano de las hojas, apariencia en general)
- Calidad (diámetro, libre de nudos visibles, forma del fuste, sanidad del fuste, demás defectos)
- Distribución espacial (distancia entre dos árboles futuros, dependiendo del diámetro meta).

Es importante mantener exactamente la secuencia de esta fórmula. La calidad no es el criterio más importante: existen muchos árboles suprimidos con un fuste muy recto y pocas ramas, pero estos “perdedores” raramente tienen el potencial de reaccionar a actividades de manejo. Esto pone en riesgo la meta de recuperar la inversión dentro del plazo definido, lo que significa un fracaso económico del manejo forestal. Sin embargo si se trata de especies Esciófitas, estas que tienen la facultad de reaccionar a la apertura a la luz después de haber estado bajo sombra largo tiempo. Al final los 3 criterios deben cumplirse (con consideración al gremio ecológico) de lo contrario no es posible llegar a la meta de producción definida.

Otro criterio para la selección a considerar en la revisión de los datos en el Sistema de Información Geográfica (GIS) es la frecuencia de las especies de los AF1 marcados. En casos que haya parches con 2 o más AF1 de la misma calidad compitiendo uno con el otro, generalmente se selecciona el de más alto valor comercial. Si estos son muy frecuentes y competidores de los mismos, pero con menos valor comercial, es indicado seleccionar las especies más raras para diversificar el riesgo comercial y mantener una alta biodiversidad en el bosque (ver capítulo “Evaluación de los datos del Censo en el GIS”).

4.5. Árboles de futuro de segundo orden (AF2)

Para los árboles futuros de la segunda generación prácticamente aplican los mismos criterios que para la selección de AF1 (fórmula de selección de AF) basado en los criterios de vitalidad, calidad y distribución espacial.

Pero tenemos que considerar diferencias elementales en la toma de decisión, debido al hecho que se trata de un árbol en el segundo estrato (sotobosque). Bajo el dosel la evaluación de la competencia con otras plantas es más compleja.

- **Competencia con otras plantas del sotobosque.** Estos deben ser tratados al igual que las competidoras de AF1, con la selección aplicando los mismos criterios.
- **Competencia por árboles del estrato dominante,** que quitan la luz para la supervivencia. En este caso es oportuno hacer una evaluación más global de la situación. Si la estructura de estratos está en peligro porque el dosel superior es muy cerrado, corremos el riesgo de perder el segundo estrato porque los árboles del sotobosque pueden morir por falta de luz. La decisión depende de los siguientes factores:
 - Medidas silvícolas planificadas en el estrato dominante (liberaciones, raleos) están promoviendo a los AF2. En caso afirmativo solo considerar los competidores del segundo estrato;

- Las medidas silvícolas planificadas para el estrato dominante no son suficientes para garantizar la supervivencia y crecimiento de los AF2;

- definir si hay suficientes AF2 en el área (no hacer nada);

- si el AF2 es una especie muy valiosa o rara que queremos preservar y promover por algún motivo (metas de producción económica o ambiental): planificar una intervención en el estrato dominante.

Conforme a lo ya mencionado en la introducción, es importante verificar antes si hay una cosecha inmediata. En caso afirmativo es indicado hacer la selección de los AF2 solo en un levantamiento pos-cosecha. Los daños que pueden ocurrir con el volteo de árboles del estrato dominante y el arrastre pueden llevar a modificaciones en la situación actual.

Por otro lado, los AF2 de especies de alto valor económico o ecológico deberían medirse y marcarse en el primer censo para aplicar **protección y cuidados especiales** en las operaciones forestales.

4.6. Árboles de futuro potencial (AFP)

Los AFP son una apuesta a 30 o más años sobre las especies que estarán en el mercado en el futuro. Se parte del supuesto que las especies que actualmente están en el mercado, lo estarán también en dos o tres décadas. Sin embargo, hay que investigar el uso que tienen diferentes especies en diferentes países del trópico, pues sucede que hay árboles que son comerciales hoy en un país y no lo son en otro. Un individuo seleccionado como AFP está entre un latizal alto y un fustal joven (5 a 20 cm de diámetro) y necesita una apertura en

el dosel pues está siendo afectado por la falta de luz o la competencia de raíces por el agua por la vegetación herbácea, bejucos o árboles de especies claramente no comerciales (mala forma, excesiva ramificación, baja densidad de la madera, etc.). Es una decisión delicada hasta qué punto se va a rescatar estos árboles, pues la eliminación de competencia puede significar un costo alto.

Hay que seguir la regla de ir de mayor a menor y luego decidir cuáles de los AFP remanentes

se deben liberar de la competencia después de una intervención de cosecha. Hay AFPs que están claramente aislados y que la

competencia principal es de vegetación baja, entonces la decisión de despejar el área es más fácil.

4.7. Árboles competidores (Comp)

Competidores son árboles que están en competencia directa con un árbol futuro (AF1, AF2, AFP o PReg) por la luz, el agua y los nutrientes. La marcación y medición previa de estos ofrece la posibilidad de hacer cálculos de volúmenes de madera a aprovechar de las cortas de liberación junto con una cosecha. Eso permite la planificación operacional de las actividades de cosecha, transporte y venta. En caso de liberaciones facilita calcular los costos

del manejo y estimar la biomasa que queda en el bosque para descomposición. Es un valor importante para estimación del riesgo de incendios forestales, especialmente en sitios con un período seco prolongado.

¿Cómo es posible clasificar un árbol como competidor actual o en tiempo diferido para un árbol de futuro? Existe una simple relación entre el DAP y el diámetro de la copa.

Fórmula simple para definir la distancia cuando dos árboles entran en competencia

Radio de la copa es 10 veces el DAP ($R_{\text{copa}} = 10 \times \text{DAP}$)

- Ejemplo: un árbol de DAP 40 cm tiene un radio de copa de 4 m. Dos árboles de 40 cm tienen un radio de 4 m cada uno, las copas se tocan cuando la distancia de los dos árboles es 8 m;

Distancia hasta el competidor = $\text{DAP (AF)} \times 10 + \text{DAP (COMP)} \times 10$

- Ejemplo: $\text{DAP (AF)} = 55 \text{ cm}$, $\text{DAP (COMP)} = 45 \text{ cm}$. Distancia mínima entre los árboles: $10 \times 55 \text{ cm} + 10 \times 45 \text{ cm} = 550 + 450 \text{ cm} = 1000 \text{ cm} = 10 \text{ m}$

Esta fórmula es una aproximación que debe ser verificado con una evaluación visual del desarrollo real de las copas de ambos árboles.

4.8. Árboles de conservación (AProt)

Los árboles de conservación son importantes para garantizar la biodiversidad y el equilibrio ecológico de un bosque. Además, es un condicionante para la certificación con el sello de FSC.

que tienen alto valor ecológico para la fauna y flora. En zonas donde no hay AF1, AF2, AFP o regeneración a promover es indicado marcar todos los individuos interesantes (indiferentes y de conservación).

En muchos países existen disposiciones donde las especies de conservación son nombradas de forma explícita. Además, deberían ser seleccionados árboles sin protección por ley

Una vez en el sistema son datos importantes para el monitoreo del crecimiento de las especies sin influencia en el manejo.

4.9. Parches de regeneración (PReg)

La regeneración en bosques permanentes (manejo policíclico y bosque natural monocíclico como pinares, manglares, tintales) tiene un papel importante. Para mantener la estructura con 3 estratos vivos y dinámicos, es importante que la regeneración se promueva con actividades silvícolas. Mantener y manejar la regeneración natural en un bosque de varios estratos es la actividad más delicada de la silvicultura. La regeneración es el estrato más “vulnerable” del bosque y el más sensible a la vegetación competidora. El manejo de la luz, dependiendo del sitio, de las especies arbóreas y de las demás plantas del ecosistema es muy complejo. Errores pueden llevar a medidas muy costosas para reequilibrar el ecosistema.

En el manejo de la regeneración es muy importante observar bien la naturaleza y buscar la experiencia de expertos locales. Generalmente las personas que viven en el bosque hacen observaciones interesantes o tienen conocimientos muy valiosos para compartir. Es esencial hacer uso de este potencial y probar su lógica y base científica y técnica.

Para la regeneración vale lo mismo que para la selección de los AF2: si hay una operación de cosecha inmediata es mejor levantar los datos de la regeneración pos-cosecha. Solo en caso de una regeneración de una especie muy rara o muy valiosa en el bosque es indicado marcarla antes de la cosecha y dejar la zona de protección bien visible al personal de operación.

Las actividades en el estrato dominante y en el sotobosque tienen que evaluarse también por las consecuencias que tienen para la regeneración. En algunas zonas la abertura del dosel lleva a una propagación muy agresiva de bambú y palmas, que son extremadamente difíciles de erradicar una vez establecidas. En otros casos especies pioneras aún sin mercados llevan ventaja con más luz. En otros casos hay especies finas que necesitan de luz para progresar (Caoba, Cedro).

La secuencia de las actividades para evaluar la situación de un parche de regeneración es la siguiente:

1. Marcar el parche con un poste y poner una cinta bien visible con un color fuerte; levantar las coordenadas y demás datos con el APP (módulo adicional en elaboración);
2. ¿Hay medidas silvícolas en el estrato 1 o 2 que influyan en el parche? Caso afirmativo, de qué forma:
 - Demasiada luz → riesgo de vegetación competidora → medidas de limpieza, liberación o manipulación de la luz;
 - Suficiente luz para supervivencia y suficiente sombra para dominar la vegetación de competencia → ninguna actividad adicional en relación a la luz (ir al próximo punto)
3. Las medidas silvícolas en estrato 1 y 2 son neutras en relación al parche de regeneración → verificar si hay vegetación de competencia
 - → caso afirmativo, hacer limpieza
4. Dentro del parche regular la composición de las especies a favor de uno (o varios) individuos de alto valor comercial; Los individuos tienen que marcarse para garantizar la continuación de las medidas en las intervenciones próximas.

