



El ambiente
es de todos

Minambiente



Trabajando por la biodiversidad

Guía de elaboración de protocolos para solicitud de manejo de especies proveedoras de Productos Forestales No Maderables

Proyecto “Promoviendo los Productos Forestales No Maderables (PFNM) en Colombia”

Unleashing NTFP's – Milestone 4

Elaborado por:

René López Camacho
Docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Consultor

Bajo la supervisión de:

María Claudia Torres
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt

Bogotá D.C., octubre de 2020



TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	3
ANTECEDENTES.....	4
Capítulo 1. Definiciones y aspectos generales	6
Introducción.....	7
Definiciones de los PFNM	8
Conocimiento ecológico en PFNM y bioeconomía.....	9
El porqué de esta guía	11
Capítulo 2. Aspectos biológicos y ecológicos a tener en cuenta para el aprovechamiento.....	14
Introducción.....	15
Caracterización biológica de la especie.....	18
Especie objeto de aprovechamiento	19
Nombre científico y nombres comunes	19
Descripción de la especie	19
Hábito de crecimiento	19
Altura y diámetro.....	20
Hojas, flores y frutos	21
Rasgos de historia de vida de la especie y parte de la planta cosechada.....	23
Ciclo de vida.	26
Longevidad.	26
Multiplicación vegetativa (natural).....	27
Multiplicación vegetativa (por el hombre).	30
Agente de dispersión	31
Agente de polinización.....	32
Banco de semillas.....	32
Tipo de Fruto	32
Fenología foliar	35
Sexualidad de la planta.....	35
Parte de la planta cosechada.....	35
Clases de edades o tamaños.....	39
Evaluación de la sostenibilidad.....	40
Estructura de edad en poblaciones	40
Estructuras de edad en árboles	42
Estudio de la dinámica poblacional	48
Capítulo 3. Caracterización de las poblaciones y ecosistemas objeto de aprovechamiento	55
Introducción.....	56

Elementos rectores para manejo sostenible de los PFNM	58
Sobre el tipo de ecosistema	59
Ubicación geográfica y administrativa.....	61
Estado legal del territorio	61
Información detallada por predio.....	61
Características biofísicas del sitio	62
Hidrografía e hidrología.....	63
Cobertura vegetal e historia del bosque.....	63
Clasificación ecológica de la especie	65
Fenología (floración y fructificación).....	67
Inventario forestal.....	68
Criterios para la elaboración del inventario	70
Diseño de muestreo para el inventario.....	71
Capítulo 4. Técnicas de aprovechamiento y tratamientos silviculturales	85
Introducción.....	86
Extracción de impacto reducido.....	87
Aplicación del principio de precaución	93
Implementar la rotación y limitación en la recolección.....	93
Zonas de protección integral.....	93
Establecimiento de periodos de exclusión e individuos no cosechados.	94
Aspectos importantes en la recolección.....	96
Hojas e inflorescencias	101
Exudados (gomas, resinas, látex, aceites)	102
Frutos	104
Cosecha de frutos y hojas en palmas y árboles	105
Raíces	109
CAPITULO 5.....	114
Monitoreo a los Productos Forestales No Maderables	114
Introducción.....	115
¿Por qué monitorear?.....	116
Monitoreo participativo	117
Herramientas para el monitoreo participativo.	118
Indicadores de impactos económicos y socioculturales	122
Referencias bibliográficas.....	124

PRESENTACIÓN

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha adelantado un análisis frente a la normatividad existente para la regulación de los Productos Forestales No Maderables (PFNM), y como resultado actualmente se cuenta con una propuesta normativa la cual tiene por objeto: sustituir la Sección 10 del Capítulo 1 del Título 2 de la Parte 2 del Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015, sobre aprovechamiento de productos de la flora silvestre con fines comerciales. Dentro de esta norma se contemplan aspectos como las clases de aprovechamientos, los aspectos a tener en cuenta en el estudio técnico, así como de solicitud, y la necesidad de generar protocolos de manejo y aprovechamiento y guías que permitan la buena gestión de este recurso.

Actualmente el Instituto Alexander von Humboldt se encuentra ejecutando el proyecto “Unleashing NTFPs”, en colaboración con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia -ANDI- el cual es financiado por el programa Partnerships for Forests, financiado por el Gobierno Británico. Este proyecto tiene como fin contribuir a la implementación de la normativa asociada al aprovechamiento de productos no maderables de la flora silvestre con fines comerciales. En este contexto, el proyecto involucra el desarrollo de documentos técnicos que apoyen la implementación del decreto por parte de autoridades ambientales e interesados, entre los cuales se encuentra la presente **Guía de elaboración de protocolos para solicitud de manejo de especies proveedoras de Productos Forestales No Maderables**.

Esta guía contiene la descripción del marco para la elaboración de protocolos de aprovechamiento y manejo para las especies de las cuales se cosechan PFNM, instrumento que es fundamental para las autoridades ambientales pues les permite contar con elementos de apoyo para ejercer mejor sus funciones frente al manejo de estos productos y lograr fortalecer el desarrollo de sus competencias y funciones con respecto a la gestión de los ecosistemas forestales. Así mismo, busca lograr avanzar en la modernización de la administración forestal en el componente de la flora silvestre y de su aprovechamiento, potencializando su uso.

Finalmente, las acciones conjuntas entre las Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos y Oficina de Negocios Verdes y Sostenibles del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible han permitido identificar y discutir elementos de aspectos ecológicos que se constituyen en criterios importantes a tener en cuenta de tal forma que se garantice que no se está poniendo en riesgo o amenaza las especies de flora silvestre que son aprovechadas en la obtención de PFNM.

ANTECEDENTES

Los Productos Forestales no Maderables (PFNM) en Colombia requieren de un esquema de gestión y regulación que permita garantizar su conservación en el tiempo, y partiendo del hecho que el principal regulador es el Estado, y que de conformidad con lo establecido en la constitución política colombiana, el artículo 8 establece en forma clara: “*Es deber del Estado y las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la región*”, el Estado a través del Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, emitió el Decreto 1791 de 1996 “**Por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal**”, actualmente compilado en el Decreto 1076 de 2015, Parte 2. *Reglamentaciones*, Título 2. *Biodiversidad*, Capítulo 1. *Flora Silvestre*. Este decreto tiene como objetivo regular las actividades de la administración pública y de los particulares respecto al uso, manejo, aprovechamiento y conservación de los bosques y la flora silvestre con el fin de lograr un desarrollo sostenible.

De conformidad con el artículo 2.2.1.1.15.2 *Condiciones adicionales*, las Corporaciones autónomas y de desarrollo sostenible, dentro de sus competencias y en uso de los principios señalados en la Ley 99 de 1993, pueden establecer condiciones adicionales, con el fin de proteger los bosques y la flora que por sus características especiales así lo requieran, teniendo en cuenta las particularidades regionales. Por lo que delegó en la Corporaciones las funciones para administrar el recurso forestal, incluidos los productos no maderables, mediante los siguientes artículos:

Artículo 2.2.1.1.7.17. Guías Técnicas. Las Corporaciones elaborarán guías técnicas que contendrán la forma correcta de presentación de la solicitud, del plan de manejo forestal, del plan de aprovechamiento forestal y de las consideraciones ambientales, establecidas como requisito para el trámite de las diferentes clases de aprovechamiento, con el fin de orientar a los interesados en aprovechar los bosques naturales y los productos de la flora silvestre.

Artículo 2.2.1.1.7.23. Posibilidad de Subclasificar. Las Corporaciones, de acuerdo con las características bióticas, abióticas y socioeconómicas de cada región, podrán establecer una subclasificación por área o superficie de los aprovechamientos forestales o productos de la flora silvestre.

Artículo 2.2.1.1.10.2. Reglamentación de las Corporaciones. Cada Corporación reglamentará lo relacionado con los aprovechamientos de especies y productos del bosque no maderables, como: guadua, Cañabrava, bambú, palmas, chiquichiquí, cortezas, látex, resinas, semillas, entre otros.

Desde la expedición de la Ley 99 del 93 algunas corporaciones adelantaron labores relacionadas con normatividad frente a los PFNM. Esto representa un buen avance en materia de regulación y control de estos recursos, sin embargo, urge la necesidad de entender el marco normativo vigente para comprender con qué herramientas se cuenta frente a la regulación de estos productos, realizando un énfasis en lo concerniente al manejo y aprovechamiento de estos productos.

Colombia sigue presentando una creciente pérdida de su cobertura boscosa y de degradación de sus ecosistemas, debido principalmente al cambio de uso de la tierra para establecimiento de ganadería, minería, desarrollo de infraestructura y establecimiento de cultivos ilícitos entre otros. En la búsqueda del desarrollo económico y social del país, el sector forestal no solo debe definir la base de sus recursos forestales, las cuales se encuentran soportadas por los procesos de ordenación forestal, sino que debe contar con herramientas que permitan efectuar seguimiento al recurso forestal para frenar la degradación de este recurso.

En los procesos de aprovechamiento de PFNM la situación clásica está basada en el extractivismo, y debemos recordar que los procesos de ordenación con los que se miraban los bosques en los años 70 se basaban principalmente en la cuantificación de existencias de volúmenes para extracción de madera con fines netamente comerciales. Actualmente los bosques se miran bajo un enfoque ecosistémico que permite no solo el desarrollo económico, sino la conservación de la biodiversidad, y una activa participación y aprovechamiento por parte de las comunidades que habitan estos bosques.

Partiendo de los artículos mencionados anteriormente, en donde se establece que las Corporaciones reglamentarán lo relacionado con los aprovechamientos de especies y productos del bosque no maderables, es indispensable la elaboración de un documento guía con la descripción de un marco que permita la elaboración de protocolos de aprovechamiento y manejo para especies de las cuales se cosechan PFNM, esto con el fin de orientar a los interesados en las labores de aprovechamiento de los bosques y otros ecosistemas naturales y los productos de la flora silvestre.

CAPÍTULO 1. DEFINICIONES Y ASPECTOS GENERALES



Introducción

El término Productos Forestales No Maderables (PFNM) fue introducido en la literatura en 1989 por Beer y McDermott, y en la literatura en inglés figura como Non Timber Forest Products (NTFP). Cuando fue descrito inicialmente por estos autores, lo enmarcaron como la inclusión de diversos recursos que abarca productos exclusivamente obtenidos de bosques primarios, hoy las definiciones son amplias e incluyen una diversidad de recursos, pero haciendo la salvedad que se excluyen aquellos productos que sean obtenidos de tejidos leñosos, tales como madera en cualquiera de sus presentaciones (rollo, tabla) o pulpa.

La diversidad de definiciones frente a estos productos ha sido abordada en distintas instancias, eventos y por diferentes organizaciones incluida la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO- quien desde 1991, emprendió un importante programa de promoción y desarrollo de PFNM con el objetivo de servir de centro de excelencia para el intercambio de información con miras a una mejor utilización de estos productos en apoyo de la ordenación forestal sostenible, la conservación de la diversidad biológica y la mejora de la seguridad alimentaria.

Una buena revisión acerca de la definición puede ser consultada en el artículo de Belcher (2003) quien aborda las diversas definiciones teniendo en cuenta la heterogeneidad de actores y sectores interesados en estos productos, llegando entre otras a la conclusión que el concepto de PFNM es muy desafiante y encarna la opinión de desarrollo sostenible buscando una solución a los problemas de conservación y de desarrollo. Gran parte de las definiciones frente a los PFNM empleadas en la literatura mundial obedece a la heterogeneidad de los diferentes sectores interesados y las diversas disciplinas implicadas en su estudio.

Adicionalmente, Belcher (2003) establece que teniendo en cuenta los diferentes intereses y objetivos, la terminología y el uso del término se encuentra lleno de ambigüedad y en algunos casos de inconsistencias. Sin embargo, el término colectivo ha tenido un propósito muy importante en el sentido de resaltar el valor de una gama de recursos que durante mucho tiempo habían sido no valorados y en la mayoría de los casos subestimados.

Hoy el término "PFNM" está bien establecido en la lengua vernácula y es muy probable que siga siendo de continuo uso, por lo que uno de los aspectos más importante es comprender que estos productos involucran recursos renovables que deben ser desarrollados y articulados a los nuevos contextos económicos de tal manera que logren mejorar los medios de vida de las personas que habitan los bosques y que han mantenido por muchos años las tradiciones y el conocimiento ancestral del uso y manejo de estos productos.

En los últimos años se ha presentado un gran interés de investigación en el campo de los PFNM abarcando distintas aristas y miradas desde campos como la economía, biología de la conservación, la agronomía, la antropología, ciencias sociales en general e incluso desde la parte gastronómica y de la cosmetología; estos últimos han contribuido en gran medida a popularizar y dar a conocer varios de estos productos.

Los esfuerzos de desarrollo a nivel rural y en especial el manejo de los bosques se centran sobre el potencial de crear y capturar valor a través de mejorar la producción, lograr el procesamiento y la comercialización de los PFNM, pero siempre teniendo como eje central mejorar los medios de vida de las personas con menos recursos económicos. Los enfoques actuales tanto desde el económico como forestal buscan adelantar acciones frente a los PFNM, ampliándose en las últimas décadas con el fin de incluir una gama más amplia de "productos naturales" provenientes de distintos ecosistemas.

Los PFNM hoy requieren una nueva mirada que supere aquellas ya identificadas frente a las bondades que presta de lograr la conservación y la generación de un bajo impacto en el aprovechamiento de los bosques naturales, es primordial empezar a mirar estos productos bajo el contexto de la bioeconomía buscando lograr posicionar estos productos y que constituyan una parte importante del PIB de las economías en los distintos países.

El cambio actual en los paradigmas de la economía muestra hoy que dentro del concepto de bioeconomía los ecosistemas naturales se constituyen en un elemento central que permite entre otros aspectos la utilización de una forma versátil, pues los ecosistemas naturales contribuyen de una manera importante a una economía de bajas emisiones, aporta en aspectos claves como es la seguridad alimentaria, así como la utilización sostenible de los recursos biológicos renovables con fines industriales. Debe manejarse estos aspectos con mucho cuidado para evitar que los PFNM no sigan siendo mal empleados y utilizados bajo el continuo esquema de economías extractivistas, las cuales han llevado en muchos casos a la desaparición del recurso en varias regiones, socavando las poblaciones naturales, de estas especies y en algunos casos ubicándolas bajo distintas categorías de amenazas.

Definiciones de los PFNM

Antes de entrar a dar una definición de los que son los PFNM, tenemos que recordar que estos productos comienzan a adquirir importancia en el contexto mundial y a capturar la atención de conservacionistas como el botánico Alwyn Gentry y los ecólogos Charles Peters y Robert Mendelsohn, quienes adelantan su artículo titulado: "*Valuation of an Amazon Rainforest*" en la revista Nature (1989) donde mostraban que era posible obtener más dinero de los bosques tropicales mediante la recolección de estos productos que de la tala (Peters *et al.*, 1989). Este es un punto en donde se comienza a dar importancia a los PFNM y comienzan a moverse en escena dentro de los programas mundiales. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) comienza a promover los PFNM a través de su programa sobre productos no madereros. En los últimos 30 años, muchos otros internacionales como el Banco Mundial, el International Development Research (IDRC), el Centro de Silvicultura Internacional Investigación (CIFOR), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la Organización Internacional de Maderas Tropicales (ITTO), el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y el Programa de Apoyo a la Biodiversidad (PAB), entre otros, han incorporado el concepto de PFNM en sus programas de investigación y desarrollo.

Si bien la producción de literatura frente a la importancia de los PFNM se ha incrementado en los últimos treinta años y del importante interés mundial que los rodea, siguen sin resolverse varias cuestiones básicas de definición y conceptuales. El término "PFNM" ha resultado difícil de definir entre los expertos forestales, los conservacionistas, las organizaciones de desarrollo y los pioneros del concepto debido entre otras a algunas de los límites que existen entre lo que son los productos madereros y los no madereros, la dificultad subyacente en la definición de un bosque y la naturaleza evolutiva del concepto y el potencial para reunir un conjunto diverso de intereses y experiencias relacionadas con la relación hombre-bosque.

Hoy existe una sobreabundancia de terminologías que han sido utilizadas indistintamente por varios autores y organizaciones con términos como "productos forestales no madereros, productos forestales menores", "recursos biológicos forestales", "productos forestales especiales", "beneficios forestales no madereros" "bienes y servicios no madereros", "productos silvestres", "productos naturales", "productos forestales no madereros", "subproductos de bosques", "productos forestales secundarios" "productos menores del bosque" y "cosecha oculta", para una discusión más profunda a la semántica de estos productos recomendamos consultar el trabajo adelantado por Ahenkan y Boon (2011).

En este trabajo definimos los PFNM de acuerdo a lo estipulado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (MADS), enmarcado en los antecedentes regulatorios de la flora silvestre como es el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, el cual contempla en varios de sus principios generales, de la administración pública y de los particulares respecto al uso, manejo, aprovechamiento y conservación de los bosques y la flora silvestre con el fin de lograr un desarrollo sostenible. Actualmente se encuentra en curso el Decreto que modifica la Sección 1 de definiciones y se sustituye la Sección 10 del aprovechamiento de productos de la flora silvestre con fines comerciales, del Capítulo 1 del Título 2 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015, y el cual establece que los Productos Forestales no Maderables son: "*Bienes de origen biológico incluidos los hongos, distintos de la madera y la fauna, derivados del bosque natural, tales como gomas, resinas, látex, lacas, frutos, cortezas, estípes, semillas, flores, raíces, ramas, hojas, lianas, cogollos, yemas, fibras, exudados, palmas, follajes, rizomas, entre otros.*" Se excluyen de este concepto otros aspectos relacionados con los Servicios Ecosistémicos, así como todo lo relacionado con la fauna.

Conocimiento ecológico en PFNM y bioeconomía

El nuevo enfoque de la bioeconomía genera esquemas que radican en su gran mayoría en las bases de las ciencias de la vida y en el aprovechamiento de su biomasa de diversas formas, esto implica la gestión de los recursos forestales, integrando procesos relacionados con la biotecnología y la manufactura. De acuerdo a Duchesne y Wetzel (2002) se espera que, en el sector forestal, la bioeconomía busque una diversificación de los productos biológicos gestionados a partir de los distintos ecosistemas forestales, como son los productos forestales no maderables (PFNM). Estos productos han recibido atención en los últimos años pues se ha demostrado que logran diversificar las economías rurales en los distintos países, a la vez que se

logra generar comunidades forestales sostenibles y subvencionar operaciones en el sector forestal.

Algunos de los éxitos logrados en diversos países de desarrollo económico teniendo como bases los PFNM ha atraído la atención de políticos, empresarios, organismos de desarrollo económico y distintas comunidades de otras naciones como medio para mejorar la calidad de vida y reducir la pobreza en las zonas rurales. Ya hemos mencionado en párrafos anteriores la importancia de estos productos para las comunidades locales.

De acuerdo a FAO (2000) por lo menos unos 150 PFNM son significativos en términos de comercio internacional, productos como el ratán, el bambú, la goma arábiga, los hongos, el corcho, la nuez del Brasil, los aceites esenciales y las partes de plantas para la elaboración de productos farmacéuticos, así como materias primas para la elaboración industrial en gran escala y algunos productos básicos comercializados internacionalmente, como alimentos y bebidas, confitería y aromatizantes, perfumes, medicinas, tintes entre otros.