Sin embargo, normalmente las especies heliófilas tempranas y algunas heliófilas tardías regeneran en parches. Las especies esciófitas y otras heliófilas tardías, regeneran distribuyéndose más ampliamente en el bosque, dependiendo del tamaño de sus semillas y del agente distribuidor de las semillas (insectos, aves, murciélagos, mamíferos pequeños, viento, etc.). En estos casos hay que proceder como con los AFP cuando están en estado de latizales.

4.10. Ejemplo del manejo

El ejemplo en Figura 3¹⁰ muestra un plan de distribución de árboles típica de un bosque secundario: una mezcla de especies y diámetros. Los árboles de color verde son de alto valor comercial, seguidos por los amarillos y los en color naranja. Los rojos son especies que actualmente no tienen ningún valor comercial.

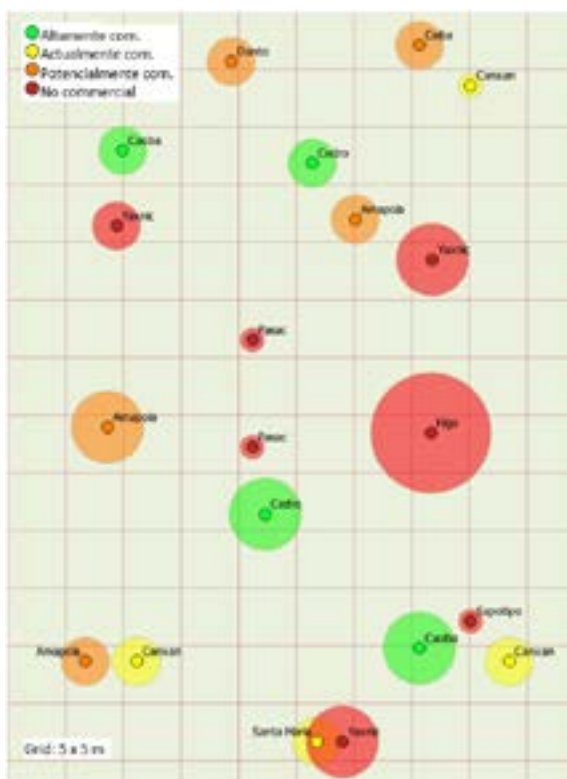
Una vez que tenemos los datos del censo (posición y dimensión del diámetro / de la copa) podemos simular el crecimiento de los árboles sin que haya alguna intervención silvícola. Esto corresponde al desarrollo natural de los individuos con competencia entre todos ellos. La simulación reflejada en la figura 2, trabaja con un crecimiento de diámetro promedio de 5 mm al año. Los círculos rojos indican donde algunos de los árboles entran en competencia con los otros cuando las

copas llegan cercas una de la otra. Así se puede planificar las intervenciones (liberación, refinamiento, raleo) en cada período (año 1, año 2, año 3,...).

Este ejemplo está basado en la clasificación de especies practicadas en la región de Petén de Guatemala. La clasificación en grupos de valor comercial es importante para dar la priorización a la selección de árboles futuros y promover el crecimiento con las respectivas actividades silvícolas.

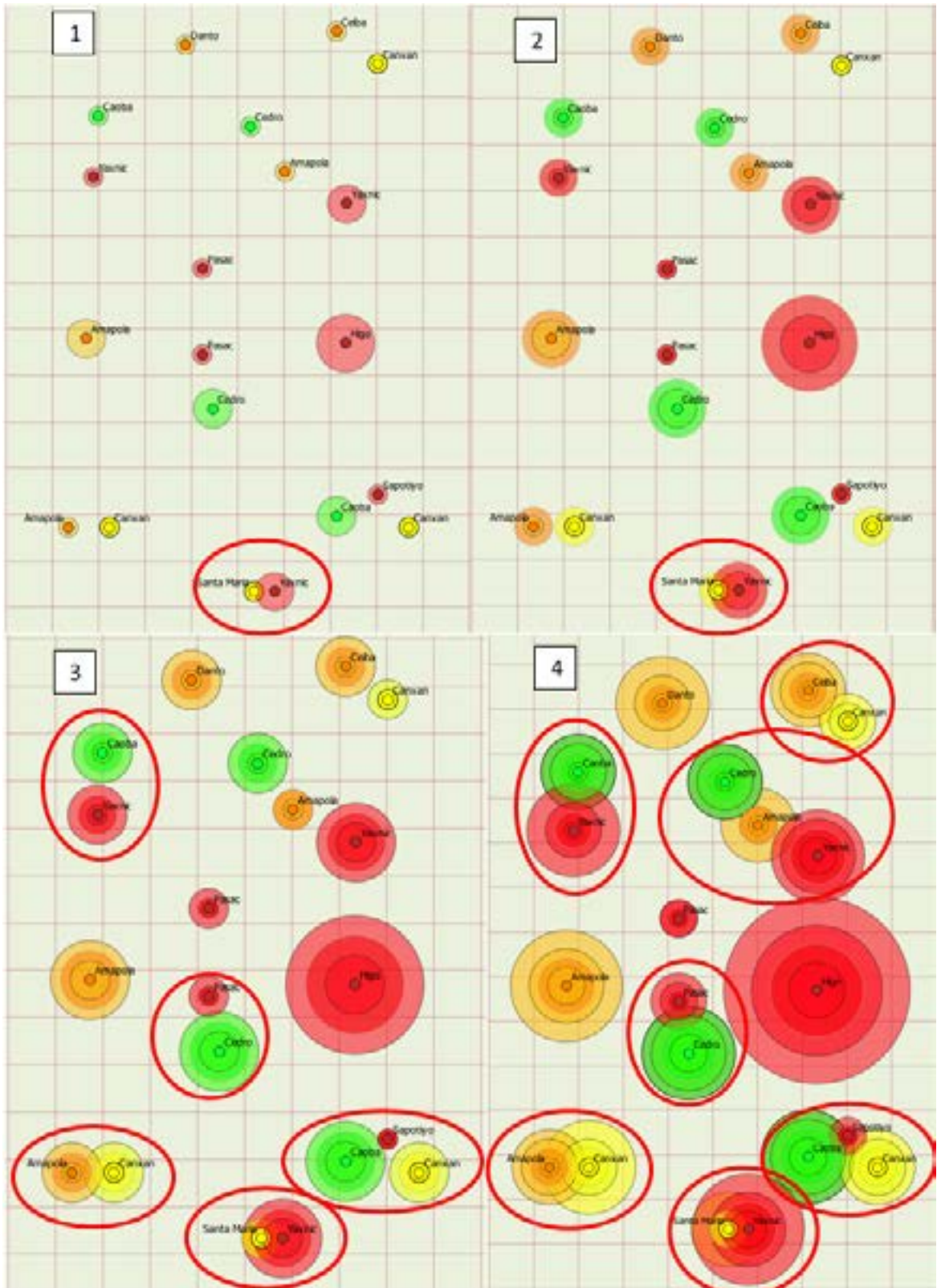
Excepciones pueden ser árboles con alto valor ecológico, como por ejemplo el Higuierón de gran dimensión en el centro-derecha del plan. Puede ser identificado como árbol de fruto para la fauna y mantener la biodiversidad en los bosques manejados.

Figura 2: Un manejo basado en los Árboles de cosecha y Árboles futuros comerciales



¹⁰ Las figuras 3, 4 y 5 representan un ejemplo. Las situaciones de estructura y composición variarán de bosque en bosque, dependiendo de la Zona de Vida y a calidad general del sitio.

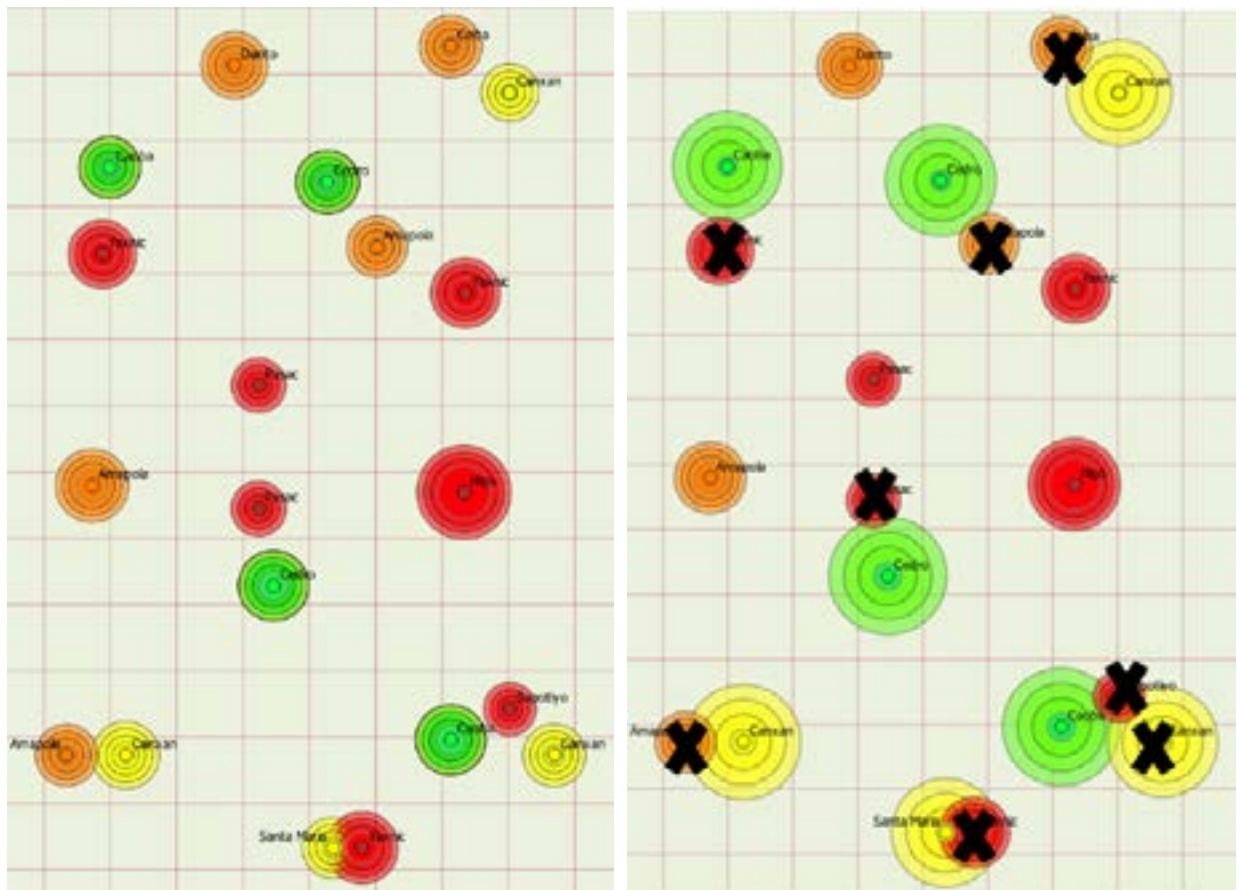
Figura 4: Desarrollo del tamaño de copa de los árboles individuales en el ejemplo (fase 1 a 4). Se nota que algunos de los individuos comerciales ya están en competencia con otros árboles, mientras hay otros que no necesitan intervenciones durante algunos años.



En el ejemplo (figura 5) se muestra al lado izquierdo (1) la simulación de un crecimiento de 5 mm al año (anillos estrechos) con la respectiva competencia entre los árboles. Al lado derecho (2) tenemos definidos “árboles futuros” (Altamente comerciales y Actualmente comerciales) que son liberados / donde hay raleo y que crecen 1 cm al año (el doble) debido al manejo. Las cruces marcan los árboles con menos valor comercial que son eliminados en este período para garantizar el crecimiento elevado.

En el ejemplo se encontraron caobas con diámetros con más de 56 cm en un bosque secundario de 27 años de edad (edad comprobada por imágenes satelitales). Un crecimiento en diámetro de la caoba con 2 cm en algunos sitios es posible y puede ser alcanzado con el respectivo manejo con enfoque en la liberación continua de la copa de los árboles de futuro.

Figura 5: Crecimiento lento de las especies de alto valor comercial ((1) 5mm al año) y crecimiento rápido ((2) 1 cm al año) de los árboles promovidos por raleos y liberaciones.



5. Guía práctica: Evaluación del Bosque

5.1. Evaluación inicial del potencial del bosque

El equipo forestal puede tener como objetivo la identificación de nuevos bosques para incorporarlos en el manejo financiado por FCCF. Cada proyecto establece sus propios protocolos como analizar un bosque potencial. Pero hay una serie de elementos comunes.

La etapa uno es una evaluación preliminar para ver si las condiciones del bosque y la estructura de propiedad son aptas para avanzar a una evaluación más detallada.

Elementos de propiedad, primer contacto con la persona física / jurídica:

- La propiedad tiene un registro legal
- Propiedad no hipotecada
- Ninguna actividad que no permita una certificación por FSC (sobre todo si había actividades de deforestación en el pasado) que no pueda ser corregida, antes de iniciar el proceso de Certificación
- Tamaño finca (ha), bosque (ha), bosque manejable de acuerdo con FCCF (ha)

- Interesado en trabajar con el fondo por un período hasta 15 años en un sistema de usufructo.

Primera evaluación del bosque

- Pasar por el bosque en transectos predeterminados
- Documentar especies y distribución diamétrica – visión general de un experto
- Vuelo con un “drone” para verificar el área total y asistir la toma de decisión.

Basado en este análisis, si el bosque tiene potencial, hay que documentar el proceso en un mapa del bosque (formato igual al necesario para el registro del usufructo / otra garantía (área, delimitación) y preparar una hoja de datos más importantes para la toma de decisión de avanzar con un inventario completo.

5.2. El inventario

Una vez aceptada la primera evaluación preliminar, se debe llevar a cabo un inventario. Esto es necesario para poder analizar:

- Potencial económico del bosque, y la base de la planificación de la inversión necesaria para el proyecto;
- Visión general del bosque, incluyendo regeneración y árboles entre 2 a 30 cm de diámetro;

- Estimación del capital natural del bosque basado en una simulación, incluyendo el valor después de la salida de la fase de inversión (15 años);
- Biodiversidad del bosque: en el “Censo extendido” se evalúan básicamente los árboles comerciales, de conservación y competidores, basado en la selección de árboles futuros.

Normalmente, en la región, el inventario es la única información existente del bosque para la elaboración de manejo y por lo tanto obligatorio bajo unos sistemas de intensidad y errores bastante precisos.

En el caso del manejo de los bosques degradados y secundarios de acuerdo a lo propuesto en esta guía, el inventario pierde esta característica de única fuente de información sobre el bosque, ya que antes de realizar el plan de manejo, se realiza un censo completo sobre toda el área, que da informaciones precisas sobre todos los árboles de cosecha y futura cosecha, de conservación y competidores además de parches de regeneración. FCCF de forma general recomienda un inventario al 2% del área de bosque, siguiendo el diseño aceptado por cada una de los servicios forestales de cada país que deban aprobar el plan de manejo. Con más conocimiento sobre la estructura, biodiversidad y tamaño de los bosques a invertir, se puede ajustar el valor de los 2% de acuerdo con los costos y beneficios de la información obtenida. Es sumamente importante mencionar que los inventarios forman un costo significativo para una inversión y la viabilidad de un proyecto. Normalmente se trabaja con parcelas rectangulares, y se registran todos los árboles de distintos diámetros.

5.3. El censo “extendido”

El censo extendido es un elemento sumamente importante en el manejo y es en esta etapa que el sistema de manejo bosque secundario y degradado que es diferente que los sistemas de manejo cíclicos a largo plazo del manejo tradicional de bosques primarios.

El censo extendido es un censo completo del bosque que hacemos al inicio del proceso y que puede formar la base del plan de manejo. Es sobre esta base de datos que el sistema manejo funciona. Además del censo extendido al inicio, utilizamos la misma base de datos para documentar las cosechas y los trabajos en el bosque. Así forma el sistema de información global del manejo.

Para facilitar el proceso de lavamiento de datos existe una aplicación (app) digital (CENSO). En el capítulo 9 hay un descriptivo como funciona

Un ejemplo que contiene la información necesaria para FCCF sería:

- Parcela de 0.4 ha (100 x 40 m);
- Se registran en la totalidad de la parcela los árboles con diámetro mayor a 20 cm;
- Se registran en dos cuadrados de 10x10 m todos los árboles con un diámetro mayor a 10 cm;
- Se registran en dos cuadrados de 5x5 m todos los árboles con un diámetro mayor a 5 cm;
- Se contabiliza en estos últimos cuadrados la regeneración natural.

Las informaciones obtenidas del inventario dan al fondo una visión general del bosque y permiten la elaboración de los análisis financieros para ver si es un proyecto viable. Para realizar el plan de manejo, se cuenta con estas informaciones junto con las del censo extendido (explicado en el siguiente capítulo). Se considera, por lo tanto, que no es necesario realizar un inventario de una alta intensidad, sino que es importante complementar las informaciones obtenidas de ambos procesos a la hora de realizar el plan de manejo.

esta herramienta.

Antes de ir al bosque es oportuno definir los siguientes elementos:

- Marcación de árboles: plaquetas, tintas spray u otras;
- Definir colores para:
 - árboles de cosecha
 - AF1
 - AF2
 - parches de regeneración
 - árboles de conservación
 - competidores
- Mapas digitales de las parcelas, bloques, fincas, etc... preparados en un sistema GIS en la oficina.



Herramientas de medición y dispositivos electrónicos:

- Cintas para marcar árboles;
- Cintas para medir diámetros y distancias;
- Aparatos para medición de altura (si es necesario);
- Dispositivos móviles (celular, GPS, Tablet), incluso fuentes de energía para cargar, baterías y dispositivos adicionales (de repuesto);
- Computador portátil para visualizar datos y hacer un backup de los archivos de mediciones.

El censo “extendido”: paso a paso

En un primer paso se debe clasificar el bosque de acuerdo con su potencial para actividades

operacionales inmediatas o si lo indicado es esperar más un poco más tiempo para tener árboles de mayores diámetros

a) Bosque secundario (BS) (fase 3 y 4 de la sucesión secundaria) en estado de desarrollo avanzado o un bosque degradado (BD) con árboles de gran porte que permite una cosecha comercial inmediata;

Actividad: levantamiento de datos de los árboles de cosecha y árboles futuros de la generación 1 y definir las respectivas actividades silvícolas.

Justificación: la corta y arrastre de los árboles pueden dañar la regeneración y los árboles futuros de la segunda generación (AF2). Si no marcamos las AF2 y los parches de regeneración con todos los detalles, corremos el riesgo de perder una cantidad significativa de la información debido a las operaciones de la cosecha.