El futuro de la industria de los PFNM depende en gran medida de que los empresarios adquieran los conocimientos necesarios para localizar, recolectar, manipular y transportar los PFNM de la manera más eficiente posible. A su vez, es fundamental que los institutos de investigación y la academia en armonía con las corporaciones autónomas y de desarrollo sostenible a través de forestales y biólogos entre otros ayuden a los recolectores de PFNM mediante implementación de investigación acción participativa y dialogo de saberes lograr seleccionar los sitios más rentables, cosechar de manera eficiente y ecológicamente responsable, así como manejar sus productos para obtener el máximo rendimiento económico, pero sin socavar el recurso objeto de aprovechamiento. En las últimas décadas se ha venido adelantando estudios y documentando en la literatura científica diversas experiencias prácticas que muestra a los usuarios forestales, que las plantas no se encuentran de manera uniforme en todos los bosques, sin embargo, aún existen vacíos relacionados con las necesidades específicas de la industria de los PFNM. En particular, tenemos una escasa comprensión de la biología específica de muchos PFNM, por lo que es difícil determinar con precisión su ubicación y abundancia en los ecosistemas naturales. En la práctica, la distribución de los PFNM varía con una amplia gama de factores ambientales y de plantas internas, como las condiciones del suelo, el clima, el momento de la temporada de crecimiento, la historia de la perturbación, el tipo de vegetación y la edad y condición de las plantas.

Además, es importante reconocer que dentro de los ecosistemas forestales no todas las fuentes de PFNM son iguales frente a la producción. Por ejemplo, la cantidad de kilogramos de fibra que se puede obtener de la palma *Mauritia flexuosa* que se pueden cosechar por hectárea en bosques de la Amazonía difiere por localidades (Sampaio *et al.*, 2008) lo cual incide por ejemplo en la determinación de cupos de aprovechamiento para estos productos.

Estos son algunos de los aspectos en los que es necesario avanzar para poder establecer una real relación entre los beneficios económicos y una sostenibilidad del recurso. Debemos ser conscientes que carecemos de mucha de esta información, pero esta no debe ser una limitante

para poder avanzar en la potencialización de los PFNM en Colombia y una de las maneras para lograr conocer estas dinámicas y establecer buenas relaciones de equilibrio entre lo ecológico y lo económico es a través de procesos de monitoreo y seguimiento de estos productos a largo plazo, lo cual nos conlleva en la necesidad de realizar parcelas permanentes de monitoreo que nos permitan conocer bien estos aspectos de las poblaciones naturales.

A nivel del país se han adelantado diversos estudios encaminados a la generación de lineamientos de manejo de especies vegetales de importancia para la obtención de productos forestales no maderables, que son de obligatoria consulta, pues brindan herramientas indispensables para el aprovechamiento sostenible de estas especies para una adecuada legislación sobre su aprovechamiento. El trabajo adelantado por Bernal & Galeano (2013), presenta información y recomendaciones para un buen manejo de 23 especies de palmas de mayor uso en Colombia, ofreciendo fundamentos teóricos y metodológicos que permiten a los usuarios monitorear el estado de las poblaciones que se encuentre bajo aprovechamiento y evaluar el potencial de otras que a futuro sean empleadas. Torres y Casas (2014) elaboran protocolos de aprovechamiento para tres especies de la flora silvestre proveedoras de no maderable, Jagua (*Genipa americana*), Vainilla (*Vanilla spp.*) y Chamba (*Campomanesia lineatifolia*), propuesta metodológica que requiere ejercicios prácticos para la validación de su concepción. López-Gallego, C. (2015), en su documento “Monitoreo de Poblaciones de Plantas para Conservación” establece lineamientos claves para promover el diseño e implementación de planes de monitoreo a nivel regional por parte de instituciones académicas y no académicas, aspectos fundamentales para el seguimiento de las poblaciones naturales de especies vegetales de interés y potencial económico. Recientemente la Corporación Biocomercio sostenible elabora la “Guía para el manejo de la palma Canangucha (*Mauritia flexuosa*) para la producción de frutos” donde se incluyen aspectos básicos de la especie, y se definen componentes, así como estrategias y acciones para el manejo sostenible de sus poblaciones en el departamento de Caquetá, Grosso (2020). Recientemente López y Murcia (2020) adelantan la publicación: Productos forestales no maderables (PFNM) en Colombia. Consideraciones para su desarrollo. Proporcionando una síntesis a nivel de Colombia del conocimiento actual sobre el tema de no maderables con énfasis en la normatividad establecida, e identificando los principales desafíos que es necesario superar para resaltar los múltiples papeles, el uso, la gestión y la comercialización de los productos forestales no maderables.

El porqué de esta guía

El objetivo de esta guía es proporcionar una orientación práctica para la elaboración de estudios técnicos para el manejo sostenible de la flora silvestre en la obtención de Productos Forestales No Maderables, busca facilitar a las autoridades ambientales y aquellos interesados en la realización de estudios técnicos sobre no maderables poder identificar entre otros aspectos que variables deben emplearse para la elaboración de los estudios de las poblaciones naturales objeto de aprovechamiento y cuáles son los pasos que debe seguir para lograr el monitoreo y poder contar con una mejor base a futuro que permita establecer cuotas de aprovechamiento en las poblaciones naturales sin socavar el recurso natural. El establecimiento de estos sistemas de

monitoreo participativo permitirá recopilar y sistematizar datos, y documentar, reflexionar y analizar los resultados dando un mejor sustento para el manejo de las especies silvestres proveedoras de PFNM.

Con la entrada en vigencia de la modificación del artículo 2.2.1.1.1 de la Sección 1 del Capítulo 1 del Título 2 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015, en materia de no maderables, las autoridades ambientales podrán otorgar o negar el permiso de aprovechamiento, garantizando la persistencia, sostenibilidad y renovabilidad del recurso, de conformidad con lo señalado en el estudio técnico o el protocolo de manejo sostenible de la flora silvestre y de los productos forestales no maderables aprobado para la(s) especie(s) objeto de la solicitud. Bajo este enfoque el Estudio técnico y los protocolos de manejo sostenible de las especies objeto de aprovechamiento se constituyen en elementos claves para la gestión de estos recursos.

Esta normativa define el Estudio técnico definido como:

"Documento elaborado por el interesado en el manejo sostenible de la flora silvestre y de los productos forestales no maderables con fines comerciales, por medio del cual se caracterizan, proponen y analizan aspectos biológicos, ecológicos, productivos y socioculturales que demuestran que existe una adecuada estabilidad poblacional, que permita un manejo sostenible de la(s) especie(s) objeto de interés".

Y el Protocolo para el manejo sostenible de la flora silvestre y de los productos forestales no maderables como:

"Documento técnico que contiene los lineamientos para el manejo sostenible de la flora silvestre y de los productos forestales no maderables".

Los protocolos serán adelantados por las Autoridades Ambientales Regionales con el apoyo de la academia y de los institutos de investigación, y se deberán realizar para las especies de interés en la obtención de productos forestales no maderables, contemplando las condiciones y medidas de manejo sostenible que deberán tener en cuenta todos los habitantes del territorio nacional. Como generalmente un recurso no maderable presenta una distribución geográfica que abarca áreas de jurisdicción entre varias autoridades ambientales, un protocolo de manejo sostenible para la especie adelantado conjuntamente entre las diferentes corporaciones con competencia permitirá contar con lineamientos que permitan el manejo de la especie de manera más integral y coordinada. Este es el caso, por ejemplo, de muchas especies de bejucos de interés en la zona cafetera, entre los que se encuentra el bejuco tripeperro (*Philodendron longirrhizum*), especie que se distribuye en áreas bajo jurisdicción de la CRQ, Corpocaldas y Cortolima.

La nueva normativa establece que, si se cuenta con el protocolo de manejo sostenible para la especie objeto de interés, no se requerirá de la presentación del estudio técnico por parte del usuario, sino simplemente seguir los lineamientos establecidos en el protocolo. Sin embargo, es fundamental que el interesado en el aprovechamiento del recurso presente un sistema de

monitoreo para el Manejo Forestal Sostenible de la especie de interés, esto con el fin de contar con un seguimiento al estado de las poblaciones naturales que permita su manejo adaptativo.

Por su parte el estudio técnico, en los casos que se requiera, deberá ser elaborado por el usuario interesado en hacer el manejo y aprovechamiento del PFNM, y deberá contener como mínimo:

1. Descripción general de los aspectos físico bióticos, socioculturales y económicos del área donde se encuentre la especie susceptible de MFS de PFNM.
2. Identificación de la especie(s) objeto de MFS de PFNM con su nombre (s) común, nombre científico y familia botánica, actualizado.
3. Parte (s) de la especie(s) susceptible (s) de MFS de PFNM (hojas, cortezas, yemas, frutos entre otros).
4. Producto (s) susceptibles de MFS de PFNM (goma, resina, látex, fibra, entre otros).
5. Peso, volumen o cantidad aproximada de PFNM susceptible de MFS por hectárea o por número de individuos.
6. Frecuencia del MFS de los PFNM en una misma área o en un mismo individuo.
7. Medidas de manejo silvicultural tendientes a mitigar los posibles impactos que genere la actividad y que contribuyan con la restauración de la especie (s) objeto de MFS de PFNM, sus poblaciones y ecosistema.
8. Medidas de conservación de la especie (s) objeto de MFS de PFNM, sus poblaciones y ecosistemas, que garanticen la estructura poblacional y la diversidad genética de la especie (s) objeto de MFS de PFNM, así como distribución geográfica de las poblaciones, cantidad o calidad del hábitat y aspectos demográficos en donde se busca contar con datos relacionados con abundancia, estructura de la población y dinámica poblacional.
9. Sistemas productivos y tecnologías ambientalmente sostenibles a emplear para el MFS de PFNM.

Es necesario entender que el estudio técnico y los protocolos son documentos complementarios frente al marco de implementación de la normativa de no maderables, por lo que la guía que presentamos a continuación representa un marco para la elaboración tanto de los estudios técnicos como de protocolos de manejo, siendo un instrumento útil para diferente tipo de actores, desde comunidades locales hasta organismos nacionales, pudiendo ser empleada por personas que trabajan con las comunidades forestales, sean profesionales de organismos no gubernamentales, técnicos de campo, o asesores de proyectos. Esperamos que también sea útil para los distintos equipos técnicos de instituciones gubernamentales y no gubernamentales que trabajan en el seguimiento de programas que se ejecutan en diferentes regiones del país. En este contexto, la presente guía incluye las bases biológicas, ecológicas y metodológicas que permiten el estudio de las especies objeto de interés, con el fin de obtener información relacionada con su abundancia, distribución, reproducción, estructura poblacional, capacidad de producción de las partes a cosechar, impactos de la cosecha, entre otros aspectos, que se consideran son fundamentales para orientar la toma de decisiones sobre su aprovechamiento y manejo.

CAPÍTULO 2. ASPECTOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS A TENER EN CUENTA PARA EL APROVECHAMIENTO



Introducción

Durante cientos de miles de años los productos forestales no madereros (PFNM) han sido cosechados por las poblaciones humanas, empleando distintas partes de la planta como son semillas, flores, cortezas, yemas o cogollos, frutos, hojas, raíces, así como distintos tipos de exudados dentro de los que se encuentran látex, resinas, entre otros. Todas estas partes han sido empleadas, bien sea con fines alimenticios, medicinales, ornamentales, culturales, y para construcción o elaboración de distintos utensilios personales o como elementos de caza y pesca. Actualmente ya es reconocida en buena parte del mundo la importancia que representan los productos forestales no madereros (PFNM) en los medios de vida rurales y especialmente en los países más pobres. En distintas áreas de la investigación estos productos han tomado auge, pero se requiere que vayan teniendo una mayor incidencia en el espacio político, por lo cual es fundamental lograr documentar e investigar y ahondar más en estudios que reflejen la importancia de estos productos para las comunidades locales. El número de estudios publicados en los últimos 20 años y que se encuentran registrados en la base de datos de ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com>) que contienen el término “NTFP” se presenta en la figura 2.1.

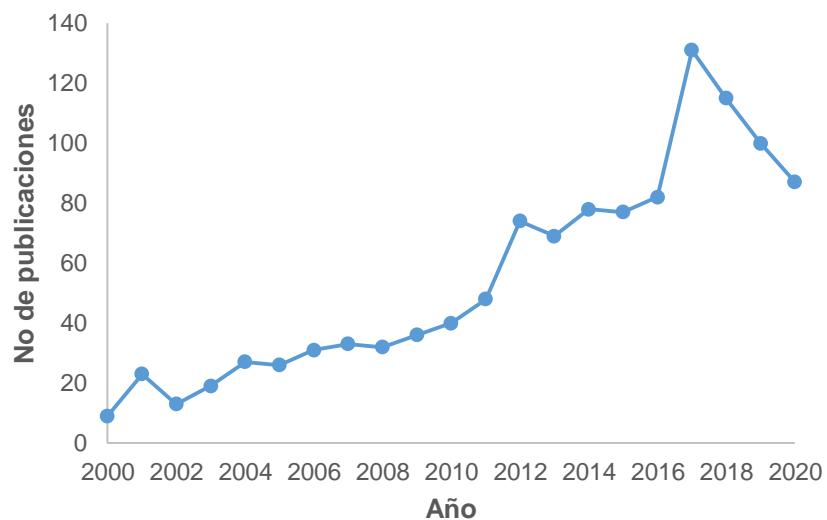


Figura 2.1. Número de publicaciones en los últimos 20 años registradas en la base de datos de Science Direct. **Fuente.** Elaboración propia.

De muchos de estos estudios se concluye que los PFNM contribuyen de diversas formas a los medios de vida locales y que cuando se observan bajo la óptica de ingresos, muchos hogares obtienen una cantidad significativa de proporción de sus ingresos (Shackleton *et al.* 2007, Angelsen *et al.* 2014). De ahí la importancia de que estos productos no sean abordados como productos secundarios o productos menores, estos productos son elementos vitales de muchos pobladores y de las economías locales y regionales, por lo que su administración debe efectuarse de una manera responsable que permita asegurar beneficios y medios de vida principalmente en las economías rurales y orientada como ya hemos hecho mención a las comunidades rurales más empobrecidas.

El creciente comercio de estos productos los cuales proveen en su gran mayoría de poblaciones de flora silvestre ha comenzado a generar preocupación por la sobreexplotación. Ya a finales de los años 80 y en la década de los 90 se comenzaba a realizar mención de esta problemática en el aprovechamiento de varios productos, como bien lo documenta Vásquez y Gentry (1989) en la comercialización de frutos en Iquitos (Perú), Cunningham (1993) para el mercado de plantas medicinales en África, Clay (1997) en el aprovechamiento de palmito en la región Amazónica, y Tiwari (2000) en el norte de la India.

El aprovechamiento sostenible de las especies vegetales proveedoras de PFNM es esencial para la conservación, pero no solo por el aspecto biológico de la especie, sino porque estos productos representan un medio de subsistencia y de entrada para muchos pobladores rurales. No debemos olvidar que la promoción de la extracción comercial de PFNM como estrategia de conservación se ha fundamentado en la premisa que es posible lograr la conservación de los bosques y a su vez obtener bienes y servicios de estos, así mismo el ofrecimiento o generación de incentivos económicos para las poblaciones rurales a través de la obtención de estos productos contribuye entre otros aspectos para contrarrestar la amenaza de los usos destructivos de la tierra, como la tala, implementación de pasturas y ganadería, acaparamiento de tierras y a frenar la deforestación (Panayotou y Ashton 1992; Plotkin y Famolare 1992).

Una revisión de estudios efectuados sobre PNFM, dando énfasis a aquellos documentos publicados desde el año 1990 en la literatura científica (revistas indexadas) y en la base de datos de Scopus, y relacionados con aspectos de su cosecha, aprovechamiento (Harvesting) y manejo (Management) se presentan en el Anexo 1, se realiza una síntesis de aquellos trabajos más relevantes, que aportan conceptos para el monitoreo de poblaciones naturales, así como aspectos relacionados con el manejo y aprovechamiento de estos productos. En Colombia existen algunas investigaciones que llaman la atención de la importancia de adelantar estudios acerca del impacto al aprovechamiento de estos productos, evaluando aspectos ecológicos. En la tabla 2.1, presentamos varios de estos estudios indicando aspectos como la parte usada, el hábito, la región donde crece la especie entre otros aspectos.

Uno de los puntos actuales de discusión y de diversos acuerdos entre autoridades ambientales y los directos implicados en el aprovechamiento de los PFNM se encuentra en poder dar respuesta a una pregunta clave como es: ¿Cuáles son las consecuencias ecológicas que se generan con la cosecha de los PFNM? Para dar respuesta a esta pregunta es importante tener claro que todo proceso de recolección de PFNM va a presentar un impacto ecológico en diferente magnitud dependiendo entre otros aspectos de la parte aprovechada de la planta, así como de la intensidad de cosecha y aspectos propios de la biología de la especie. El aprovechamiento puede alterar los diferentes procesos biológicos en distintos niveles, como el fisiológico, los aspectos demográficos, aspectos genéticos de las poblaciones e incidir en funciones a nivel de la comunidad y del ecosistema (Ticktin, 2004).

Tabla 2.1. Algunos estudios ecológicos sobre especies proveedoras de PFNM en Colombia

Parte aprovechada	Especie	Habito	Lugar dentro del bosque	Referencias
Semilla	<i>Phytelephas seemanii</i>	Palma	Sotobosque	Bernal (1988)
	<i>Brosimum alicastrum</i>	Árbol	Dosel	Flórez-P., M., Raz, L. (2019)
	<i>Euterpe oleracea</i>	Palma	Dosel	Vallejo <i>et al.</i> (2011)
	<i>Geonoma deversa</i>	Palma	Sotobosque	Zuidema (2000)
Hoja	<i>Copernicia tectorum</i>	Palma	Dosel	Torres <i>et al.</i> , (2015), Torres <i>et al.</i> (2016), Uribe <i>et al.</i> (2001), Bernal <i>et al.</i> (2011), Rodriguez (2015)
	<i>Attalea butyraceae</i>	Palma	Dosel	Rodriguez (2015), Andrade-Erazo V, Galeano G. (2016), Andrade-Erazo V., et al.(2019).
Hoja, Savia, Frutos	<i>Sabal mauritiiformis</i>	Palma	Dosel	Rodriguez-Buritica <i>et al.</i> (2003)
	<i>Geonoma orbigniana</i>	Palma	Sotobosque	García <i>et al.</i> (2017)
	<i>Astrocaryum malybo</i>	Palma	Dosel	Navarro <i>et al.</i> (2011)
	<i>Lepidocaryum tenue</i>	Palma	Sotobosque	Gonzalez <i>et al.</i> (2012), Navarro <i>et al.</i> (2014)
Hoja y estipite	<i>Iriartea deltoidea</i>	Palma	Dosel	García & Galeano (2008); Caleño <i>et al.</i> (2016)
Raices	<i>Philodendron longirrhizum</i>	Hemiepifita	Dosel	Balcázar-Vargas <i>et al.</i> (2015)
	<i>Heteropsis spp.</i>	Hemiepifita	Dosel	
Cogollos Peciolas	<i>Asplundia sarmentosa, Philodendron aff. sagittifolium y Clusia multiflora</i>	Hierba, Hemiepifita y árbol	Dosel	Benavides y Hernández (2015) Vallejo <i>et al.</i> (2014), Rámirez <i>et al.</i> (2015)
	<i>Euterpe oleracea</i>	Palma	Dosel	(2015)
	<i>Carludovica palmata</i>	Hierba	Sotobosque	Muñoz, R y Tuberquia, D.(1999)

El estudio adelantado por Stanley *et al.* (2012) el cual abordo un análisis de 101 casos de aprovechamiento de PFNM así: América (53/101, o 52,5%), África subsahariana (25/101, o 24,8%), y Asia (23/101, o 22,7%), donde aborda el estudio sobre los impactos ecológicos de la extracción de los PFNM muestra que aproximadamente dos tercios de los estudios revisados se cosechan de forma sostenible desde una perspectiva ecológica.