Excepción: AF2 o regeneración de alto valor económico o ecológico que se encuentran en una zona de cosecha y que deben protegerse de cualquier daño; en este caso deben ser claramente marcados y entran en la planificación forestal y las instrucciones para el equipo de cosecha.

Con respecto a las lianas, es importante cortar aquellas que pueden afectar la integridad del árbol a cosechar y de los árboles vecinos, y se deberían intervenir en esta fase de inventario para dar tiempo a que se sequen y se quiebren con facilidad en la operación de cosecha.

b) BD o BS sin una cantidad de árboles suficiente para planificar una cosecha inmediata (fines de fase 2 y principios de fase 3 de la sucesión secundaria)

Actividad: Hacer el levantamiento de todos los datos – AF 1, AF 2, regeneración y los respectivos competidores.

Justificación: ya que no hay árboles para cosechar no se espera disturbios grandes debidos a una operación de cosecha. La ausencia de árboles de cosecha pone el enfoque en la promoción del crecimiento de los AF1 y AF2. La regeneración ya puede ser liberada de vegetación de competencia para garantizar la supervivencia de suficientes individuos.

Toma de decisión para Árboles futuros.

Un elemento clave del manejo es favorecer el crecimiento de árboles futuros, con prioridad en los de primer orden (AF1) pero también considerar los AF2, AFP y los parches de regeneración. Un sistema de selección de árboles futuros se puede ver en ANEXO 1.

Para cada Árbol de futuro hay una serie de verificaciones y decisiones a tomar en el bosque.

Primero es oportuno verificar si hay **lianas** que están influenciando el crecimiento o la calidad del Árbol futuro. También verificar si hay lianas

que se extienden por la copa de árboles vecinos e influyen así el AF. En este caso cortar, de preferencia ya cuando se hace el censo o el inventario.

Segundo hay que verificar si existen **competidores** actuales o futuros, estos deben ser marcados y medidos. Lo que son un árbol o planta competidores depende mucho de la dinámica de desarrollo del bosque y de la situación individual entre dos plantas. En caso de que la clasificación de otra planta como competidora, tiene que definirse si es necesario hacer una liberación (una eliminación sin uso comercial) o un raleo o refinamiento (con comercialización de la madera) para promover el crecimiento del AF.

Además, hay que verificar si existe alguna rama que tiene influencia negativa sobre la calidad del AF. Si es el caso, podría mejorar la calidad del fuste final si aplicamos una poda.

También podemos encontrar Árboles de futuro que no necesiten ninguna intervención para favorecer su desarrollo.

Para los **Parches de Regeneración (PReg)**, hay que evaluar si tienen demasiada luz y si hay un riesgo de vegetación competidora. En esto caso hay que marcar medidas de limpieza, liberación o manipulación de la luz. No es necesario intervenir si tienen suficiente luz para supervivencia y suficiente sombra para dominar la vegetación de competencia.

6. Guía práctica: el plan de manejo

6.1. Planificación del manejo

Los datos registrados en el campo permiten planificar las actividades del manejo. Es posible generar los mapas de los bosques con la ubicación de los:

- Árboles de cosecha;
- AF 1;
- Competidores;
- Conservación;
- (AF2, AFP y PReg).

La opción en sistemas GIS crea “buffers” alrededor de cada árbol multiplicando el DAP por 10, lleva a la información aproximada de la expansión de la copa. Así es posible

hacer simulaciones reales del crecimiento en diámetro y de la expansión de las copas y crear los respectivos planes. Con esta información se puede calcular los ciclos (frecuencia de los tiempos de intervenciones) de forma operacional para alcanzar la meta de producción.

La información registrada también permite la producción de mapas temáticos con las informaciones sobre zonas protegidas y cantidad y ubicación de árboles de conservación. Es una herramienta útil para desarrollar corredores ecológicos entre diferentes bosques o integrar los bosques en proyectos regionales.

6.2. Planificación de la cosecha

En el banco de datos del censo están disponibles las alturas comerciales (altura total) y el DAP de cada árbol medido. Cada árbol a ser cosechado tiene el atributo “raleo” o “cosecha” y puede ser clasificado por la especie. Para los AF existen las respectivas actividades necesarias.

Es posible usar estos datos para:

- Calcular los volúmenes comerciales (por especie);
- Vincular las especies con los respectivos precios del mercado permiten;
- Providenciar al equipo de trabajadores del volteo y arrastre planes detallados de la ubicación de cada árbol;

La planificación de la cosecha con mapas detallados es importante para reducir el impacto de la operación en el ecosistema. Sistemas de bajo impacto trabajan con los elementos:

- Reducir compactación del suelo
Es decir que la maquinaria compacte el suelo lo mínimo posible:
 - Concentrando el movimiento en líneas pre-definidas
 - usando mapas y marcaciones que indican estas líneas de arrastre
 - concentrar operaciones en la época seca
- Reducir daños en árboles futuros y árboles remanentes:
 - Operadores de motosierras

- Hacer un volteo dirigido
- Preparación y troceado de las trozas para el arrastre conforme indicado en la planificación
- Máquinas de arrastre
 - usar cables para el arrastre
 - llevando trozas no demasiado largas cuando se maniobra dentro del bosque

Con los datos disponibles por el levantamiento con el APP (véase capítulo 9) pueden elaborarse planes operacionales que cumplan con las exigencias legales y del FSC y que reducen los impactos negativos de las operaciones de cosecha al mínimo. Las figuras 6 y 7 muestran dos sistemas distintos de arrastre. El volteo en ambos sistemas es dirigido para minimizar daños en los árboles futuros, la regeneración y los demás árboles remanentes. En la figura 6 la máquina opera solo en

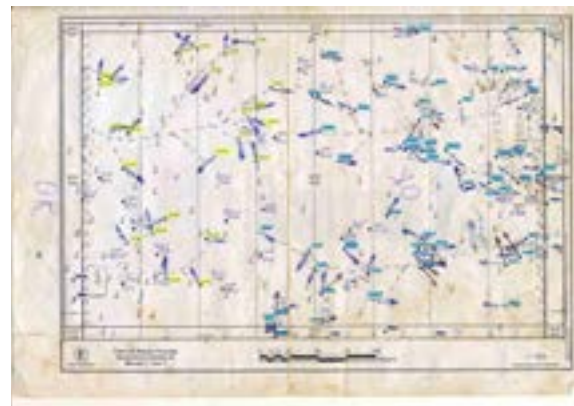
líneas sistemáticamente distribuidas en el terreno (generalmente terreno plano) y saca las trozas con cable para llevar a bacadillas pre-definidas. En el sistema donde la máquina opera en toda el área con un tractor de arrastre, el movimiento de la máquina es concentrado en caminos marcados por un técnico antes de la operación. Este sistema es más sencillo y permite una productividad más alta, pero el impacto ambiental es también más alto.

Ambos sistemas pueden planificarse en la oficina con los datos levantados con el APP. Para la implementación se necesita de personal capacitado que hace la verificación y la preparación en el terreno.

Figura 6: Plan de cosecha y arrastre con cable, la máquina se mueve en líneas sistemáticas. El volteo es direccionado para facilitar el arrastre con cable y disminuir los daños en árboles remanentes



Figura 7: Plan de volteo y arrastre en líneas predefinidas y marcadas en el campo (por el técnico responsable). El volteo es direccionado y la cantidad de trozas de cada árbol cortado es indicado al operador.



7. Guía práctica: los trabajos de manejo en el bosque

En la etapa del censo extendido el equipo forestal ha definido todos los Árboles de cosecha (ACos) y los diferentes árboles a cuidar para el futuro capital natural productivo por el bosque (AF1, AF2, AFP y PReg). Además, han marcado los árboles importantes para fines de conservación (AProt) y los árboles competidores (Comp) con los árboles futuros.

El proceso del censo extendido y la elaboración del plan de manejo ha definido varios trabajos silviculturales para optimizar

el potencial de crecimiento de los Árboles de futuro del bosque. Normalmente la identificación de estos trabajos está en la aplicación CENSO y/o marcados en el bosque con placas, tinta spray o cintas.

Además de los trabajos definidos en la etapa del censo y elaboración del plan de manejo hay que trabajar en prevención de incendios y protección del bosque contra tala ilegal.

Trabajos en el bosque:

Cosecha	El volteo de un árbol con el objetivo del uso comercial de la madera o biomasa.
Liberación	El volteo de un competidor (Comp) con el objetivo de ayudar a un AF1, AF2, AFP o PReg.
Eliminación	La corta de un árbol o planta competidor sin que este tiene un uso comercial; puede ser un árbol, una palma, bambú u otro vegetal; generalmente es cortado y dejado en el bosque para descomponerse.
Refinamiento	La corta de un árbol que si bien no compite por la luz, puede afectar la regeneración futura e impide concentrar el crecimiento en las especies más valiosas.
Raleo	El volteo de un árbol competidor (Comp) con madera que se puede comercializar del bosque; se cosecha.
Poda	Corta de ramas para mejorar la calidad de un árbol; una actividad muy rara en bosque productivo permanente; es generalmente una “poda de forma”, donde se corta una rama de bifurcación en un AF.
Corta de lianas	<p>Lianas grandes pueden ser un problema en el volteo de los árboles. Creciendo entre varias copas pueden derribar al mismo tiempo otros árboles vecinos. Además, pueden “estrangular” los árboles o las copas, especialmente árboles menores. El control periódico y su corta es indicado por los árboles futuros.</p> <p>Como las lianas tienen un papel ecológico importante deben ser dejadas en los árboles de conservación y los árboles indiferentes. La corta de lianas se hace con dos propósitos: evitar daño por la corta de los árboles de cosecha y por la corta de cualquier árbol que vaya a ser cortado en la aplicación de la silvicultura.</p>



8. Guía práctica: el monitoreo de un proyecto de inversión

El fondo requiere una serie de indicadores calculados para la evaluación de impactos (sociales, ambientales, productivos y económicos). Con ello se pretende entender correctamente el funcionamiento del proyecto, para identificar cuanto antes posibles deficiencias y solucionarlas lo más eficiente y rápidamente posible. Para ello se compilaron un conjunto de tablas (Excels) que ayudan al socio a tener una idea general de los datos necesarios.