En el aprovechamiento de los PFNM es necesario tener presente que influyen aspectos como la percepción de los cosechadores, los involucrados en la parte administrativa del recurso, quienes toman las decisiones políticas y la parte investigativa para lograr que las especies objeto de aprovechamiento se cosechen de manera sostenible. Adicionalmente la cosecha de estos productos también se enmarca dentro de un contexto histórico, cultural ecológico y económico que influirá en su manejo.

Los estudios relacionados con las consecuencias ecológicas producto de la cosecha o aprovechamiento de los PFNM han crecido en las últimas décadas. El análisis adelantado por Ticktin (2004) donde se revisan 70 estudios que evalúan los efectos ecológicos de la recolección de PFNM, desde el efecto individual hasta el de ecosistema, mostro que existe escasez de estudios frente a los impactos de cosecha de plantas que presentan un gran valor económico, como resinas y exudados, así como partes de plantas subterráneas como son tubérculos, raíces y cormos. Así mismo se señala la necesidad de mayor seguimiento a largo plazo, factores esenciales para determinar aspectos relacionados con el reclutamiento y variabilidad en la intensidad de cosecha, así como prestar mayor atención a la evaluación de los efectos de la cosecha a nivel de comunidades y de los ecosistemas. Otro aspecto poco explorado es el efecto de la recolección en la estructura genética y la diversidad de las poblaciones recolectadas.

A continuación, daremos una breve explicación de los aspectos biológicos y ecológicos más relevantes a tener en cuenta en el aprovechamiento de los PFNM.

Caracterización biológica de la especie

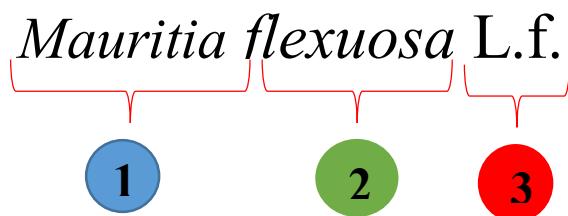
La diversidad de especies proveedoras de productos forestales no maderables y de ecosistemas donde estas pueden ser encontradas, así como las diversas partes que pueden ser cosechadas de estos, nos muestran lo complejo de poder abordar la ecología de esta gran diversidad de especies. Lo que sí sabemos es que tienen un comportamiento similar en la que sus semillas germinan, crecen, florecen, producen frutos y mueren, así como poseer rasgos de historia de vida, factores que nos permiten contar con elementos claves para definir límites y parámetros para un manejo sostenible en el que no se conlleve a la especie a ponerla en riesgo de amenaza. Poder comprender estos procesos para cada una de las especies objeto de cosecha, es uno de los actuales retos para investigadores, académicos, usuarios y autoridades ambientales entre otros. De ahí la importancia de adelantar los respectivos protocolos de aprovechamiento para las especies que son aprovechadas en el esquema de no maderable. Expondremos en este capítulo los rasgos de historia de vida que consideramos más relevante a tener en cuenta para la caracterización biológica de las especies objeto de aprovechamiento.

Especie objeto de aprovechamiento

Es fundamental conocer e identificar de forma correcta la especie objeto de aprovechamiento, para lo cual se deberá escribir su nombre científico de forma correcta y relacionar los nombres comunes como se conoce la especie en Colombia con énfasis en la región donde se viene aprovechando.

Nombre científico y nombres comunes

La identificación correcta de las especies objeto de aprovechamiento es fundamental para su manejo. Para esto es importante recordar que toda especie vegetal tiene un nombre botánico que se compone de tres elementos: el Género (1), el epíteto específico (2) y el autor (3).



El nombre científico deberá estar acompañado del nombre común como se conoce en la región donde se va a aprovechar. Para validar la nomenclatura correcta de la especie es importante consultar las bases de datos anteriormente mencionada, así como el diccionario de nombre comunes de las plantas de Colombia (<http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/es/>), el Catálogo de plantas y líquenes de Colombia de la Universidad Nacional <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es/>, y su validación en el actual sistema de clasificación APG IV, como ya hemos mencionado.

Descripción de la especie

Es importante conocer la especie que se está aprovechando, de ahí que sea importante la realización de una descripción de esta. Si bien descripciones detalladas de las especies se encuentran cuando se realiza la descripción botánica de la especie, estas pueden aportar elementos claves. Se recomienda abordar aspectos que son importantes para el manejo de la especie y que aporte elementos para su manejo. Es importante abordar aspectos como Hábito de crecimiento, aspectos de altura, diámetros (principalmente en árboles y arbustos), aspectos relacionados con la descripción morfológica de hojas, flores y frutos, entre otros.

Hábito de crecimiento

En términos botánicos el hábito de crecimiento se refiere principalmente a si la planta es una hierba, arbusto, enredadera, árbol, entre otras. Es importante conocer el hábito en términos del aprovechamiento de la especie pues este permitirá definir las variables que se deberán evaluar para su monitoreo y seguimiento. En la Tabla 3.4 se presenta una tabla de hábitos de acuerdo a

lo establecido por Vallejo *et al.*, 2005, así como lo descrito en varios glosarios botánicos. Una información más detallada sobre los hábitos de crecimiento puede ser encontrada en la Guía de evaluación de solicitudes de aprovechamiento de PFNM por parte de las autoridades ambientales.

Conocer en cada especie objeto de aprovechamiento su hábito de crecimiento es importante a la hora de iniciar procesos de domesticación y de propagación de la misma, lo cual permite contar con elementos fundamentales en el momento de adaptar las especies a condiciones cambiantes para su propagación y para lograr mejorar sus posibilidades de supervivencia y reproducción.

Tabla 2.2. Hábitos de crecimiento con algunos ejemplos de especies proveedoras de PFNM

Grupo	Hábito de crecimiento	Ejemplo	Nombre común
Árboles	Árboles	<i>Ficus insipida</i>	Higuerón
	Palmas arbóreas monoestipitadas ó plamas solitarias	<i>Iriartea deltoidea</i>	Palma bombona
	Palmas árboreas cespitosas	<i>Euterpe oleracea</i>	Naidí
Arbustos	Arbustos	<i>Myrciaria dubia</i>	Camu-camu
	Palmas acaules	<i>Attalea amygdalina</i>	Táparo
Hierbas terrestres	Hierbas terrestres	<i>Phytolacca bogotensis</i>	Guaba
	Helechos terrestres	<i>Pteridium arachnoideum</i>	Helecho marranero
	Saprofitas	<i>Voyria flavescens</i>	Chundul del diablo
Hemiepifitas	Hemiepifita leñosa	<i>Clusia hammeliana</i>	Matapalo
	Hemiepifita herbacea	<i>Philodendron longirrhizum</i>	Tripa e perro
	Estranguladoras	<i>Ficus enormis</i>	Matapalo estrangulador
	Hierbas epífitas	<i>Anthurium</i> spp. <i>Tillandsia</i> spp.	Quiches
	Helechos epífitos	<i>Elaphoglossum</i> spp.; <i>Polypodium</i> spp.	Helechos
	Lianas	<i>Bauhinia guianensis</i>	Escalera de mico
	Palmas trepadoras	<i>Desmoncus orthacanthos</i>	Matamba
	Trepadoras herbaceas o enredaderas	<i>Cayaponia racemosa</i>	Zapallo de monte
	Helechos trepadores	<i>Hymenophyllum</i> spp.	Helecho
Otras	Hemiparasitas	<i>Phoradendron</i> spp.	Matapalos, Pajaritos

Altura y diámetro

En la medición de alturas, se sugiere el empleo de instrumentos como es el clinómetro SUUNTO, para esto el observador se coloca a una distancia tal que se pueda ver (o estimar) la altura

deseada y la base del árbol, arbusto o palma, según sea el caso. La medición también puede realizarse estimando, la cual es una práctica muy frecuente.

La medición del diámetro a la altura del pecho conocido como DAP, dentro de la biometría forestal se ha convenido que esta se efectúe a una altura de 1.30m del suelo, debido a que esta es la altura promedio en la que se encuentra el pecho de una persona. El DAP es un parámetro cuantitativo importante en la evaluación de árboles y arbustos principalmente pues es una medida que nos proporciona datos sobre el crecimiento secundario del árbol (crecimiento en grosor) que puede ser referente de un crecimiento adecuado o inadecuado relacionado con otros datos como la altura del mismo y desde luego la especie de la que se trate, además se puede correlacionar con aspectos como producción de frutos, o es fundamental en las estimaciones para cantidad de corteza, así mismo se realizan mediciones periódicas en las parcelas de monitoreo que nos permite contar con un registro censal de crecimiento y por tanto una proyección a largo plazo de ganancia en biomasa que puede ser relacionados con otros aspectos morfológicos del árbol. Existen distintos manuales que documentan estas formas de evaluar muchos orientados al inventario forestal en estimaciones de volúmenes de madera y de biomasa por lo que recomendamos consultar algunos de estos manuales, ver por ejemplo los portales de rainfor (<http://www.rainfor.org/>), de la organización internacional de maderas tropicales (<http://www.itto.int/>), instituto nacional de bosques de Guatemala (<http://ppm.inab.gob.gt/>), el Instituto Humboldt (<http://repository.humboldt.org.co/>) y del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE (<https://www.catie.ac.cr/>) en los cuales ilustran también los diferentes instrumentos que pueden ser empleado en estas mediciones.

Hojas, flores y frutos

Las descripciones de estos órganos de la especie objeto de estudio, se enmarcan dentro de una terminología descriptiva, que permita entender la morfología de la planta objeto de aprovechamiento, si bien existe bastante literatura y terminología muy extensa frente a cada uno de estos órganos, se recomienda descripciones que permitan una fácil comprensión de la descripción de la planta, y si es el caso de acompañarlo con un breve glosario o una corta descripción al emplearse los términos botánicos.

Se presenta a continuación un ejemplo de descripción de la canangucha (*Mauritia flexuosa*) empleada en la guía para el manejo de la palma canangucha para aprovechamiento de frutos elaborado por la Corporación Biocomercio Sostenible. (Grosso, 2020).

Recuadro. Ejemplo de descripción de una especie

Fuente: Grosso, H. (2020)

***Mauritia flexuosa* L.f.**

La canangucha es una palma que puede llegar a medir entre 25 y 30 m de altura. Es muy abundante en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco, donde también se le conoce con el nombre de Aguaje, Moriche, Mirití o Burití (Galeano y Bernal 2010). Su nombre científico

es *Mauritia flexuosa* y crece en terrenos inundados o mal drenados, gracias a que tiene unas raíces adaptadas a este tipo de ambientes para facilitar el intercambio de oxígeno; es por eso que forma manchales muy densos denominados cananguchales por ser el elemento que domina el paisaje. Sin embargo, también comparte el ecosistema con otras palmas como el cananguchillo (*Mauritiella armata*), el milpe o milpesos (*Oenocarpus bataua*) y la chambira (*Astrocaryum chambira*), y con árboles como el sangretoro (*Virola elongata*), el laurel (*Aniba* spp.), el fono (*Eschweilera* spp.).



Foto 1. Estructura general de un canangchal
(Fuente: CBS Colombia)

Foto 2. Estructura general de un canangchal
(Fuente: CBS Colombia)

La palma de canangucha se caracteriza por poseer un solo tallo grueso que puede medir entre 30 y 60 cm de diámetro y por estar formada por 8 a 15 hojas redondeadas, en forma de abanico, agrupadas en la parte más alta del tallo donde forma una corona casi esférica (Galeano 1992, Galeano y Bernal 2010, Isaza 2013). Cada hoja está seccionada o dividida en aproximadamente 200 segmentos, por eso se dice que sus hojas son “palmeadas”.



Fotos 4 y 5. Tallos de canangucha (derecha) y la forma de sus hojas (izquierda). Fuente CBS Colombia.

La canangucha tiene, separadamente, plantas macho que llevan solo flores masculinas y plantas hembra con solo flores femeninas. Esto significa que para que pueda producir frutos deben estar presentes hembras y machos, aunque solo las hembras son las que cargan los frutos (Isaza 2013). Las flores están dispuestas en grandes grupos llamados “inflorescencias”,

que nacen de las hojas y que sostienen hasta 100.000 flores masculinas y 6.000 flores femeninas, y tienen un aroma dulce más fuerte en los machos (Montero *et al.* 2016).

Por su tamaño, los principales dispersores de los frutos son mamíferos, como el pecarí de collar, la danta y particularmente varias especies de roedores, como el guatín, la guagua y la guatusa. También son consumidos por la boa y algunos loros de gran tamaño (Borgtoft-Pedersen y Balslev 1993, Rentería 1996). Durante la etapa de germinación y primeros estadios de desarrollo (plántula y juveniles) la canangucha necesita sombra, pero una vez establecida requiere de luz directa, por lo que es considerada una especie “helófila”; es decir, que aprovecha las aperturas de dosel y los claros de bosque para potenciar su crecimiento. Se estima que una semilla de canangucha tarda en germinar entre 3 y 4 meses promedio, en condiciones de cultivo.

En cuanto a las enfermedades y plagas reportadas para la canangucha, se sabe que la principal causa de enfermedad, y en ocasiones de muerte de la palma, es el ataque de cucarrones (coleópteros) que depositan sus larvas en el tronco para que completen su desarrollo (Urrego 1987, Isaza *et al.* 2013), pero también se han reportado otros insectos como mariposas, minadores y polillas que atacan las hojas o que barren el tallo que soporta el racimo de frutos.

Rasgos de historia de vida de la especie y parte de la planta cosechada

Los estudios de rasgos de historia de vida y de sus características auto ecológicas en las especies vegetales ha sido relevante en los últimos años porque no solo permiten conocer aspectos de la población sino se logra identificar patrones de las especies a nivel de comunidad, hoy varios autores emplean el término rasgos (*traits*) para hacer referencia a los caracteres morfológicos, fenológicos o fisiológicos. Cuando se aprovechan los PFNM, dos factores son relevantes, los cuales influyen en el potencial de aprovechamiento sostenible, estos son: los rasgos de historia de la vida de la planta (i.e. patrones de crecimiento, reproducción, polinización y dispersión y la parte de la planta que se cosecha).

Los rasgos de historia de vida en el caso de plantas perennes de larga vida como árboles, arbustos y algunas palmas, así como la extracción de las partes reproductivas como las flores, los frutos y las semillas tiende a tener un potencial muy alto de cosecha sostenible. Por ejemplo, el trabajo de Sampaio y Maës dos Santos (2015) en palmas de Canangucha (*Mauritia flexuosa*) muestran que hasta el 95% de los frutos de esta palma pueden cosecharse sin causar una disminución de la población. Sin embargo, debe tenerse en cuenta la estructura de la población objeto de estudio. Tasas de aprovechamiento también elevadas se pueden ver en arboles como la nuez de Brasil (*Bertholletia excelsa*). En especies longevas donde se produce un pequeño número de frutos suelen ser más sensibles a la recolección.

Los procesos de aprovechamiento en los que se aumenta la mortalidad de los adultos como suele ser la cosecha de raíces y bulbos, yemas terminales o apicales en palmas o de algunas

cortezas puede ocasionar grandes impactos negativos a la población, por lo que la acción para mantener su sostenibilidad deberá ser más rigurosa. Históricamente en Colombia se ha visto que la cosecha por ejemplo de corteza de quina (*Cinchona* spp.), así como de especies de importancia medicinal como la ipecacuana (*Psychotria ipecacuana*) que fueron cosechados durante décadas son ejemplo del mal manejo que se le ha dado a estas especies. Otro aspecto clave corresponde a conocer si la especie es monocarpica (florece una sola vez) o pluricarpica (florece varias veces) pues tendrá mayor impacto su aprovechamiento si la especie es monocarpica.

Conocer la forma de propagación de la especie es también importante, si en la recolección de PFNM se da lugar a la mortalidad de adultos como es el caso del Naidí en el aprovechamiento de palmito (*Euterpe oleracea*), la capacidad de recuperación de la población puede aumentar bien sea por el carácter cespitoso de la especie o en el caso de varias especies del género *Ficus* (*F. maxima*, *F. mutisii*, *F. insipida*) en la obtención de Yanchamas si se deja una parte del individuo (tocón o tallo subterráneo) y la especie es un buen rebrotador el impacto del aprovechamiento es menor. Debe tenerse en cuenta que muchas especies longevas (i.e. especies de Lecythidaceae) que no rebrotan muchas veces tienden a poseer menor número de plántula y tener un crecimiento más lento que las especies que no brotan.

Muchas especies han logrado distintas respuestas evolutivas para resistir a las perturbaciones naturales, por ejemplo, mediante la generación de rebrotes, lo cual les facilitaría contar con un mayor potencial en los procesos de aprovechamiento. Muchas palmas del sotobosque por ejemplo en las palmas puy (*Lepidocarum tenue*) y algunas del género *Geonoma* tienden a ser bastante resistentes a la recolección de hojas por parte de las personas.

En la Tabla 2.3 se presenta una síntesis de varios rasgos de historia de vida que pueden ser empleados en el momento de evaluar las especies.

Tabla 2.3. Rasgos de historia de vida relevantes para especies proveedoras de PFNM

Rasgo de historia de vida	Atributo
Ciclo de vida	Monocarpica Policarpica
Longevidad	Anual Bianual Perenne
Multiplicación vegetativa (natural)	No clonal Bulbos Tubérculos caulinares Cormo Rizomas Estolones Hijuelos

Tabla 2.3. Rasgos de historia de vida relevantes para especies proveedoras de PFNM

Rasgo de historia de vida	Atributo
Multiplicación vegetativa (por el hombre)	Estacas o esquejes Acodo Micropagación
Masa y longitud de la semilla	Valor promedio de 10 semillas (cm) en longitud y valor promedio de 10 semillas (gr)
Agente de dispersión	Autocoria Anemocoria Balistocoria Zoocoria Hidrocoria Anemocoria/Zoocoria
Agente de polinización	Eólica Polinización animal
Banco de semillas	No conocido Con banco de semillas
Tipo de Fruto	Aquenio Cápsula Baya Esquizocarpo Cremocarpo Frutos con arilo Cariopsis Legumbre Pixidio
Hábito	Árbol Arbusto Hierba terrestre Hemiepitifas Epifitas Bejucos o lianas Hemiparasitas
Forma de crecimiento	Rosetas Macolla Cojin o tapete Bambusoide Graminoides
Fenología foliar	Caducifolio

Tabla 2.3. Rasgos de historia de vida relevantes para especies proveedoras de PFNM

Rasgo de historia de vida	Atributo
	Semi-perennifolio Perennifolio
Sexualidad de la planta	Hermafrodita Monoica Dioica

A continuación, se explica brevemente cada uno de estos aspectos:

Ciclo de vida. Es importante conocer el ciclo de vida de las plantas. La senescencia (envejecimiento) y muerte en plantas se puede observar bajo distintos aspectos distintos, el primero es cuando alguno de sus tejidos y órganos madura, envejece y muere, como es la caída de hojas, ramas, caída de pétalos de sus flores o caída de los frutos, y el segundo, cuando la planta entera muere. Se conoce como plantas monocárpicas aquellas que mueren después de florecer, es decir completan su ciclo reproductivo y en algunos casos puede ocurrir en solo algunos meses de vida. Algunos ejemplos de plantas monocárpicas son varias gramíneas como el arroz, el trigo o plantas como el fique (*Furcraea* spp. Asparagaceae) y varios bambusoides y crassulaceas. Por el contrario, las plantas policárpicas se reproducen varias veces, las palmas y muchos árboles y arbustos son policárpicos. Despues de la producción de flores, las plantas monocárpicas mueren, mientras que las plantas policárpicas no mueren después de la floración.

Longevidad. La longevidad de las plantas (generalmente medida en años) es definida como el período de tiempo desde su establecimiento hasta que no quedan partes vivas de ese individuo, este factor está determinado por las características intrínsecas de la planta, aunque las condiciones ambientales sean favorables. Se ha demostrado que, si bien la longevidad máxima es intrínseca, el predominio de plantas de longevidad corta o larga da indicios del régimen climático, de disturbio y de uso de la tierra de un lugar. Por lo que ha sido un factor importante de estudio en la dinámica de las comunidades de plantas. Un factor que se ha podido determinar es que a menudo, las especies más longevas poseen bancos de semillas de corta duración y producen semillas o frutos con bajo potencial de dispersión, por ejemplo, esto se puede ver en muchos árboles de la familia Lecythidaceae y de varias Moraceas. En contraste, las especies efímeras a menudo poseen bancos de semillas muy persistentes y/o alto potencial de dispersión (<http://www.nucleodiversus.org/>). La longevidad suele clasificarse en:

- Planta anual: la planta envejece y muere luego de la primera estación de crecimiento (desde semilla), luego de producir semillas, las que podrán propagar una nueva planta en el futuro.
- Planta bianual: hay crecimiento vegetativo durante la primera temporada; en la segunda temporada producen flores y semillas, seguidas por la senescencia y muerte del tallo y del sistema radical.
- Planta perenne: el individuo sobrevive por al menos tres estaciones de crecimiento.

Multiplicación vegetativa (natural). Conocer la forma o multiplicación vegetativa de la planta es un factor clave para poder establecer lineamientos para su manejo. Debemos recordar que en la multiplicación vegetativa se obtienen plantas idénticas al progenitor, y entre ellas (clones) ya que no hay recombinación de caracteres, es un factor clave para lograr material vegetal pero siempre debe procurarse por tener una variedad genética que garantice a largo plazo la persistencia de las poblaciones objeto de aprovechamiento. Muchos PFNM una vez ha tomado importancia económica entran en la fase de domesticación pues se busca mejorar el producto en aspectos como tamaño del fruto, resistencia a enfermedades, resistencia a estrés hídrico, algunos de estos ejemplos en las últimas décadas son el Camú Camú (*Myrciaria dubia*), el arazá (*Eugenia stipitata*) o lo que viene ocurriendo con el asai (*Euterpe precatoria*), el naidí (*Euterpe oleracea*) y el agraz (*Vaccinium meridionale*). Con la multiplicación vegetativa se busca siempre propagar características deseables, al ser individuos clonados (idénticos) su uniformidad es una ventaja para el establecimiento de un cultivo.

Las formas más frecuentes que se conocen de multiplicación vegetativa son:

Bulbos: corresponde a órganos subterráneos de almacenamiento de nutrientes, desde el punto de vista morfológico es una adaptación de las hojas al almacenamiento de sustancias de reserva (engrosamiento de la vaina con transformación en catáfilas), con modificaciones en él y raíces adventicias. Estos pueden tener yemas laterales, las que durante el período de crecimiento dan origen a nuevos bulbos, denominados bulbillos.



Figura 2.1. *Allium tricoccum* planta y bulbos una especie de importancia como no maderable en EE.UU.
Fuente: <https://www.alamy.es/> & <https://co.pinterest.com/pin/>

Tubérculo: El tubérculo es un tallo subterráneo modificado que almacenan nutrientes de reserva, comúnmente almidón, para que las plantas en un futuro puedan producir ramas, hojas y nuevas estructuras. La reproducción de este tipo de plantas se realiza utilizando en la plantación el mismo tubérculo, que posee yemas en la superficie capaces de rebotar y originar nuevos ramos y raíces adventicias. El ejemplo más común es el que se da a nivel agrícola con la papa, a nivel de varios PFNM tenemos varias especies del género *Oxalis* y del género *Dioscorea*.



Figura 2.2. Tubérculos de *Dioscorea* sp. y *Smallanthus sonchifolius* Fuente: <https://www.tuberculos.org>

Cormos: Son tallos engrosados subterráneos, de base hinchada y crecimiento vertical que contiene nudos y abultamientos de los que salen yemas. El cormo se diferencia de un bulbo verdadero porque la base del vástago del tallo es hinchada y cuenta con nudos y entrenudos de los que salen yemas. Adicionalmente posee un disco basal y una túnica, y crece verticalmente. Algunos ejemplos de cormos son los que se obtienen de plantas ornamentales como los gladiolos, la freesia y el crocus. A nivel de especies no maderables el mejor ejemplo de cormo es el que se obtiene de las especies del género *Dracontium* (Araceae) empleadas como medicinales.



Figura 2.3. Detalle del cormo de *Dracontium loretense* e ilustración mostrando el desarrollo.

Fuente: <https://co.pinterest.com/pin/>

Rizomas: Corresponde a un tallo subterráneo con varias yemas que crecen de forma horizontal emitiendo raíces y brotes herbáceos de sus nudos. Carecen de hojas, pero presentan catáfilos a veces en forma de escamas membranosas. Los rizomas tienen un crecimiento indefinido, llegando a cubrir grandes extensiones de terreno debido a que cada año producen nuevos brotes a medida que las primeras ramas van muriendo. Algunas plantas con esta característica pueden ser invasivas, es el caso de la especie conocida como la lengua de suegra (*Sansevieria* spp.), algunas especies vegetales de importancia no maderable que presentan esta característica son varias especies del género *Iris* spp. Y varias bambusoides y especies de la familia Marantaceae.



Figura 2.4. Ejemplo de rizoma en el Jenjibre (*Zingiber officinalis*). Fuente: <https://www.oils4life.co.uk/>

Estolones: Son brotes o ramas laterales más o menos delgados que nacen de la base del tallo, en algunas plantas herbáceas y que crecen horizontalmente con respecto al nivel del suelo o subterráneo. Tienen entrenudos largos que generan raíces adventicias. La separación de estos segmentos enraizados da lugar a plantas hijas. El ejemplo más claro es el de la fresa, pero puede encontrarse en el regaliz (*Glycyrrhiza glabra*) y en varias especies de la familia Cyperaceae y de Juncaceae.

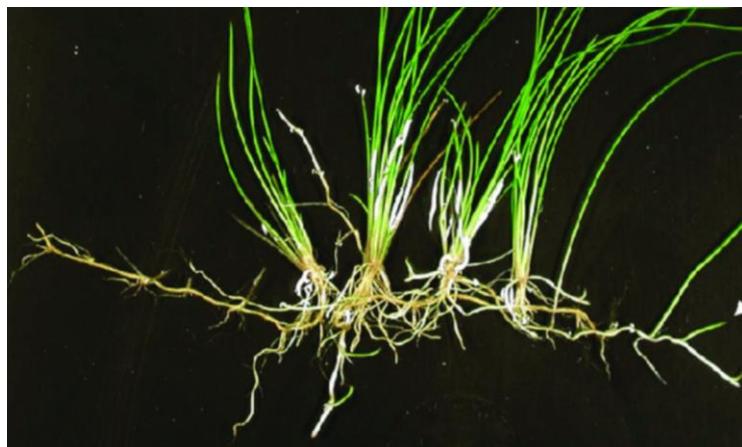


Figura 2.5. Estolones en *Eleocharis acicularis* (cyperaceae). Fuente: Sato et al. 2017

Hijuelos: Es un brote lateral que sale de la planta por el tallo principal de ciertas plantas. Se aplica el término generalmente al tallo engrosado, acortado y con aspecto de roseta. También se conoce con el nombre de macolla o macollo y se da en especies como el plátano, y la piña, a nivel de especies no maderables es posible encontrar en especies de la familia Heliconiaceae y algunas bromelias como *Aechmea magdalenea*.



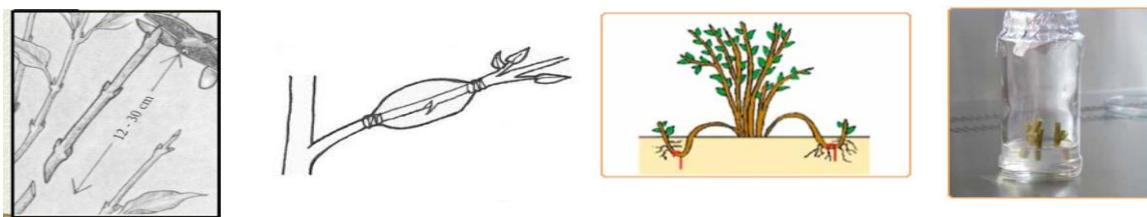
Fígura 2.5. Individuo de *Aechmea magdalenea*. Fuente. <https://i.pinimg.com/originals/>

Multiplicación vegetativa (por el hombre). Es importante conocer si la especie es viable de multiplicación vegetativa, pues es una de las mejores formas de acercamiento a su domesticación y es clave conocer la forma de propagación de estas, además no es de desconocimiento que estos métodos han sido empleados por el hombre en la agricultura para el manejo. Conocer la forma de propagación vegetativa es un factor clave para adelantar los procesos de domesticación de especies de importancia en PFNM y en el mediano plazo poder implementar sistemas productivos e incorporación de estas especies en procesos de restauración de ecosistemas. Con el pasar de los años en muchos procesos de ensayo error se han logrado identificar e implementar diferentes técnicas de multiplicación vegetativa, dentro de las cuales tenemos: el injerto, estaquillado, acodo y la micropropagación o cultivo *in-vitro*.

Estacas: En este tipo de multiplicación vegetal se emplean trozos de tallos, los cuales colocados en condiciones ambientales idóneas son capaces de generar nuevas plantas idénticas a la planta madre. Es una técnica clave de emplear por ejemplo en especies de importancia no maderables como es el caso de las Moraceas como la damagua (*Poulsenia armata*), las yanchamas (*Ficus spp.*) y de varias Rosaceas de importancia como el mortiño (*Hesperomeles spp.*) y la guayusa (*Ilex guayusa*).

Acodos: Es un método de propagación el cual busca provocar la formación de raíces adventicias a un tallo que aún se encuentra unido a la planta madre, cuando este se ha enraizado, acodado, se separa para convertirlo en una nueva planta que crece sobre sus propias raíces. La uva caimarona (*Macleania rupestris*), por ejemplo, se propaga bien por acodos.

Micropropagación: La micropropagación consiste en tomar pequeñas secciones del tejido de una planta o estructuras enteras, como yemas, y cultivarlas en condiciones artificiales logrando regenerar plantas completas. Esta técnica es especialmente útil para conservar plantas valiosas, mejorar especies en aquellos casos en que es difícil hacerlo por otros medios (como sucede con muchos árboles), acelerar el mejoramiento de plantas y obtener abundante material vegetal para la investigación.



Fígura 2.6. Ejemplos de multiplicación vegetativa por el hombre. De izquierda a derecha Estaca, Acodo aéreo, Acodo simple y micropropagación. Fuente: Ellena, D. et. al., 2018

Masa y longitud de la semilla. La masa de semillas es una característica que presenta una gran importancia en la ecología de una especie, pues este vincula la ecología de la reproducción y el establecimiento de plántulas con la parte correspondiente al crecimiento vegetativo. El tamaño de la semilla de las especies representa en gran medida la cantidad de inversión energética por parte de la planta para generar su descendencia individual, o dicho de otra forma en términos de Leishman y Moles (2000) la cantidad de "comida envasada" que se le da a un embrión para comenzar su viaje en la vida. El tamaño de la semilla representa un compromiso fundamental, dentro de la estrategia de una especie, entre producir más semillas pequeñas frente a producir semillas menos grandes a partir de una cantidad determinada de recursos asignados a la reproducción (Leishman y Westoby, 1992). Este es un rasgo de historia de vida importante a tener en cuenta para el manejo de las especies como es el caso de varias especies de Lecythidaceas o en varias especies de palmas.

Agente de dispersión. El conocimiento sobre los mecanismos de dispersión de las plantas provee aspectos importantes para entender su ecología, entender la dispersión de semillas, es una herramienta fundamental para integrar el conocimiento existente sobre plantas y animales, y para entender las dinámicas poblacionales, tanto de especies individuales, como a nivel de comunidad (Parrado-Roselli, 2007). Muchas especies de importancia para la obtención de PFNM presentan una fuerte relación con la fauna, por ejemplo, los frutos de una gran cantidad de especies de palmas son cosechados y empleados en la industria alimenticia, generalmente se cosechan grandes cantidades las cuales tienen efecto sobre las aves. Moegenburg & Levey (2003) han mostrado como la remoción de una alta intensidad (75% de los frutos maduros cosechados) en *Euterpe oleracea* reduce significativamente el número de individuos de aves frugívoras en un 29%, así como la duración de las visitas de las aves frugívoras en un 68%, en relación con los sitios donde no se efectuó cosecha. Cuando se efectúa una remoción de baja intensidad (41% de la fruta madura removida) no se tienen impacto en estas mediciones.

Conocer el agente de dispersión de la especie objeto de aprovechamiento es importante pues permite tener parámetros para determinar de una forma indirecta como se pueden ver afectados algunos niveles tróficos dentro de la escala ecológica en el ecosistema en donde se esté presentando el aprovechamiento. Los mecanismos de dispersión se constituyen en una herramienta importante para evaluar y analizar el efecto de la intervención humana en el estado de conservación no solo de las poblaciones naturales sino de los bosques, pues indican el efecto

de los cambios en la composición y estructura de los organismos (plantas o animales) y en las condiciones bióticas y abióticas producto de las actividades humanas.

Agente de polinización. Identificar los agentes polinizadores que intervienen en el transporte del polen, es fundamental para garantizar el manejo de las especies y poder identificar la relación polinizador – planta, aspecto fundamental en especial cuando se busca obtener mejores rendimientos, por ejemplo, en la producción de frutos. El polen tiene que ser transportado desde las anteras (parte masculina) de la flor hasta alcanzar el estigma (parte femenina), los agentes de polinización que intervienen en este proceso son externos a la planta y pueden ser abióticos como es el caso del agua y el viento, o pueden ser bióticos, por ejemplo, insectos, aves o mamíferos, los cuales trasladan el polen permitiendo la unión del gameto masculino en el polen con el gameto femenino del óvulo. Hablamos de que la polinización puede ocurrir por entomófila, cuando el agente que transporta el polen son insectos, ornitofilia, cuando es por aves mastofilia si es por mamíferos y de anemófila, cuando el transporte del polen lo realiza el viento.

Banco de semillas. En términos ecológicos el banco de semillas se entiende como los propágulos viables presentes en el suelo que son viables de producir regeneración de la población de nuestro interés, estos propágulos los cuales generalmente corresponden a las semillas se encuentran enterradas en el suelo. En términos generales se reconocen dos tipos de bancos de semillas los transitorios aquellos donde las semillas se encuentran bancos de semillas: transitorio y persistente. El primero hace referencia a aquellas semillas enterradas a menos de 5 cm de la superficie del suelo, y que germinan en menos de un año. Los bancos de semilla persistentes en cambio corresponden a semillas enterradas a más de 5 cm de profundidad y permanecen varios años sin producir nuevas plántulas. Generalmente una perturbación (fuego, remoción de biomasa, etc) desencadenan que la latencia de las semillas se rompa y logren la germinación.

Tipo de Fruto

Los frutos juegan un papel importante en las plantas cumpliendo varias funciones, la primera es la de contener las semillas y protegerlas para que puedan desarrollarse, la segunda función es que a través del fruto las plantas logran su dispersión, la cual dependiendo del tipo de fruto puede ser dispersada por agentes biológicos a abióticos. La fauna juega un papel importante en la dispersión de semillas de muchas especies proveedoras de PFNM, por lo cual conocer el tipo de fruto nos da indicios de cómo son las relaciones ecológicas de nuestra especie de interés con otras especies. Finalmente, otra función clave del fruto es que contribuye a la diseminación de las semillas, buscando que los nuevos descendientes no queden cerca de la planta madre, al tener una mayor dispersión se logra colonizar nuevos lugares. Para un mejor conocimiento sobre los tipos de frutos recomendamos consultar texto especializados en Botánica, aquí presentamos y mencionamos algunos tipos de frutos de importancia como no maderables, realizando una breve descripción.

Aquenio. Es un fruto seco muy característico de las especies de la familia del Girasol (Asteraceae), se presentan diferentes modificaciones por ejemplo en el caso del fruto del Roble (*Quercus humboldtii*) este presenta una cúpula.



Figura 2.7. Aquenios en Roble (*Quercus humboldtii*), mostrando la cúpula y Aquienos en una especie de la familia Asteraceae

Cápsula. Es un tipo de fruto seco dehiscente, generalmente contiene más de una semilla en cada uno.



Figura 2.7. Frutos en cápsulas en Guasimo (*Guazuma ulmifolia*) y Ricino (*Ricinus communis*)
Fuente. https://www.elicriso.it/es/como_cultivar/ricinus/ricino_fruto_maduro.jpg

Bayo. Es un fruto carnoso simple en el cual las semillas se encuentran rodeadas por pulpa, se puede ver por ejemplo en los frutos de uchuvas, en el caso de los cacaos silvestres como el copoazú (*Theobroma grandiflorum*), maraco (*Theobroma bicolor*) hablamos de una baya drupacea, también se encuentra en el agraz (*Vaccinium meridionale*).



Figura 2.8. Frutos en Polibaya en copoazú y en Agraz. Fuente. <https://animalgourmet.com/wp-content/>

Esquizocarpo y *cremocarpo*. Fruto seco originado de la unión de varios carpelos los cuales al madurar se rompe en segmentos alrededor de un eje central. El cremocarpo es un fruto esquizocárpico en el cual se presentan dos mericarplos que cuelgan, se le encuentra en varias especies de la familia de la zanahoria (Umbelíferas).



Figura 2.9 Ejemplos de esquizocarpos y de un cremocarpo en Malvaceae
Fuente. <https://lh3.googleusercontent.com> y <http://www.euita.upv.es/variros/biologia>

Cariopsis. Fruto seco indehiscente derivado de una sola semilla, parecido a un aquenio, es característico de las gramíneas.

Frutos con arilo, Legumbres. En muchos frutos secos, se presenta una modificación de una de sus partes, desarrollándose una cobertura carnosa a partir de la expansión del funículo, esta estructura se conoce como arilo, en los frutos de varias sapindáceas como el caso de especies del género *Cupania* y del género *Sapindus*, se desarrolla una cubierta carnosa la cual es en muchos casos atractiva a las aves. En el caso de los guamos (*Inga* spp.) se presentan frutos en forma de legumbre conocidos también como vainas y donde está también presente el arilo.

Pixidio. Es un fruto capsular el cual se asemeja a una pequeña caja, se abre transversalmente, desprendiendo una tapa y exponiendo las semillas, es característico de la familia Lecythidaceae.