UNIQUE *forestry and land use* realiza un monitoreo para el fondo en el que periódicamente visita los proyectos y evalúa la veracidad de los datos levantados por el socio en comparación con los datos planificados en el estudio de factibilidad. Los resultados del monitoreo se presentan dos veces al año al Comité de Inversores que en esta base toman decisiones sobre el flujo del dinero.

8.1. “Controlling” por parte del socio

Los socios tienen que recoger datos sobre operaciones forestales, actividades y servicios comprados o prestados, así como evaluaciones sobre los impactos sociales y ambientales de sus proyectos. Estos datos deben enviarse dos veces al año (30 de junio y 31 de diciembre) a UNIQUE. Para ello, UNIQUE les facilita un Excel (que puede utilizarse como base para el control de las operaciones, o puede modificarse dependiendo de las

necesidades de cada proyecto), en el que se resumen en sencillas tablas los distintos datos necesarios a registrar durante todas las operaciones.

Es fundamental que los socios dediquen un tiempo mensual a completar estas actividades y haya una persona definida como responsable para obtener estas informaciones dentro del proyecto.

8.2. Datos e indicadores relevantes al monitoreo

Los indicadores requeridos se dividen en cinco grupos fundamentales: indicadores de producción, transformación (industria), economía y finanzas, ambientales y sociales. A continuación, se detallan los indicadores más relevantes a registrar para cada uno de estos puntos:

- **Indicadores de producción:** Estos indicadores deben registrar el avance de los proyectos con respecto a nuevas áreas y a las actividades forestales llevadas a cabo en ellas. Es por lo tanto relevante recoger datos como:

- Áreas actuales bajo manejo, protegida, de alto valor de conservación, certificada, cosechada.

- Volúmenes y especies cosechadas

- Ventas de madera

- Estado del proyecto en cada área (censo realizado, plan de manejo aprobado, actividades silviculturales realizadas, cosecha realizada, certificación FSC)

- Comparación entre lo planificado y lo realmente realizado

- Datos de cada uno de los censos (a través de lo registrado en la APP, con cada una de las actualizaciones posteriores).

- **Indicadores de transformación (Industria):** en el caso de que haya proyectos que no vendan la madera en rollo, si no que le den un valor añadido, será necesario registrar

valores relevantes de los rendimientos, eficiencias y costos de los procesos:

- Eficiencia de cada uno de los procesos para cada tipo de madera
- Volúmenes de cada tipo de producto final obtenidos

- **Indicadores de economía y finanzas:**

Para poder entender si el proyecto es económicamente viable, es necesario llevar a cabo una evaluación muy detallada de los costos en los que se incurre con cada una de las actividades del proyecto. Por ello, se debe registrar:

- Costos detallados de cada una de las actividades propias o subcontratadas, en el bosque, en la industria, el transporte y gabinete
- Valor de venta y volúmenes vendidos de cada producto, idealmente dividido entre calidades.

- **Indicadores ambientales:** Uno de los objetivos fundamentales de este manejo es no sólo tener viabilidad económica, si no garantizar el mantenimiento o mejora del estado del bosque. Por ello, se realizarán parcelas permanentes (a definir con FSC para encajar en la certificación), donde se medirán los posibles cambios de la vegetación debido a las actividades silvícolas. Además, hay que definir posibles transectos para evaluar actividades ilegales o impactos negativos en el bosque. Otro punto relevante es la actualización del censo, donde los árboles de futuro se remedirán periódicamente para ver su crecimiento. Con todo esto, se registrarán:

- Estado y crecimiento de parcelas permanentes para garantizar la cosecha de bajo impacto y el respeto a la biodiversidad

- Se evaluará el aumento del carbono en el bosque a través de una mayor biomasa, reducción de deforestación y productos derivados de la madera

- Existencia de negativos o actividades ilegales: caza o tala ilegal

- Existencia de desastres naturales y sus consecuencias: incendios, huracanes, etc.

- **Impactos sociales:** Uno de los puntos fundamentales para el fondo es garantizar la mejora de la calidad de vida de los beneficiarios del proyecto y sus trabajadores. Por ello se evaluarán distintos indicadores que ayuden a estimar el impacto de las actividades en la región:

- Accidentes laborales: se registrarán cómo ocurrieron, si pudieron ser evitados

- Capacitaciones realizadas a los trabajadores

- Registro de todos los trabajadores (propios o no) involucrados en el proyecto, en donde se debe indicar si están percibiendo salario mínimo, beneficios sociales, seguro médico, etc.

Además, cada socio debe tener un registro de las horas de cada uno de sus trabajadores en el proyecto, para entender si el proyecto está cumpliendo con lo estimado económicamente o no es sostenible con lo definido al principio del mismo.

9. Uso de la tecnología – la aplicación “CENSO”

Para el manejo del bosque de acuerdo con los principios de FCCF se desarrolló una aplicación (APP) llamada CENSO para utilizar desde dispositivos móviles como celulares o tablets.

Esta aplicación permite recoger datos georreferenciados en el campo, que son necesarios para:

- La elaboración del plan de manejo (censo extendido);
- Planificación del manejo forestal para el futuro;
- Monitoreo del crecimiento y volúmenes;
- Zonas de protección o conservación;
- Zonas de infraestructura, sitios arqueológicos y demás puntos de relevancia.

La información obtenida puede exportarse a bancos de datos digitales para alimentar

sistemas de información geográfica o de planificación forestal. Así se reducen los errores de:

- Registro de datos, aplicando sistemas de auto-control y test de plausibilidad durante la entrada de los datos en el dispositivo;
- la transferencia de datos escritos manualmente a digitales;
- verificación visual inmediata de las informaciones más importantes.

Además, el tiempo necesario para el servicio se reduce de forma significativa, ahorrando costos. La guía práctica presentada a continuación explica cómo utilizar la aplicación para actividades de selección y marcación de los árboles con relevancia al manejo y el respectivo levantamiento de datos en el campo con el APP Censo.

EL USO DE LA APLICACIÓN CENSO

La aplicación está disponible en el Google Play Store (aplicaciones actuales: CENSO GT, CENSO CR; ambos serán substituidos en breve por la versión única del CENSO PRO), los respectivos “updates” los carga UNIQUE *forestry and land use*. Para los socios de FCCF es necesario un registro del dispositivo y de la institución para poder que UNIQUE puede analizar mejor potenciales problemas con el APP y el hardware utilizado.

Instrucciones importantes:

Caso que está instalada una versión anterior o se quiere cambiar entre una versión GT, CR o PRO es necesario desinstalar la versión anterior. Caso contrario la nueva versión instalada no va a funcionar correctamente. Eso no aplica en el caso de un update automático vía el PLAYSTORE de una versión ya instalada.

1. Utilizar dispositivos adecuados, con antenas de GPS buenas (recomendado: BLACKVIEW BV 6000s o BV 8000)
2. Conducir un test del APP antes de empezar con el censo, donde se mide puntos con coordenadas conocidas para verificar la precisión de los dispositivos utilizados
3. Cargar los datos medidos en un sistema GIS (ARCGIS, QGIS) y verificar las posiciones, si los datos se cargan correctamente
4. Desconectar la opción “ahorrar energía” en el sistema operativo (de Google y del productor del dispositivo)
5. ¡Con una precisión de menos de 9m no es posible guardar coordenadas!

9.1. El censo extendido y digital



Iniciando el APP aparece la siguiente pantalla que ofrece 3 módulos para seleccionar:

- a) “CENSO”: con el levantamiento de datos del Censo
- b) “Seguimiento”: remediación de los árboles de un transecto levantado en un intervalo definido (cada año, dos años, póstcosecha, etc.)
- c) “Datos locales”: modulo para administrar datos levantados. La opción más importante es la de exportar los datos en el banco de datos local del dispositivo como un archivo externo.



Iniciando el modulo “Censo” aparece la pantalla para seleccionar si queremos empezar con un nuevo transecto o continuar trabajando con uno ya existente.

En el ejemplo iniciamos como test un nuevo transecto “test5”

Terminamos la selección clicando “seguir”




Aparece la pantalla para el trabajo de campo:

Coordenadas: en este ejemplo LAT y LON
Para las respectivas APPS ofrecemos la opción de seleccionar sistemas de coordenadas nacionales de los proyectos (por ejemplo GTM de Guatemala o CR05 de Costa Rica)

“**Prec**”: es la precisión actual del dispositivo en relación al posicionamiento satelital. El 3 significa una precisión de 3m,
“**GPS**”: para levantar datos es necesario activar “GPS” abajo (se marca azul cuando está activado);

“**Grabar**” y “**km**”: permite hacer un “track” del camino recorrido y saber la distancia caminada.

Cam permite hacer una foto geo-referenciada de un árbol / objeto.

Con la opción  es posible añadir archivos KML en la medición: mapas de fincas, bloques, areas, puntos de orientación (próxima pantalla, a continuación).



“**Centrar GPS**”:

se refiere al simbolo de la pone la marca del GPS en el centro de la pantalla;

“**Mapa**”:

es una opción para cargar informaciones detalladas a partir del banco de datos. En este momento no es una función importante.

“**Camara**”:

misma opción que en la pantalla principal

“**Otros Info.**”:

Está disponible en la pantalla principal también. Otras informaciones permiten añadir la posición de fuentes de agua, infraestructura, etc...)



“**Añadir KML**”:

es el elemento más importante de este “Menú”. Activando “+” aparece la lista con los KML disponibles en la carpeta “Censo” (pantalla abajo). Así es posible cargar las capas del GIS (layers) en formato KML. No existe limitación, pero muchas capas o capas con informaciones detalladas pueden reducir la eficiencia del dispositivo. Lo más importante son capas de las fincas, bloques a medir o marcaciones producidas en el sistema SIG.

En el ejemplo a la izquierda hay dos archivos KML que pueden ser seleccionados: un track y un mapa con delimitaciones de un bloque a levantar. Seleccionando el ejemplo UNIQUE_FRP.kml aparece el mapa de una finca en la pantalla. Ahora es posible orientarse dentro de las delimitaciones de la finca para hacer el levantamiento de datos. Iniciamos el GPS, grabar el track y caminamos hasta el primer árbol que ya tenga el diámetro mínimo de cosecha



Nota:

La APP dispone de una selección de símbolos para diferentes especies de árboles, fuentes de agua, etc... En este momento esta lista está adaptada a lo que exigen las autoridades de Guatemala para el desarrollo de un Plan de Manejo, pero estamos trabajando en una opción de seleccionar la lista de simbolos de los respectivos países de socios de FCCF.

9.2. Entrar Árboles de cosecha (ACos)

Nombre común: Cacba / Swietenia macrophylla

DAP (cm): 52

Altura comercial (m): 7

Altura total (m): 28

Sanidad (1-5): 2

Código comercial: AAACOM

Uso del árbol: Cosecha

Manejo: nada

Distancia al último árbol: 8

Guardar Azimuth: 218

Observaciones:

Brújula Azimuth: 221 Guardar

Cuando se activa en la pantalla principal “Guardar coord.” y después “seguir”, aparece la pantalla de entrada de datos del censo.

1. Nombre común: digitando el nombre común o científico aparecen las respectivas especies de una lista local guardada en el APP. La lista de árboles en esta versión y respectivos nombres son del Petén (GUAT). *Esta lista tiene que adaptarse de acuerdo con la versión local del APP, pero hay que considerar varios nombres comunes que existen para una sola especie.*
2. DAP: diametro altura pecho (1,30m) en cm
3. Altura comercial en metros
4. Altura total en metros (opcional)
5. *Sanidad del árbol (clasificación local de Guatemala de 1-5 en esta versión del APP)
6. *AAACOM – código comercial está en la lista de los nombres y la célula se llena de forma automática cuando se define el nombre. Es posible cambiar de forma manual, en caso de que el árbol no esté en la lista de especies.
La lista viene del respectivo socio que hace updates de la misma y las envía para nuevas versiones del APP
7. *Uso del árbol: aparece una lista con opción de seleccionar la función seleccionada para el respectivo árbol.
8. *Manejo: de acuerdo con la selección “uso del árbol” aparece una lista de actividades silvícolas que pueden ser necesarias.



1. Sanidad del árbol:

Sistema de Guatemala, puede ser adaptado y configurado para regiones / países. 1 significa una calidad muy buena, 5 bastante mala



2. Clasificación comercial Sistema de Guatemala

AAACOM – alto valor comercial

ACTCOM – valor comercial bueno

POTCOM – valor con bajo potencial comercial actual

OTROS – definición manual

Un árbol de cosecha no puede ser sin valor, en este caso sería una eliminación y no cosecha.



3. Uso del árbol:

La selección “cosecha” indica que el árbol será extraído en una cosecha inmediata (dentro del primer año del manejo) y comercializado en el mercado destino.



4. Con la cosecha del árbol no es necesario pensar en la aplicación de actividades silvícolas;

La única opción para un árbol seleccionado como cosecha es “nada”. Una condición es que las lianas en los árboles de cosecha se corten durante el censo.

Nota:

En una próxima versión del APP será posible medir el Azimuth de la dirección del volteo propuesta con el dispositivo. Este elemento permitirá verificar si hay otros árboles (AF2, APF, Parches de regeneración) de importancia en la dirección que deben ser marcados y protegidos en la operación.

9.3. Introducir Árboles de futuro primer orden (AF1)

Seleccionar
1
2
3
4
5

1. Sanidad del árbol:

Sistema de Guatemala, puede ser adaptado y configurado para regiones / países. 1 significa un calidad muy buena, 5 bastante mala.

Seleccionar
AAACOM
ACTCOM
POTCOM
SIN VAL
Otros

2. Clasificación comercial Sistema de Guatemala

AAACOM – alto valor comercial

ACTCOM – valor comercial bueno

POTCOM – bajo potencial / valor comercial

Las demás clases no aplican para un AF1.

Seleccionar
AF1
AF2
Competidor
Conservación
Indiferente
Cosecha
Otros

3. Uso del árbol:

La selección de “AF1” indica que es un árbol que, con el manejo adecuado, puede llegar a una dimensión interesante de cosecha dentro del plazo de inversión (15 años).

Seleccionar
corta de lianas <input type="checkbox"/>
liberación <input type="checkbox"/>
nada <input type="checkbox"/>
poda <input type="checkbox"/>
raleo <input type="checkbox"/>

4. Para los AF1 hay una serie de opciones a seleccionar, ya que son los árboles de enfoque para un manejo con el objetivo de aumentar el incremento en diámetro al máximo. Solo en el caso que no haya competencia se puede seleccionar la opción “nada”.



9.4. Introducir Árboles que compiten (Comp)

Seleccionar
1
2
3
4
5

1. Sanidad del árbol:
Sistema de Guatemala, debe ser adaptado y configurado para regiones / países. 1 significa una calidad muy buena, 5 bastante mala.

Seleccionar
AAACOM
ACTCOM
POTCOM
SIN VAL
Otros

2. Clasificación comercial Sistema de Guatemala
AAACOM – alto valor comercial
ACTCOM – valor comercial bueno
POTCOM – bajo potencial / valor comercial actual, pero con propiedades de la madera favorables;
SINVAL – madera de un árbol que no puede ser comercializado (en la actualidad, probablemente en el futuro)
OTROS: especie invasiva como una teca en bosque natural

Seleccionar
AF1
AF2
Competidor
Conservación
Indiferente
Cosecha
Otros

3. Uso del árbol:
La selección como “competidor” indica que es un árbol que tiene que ser extraído para promover el crecimiento de un árbol futuro (AF1 o AF2).

Seleccionar	
eliminación	<input type="checkbox"/>
cosecha	<input type="checkbox"/>

4. Para los competidores hay dos opciones a seleccionar:
 - “eliminación” – es una corta del árbol o especie vegetal que no lleva a una comercialización
 - “cosecha” indica que la madera tiene un uso comercial

9.5. Introducir Árboles de conservación (AProt)

Seleccionar
1
2
3
4
5

1. Sanidad del árbol:
Sistema de Guatemala, puede ser adaptado y configurado para regiones / países. 1 significa una calidad muy buena, 5 bastante mala.

Seleccionar
AAACOM
ACTCOM
POTCOM
SIN VAL
Otros

2. Clasificación comercial Sistema de Guatemala
AAACOM – alto valor comercial
ACTCOM – valor comercial bueno
POTCOM – bajo potencial / valor comercial; actual, pero con propiedades de la madera favorables
SINVAL – madera de un árbol que no puede ser comercializado (en la actualidad y probablemente en el futuro)
OTROS: especie invasiva como una teca en bosque natural

Seleccionar
AF1
AF2
Competidor
Conservación
Indiferente
Cosecha
Otros

3. Uso del árbol
La selección como “Conservación” indica que es un árbol que tiene alto valor ecológico y que debería ser dejado a procesos naturales.

Árboles “indiferentes” son individuos que por algún motivo no tienen papel en el manejo pero es oportuno saber las coordenadas (por ejemplo como punto de referencia en campo).

Seleccionar
nada <input checked="" type="checkbox"/>

4. Para árboles de “conservación” e “indiferentes” no hay manejo.

En casos excepcionales puede ser oportuno a hacer una liberación para garantizar la supervivencia.

9.6. Introducir Árboles futuros de segundo orden (AF2) y futuros potenciales (AFP)

Seleccionar
1
2
3
4
5

1. Sanidad del árbol:
Sistema de Guatemala, puede ser adaptado y configurado para regiones/países. 1 significa un calidad muy buena, 5 bastante mala.

Seleccionar
AAACOM
ACTCOM
POTCOM
SIN VAL
Otros

2. Clasificación comercial Sistema de Guatemala
AAACOM – alto valor comercial
ACTCOM – valor comercial bueno
POTCOM – bajo potencial / valor comercial
Las demás clases no aplican para un AF2 (revisar comentarios que en los otros cuadros anteriores).

Seleccionar
AF1
AF2
Competidor
Conservación
Indiferente
Cosecha
Otros

3. Uso del árbol:
La selección de “AF1” indica que es un árbol que, con el manejo adecuado, puede llegar a una dimensión interesante de cosecha dentro del plazo de inversión (15 años).

Seleccionar
<input type="checkbox"/> corta de lianas
<input type="checkbox"/> liberación
<input type="checkbox"/> nada
<input type="checkbox"/> poda
<input type="checkbox"/> raleo

4. Para los AF2 hay una serie de opciones a seleccionar, igual a los AF1. Los AF2 son el enfoque para un manejo con el objetivo mantener viva la estructura de estratos en el bosque para mantener la opción de tener un bosque permanente con cosechas periódicas.