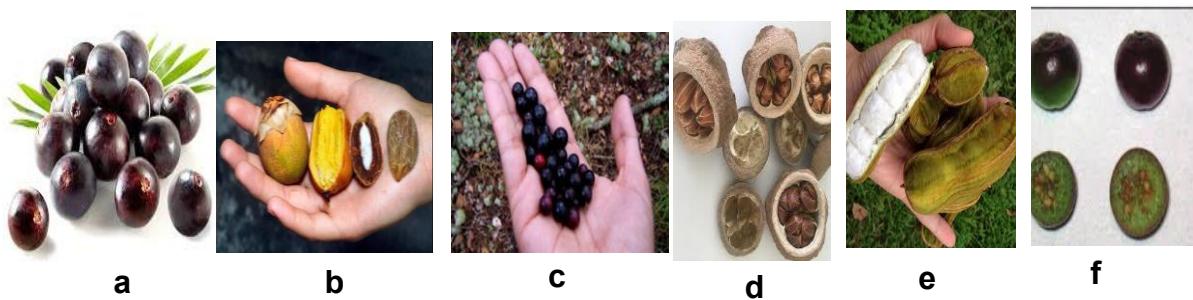


Figura 2.10 Distintos tipos de Frutos a) Drupa en Asai (*Euterpe precatoria*) y b) en Palma de vino (*Attalea butyracea*), c) Bayas en agraz (*Vaccinium meridionale*), d) Pixidio en olla de mono (*Lecythis minor*), e) Vaina en guamo (*Inga* sp.), f) Corte de baya en Agraz.

Fenología foliar. Conocer como es la producción periódica de las estructuras vegetales y reproductivas permite entender las interacciones entre los factores bióticos y abióticos de las especies vegetales, logrando determinar qué momentos son los apropiados para el crecimiento y el desarrollo de sus estructuras reproductivas, permitiendo establecer cronogramas de cosecha y de manejo de las especies que estemos aprovechando. De otra parte, para poder comprender de una forma integral como la vegetación y los ecosistemas responden a los cambios en sus condiciones ambientales a nivel de ecosistema, es de crucial importancia la disponibilidad de conjuntos de datos fenológicos obtenidos a partir de protocolos de observación estandarizados (van Schaik et al., 1993; Denny et al., 2014). Es importante saber si la especie es caducifolia, (pierde sus hojas cada año), perennifolia (conserva su follaje todo el año) o semiperrenifolia (conserva una parte de su follaje).

Sexualidad de la planta. Es importante conocer como es la sexualidad de la planta, muchas especies de palmas y árboles por ejemplo son dioicos es decir presentan individuos machos e individuos hembras, especies de palmas de los géneros *Ceroxylon*, *Phoenix*, *Mauritia* son dioicas y árboles como el Inchi (*Caryodendron orinocense*) y Uva caimarona (*Pourouma cecropiifolia*), un aspecto fundamental para el manejo de estas especies, por ejemplo para aumentar la producción de frutos por unidad de área, se requiere una mayor densidad de individuos femeninos que masculinos.

Parte de la planta cosechada

Identificar la parte de la planta que se aprovecha es fundamental para poder realizar una mejor aproximación al impacto. Por ejemplo, cuando se cosecha toda la planta o se aprovecha la raíz se está comprometiendo al individuo. Se está conllevando a la muerte de este. A continuación, se detallan de una manera sencilla las partes usadas de la planta efectuando su definición con base en lo establecido por Font Quer (1970), del Glosario Botánico de Moreno (1984) y del Kew Plant Glossary (Beentje y Williamson, 2010). Un mayor detalle se presenta en la Guía de evaluación de solicitudes de aprovechamiento de PFNM por parte de las autoridades ambientales.

Tabla 2.4. Partes de la planta empleadas como no maderable, definición y ejemplos.

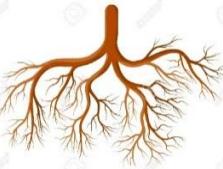
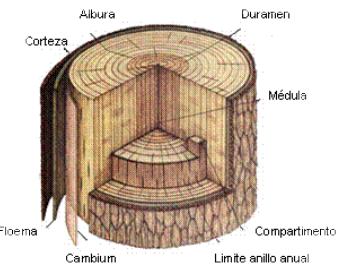
Parte de la planta		Definición	Ejemplo
RAÍCES		Órgano de la planta que crece en dirección inversa a la del tallo. No toma un color verde por la acción de la luz. Crece en tierra o en otros cuerpos; absorbe de estos las materias necesarias para el crecimiento y desarrollo del vegetal, sirviendo de sostén.	<i>Philodendron longirrhizum</i> . <i>Heteropsis spp.</i> <i>Campsandra angustifolia</i>
		Algunas raíces son aéreas como pasa en varios tipos de bejucos.	
TALLO		Porción del eje de la planta que tiene hojas y flores. Se desarrolla en dirección vertical y en sentido opuesto a la raíz.	<i>Bauhinia guianensis</i> . <i>Uncaria tomentosa</i>
CORTEZA		Parte externa de la raíz, tallo (o tronco) y ramas de la planta, que se separa con mayor o menor facilidad de la porción interna, más dura.	<i>Poulsenia armata</i> <i>Ficus spp.</i> <i>Maytenus laevis</i> <i>Cinchona spp</i>

Tabla 2.4. Partes de la planta empleadas como no maderable, definición y ejemplos.

Parte de la planta		Definición	Ejemplo
HOJA		Órgano lateral que brota del tallo o de las ramas de manera exógena. Presenta crecimiento limitado, es generalmente el órgano fotosintético en la planta.	<i>Ilex guayusa</i> <i>Sabal mauritiiformis</i>
EXUDADOS		Cualquiera de las sustancias secretadas a través de los poros de los tejidos enfermos o dañados de las plantas. Resinas, gomas, aceites y lacas son ejemplos de exudados que se extraen con fines industriales.	<i>Croton lechlerii</i> <i>Ficus insípida</i> <i>Hevea brasiliensis</i> <i>Bursera graveolens</i> <i>Protium spp.</i> <i>Attalea butyracea</i> <i>Copaifera spp.</i>
FLORES		Parte reproductiva de la planta. Consta de estambres, pistilos o ambos; acompañados de sépalos, pétalos o ambos. Con la finalidad de hacerla más funcional o atractiva para los polinizadores. Incluye las inflorescencias.	Heliconiaceae Orchidaceae Marantaceae <i>Schoenocephalium teretifolium</i> <i>Guacamaya superba</i>
FRUTOS		Producto del desarrollo del ovario de una flor después de la fecundación. En él quedan contenidas las semillas. Con frecuencia cooperan a la formación del fruto tanto el cáliz como el receptáculo floral y otros órganos.	<i>Myrciaria dubia</i> <i>Campomanesia lineatifolia</i> <i>Eueterpe precatoria</i> <i>Mauritia flexuosa</i> <i>Bactris guineensis</i> <i>Aiphanes horrida</i> <i>Lecythis spp.</i>

Tabla 2.4. Partes de la planta empleadas como no maderable, definición y ejemplos.

Parte de la planta		Definición	Ejemplo
SEMILLAS		Estructura producida a partir de un óvulo fertilizado, por el cual todas las plantas con semillas se reproducen. Puede estar acompañada de un tejido nutriente que la protege.	<i>Ormosia</i> spp. <i>Erythrina</i> sp. <i>Mucuna</i> spp. <i>Entada gigas</i> <i>Abrus precatorius</i> <i>Phytelephas macrocarpa</i> <i>Iriartea deltoidea</i>
TODA LA PLANTA		Organismo multicelular con células vegetales. Son seres vivos que obtienen energía de la luz solar captada a través de la clorofila presente en ellas y especializadas en realizar procesos de fotosíntesis que convierten dióxido de carbono en nutrientes químicos para subsistir.	<i>Petiveria alliacea</i>
BRACTEAS FLORALES		La bráctea es la parte de la planta que hace referencia al órgano foliáceo en la proximidad de las flores, diferente a las hojas normales y a las piezas del perianto. Su función principal no es la fotosíntesis, sino proteger las flores o inflorescencias.	<i>Manicaria saccifera</i>

Tabla 2.4. Partes de la planta empleadas como no maderable, definición y ejemplos.

Parte de la planta	Definición	Ejemplo
YEMAS/COGOLLO	<p>Es un órgano complejo de las plantas que se forma habitualmente en la axila de las hojas formado por un meristemo apical, (células con capacidad de división), a modo de botón escamoso (catáfilos) que darán lugar a hojas (folíferas) y flores (floríferas). Por la posición puede ser terminal, ubicada en la punta de una ramilla; axilar, ubicada en la axila de una hoja o adventicia, cuando ocurre en los demás lugares, por ejemplo en el tronco o en las raíces</p>	<i>Euterpe oleracea</i> <i>Elaeagia pastoensis</i> <i>Astrocaryum standleyanum</i>

Clases de edades o tamaños

En la búsqueda de poder aplicar procedimientos de monitoreo de las poblaciones de especies proveedoras de PFNM, un primer paso debe ser tratar de identificar cuáles son los efectos más comunes que se presentan por el proceso de extracción de estos productos. Como vimos anteriormente, dependiendo de la parte extraída se presentarán distintos impactos, y unos de los aspectos claves a cuenta en los análisis estudiar son el tamaño de la población, la tasa de reproducción y tasas de mortalidad, entre otros.

El estudio adelantado sobre los efectos de la cosecha de la corteza en los individuos de *Cassipourea flanaganii* en Sudáfrica (Cocks y Dold, 2004) y el adelantado por Endress *et al.*, (2006) sobre la cosecha de hojas de palma de *Chamaedorea radicalis*, en la Reserva de la Biosfera en México muestran como el aprovechamiento de las partes cosechadas produce un impacto sobre las poblaciones naturales, donde se afecta la supervivencia de los individuos cosechados. Otros estudios no se basan en pruebas primarias, pero sugieren una alta probabilidad de ver el efecto del aprovechamiento sobre los PFNM. Aún es muy temprano para poder evaluar de una manera sistemática los efectos ecológicos de la recolección de PFNM. Por lo que es uno de los primeros pasos que necesitamos recoger para poder tener una base que nos permita contar con un proceso de monitoreo y poder documentar el impacto sobre el aprovechamiento de estos recursos.

La construcción de tablas de vida para las poblaciones objeto de estudio permite tener registro de las muertes y los nacimientos en las diferentes categorías de edad (o de tamaño, o estadio)

de una población. Por ejemplo, en el caso de la palma bombona (*Iriartea deltoidea*) la palma pasa por diferentes clases o categoría de edad semilla a plántula, plántula a juvenil y juvenil a adulto, en cada una de estas categorías pueden presentarse subcategorías, la figura siguiente presenta las subcategorías a nivel de plántula establecidas para esta palma (González *et al.* 2012).

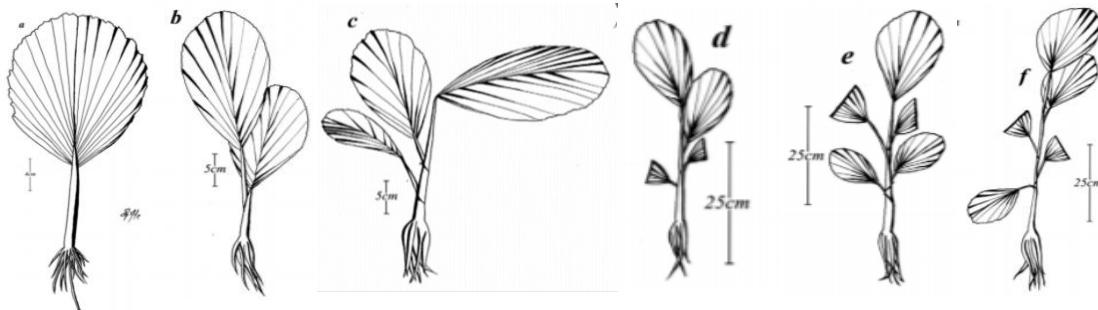


Figura 2.11 Subcategorías de plántulas en la palma *Iriartea deltoidea*.

Fuente: González *et al.*, 2012

Una tabla de vida para esta especie correspondería al recuento de la cantidad de semillas que germinan después de una fase de fructificación y después cuantas de estas plántulas que germinaron sobreviven para pasar a la categoría de juvenil y cuantas de estas juveniles pasan a ser palmas adultas, hasta la muerte de las últimas.

Se han establecido diferentes técnicas para estimar las probabilidades de que un individuo que entra a un grupo cualquiera de edades pase al siguiente, así como la fecundidad promedio de los individuos de cada uno de estos grupos. Abordar los análisis de la abundancia y del crecimiento, agrupados por clases de edad y de tamaño, ha sido un enfoque clásico que ha permitido describir la dinámica de las poblaciones tanto en animales como en vegetales.

Evaluación de la sostenibilidad

De acuerdo a Bernal y Galeano (2013), la evaluación de la sostenibilidad incluye la recopilación de información biológica y su posterior análisis que permite evaluar el impacto de la cosecha y la sostenibilidad ecológica del proceso. Para la realización de esta evaluación está el enfoque de un análisis de la estructura poblacional o mediante un análisis de la dinámica de la población.

Estructura de edad en poblaciones

En una población es fundamental lograr conocer las pautas de supervivencia y fertilidad de una población por edades lo cual nos permite comprender qué categorías de edad son más importantes para la supervivencia futura de la población. Por ejemplo, si queremos ayudar a asegurar la supervivencia a largo plazo de una especie X de la cual se extrae un producto forestal no maderable que recomendaciones se realizarían, por ejemplo: ¿Será más efectivo proteger las plántulas? o de pronto es más efectivo ¿proteger los juveniles? o ¿adultos?, para responder este

tipo de preguntas, es necesario poder determinar tasas de crecimiento a partir de la historia de vida de la población objeto de estudio y poder utilizar diferentes supuestos.

El primer paso que necesitamos realizar para un estudio de estructura poblacional es definir sus categorías de edad, como ya lo hemos mencionado. Es importante tener en cuenta que las definiciones de categorías de edad se han basado por lo general, en divisiones sistemáticas (rangos o marcas de clase con amplitudes similares), sin combinar con aspectos como los rasgos morfológicos de la especie, aspecto que puede conllevar a generar la inclusión de individuos en una categoría a la que no pertenece o traslapes de individuos con determinados rasgos en más de una categoría definida.

Con el fin de lograr un análisis más ajustado de la estructura poblacional es necesario dividir las categorías de tamaño de acuerdo con la historia natural de cada especie, para lo cual es importante conocer la especie sobre la cual queremos realizar la estructura poblacional, esto nos lleva a realizar unas buenas observaciones de campo. En términos generales una división básica de una población comprende tres grandes categorías: plántulas, juveniles y adultos.

En términos botánicos, para las espermatofitas (plantas con semillas), se denomina plántula al estadio del desarrollo del esporófito que comienza cuando la semilla rompe su dormancia y germina, y termina cuando el esporófito desarrolla sus primeras hojas no cotiledonares maduras, es decir funcionales. En muchos estudios poblacionales como es en el caso de palmas, se toma como plántulas aquellos individuos que aún no tienen divisiones en sus hojas (hojas más jóvenes todavía lanceoladas o bífidas) o cuyas hojas más jóvenes difieren muy poco de las hojas iniciales, cuando éstas son pinnadas. Algunos ejemplos de divisiones entre plántulas pueden ser encontrados en estudios como los adelantados por González *et al.* (2012) para palma bombona (*Iriartea deltoidea*), Rodríguez (2015), Castilla *et al.* (s.f), Andrade (2016) para la palma amarga o kalica (*Sabal mauritiformis*).

En la categoría de juveniles se incorporan aquellos individuos que ya tienen hojas con divisiones como es el caso de palmas (bien sean pinnas o segmentos) y que pueden haber desarrollado tallo, pero que aún no se han reproducido; y se toman como adultos, a los individuos que tienen alguna evidencia de reproducción, en árboles y arbustos se tienen en cuenta aspectos de altura y diámetro a la altura del pecho (DAP), así como otros relacionados con el desarrollo de la copa. Es importante tener claro que cuando se trabajan divisiones muy gruesas, estas pueden brindar muy poca información, por lo que se recomienda contar con mayor número de divisiones más refinada dentro de las grandes categorías, pues entre más refinada sea la división de categorías, más acertadas pueden ser las inferencias. Por lo tanto, lo más recomendable es realizar divisiones más finas en cada una de estas categorías, especialmente en las que tienen mayor variación. En el grupo de palmas los aspectos relacionados con la estructura de las hojas más que con el tamaño, representa un buen criterio para establecer subcategorías, el tamaño de la hoja no es un buen indicador porque este factor puede estar más influenciado por aspectos ambientales, no reflejando el estado de desarrollo del individuo.

De acuerdo a Bernal (1998) se recomienda dividir las plántulas y juveniles en 2-3 categorías cada uno, empleando como caracteres el número de pinnas, pliegues o venas principales en las hojas como criterio de desarrollo. Para los adultos lo ideal es tratar de dividir también en, por lo menos, 2-3 categorías, teniendo en cuenta aspectos como la altura del tallo. Es recomendable que para generar las divisiones de categorías de tamaño es diferente para cada especie y estas siempre dependerán de su historia de vida. Dos documentos que consideramos claves para definir estructuras de edad y en particular para abordar el estudio del grupo de las palmas son los adelantados por Baslev *et al.* (2010a) y Galeano *et al.* (2010).

La definición de las categorías de edad dentro de una población, como veremos nos permitirán mediante estudios de dinámica de población, poder extraer las tasas de crecimiento a partir de datos básicos de la historia de la vida y poder proyectar el crecimiento de la población utilizando diferentes supuestos.

Lograr estructurar una población vegetal de importancia en la obtención de PFNM, nos permite conocer cómo se encuentra la distribución de la abundancia de los individuos en las distintas categorías de edad o tamaño. Esta distribución de clases de edad refleja cómo se encuentra la población o como ha venido funcionando la población, dando indicios y definiendo acciones que se requieran a futuro para el manejo de la especie.

Estructuras de edad en árboles

El incremento actual por el aprovechamiento de los PFNM principalmente en los bosques tropicales, hace indispensable que se logre una gestión de forma sostenible. Hall y Bawa (1993) han documentado que la situación de los no maderables en muchas regiones no es mucho mejor que la de las especies maderables, la gestión de estos productos de forma sostenible sigue siendo muy baja, por lo que es fundamental reconocer la necesidad de evaluar y monitorear las poblaciones naturales y desarrollar y aplicar sistemas de extracción sostenibles.

En árboles y arbustos principalmente, las estructuras de clases de tamaño se constituyen en una de las mejores maneras para evaluar el estado de sus poblaciones. Debemos tener presente que un criterio importante para medir la estrategia de vida de una especie es que tan efectiva es en lograr "reclutar" nuevos individuos en su población. Entre más eficaz sea esta estrategia, más probabilidades tendrá la población de mantenerse en el bosque. Un método para lograr medir este éxito consiste en vigilar la *frecuencia* y la *abundancia* del establecimiento de plántulas durante varios periodos de tiempo, y registrar el aumento o la disminución resultante del tamaño de la población a lo largo del tiempo de evaluación. El historial de reclutamiento de una especie particular se puede ver reflejada en la distribución del tamaño de los individuos dentro de su población (Peters, 1994).

Una rápida evaluación de la estructura de la población nos puede frecuentemente proporcionar información sobre si una especie se está regenerando o no en el bosque. En diferentes estudios los datos sobre la estructura de la población han sido utilizados por ecólogos y silvicultores para estudiar la dinámica de la regeneración de las especies en su gran mayoría aquellas de

importancia en la obtención de madera. Los resultados de esos estudios han demostrado que la estructura de la mayoría de las poblaciones de árboles puede describirse mediante un número limitado de distribuciones de clases de tamaño o de diámetro. Peters (1994) establece tres distribuciones de clases de tamaño idealizados para estructuras de árboles tropicales en intervalos de clases de tamaño de DAP cada 10 cm (figura 2.12).

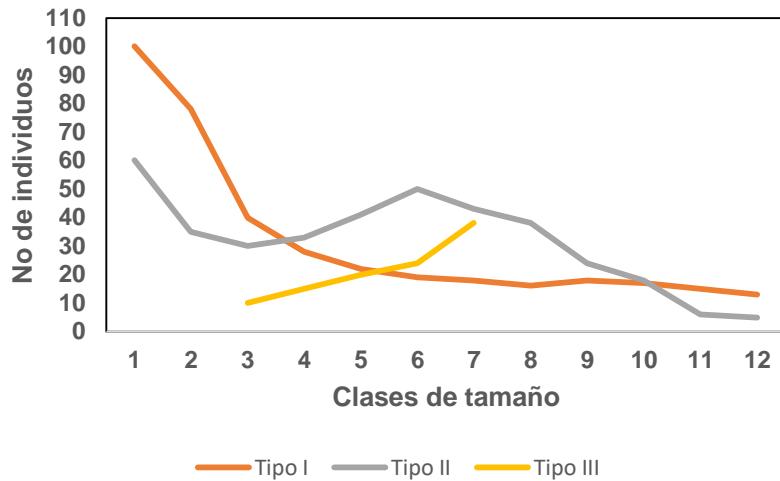


Figura 2.12. Distribuciones de clases de tamaño idealizados para estructuras de árboles tropicales en intervalos de clases de tamaño de DAP. Fuente: Peters (1994).

La estructura de clase de tamaño del **Tipo I** muestra un mayor número de árboles pequeños que de árboles grandes y una reducción casi constante en el número de árboles de una clase de tamaño a otra. Este es el tipo de estructura de la población más característico en especies primarias tolerantes a la sombra, donde se mantiene una tasa más o menos constante de establecimiento de plántulas. Bajo este esquema es posible asumir que la muerte de árboles adultos en algún momento puede ser reemplazada por individuos que crecen de las clases de tamaño más pequeño. Este tipo de estructura representa el ideal de una población estable y autosuficiente. Esta estructura es en la que se deben de realizar esfuerzos para preservar las poblaciones naturales proveedoras de PFNM.

La estructura de **Tipo II** es característica de las poblaciones que experimentan un establecimiento esporádico o irregular de plántulas. El nivel real de regeneración puede ser suficiente para mantener la población, pero la escasa frecuencia de aparición provoca notables "picos" y "valles" en la distribución de las clases de tamaño a medida que las nuevas plántulas crecen en clases de tamaño más grandes. Este tipo de distribución es frecuente entre las especies secundarias tardías que dependen de los claros en el bosque para su regeneración, pero también puede reflejar una población cuya regeneración se ha interrumpido temporalmente debido por ejemplo a la excesiva recolección de frutos o semillas, o a los daños físicos directos a las plántulas (por ejemplo, el pisoteo por parte de los recolectores en los procesos de cosecha) o a la falta de polinizadores o agentes de dispersión.

La distribución **Tipo III**, refleja una especie donde la regeneración está severamente limitada por alguna razón. Se puede ver ausencia en las categorías inferiores y la mayoría de los individuos de esta población son más o menos del mismo tamaño y, aunque muchos de ellos pueden estar produciendo flores y frutos, no se ha establecido con éxito ninguna plántula. Las estructuras de población de tipo III se encuentran con frecuencia entre las primeras especies pioneras y poco exigentes en cuanto a la luz, donde se requieren grandes espacios en el dosel para su regeneración. Si no se produce esa perturbación, estas especies pueden desaparecer temporalmente de los bosques; la población anterior (Tipo II) estaba representada únicamente por las semillas que yacían latentes en el suelo. La distribución del Tipo III no se limita a las primeras especies pioneras. Muchas poblaciones de especies secundarias o primarias tardías también pueden presentar este tipo de distribución si el establecimiento de las plántulas se interrumpe durante un período de tiempo suficientemente largo. A menos que las condiciones cambien, estas poblaciones desaparecerán permanentemente del bosque.

Se debe tener en cuenta que la estructura de la población de una especie es muy dinámica y sensible a los cambios en el nivel de regeneración. Una distribución de Tipo I puede cambiar fácilmente a una de Tipo II si se reducen las tasas existentes de reclutamiento de plántulas. Otras limitaciones en la regeneración pueden llevar a la población a una distribución de Tipo III. Es importante tener en cuenta estos tipos de distribución pues puede ser muy útil ver los tres tipos estructurales como una sola secuencia a través de la cual una población pasa en su camino a la extinción.

Una de las especies de árboles más estudiadas para la obtención de PFNM es la castaña o nuez de Brasil (*Bertholletia excelsa*), los estudios adelantados por Zuidema & Boot (2002) y Zuidema (2003) muestran distintas estructuras poblacionales dependiendo del lugar donde se está realizando el aprovechamiento, la identificación de estas estructuras proporciona información sobre la abundancia de árboles de nuez de Brasil de diferentes tamaños y se constituyen en una herramienta importante para obtener estimaciones de la producción de semillas en una cierta área. Usando estas estructuras conjuntamente con el conocimiento de la producción de semillas por categoría de tamaño, se puede hacer una estimación del total de la producción de semillas.

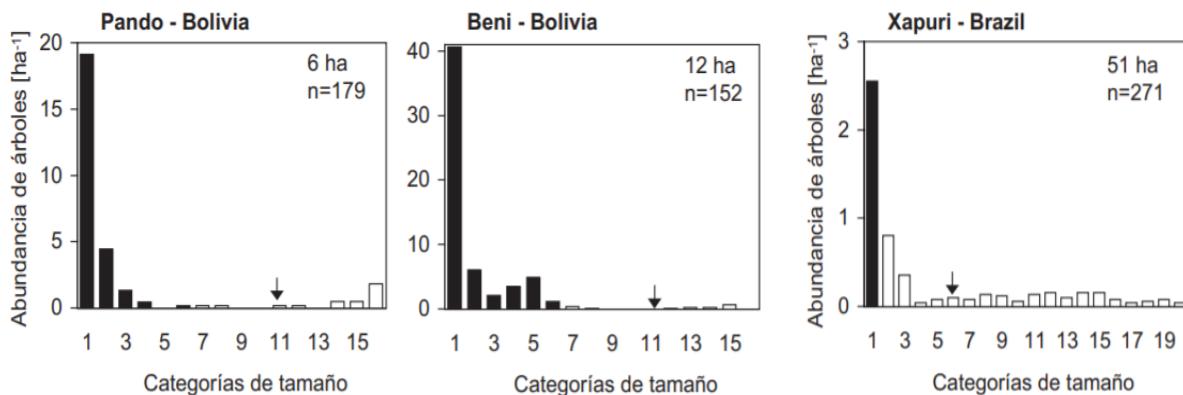


Figura 2.13 Distintas estructuras de población del árbol de castaña en Bolivia y Brasil. Las barras negras significan categorías de tamaño de individuos considerados plántulas, brizales y árboles de tamaño intermedio (< 10 cm DAP; diámetro a altura de pecho); las flechas indican la primera categoría incluyendo individuos de 60 cm DAP. Fuentes: Zuidema y Boot (2002; para región de Pando y Beni) y Viana *et al.* (1998); en la región de Xapuri – Brasil.

Se ha demostrado que esta especie presenta densidades muy variantes, desde densidades muy altas (más de 26 árboles por hectárea) a muy bajas (mucho menos de 1 árbol por hectárea). Una consolidación de varios inventarios adelantada por Zuidema (2003) muestra que en varios inventarios realizados a una escala de >10 hectáreas se presentan cambios en la abundancia, lo cual corrobora la importancia de contar con estudios en distintos lugares de una misma especie objeto de aprovechamiento que permitan tomar las decisiones más apropiadas en el manejo de la especie en las distintas regiones y no comprometer a las poblaciones objeto de aprovechamiento. Por ejemplo, en Colombia los trabajos con especies como el guaimaro (*Brosimum alicastrum*), olla de mono (*Lecythis minor*), andiroba (*Carapa guianensis*), damagua (*Poulsenia armata*), yanchamas (*Ficus* spp.), copaiba (*Copaifera* spp.) deberán tener presente estos estudios para poder determinar niveles de aprovechamiento de una forma sostenible.

Tabla 2.5. Densidades de árboles de castaña en inventarios de “gran escala” (área de la muestra >10 hectáreas).

Región	Área del bosque [hect.]	Área muestreada [hect.]	Min. DAP [cm]	Nro. de árboles	Densidad media [hect. ⁻¹]
1 Beni, Bolivia - Reserva El Tigre	834	834	50	900	1.1
2 Beni, Bolivia - Reserva El Tigre	12	12	10	20	1.7
3 Pará, Brasil - Región de Madeira/Tapajos	3,700,000	252	25	97	0.38
4 Pará, Brasil - Región de Tapajos/Xingu	2,500,000	415	25	198	0.48
5 Pará, Brasil - Planalto de la región de Curuá-Una	60,000	309	45	316	1.0
6 Pará, Brasil - Pinkaití (transectos)	c. 950	<22	10		1.3
7 Pará, Brasil - Pinkaití (en manchales de castaña)	28.5	28.5	10	137	4.8
8 Acre, Brasil - Xapuri	51	51	40	98	1.9

Fuente. Zuidema (2003)

Otro aspecto importante a tener en cuenta cuando se estudian las poblaciones naturales es contemplar que la intensidad de las perturbaciones causadas por las actividades humanas está relacionada con la regeneración de los árboles, siguiendo con los estudios de nuez de Brasil, Scoles y Gribel (2011) han demostrado como cambia la estructura poblacional de los árboles de castaña de Brasil en dos áreas de la Amazonía brasileña bajo diferentes historias de uso de la tierra. La siguiente figura muestra cómo cambia la densidad de árboles de acuerdo a categorías diamétricas, en negro los individuos de la región de Trombetas, la cual estuvo densamente ocupada en la época precolombina y experimentó una despoblación tras el contacto europeo con las poblaciones amerindias, especialmente en el siglo XVI. Los 25 rodales de nuez de Brasil muestreados en esta región estaban dominados por árboles viejos árboles y tenían un escaso reclutamiento en el sotobosque. En blanco los individuos de la región en las proximidades del río Madeira, donde los castañales eran más accesibles y estaban más perturbados. En este lugar

se observa una estructura de población más joven y una abundante regeneración de individuos en los 10 rodales muestreados.

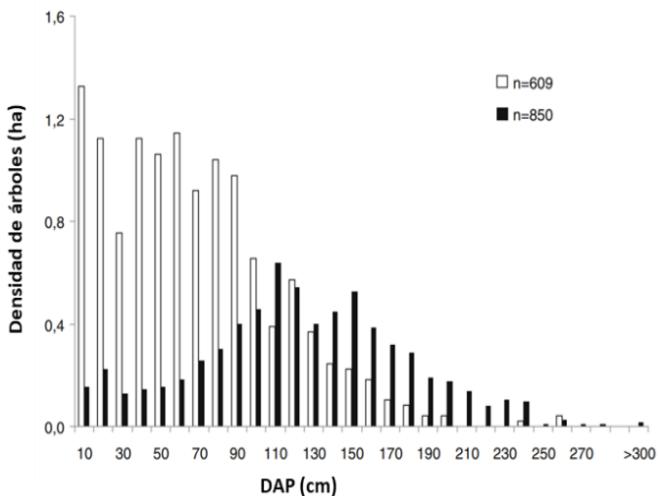


Figura 2.14 Distribución de densidades de la nuez de Brasil en intervalos de clase de 10 cm de DAP en el sector Trombetas (barras negras) y Capanã Grande (barras blancas). Fuente. Scoles y Gribel (2011)

Adicionalmente las poblaciones de especies proveedoras de PFNM y sus hábitats suelen estar sujetos simultáneamente a otras fuentes de perturbación, distintas a los procesos de cosecha. Es importante documentar este tipo de perturbaciones pues es difícil determinar de manera concluyente si los procesos de recolección tienen un efecto en las tasas de crecimiento de la población a largo plazo y, en los casos en que las poblaciones recolectadas están disminuyendo, identificar si la recolección es realmente un factor que contribuye y en qué medida. Esto es problemático porque a menudo se supone automáticamente que la recolección es la causa de la disminución y la decisión de prohibirla cuando no es el principal impulsor de la disminución sería ineficaz en términos de conservación y podría tener consecuencias negativas para medios de vida locales (Shackleton *et al.*, 2009).

Se ha logrado establecer que frecuentemente una primera señal de que una población se encuentra sobreexplotada es cuando se manifiesta en la distribución de clases de tamaño (Hall y Bawa, 1993; Peters, 1994; Wong *et al.* 2001). En varias especies de palmas cosechadas en Colombia se ha establecido que un gran número de estas presenta la distribución típica de clases de tamaño de una población en crecimiento en forma de *J invertida* (con un alto número de plántulas y un número decreciente de juveniles y adultos), por lo que cuando se estudian poblaciones cosechadas alejadas de este tipo de estructura se podría interpretar como un indicativo de que la cosecha puede estar alterando esta estructura (Bernal y Galeano, 2013).

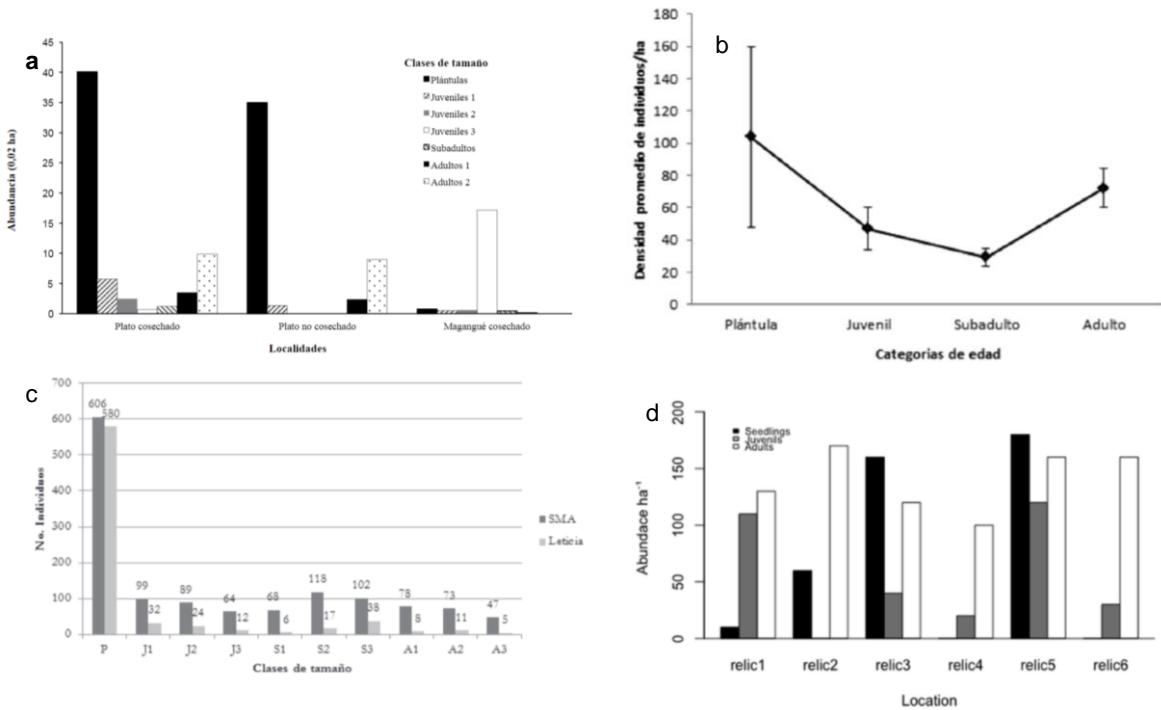


Figura 2.15. Esquemas de estructuras poblacionales para palmas se presentan lamas se ee Los anteriores esquemas presentan cuatro estructuras poblacionales en diferentes estudios de palmas a) Estructura poblacional de palma *Copernicia tectorum* en Plato y Magangué, en la Depresión Momposina, Colombia (Torres, C., et al., 2016). b) Estructura de edad de la población de palma *Trithrinax schizophylla* en el departamento de Santa Cruz -Bolivia- se muestran la densidad promedio de individuos por parcela más un error estándar (\pm EE), entre diferentes categorías de edad (Toledo *et al.*, 2018). c) Distribución de individuos en clases de tamaño de la población en *Euterpe precatoria*, en dos sectores en Leticia, Amazonas (Isaza *et al.*, 2014) d) Estructura de población para *Astrocaryum malybo* en seis relictos de bosques en Chimichagua, Cesar (García *et. al.*, 2017).

En el caso de estudios de lianas y/o bejucos teniendo en cuenta que muchas de estas especies son epifitas, hemiepifitas, frecuentemente se trabaja la estimación de la oferta relacionando con los aspectos morfológicos de la planta hospedera, como puede ser categorías diamétricas de los árboles, se ilustra en la figura izquierda la producción de raíces en peso con corteza para el género *Heteropsis* (kg. ha^{-1}) y a la derecha la longitud en cm de raíces aéreas encontrada de acuerdo a categorías diamétricas de hospederos para la especie *Philodendron longirrhizum*.

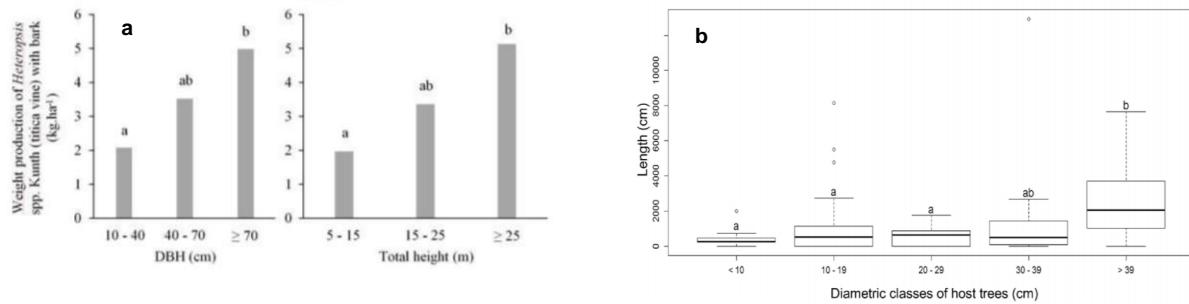


Figura 2.16 a) Producción de biomasa de *Heteropsis* spp. con corteza ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), con el tamaño del árbol hospedero, teniendo en cuenta la DAP y la altura total, en el bosque Nacional Tapajós – Pará-Brasil (Elizeário *et al.*, 2019), b) Longitud de las raíces cosechables para cada clase de diámetro de los árboles huéspedes en *Philodendron longirrhizum* en el departamento de Santander – Colombia. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas.

Es importante iniciar procesos de monitoreo y análisis de poblaciones naturales de las especies proveedoras de PFNM en diferentes regiones, bajo distintas condiciones ambientales y diferentes estados de perturbación, esto permite contar con referentes para realizar comparaciones entre distintas poblaciones cosechadas e identificar amenazas que puedan estar incidiendo sobre su estructura poblacional, distintos a los factores simplemente de cosecha.

Estudio de la dinámica poblacional

En los estudios de la dinámica poblacional es fundamental comprender los conceptos de demografía de las especies, los estudios de la demografía de las plantas han cobrado un impulso significativo dentro de la ciencia de la ecología; si bien los ecólogos de plantas se habían centrado en aspectos como la fisiología, estructura y taxonomía de la vegetación, ignorando en gran medida los fenómenos de población, en los últimos años esta ha sido relevante para poder entender los cambios que se dan en el tamaño o en la estructura de una población en un tiempo determinado.

Cuando se abordan estudios de dinámica de poblaciones vegetales se requiere de un monitoreo periódico de individuos durante un tiempo determinado, algunos autores proponen que este se efectúe en intervalos de tiempos entre dos y cinco años (Ticktin, 2004).