Nota:

Los AFP no se consideran en la APP Censo como una clase adicional para mantener el menú sencillo. Por favor, introducir los datos como AF 2 y hacer una nota en la casilla “observaciones”!

En cuanto a los AF 2 y los AFP, solo se selecciona en el Censo extendido antes de la primera cosecha, si:

- están ubicados dentro de la dirección del volteo de un árbol de cosecha
- si sólo hay pocos individuos de esta clase en el bosque a manejar y se corre el riesgo de no tener suficientes árboles a seleccionar en los próximos 15 a 30 años
- si es una especie rara en el bosque que es de alto valor comercial o de alto valor ecológico

9.7. Introducir Parches de Regeneración (PReg)

El registro de parches de regeneración todavía no forma parte de la APP “Censo”. El módulo está en planificación, pero todavía se necesita definir con la gente de la práctica forestal qué elementos son claves y exigidos por ley en los diferentes países.

En este momento es posible clasificar un parche de regeneración en “uso del árbol” como “otros”, medir las coordenadas, definir el tamaño del parche y la especie principal. En las actividades de manejo puede seleccionarse liberación, si es necesario abrir el dosel para

mantener la regeneración viva.

Probablemente es necesario desarrollar un módulo propio para el levantamiento de datos, que contenga:

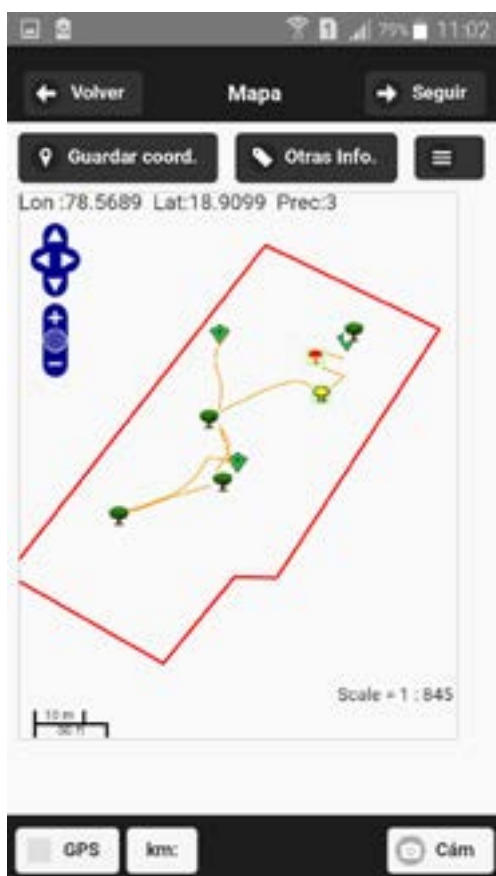
- Tamaño del parche;
- Especies principales en el parche;
- Número de individuos de cada especie;
- Actividades de protección necesarias (a definir).

Nota:

Este elemento todavía no está integrado en el APP “Censo”, va a formar parte de la próxima versión.

9.8. Uso de los Datos de “CENSO”

Después del levantamiento de datos con el APP tenemos los datos disponibles de forma digital. Ya en la pantalla del dispositivo portátil es posible de hacer una primera evaluación visual de los datos.



Pantalla de una medición completa.

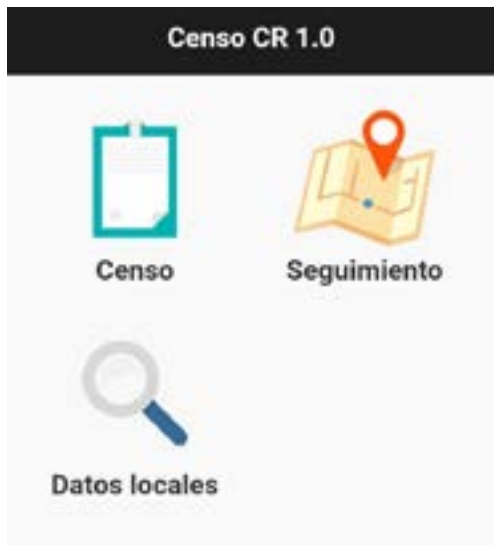
- KML del área: línea roja.
- Símbolos de los árboles: las especies principales tienen un símbolo específico (definición por socio de FCCF o exigencias por las autoridades en el plan de manejo), demás árboles un símbolo único.
- El track del camino (línea amarilla).
- Posición de otros objetos (nacientes de agua, sitios arqueológicos, ríos, infraestructuras).



Pantalla de la base de datos:

- Con un clic en un árbol (de la pantalla a la izquierda) aparecen los datos guardados para el respectivo árbol. Esto permite verificar si todos los datos son correctos o si es necesaria una remediación.
- Después de concluir la medición se graba los datos y exporta para el formato CSV (que puede ser importado en EXCEL y software de GIS).

Los datos exportados se guardan en una carpeta llamada “Censo” en el dispositivo. Desde ahí pueden copiarse a una computadora para las demás actividades de evaluación como la elaboración del plan de manejo.



Exportar los datos: seleccionar “Datos Locales”



Los datos del censo pueden exportarse con un simple click en “Exportar”. Así se genera un archivo del tipo “CSV” que puede ser usado directamente en softwares como Excel , ArcGIS o QGIS.

Los datos exportados pueden transferirse para una computadora y archivarlos en un banco de datos. En este momento estamos evaluando la opción de que los datos se bajen directamente de un dispositivo portátil al servidor central así que los dos sistemas estén en la misma red (WLAN).

9.9. Importación de los datos del Censo en el sistema GIS

Muchos de los softwares para análisis de datos ofrecen la opción de importar datos. Un software libre y potente es el software QGIS, que permite la visualización geográfica de los datos.

En este ejemplo se usa el software QGIS. En la opción “Add layer” se selecciona “Add delimited text layer” y aparece el menú de importación de archivos CSV.

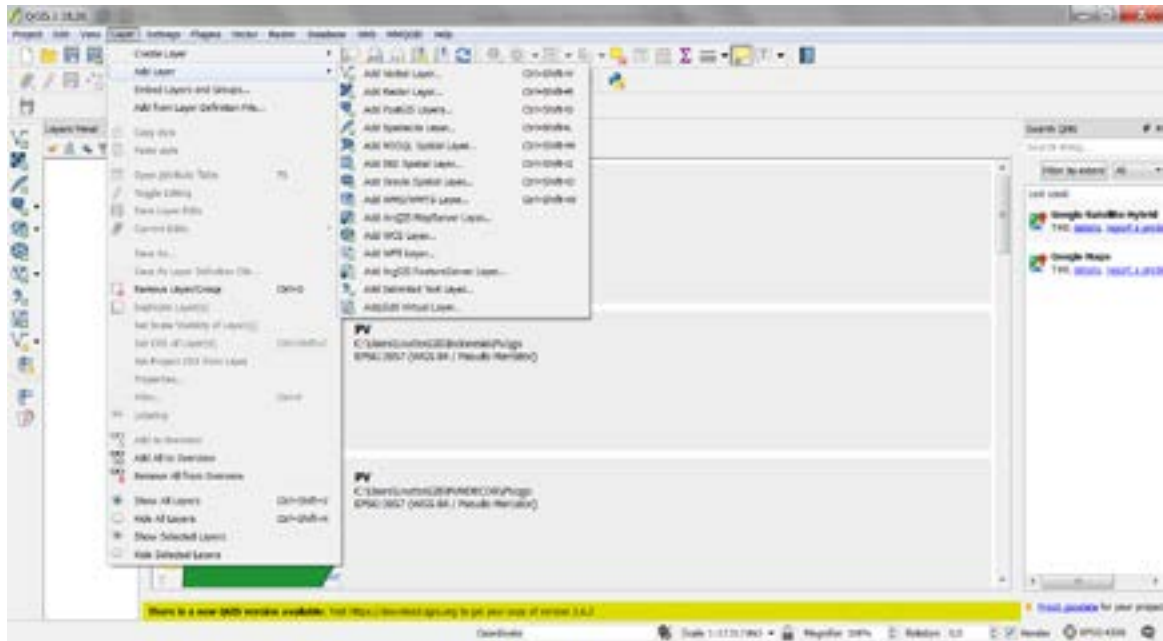
Los datos disponibles en Excel o un sistema GIS se muestran abajo (separado en 2 partes)

uid	trac_id	ID de tran	Nombres com	fecha	hora	gpc_lox	gpc_lfy	gpc_hcc	DAP (cm)	altura com	altura tot
1	1	14	Cacbe	18.04.2018	11:40	2.997418400	48.811119180	5.183000000	28	3	10
1	3	14	Atiquipá / Ps...	18.04.2018	11:41	2.997025900	48.812703700	3.380000000	46	2	30
3	3	14	Santa María	18.04.2018	11:45	2.997118800	48.812941800	3.380000000	18	4	11
4	4	14	Santa María	18.04.2018	11:55	2.997284200	48.805314800	4.780000000	86	24	25
5	5	14	Santa María	18.04.2018	11:58	2.997292900	48.808475000	3.380000000	75	12	33
6	6	14	Cacbe	18.04.2018	12:00	2.997292200	48.808609100	5.780000000	42	8	28
7	7	14	Cacbe	18.04.2018	12:02	2.997300400	48.807381000	3.380000000	48	14	26
8	8	14	Atiquipá / Ps...	18.04.2018	12:11	2.997309900	48.807161000	3.380000000	28	5	16
9	9	14	Santa María	18.04.2018	12:15	2.9973184700	48.871167180	3.380000000	42	5	25
10	10	14	Atiquipá / Ps...	18.04.2018	12:19	2.997326700	48.871179800	3.380000000	22	14	22
11	11	14	Santa María	18.04.2018	12:31	2.997340700	48.871420380	3.380000000	38	6	18
12	12	14	San Jacinto	18.04.2018	12:48	2.998011800	48.878105180	1.380000000	76	4	21
13	13	14	Cacbe	18.04.2018	12:49	2.998076900	48.878302780	3.380000000	46	6	31