Hoy el empleo del monitoreo es indispensable para poder evaluar si las acciones realizadas en los procesos de aprovechamiento de las especies proveedoras de PFNM están logrando los resultados esperados los cuales se resumen en un mínimo de no degradar la estructura poblacional de la especie y lograr su uso sostenible. En todo proceso de monitoreo es fundamental contar con una buena planificación de las metas que se buscan con la implementación de este, y las acciones que se deben tener en cuenta a futuro.

De acuerdo a López-Gallego (2015) en el análisis de la dinámica poblacional se busca determinar cambios en la abundancia total y cambios en la estructura de la población a través del tiempo, entre otros aspectos. Para esto es necesario colectar datos sobre cambios en la abundancia en

cada uno de los estadios (o clases de edad), así como en la abundancia total, logrando establecer las tasas demográficas (natalidad, mortalidad, reclutamiento) en la población.

Los métodos más sencillos se enfocan en los cambios de la abundancia total, la abundancia de adultos, o las abundancias de juveniles, adultos de una población a través del tiempo y los métodos más sofisticados de monitoreo poblacional se enfocan en estimar las tasas demográficas de supervivencia, crecimiento, y reproducción de los individuos.

Es importante entender que los estudios de dinámica requieren establecer parcelas permanentes donde la forma, tamaño y número de estas deben cumplir, idealmente, los mismos parámetros establecidos en la medición de la abundancia como son aleatoriedad, independencia y representatividad (Galeano y Bernal, 2013). Así mismo el establecimiento el número de parcelas en estos estudios es fundamental para conseguir que los resultados sean precisos. La precisión se mide mediante el error de muestreo de una estimación; cuanto menor es el error de muestreo más precisa es la estimación. Sabemos que un gran número de parcelas reduce el error de muestreo (Wong *et al.*, 2001). En el establecimiento de las parcelas es necesario garantizar que los individuos muestreados no van a ser cosechados ni derribados y que se podrán monitorear a lo largo del tiempo.

Diversos estudios han demostrado que parcelas de 1000 m² (50m x 20m) son un buen tamaño para estudiar poblaciones, en especial si la población es agregada como suele suceder en varias palmas de interés comercial como moriche o canangucha (*Mauritia flexuosa*), naidí (*Euterpe oleracea*) y asaí (*Euterpe precatoria*). El número de parcelas de acuerdo a Bernal y Galeano (2013) para palmas puede ser de seis parcelas por área de estudio. Sin embargo, debe de tenerse en cuenta que cuando la especie de interés presenta una distribución más dispersa, se necesitaran parcelas más grandes o en el mejor de los casos el uso de transectos estableciendo franjas de gran longitud.

Construcción de los modelos matriciales

Los modelos matriciales de acuerdo a Pico (2002) representan un nítido vínculo entre la biología y las matemáticas. Este vínculo se representa por el gráfico del ciclo vital de un organismo (Figura 2.17), en este gráfico se representan las tasas vitales de los individuos de una población. A partir de estos gráficos de ciclo vital se genera una matriz de transición (o proyección) asociada, que contiene todos los posibles eventos demográficos de una población que han tenido lugar en un determinado periodo de tiempo (por ejemplo, un año). Para la construcción del gráfico del ciclo vital en una población objeto de estudio, el primer paso es la construcción de un modelo matricial. En este se estructura a los individuos de la población en categorías de tamaño o “edad” y tamaño. Como ya hemos explicado anteriormente la categorización de estos tamaños o categorías etarias se construyen en función de criterios biológicos.

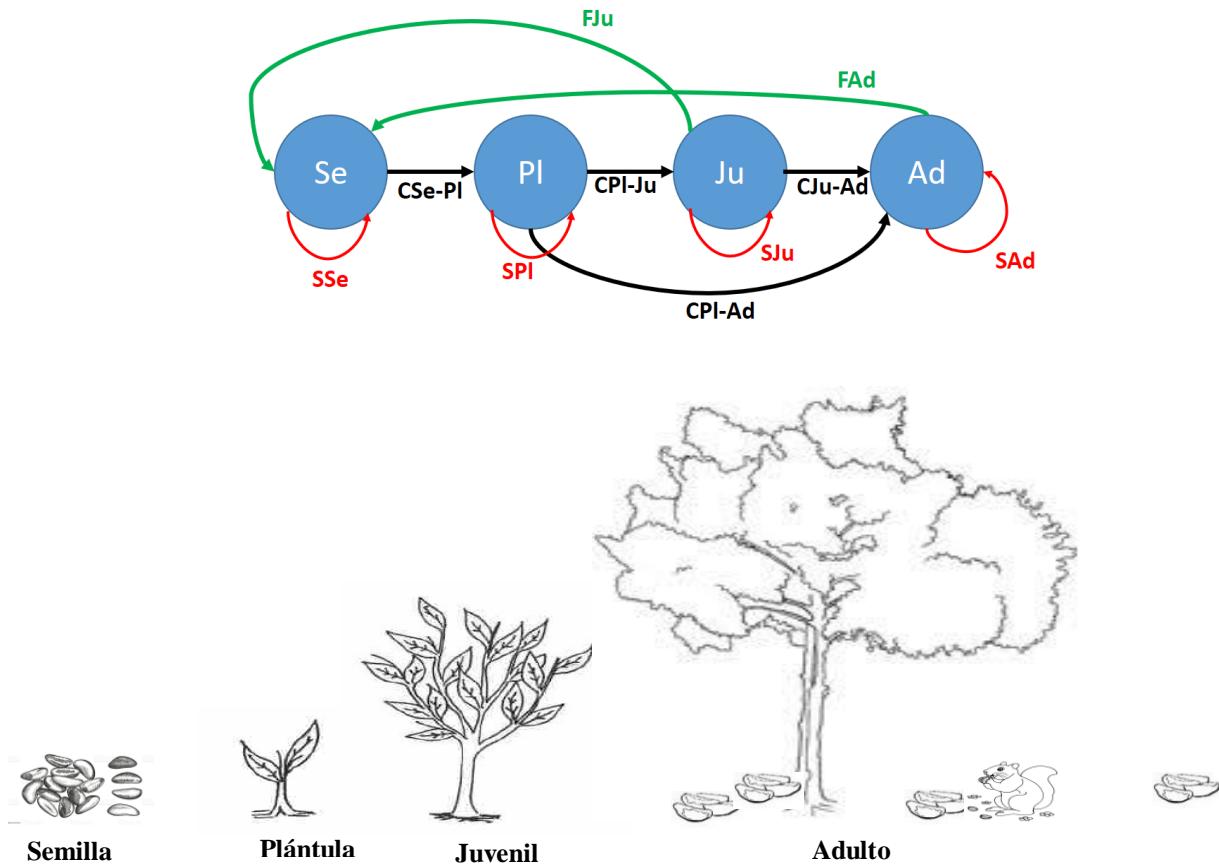


Figura 2.17 Ciclo vital de vida de un organismo

En este ejemplo vemos cuatro categorías o clases para una población Se=semilla, Pl=Plántula, Ju=Juvenil y Ad=Adulto. Las transiciones son en línea verde la Fecundidad por ejemplo la Fecundidad de Adultos que aportan a Semilla (FAd) o de Juvenil a Semilla (FJu). La línea en negro representa crecimiento durante el tiempo estudiado t, por ejemplo, crecimiento de semilla a plántula (Cse-Pl) y las líneas en rojo la supervivencia en la misma clase durante el periodo de estudio.

La construcción de la matriz de transición asociada a este ejemplo sería:

	Se	Pl	Ju	Ad
Se	SSe	0	FJu	FAd
Pl	CSe-Pl	SPI	0	0
Ju	0	CPI-Ju	SJu	0
Ad	0	CPI-Ad	CJu-Ad	SAd

Obsérvese que la diagonal de la matriz corresponde a las categorías que transcurrido el tiempo t al tiempo $t+1$ siguen en la misma categoría. Abajo de la diagonal corresponde a los crecimientos de una categoría inferior a una categoría superior y la primera fila a la fertilidad.

Por lo tanto, esta matriz de transición posee dos tipos de datos. Por una parte, se encuentra la probabilidad media de todos los individuos incluidos en una clase determinada de permanecer en la misma clase o cambiar a otra clase dentro del intervalo de tiempo estudiado. La fecundidad media de todos los individuos de cada clase durante el mismo intervalo de tiempo se ve reflejada en la primera fila de la matriz. De acuerdo con Caswell (2001) la fiabilidad de estos modelos matriciales comienza por la calidad de los datos en los que se basan. Por lo que como hemos anotado el tamaño de muestra tiene que ser suficientemente amplio para evitar estimar las transiciones a partir de unos pocos individuos. Sabemos que en estudios poblacionales de plantas algunas transiciones como es la tasa de supervivencia de semillas en el suelo, propagación vegetativa, etc, son difíciles de obtener, por lo que muchas veces será necesario diseñar diferentes experimentos para poder estimar estas tasas de supervivencia.

El análisis, desde el punto de vista algebraico de las matrices de transición, busca obtener los valores y vectores propios asociados a la matriz de transición (Caswell, 2001). En los estudios de dinámica poblacional los principales estadísticos poblacionales son la tasa de crecimiento poblacional λ , la distribución estable de clases y el valor reproductivo de cada clase. Estos tres parámetros nos determinan las propiedades demográficas de la población bajo unas condiciones ambientales concretas. Sin duda alguna, la tasa de crecimiento poblacional λ es el más importante de ellos pues indica si la población aumenta ($\lambda > 1$), disminuye ($\lambda < 1$) o permanece estable ($\lambda = 1$) a lo largo del tiempo. Es importante tener en cuenta que la determinación del carácter de λ , se está asumiendo bajo un modelo determinista, en los que las condiciones ambientales no varían en el tiempo, por lo que se recomienda siempre estimar los intervalos de confianza de λ utilizando métodos de remuestreo (por ejemplo, el bootstrapping (Caswell, 2001).

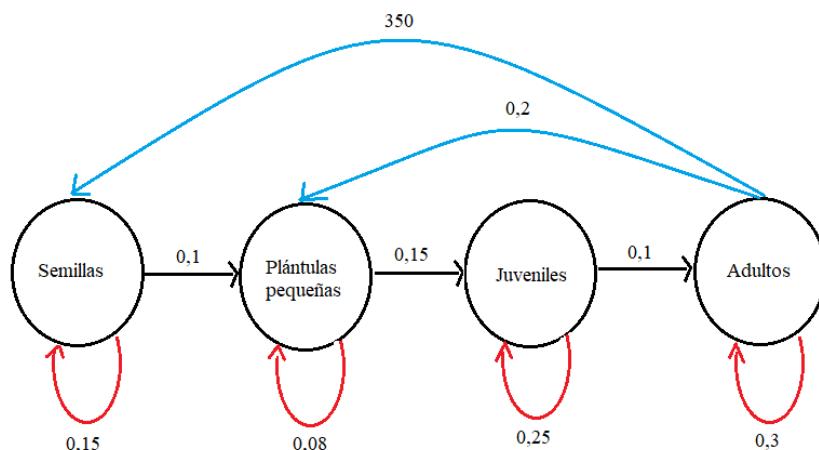
De otra parte las estimaciones correspondientes a la fecundidad F dependerán de la especie objeto de estudio. En estudios de palmas las estimaciones de fecundidad se han realizado contando el número de frutos por infrutescencia y número de infrutescencias por individuo, para las clases de adultos, en un periodo de tiempo, por lo que es importante realizar seguimiento a los adultos en este aspecto y cuanto más tiempo se tenga de seguimiento más robusta será la información con respecto a los valores de fecundidad. Los números de frutos obtenido por individuo se multiplican por el porcentaje de germinación de las semillas bajo condiciones naturales. Cuando las especies son dioicas (especies en la que hay individuos machos e individuos hembras) como es el caso en palmas del moriche (*Mauritia flexuosa*) y de la palma de cera (*Ceroxylon quidiuense*) se requiere ajustar los cálculos.

Ejemplo de un modelo matricial

Fuente. Elaboración propia

En una población de plantas de importancia como PFNM, sólo los adultos se reproducen, estos producen 350 semillas de promedio cada una en un año, las cuales van a parar al banco de semillas del suelo. Los adultos presentan reproducción asexual generando nuevos individuos (plántulas pequeñas) de los cuales solo sobrevive un 20%. De las semillas existentes en el suelo, un 10% germina en un año determinado, un 15% sobrevive como semilla en el suelo. Las semillas germinadas producen plántulas pequeñas y de estas tan solo un 15% pasan a estadio Juvenil y un 8% sigue como plántulas pequeñas. De los juveniles, tan solo 10% pasa a adulto y un 25% sigue como juvenil. Finalmente, en un año los adultos permanecen como adultos tan solo 30% y el resto muere.

a) Construir el diagrama del ciclo de vida de la población



b) Construir su matriz de transición

$$\left(\begin{array}{cccc} (S \rightarrow S) & (P \rightarrow S) & (J \rightarrow S) & (A \rightarrow S) \\ (S \rightarrow P) & (P \rightarrow P) & (J \rightarrow P) & (A \rightarrow P) \\ (S \rightarrow J) & (P \rightarrow J) & (J \rightarrow J) & (A \rightarrow J) \\ (S \rightarrow A) & (P \rightarrow A) & (J \rightarrow A) & (A \rightarrow A) \end{array} \right)$$

	SEMILLA	PLÁNTULA	JUVENIL	ADULTO
SEMILLA	0.15	0	0	350
PLÁNTULA	0.1	0.08	0	0.2
JUVENIL	0	0.15	0.25	0
ADULTO	0	0	0.1	0.3

- c) Si en un año (t) cierto momento la población cuenta solo con 1500 semillas, 70 plántulas, 30 juveniles y 10 adultos. ¿Cuál será el estado de la población después de un año ($t+1$)?

Año (t)	Semillas: 1500
	Plántulas: 70
	Juveniles: 30
	Adultos: 10

Estado de la población en $t+1$.

matriz de transición		Tiempo (t)	$t+1$
----------------------	--	----------------	-------

$$\begin{pmatrix} 0,15 & 0 & 0 & 350 \\ 0,1 & 0,08 & 0 & 0,2 \\ 0 & 0,15 & 0,25 & 0 \\ 0 & 0 & 0,1 & 0,3 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1500 \\ 70 \\ 30 \\ 10 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3725 \\ 157,6 \\ 18 \\ 6 \end{pmatrix}$$

Transcurrido un año para un tiempo $t+1$, tenemos en la población 3725 adultos, 157 plántulas, 18 juveniles y 6 adultos.

Los modelos matriciales han sido empleados como una herramienta muy importante para el manejo de poblaciones naturales en las que se obtienen PFNM. El estudio adelantado por Schmidt *et al.* (2011) evaluando 46 casos en los que se aplican modelos de matrices para determinar los efectos de la recolección de PFNM, muestra que sigue siendo poco frecuente el uso de estos métodos en las regiones donde el comercio de plantas silvestres es más intenso y para varias formas de vida que se cosechan comúnmente. Así mismo indican que el factor de λ no siempre proporciona una evaluación precisa de los impactos de la cosecha de estos productos.

En muchos de estos estudios se evidencia una gran variación de los parámetros demográficos y de las estimaciones de las tasas de crecimiento de las poblaciones de PFNM en el espacio y el tiempo, independientemente de la cosecha. Aspecto fundamental pues tanto investigadores, como administradores del recurso y cosechadores deberán evaluar de forma cuidadosa, cuales son los medios más eficaces para generar decisiones que permitan el manejo para cada especie de PFNM. El análisis también mostró que el estudio de la dinámica de una o unas pocas poblaciones de PFNM recolectadas a lo largo de 2 años puede proporcionar poca información sobre los reales efectos de la cosecha en escalas geográficas y temporales más amplias en las que es probable que se esté llevando a cabo cosecha.

De otra parte, los autores recomiendan que las decisiones de manejo no se podrán basar únicamente en los análisis de elasticidad de las poblaciones tomadas en parcelas de poblaciones no cosechadas, pues se corre el riesgo de perder otro tipo de respuestas indirectas y compensatoria de la cosecha. Recomiendan que una forma importante de probar los efectos directos de la recolección de PFNM es tener en cuenta el potencial de variación espacio-temporal en el diseño del estudio. Lo cual se puede hacer construyendo modelos matriciales a partir de

los datos de las parcelas de control y de cosecha replicada, realizados a lo largo de varios años, bajo una gama de condiciones ambientales, de cosecha y de prácticas de manejo. De ahí la importancia del seguimiento de poblaciones naturales a lo largo de una región, por ejemplo en el caso del aprovechamiento de especies como el asaí (*Euterpe precatoria*) a nivel de la Amazonía colombiana, se debe contar con un sistema de parcelas de monitoreo permanente, tanto en la jurisdicción de la Corporación CDA como de Corpoamazonía, lo cual permite garantizar con información para la toma de decisiones frente al manejo de esta especie en la región amazónica y tener seguimiento a largo plazo de estas poblaciones, pues está demostrado que los estudios a largo plazo permiten captar los efectos de la variación temporal, así como para determinar los efectos acumulativos de la cosecha, especialmente en el caso de las cosechas experimentales. Las réplicas de parcelas o poblaciones cosechadas se pueden obtener mediante cosechas experimentales realizadas en conjunto con los recolectores locales, mediante la vigilancia de las poblaciones existentes sujetas a cosecha y otras no cosechadas, aspectos que se pueden adelantar mediante el monitoreo comunitario.

Lograr por ejemplo estudiar poblaciones de un solo lugar, pero sujetas a distinta intensidad de cosecha como el esquema de trabajo adelantado por Ghimire *et al.* (2008), permite obtener buena información de cómo se afecta la población bajo distintas tasas de cosecha, bajo este enfoque se requiere menor número de repeticiones, así como de recursos y tiempo. Resultados de este tipo de experimentos permite tener bases para elaborar planes de manejo en especies de plantas, especialmente en aquellas que pueden encontrarse bajo riesgo.

CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DE LAS POBLACIONES Y ECOSISTEMAS OBJETO DE APROVECHAMIENTO



Introducción

Una de las mejores maneras de poder entender los problemas relacionados con distribución y abundancia de las especies vegetales objeto de aprovechamiento es lograr describir la dinámica de un grupo pequeño de estos individuos, los cuales deben de tener la capacidad de reproducirse entre sí y estar ocupando un área pequeña y aislada. Este grupo de individuos es lo que denotamos como una población biológica.

Para lograr que el aprovechamiento de estas poblaciones sea sostenible es fundamental abordar aspectos ecológicos de las especies, la abundancia, la distribución y la fenología y aspectos relacionados con la biología de la especie son fundamentales para el manejo.

Una manera sencilla de enfocar el concepto de población es la planteada por Fuentes (1989), la cual consiste en identificar el área geográfica de nuestro interés donde se encuentran los individuos objeto de estudio de la especie **S**. Sobre este podemos tender una red cuyas cuadriculas concuerden con la escala de lo que deseamos estudiar. Los individuos que se encuentren en una misma celda diremos que pertenecen a una misma población.

Es importante tener en cuenta que el concepto de población es un concepto arbitrario, pues estamos fijando el tamaño de las cuadriculas según nos conviene, de ahí la importancia de tener en cuenta aspectos como el área geográfica objeto de estudio y el objetivo de nuestro estudio. Debemos entender que las poblaciones en la gran mayoría de los casos no son unidades discretas o “naturales”, excepto por ejemplo si se encuentran en áreas completamente aisladas (islas, por ejemplo). Debemos siempre de buscar acotar de forma arbitraria el tamaño de una población, logrando establecer límites geográficos precisos lo cual nos facilitara estudiar esta.