Sanidad	código com	uso arbol	Manejo	observacio	Dist. ult.	azimuth	gfm_x	gfm_y	device_inf
3	AAACOM	AF1	nada	a	0	0	5762385.9239...	11737119.118...	Android SM...
2	POTCOM	Cons	nada	a	50	308	5762448.7538...	11737427.808...	Android SM...
1	ACTCOM	AF2	nada	a	8	211	5762468.7000...	11737458.410...	Android SM...
3	ACTCOM	cosecha	nada	a	600	268	5761683.7640...	11738064.030...	Android SM...
1	ACTCOM	AF1	raleo	a	80	208	5761483.9220...	11738017.348...	Android SM...
1	AAACOM	AF1	liberacion	a	30	174	5761387.1449...	11737990.740...	Android SM...
1	AAACOM	cosecha	nada	b	80	182	5761222.8210...	11737916.370...	Android SM...
2	POTCOM	AF1	corta de liana...	test1	400	163	5761224.8230...	11737934.380...	Android SM...
2	ACTCOM	Cons	nada	test2	90	218	5760321.1520...	11737137.560...	Android SM...
2	POTCOM	AF2	corta de liana...	test3	40	176	5760303.3140...	11737140.350...	Android SM...
2	ACTCOM	AF2	corta de liana...	test5	100	124	5760243.8038...	11737135.430...	Android SM...
4	CON VAL	Cons	nada	test4	300	128	5759738.6348...	11734575.390...	Android SM...
2	AAACOM	Cons	nada	Severia 34	8	148	5759325.3458...	11734504.830...	Android SM...

Visualizando los datos y evaluándolos en softwares como Excel, se pueden organizar los datos de una forma que permita la planificación de actividades futuras como:

- Silvicultura (raleo, liberaciones, corta de lianas...);
- Planificación del acceso (camino, líneas de arrastre);
- Planificación de cosecha.

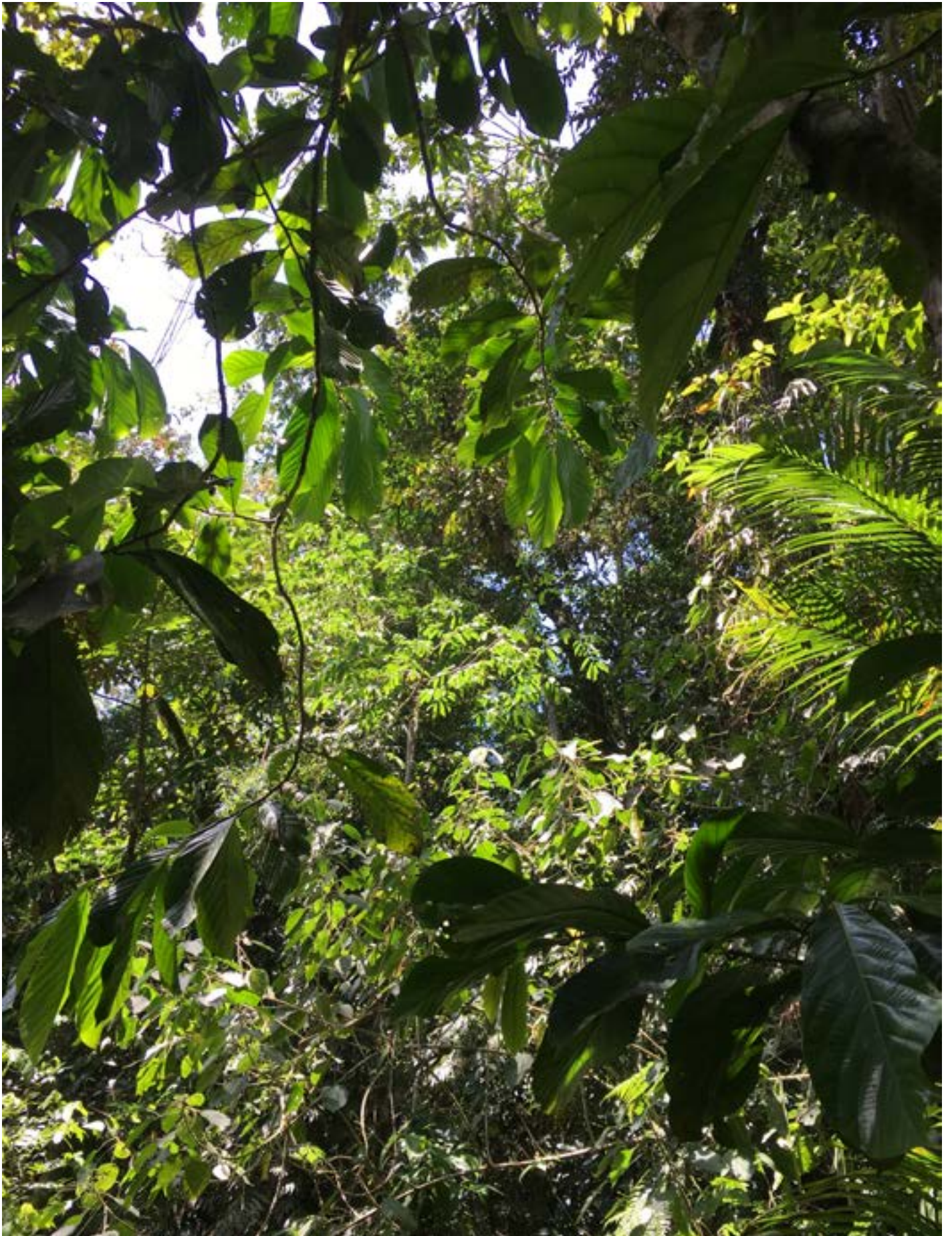


En esta fase se puede hacer el refinamiento de los datos levantados con calma y considerando todo el ecosistema de bosque. En la fase del levantamiento no se tiene la visión general final de la distribución de especies comerciales o de preservación, pero si se dispone de ella en la fase de evaluación en la computadora. La clasificación y visualización por uso de árbol o especies permite ajustar el plan de manejo considerando una visión más holística.

- Se puede revisar la distribución espacial de los árboles futuros y/o verificar si las especies seleccionadas tienen en cuenta la biodiversidad deseada.
- Calcular los volúmenes de los árboles marcados para cosecha, raleos o liberaciones.
- Verificar los datos del inventario y los volúmenes comerciales estimados; entre otros.



El gráfico muestra la posición de los árboles levantados, clasificados por su uso comercial / conservación.



10. ANEXO

10.1. Ejemplo de una guía de como evaluar la competencia de un árbol futuro

Guía para evaluar competencia de árboles futuros

Para poder escoger los árboles de futuro en el bosque se necesita conocer por cada especie su nivel de prioridad de base según una escala predefinida:

Categoría	Incidencia	Factor categoría	Factor incidencia	Factor global especie
Protección		2	0	2
Altamente comercial	Escaso	3	0	3
	Común		1	4
	Abundante		2	5
Actualmente comercial	Escaso	4	0	4
	Común		1	5
	Abundante		2	6
Potencialmente comercial	Escaso	5	0	5
	Común		1	6
	Abundante		2	7
No comercial	Escaso	6	0	6
	Común		1	7
	Abundante		2	8

Ajuste por cantidad y calidad

Además de conocer la prioridad de cada especie se necesita una escala de corrección que tome en cuenta el DAP y la altura comercial (AC) o altura recta (AR) del árbol que determine su volumen y su calidad. La calidad se define por el número de fallos. Los fallos pueden ser: inclinación o forma del fuste, sanidad y/o forma de la copa. Finalmente hay un factor para casos específicos locales (Esp. Loc.).

DAP	Factor	AC/AR	Factor	Calidad	Factor	Espec. locales	Factor
> 40cm	0	> 10m	0	0 fallos	0	Alto importancia	0
30 – 40 cm	1	7.5 – 10m	1	1 fallo	1	Mediano imp.	1
15 – 30 cm	2	5 – 7.5m	2	2 fallos	2	Imp. bajo	2
< 15cm	3	< 5m	3	> 2 fallos	3	Sin importancia	3

La suma de los tres factores forma el factor de corrección que se añade a los factores de prioridad de las especies en caso de una situación en la cual se tiene que elegir entre dos o tres árboles el árbol de futuro.

La suma del factor global de especie de la tabla 1 junto con los cuatro factores de la tabla 2 calculan el factor global de cada árbol. El árbol con un factor más bajo tiene prioridad para favorecer su crecimiento.

Ejemplo

Un árbol n° 1 altamente comercial pero común de 35 cm DAP, con una altura comercial de solo 4 m con una copa deficiente, inclinado y con problemas de sanidad que compite con un árbol n° 2 potencialmente comercial pero escaso de 44 cm DAP, con altura comercial de 9 m bien recto y buena copa:

Para el árbol n° 1: $3 \text{ (tabla 1)} + 1 + 1 + 3 + 3 = 11$

Para el árbol n° 2: $5 \text{ (tabla 1)} + 2 + 0 + 1 + 1 = 9$

En este caso será oportuno eliminar el árbol n°1 y favorecer el crecimiento del árbol n° 2.



**Forestry and Climate
Change Fund**

2, place de Metz /// L-1930 Luxembourg
T.: +352 27 47 35 /// F.: +352 27 47 35 72 /// info@lmdf.lu /// www.fccf.lu