Si bien existen diferentes métodos para evaluar poblaciones, generalmente se cuentan con cuatro elementos básicos (Wong *et al.* 2001), el primero que hace referencia al área geográfica donde se desarrollara el aprovechamiento de la especie para obtener los PFNM y aspectos biológicos de esta, el segundo el cual involucra aspectos relacionados netamente con el diseño de muestreo, el tercer nivel que corresponde a la forma de las parcelas y el cuarto que involucra aspectos propios de las características del producto (Figura 3.1)

Este esquema metodológico variara dependiendo de la especie objeto de estudio por lo que deberá adaptarse a esta, así mismo dependerá de la especie que se esté estudiando y de aspectos relacionados con el tiempo, dinero y recursos humanos para el desarrollo del inventario.

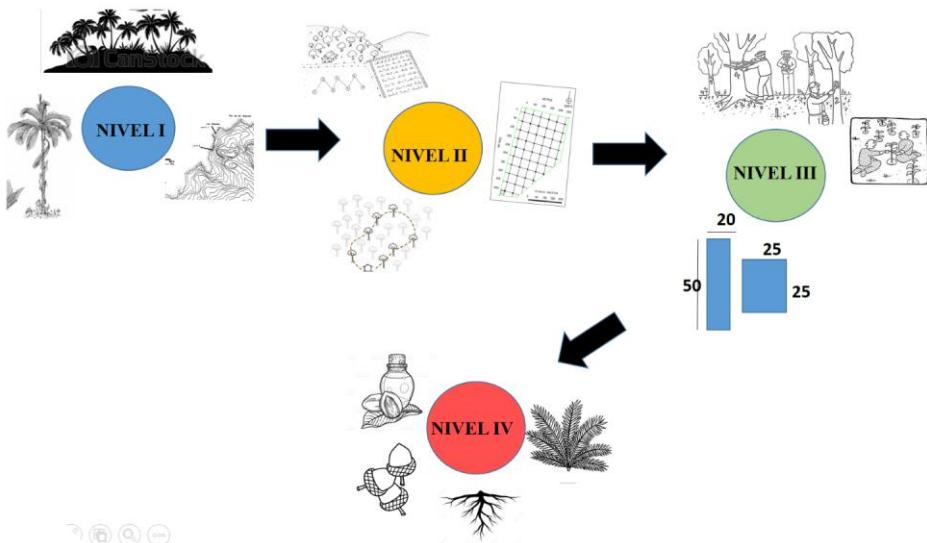


Figura 3.1. Estructura básica de un diseño de inventario cuantitativo.

Adaptado de Wong *et al.* (2001)

Cuando se cosechan PFNM es importante también conocer aparte de la parte cosechada, aspectos como los patrones de crecimiento, de reproducción, polinización y dispersión, como ya hemos hecho referencia en el componente de rasgos de historia de vida de la especie (Capítulo 2).

En el caso de plantas perennes de larga vida como árboles y arbustos, la extracción de las partes reproductivas como las flores, los frutos y las semillas tiende a tener un potencial muy alto de cosecha sostenible. Algunos meta-análisis de estudios demográficos han demostrado que las tasas de crecimiento de la población de estas especies de larga vida tienden a verse poco afectadas por las disminuciones de la fecundidad (Franco y Silvertown, 2004). Por ejemplo, Sampaio *et al.* (2008) muestran que hasta el 95% de los frutos de la palma buriti o moriche (*Mauritia flexuosa*) pueden cosecharse sin causar una disminución de la población a largo plazo, y esta tasa es similar a las encontradas para otros frutos de árboles.

Cuando se cosechan frutos del bosque, muchos de estos que se recogen para comercialización proveen alimento a grandes mamíferos y aves, pero se requiere evaluar los efectos de las cosecha de frutos, semillas y flores y su incidencia en los gremios de frugívoros y granívoros (Ticktin, 2004), algunos estudios han mostrado que altos niveles de cosecha de PFNM pueden alterar la composición y la diversidad de las poblaciones de aves, por ejemplo en la palma naidi (*Euterpe oleracea*), Moegenburg y Levey (2002) encontraron que la cosecha de frutos de alta intensidad en la Amazonía brasileña reduce la diversidad de frugívoros aviares, sin embargo la cosecha de baja intensidad no tiene ningún efecto.

Es importante acompañar de estudios de impacto de cosecha el aprovechamiento de cada una de las especies objeto de aprovechamiento. Aún es escasa la información sobre el impacto de la cosecha de ciertas partes de la planta que presentan gran valor económico, como es el caso de

resinas, exudados, cortezas y partes de plantas subterráneas como tubérculos, raíces y cormos. Los estudios deben ser evaluados buscando obtener información a largo plazo.

Elementos rectores para manejo sostenible de los PFNM

El aprovechamiento sostenible de los PFNM se logra cuando se obtiene la persistencia a largo plazo de las poblaciones sometidas a cosecha y cuando este aprovechamiento no afecta negativamente a otras especies o altera las funciones de la comunidad o del ecosistema.

Para comprender la sostenibilidad en el aprovechamiento de los PFNM bajo una mirada ecológica, es necesario responder a preguntas como:

- ¿Dónde se recogen los PFNM?
- ¿Cada cuánto se cosechan estos productos?
- ¿Cómo se cosechan las especies vegetales que generan estos productos?
- ¿Cómo estos productos se articulan a las actuales y futuras demandas del mercado?
- ¿Qué impactos se producen con el aprovechamiento de estos productos?
-

Lograr responder estas preguntas es un tanto difícil en la práctica, pero se debe buscar realizar una evaluación y monitoreo de estos productos a largo plazo como ya lo hemos mencionado con participación de los cosechadores, lo que implica abordar un enfoque de monitoreo forestal comunitario.

Sabemos muy poco acerca de procesos sobre sobre la cosecha, manejo y comercio de la gran mayoría de los PFNM, los mayores aportes que se tienen en estos aspectos son los adelantados en el grupo de palmas. Los trabajos adelantados por Bernal y Galeano (2013) listan 23 especies de palmas de mayor importancia en Colombia en la obtención de PFNM aportando elementos como: descripción de las especies, nombres comunes e indígenas empleados, distribución, biología, usos y mercado y aspectos de manejo. Brindando información de interés para la cosecha sostenible de estas especies. Otros trabajos que se han adelantado corresponden a los del bejucu tripeperro (*Philodendron longirrhizum*) donde se estudian aspectos ecológicos y de cosecha (García y Galeano, 2009; Caleño *et al.*, 2018). En el proceso de evaluación del aprovechamiento de los PFNM es importante discutir los impactos que se generan a diferente escala ecológica, a nivel de población, comunidad o a nivel de ecosistema como ya habíamos mencionado e identificar los factores que influyen en el impacto.

Un primer aspecto a tener en cuenta es el ecosistema donde se cosecha el PFNM de interés, tenemos que tener presente que los PFNM no solo se recolectan de áreas de ecosistemas boscosos, por ejemplo, la paja blanca (*Calamagrostis spp.*) se cosecha en zonas de páramo, la enea o totora (*Thypha domingensis* y *T. latifolia*) se aprovechan en zonas de humedales, el yotojoro (*Stenocereus griseus*) se cosecha en zonas desérticas en la Guajira y así podríamos indicar otras especies. Por lo que tenemos que tener presente que vamos a encontrar un espectro de ecosistemas que proveen estos productos. Este es el primer aspecto a tener presente en el seguimiento a estos productos (Figura 3.2).



Figura 3.2. Fruto de camu camu (*Myrciaria dubia*) especie que crece en bosques inundables del río Putumayo a la derecha mujer cosechando paja blanca en zonas de páramo.

Sobre el tipo de ecosistema

La diversidad ecosistémica existente en el país sigue siendo cada vez más ampliamente condicionada por el impacto de las actividades humanas el impacto histórico ya milenario de las actividades humanas, tanto en términos absolutos como en la ubicación y los patrones espaciales resultantes (Etter, 1993).

Desde el año 2007 los Institutos de Investigación del SINA, PNN, y el Ministerio de Ambiente e IGAC publicaron el primer mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos con el cual contó el país, a escala 1:500.000. A partir del 2011, estas mismas instituciones aunaron esfuerzos para producir el primer mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:100.000 para Colombia. Estos mapas abordan el concepto de ecosistema de conformidad con lo adoptada en la Convención de Diversidad Biológica CDB, entendido este como “Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos en su medio no viviente, que interactúan como una unidad funcional materializada en un territorio, la cual se caracteriza por presentar una homogeneidad, en sus condiciones biofísicas y antrópicas”.

Hoy se cuenta con unidades ecosistémicas, a través de una estructura jerárquica que va desde los Grandes Biomas, los Bioma, hasta los Ecosistemas. Para Colombia se han definido 91 tipos de ecosistemas generales, distribuidos de la siguiente manera: Marinos 7 naturales, Costeros continentales e insulares: 13 naturales y 2 transformado, Terrestres continentales e insulares: 25 naturales y 17 transformados, Acuáticos 25 naturales y 2 transformado. Esta información está disponible en el portal del Sistema de información Ambiental de Colombia SIAC. (<http://www.siac.gov.co/>).

Cada especie deberá ser registrada bajo qué tipo de ecosistema se encuentra, y en qué tipo de cobertura vegetal se encuentra el área objeto de aprovechamiento. El país hoy cuenta con el

mapa de cobertura adelantado dentro del programa CORINE (Coordination of information on the environment) promovido por la Comisión de la Comunidad Europea bajo el proyecto de cobertura de la tierra “CORINE Land Cover” 1990 (CLC90), el cual definió una metodología específica para realizar el inventario de la cobertura de la tierra. Esta base de datos de Corine Land Cover Colombia (CLC) permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra, interpretadas a partir de la utilización de imágenes de satélite de resolución media (Landsat), para la construcción de mapas de cobertura a diferentes escalas. Los mapas de cobertura pueden ser consultados en la página del IDEAM en el siguiente link (<http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover>).

Para la región Amazónica colombiana se recomienda consultar el Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la tierra de la Amazonía colombiana –SIMCOBA- el cual genera información de las coberturas a partir de la interpretación de imágenes de sensores remotos; y se actualiza cada dos años; los datos se distribuyen por: región, grandes paisajes, jurisdicción de Corporación, Estado legal del territorio, departamentos y municipios. Se cuenta con mapas de coberturas de la tierra a escala 1:100.000 y se busca trabajar a escala 1:25.000 con metodología Corine Land Cover, esta información es factible de acceder en el siguiente link (<http://siatac.co/web/guest/productos/coberturasdelatierra>). Actualmente se encuentra en proceso de producción el Mapa de Coberturas del 2020, el cual se publicará en marzo de 2021.

A continuación, ilustramos con un ejemplo la manera de ubicar los predios para la solicitud de aprovechamiento, basado en un ejemplo hipotético para solicitud de asaí en el departamento de Guaviare.

“El área de aprovechamiento se establece al nororiente del municipio de San José del Guaviare, en el área sustraída, como eje central se cuenta con la vía principal a la trocha ganadera. Se ha buscado generar tres principales núcleos de aprovechamiento y acopio, que pueden reunir un grupo de 130 productores, quienes tienen suscritos con la asociación acuerdos de conservación y uso sostenible de sus relictos de bosque, con una extensión total de 8500 ha de bosque comprometido dentro de 16491 ha del área de ocupación del territorio dentro de sus fincas. El volumen total solicitado entre los cuatro núcleos de acopio para asai corresponde a 1100 toneladas.”

Tabla 3.1. Ejemplo de definición de núcleos de aprovechamiento de frutos de palmas en Guaviare.

Núcleo	Vereda	Usuarios	Área (ha)	Bosque (ha)
1	Damas de Nare y Sabanas de la fuga	43	5393,4	3287
2	El Morro, Florida II, San Francisco, Santa Lucia, Santa Rosa, Santa Rosa Alta y Santa Rosa Baja	37	2993,1	1297
3	Caño Mosco, Gaviotas, Guacamayas, La Esperanza, La Fuguita, La Oriental, Naranjal, Nueva Granada, Nuevo Milenio, Puerto Ospina, San Cristóbal, Santa Cecilia y Unión Baja.	50	3726,4	2501
Total	28 veredas	130	16491,3	8611

Ubicación geográfica y administrativa

Se debe indicar en forma clara la ubicación del sitio de aprovechamiento, se requiere generar cartografía que presente la extensión con las coordenadas planas y geográficas. Es importante dar a conocer las formas de acceso al área donde se va a adelantar el proceso de aprovechamiento y las condiciones en las cuales estas se encuentran, indicando aspectos de tiempo para acceder al poblado más cercano.

Estado legal del territorio

Se debe indicar el estado legal del territorio. Por ejemplo, si se encuentra en el área sustraída de la reserva forestal de Ley 2da, y si se encuentra ubicada en áreas donde se han adelantado procesos de zonificación o de ordenación por parte de la autoridad ambiental competente. Es importante mirar si por ejemplo se presentan DMI (Distrito de Manejo Integrado) o procesos de ordenación forestal, ubicando cada uno de los sitios en que unidad está presente.

Tabla 3.2. Ejemplo de unidades de manejo de las zonas DMI (Distrito de Manejo Integrado) y ZRFA
(Zona de Reserva Forestal de la Amazonía)

Núcleo	Vereda	Zonas de Manejo	
		DMI	ZRFA
1	Damas de Nare	Preservación, Restauración	Tipo A
	Sabanas de la Fuga	Preservación, Restauración	Tipo A
2	Campo Alegre	Protección Hídrica, Preservación, Restauración	
	Caño Blanco II	Protección Hídrica, Restauración, Uso Sostenible	
	El Boquerón	Protección Hídrica, Restauración, Uso Sostenible	Tipo B
	Horizonte	Protección Hídrica, Restauración	Tipo B
	Las Dunas	Protección Hídrica, Preservación, Restauración	
3	El Morro	Protección Hídrica, Restauración y Uso Sostenible	
	Florida II	Protección Hídrica	
	San Francisco	Protección Hídrica, Uso Sostenible	
	Santa Lucia	Protección Hídrica, Restauración y Uso Sostenible	
	Santa Rosa	Protección Hídrica, Uso Sostenible	
	Santa Rosa Alta	Protección Hídrica, Preservación, Uso Sostenible	
	Santa Rosa Baja	Protección Hídrica, Preservación, Uso Sostenible	

Información detallada por predio

Es importante contar con la información por cada uno de los predios que serán objeto de aprovechamiento, por cada área será indispensable registrar el estado de tenencia del predio, nombre del predio y nombre del tenedor del predio, así como acompañarlo de coordenadas geográficas de las áreas objeto de aprovechamiento y mapas de cada una de las fincas donde

se adelantarán los aprovechamientos. La Figura 3.3. muestra un ejemplo del mapa de un usuario donde se indica el área de la finca y el área de bosque sujeta al aprovechamiento de esta.

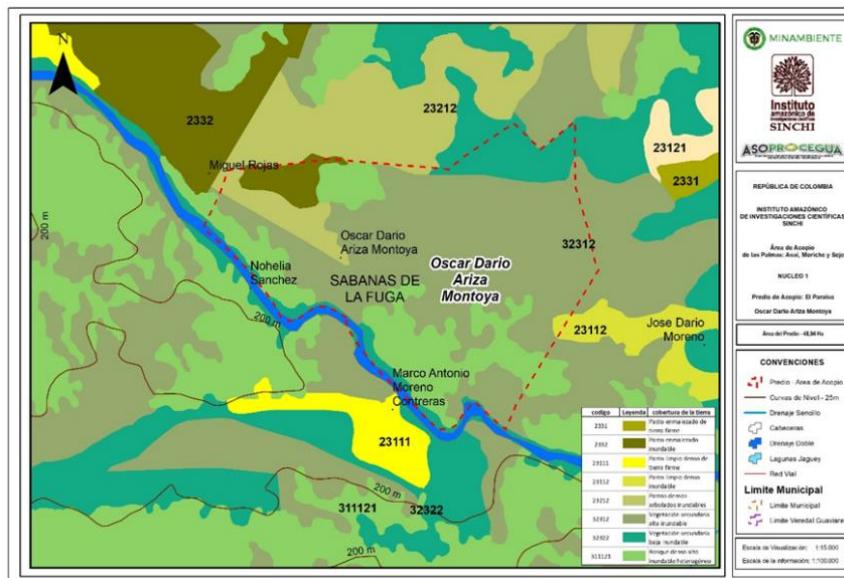


Figura 3.3. Mapa ejemplo de un usuario que muestra el área de la finca y el área de bosque sujeta al aprovechamiento.

Para contar con la información del predio y en especial a lo que se refiere la definición de los linderos de las áreas donde se llevará a cabo el aprovechamiento de los PFNM es importante consultar la cartografía adelantada por los institutos como el IDEAM, quienes cuentan con diversas clases de mapas en la galería de mapas (<http://www.ideam.gov.co/web/guest/galeria-de-mapas>), así como la de otros institutos de investigación y la existente al interior de cada Corporación, se deben indicar los límites del predio con sus respectivas coordenadas las cuales deben corresponder a coordenadas planas en el sistema MAGNA-SIRGAS indicando su respectivo origen, o en caso contrario en coordenadas geográficas WGS-84.

En aquellos casos donde no sea posible acceder a cartografía es importante que en las visitas de campo se fijen las coordenadas empleando un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), esto de conformidad con lo indicado en la normativa.

Características biofísicas del sitio

Es importante describir aspectos relacionados con las características biofísicas del predio donde se llevará a cabo el aprovechamiento. Se deberá dar una descripción de aspectos de topografía y fisiografía para lo cual se podrán consultar los Estudios Generales de suelos y zonificación de tierras escala 1.100000 que han sido publicado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. IGAC Subdirección de Agrología y que se encuentran disponibles por Departamento (<https://www.igac.gov.co/catalogo>).

A partir de varios de estos estudios es posible determinar aspectos relacionados con la fisiografía y topografía indicando si el predio se encuentra en planicie aluvial, terrazas, lomeríos, etc y realizando una descripción de estos. Buena parte de esta información puede ser consultada en el Geoportal del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) el cuál es una herramienta web interactiva que permite conocer diferentes productos de información georreferenciada que produce el IGAC. A través de visores geográficos es posible encontrar mapas de diferentes aspectos como: cartografía básica, relieve, sistema nacional catastral, líneas de vuelo, emergencia invernal, subdirección de agrología, planchas a nivel nacional, planchas a escala 1:2.000 para Bogotá, así como visor de patrones corine land cover y consulta de aerofotografías a color (<https://geoportal.igac.gov.co/>).

Hidrografía e hidrología

Adicional a la descripción de la parte fisiográfica y geomorfológica es importante caracterizar los ríos, quebradas y otros cuerpos de agua (presencia de humedales) que estén presentes dentro del área de aprovechamiento, se recomienda consultar los planes de manejo y ordenación de cuencas existentes para la región e identificar la cuenca y subcuenca en la que se encuentra el área, así como una descripción de los afluentes que surcan el área de estudio.

Los aspectos de fisiografía, suelos e hidrografía e hidrología permiten tener una idea sobre la susceptibilidad de pérdida o degradación de suelos, así como identificar las facilidades o dificultades que se pueden presentar en el momento de las operaciones relacionadas con el aprovechamiento del recurso. Es importante que se enmarque una definición de estos aspectos y su relación con las operaciones en el aprovechamiento.

Cobertura vegetal e historia del bosque

Se debe establecer un recuento sobre los tratamientos a que fue sometido el bosque en años anteriores. Este recuento es posible realizarlo a través de documentos técnicos indicando como estaba las coberturas anteriormente, indicando aspectos como si ya ha sido sometido a procesos de extracción en años anteriores, las especies que han sido aprovechadas o si se ha sufrido cambio del uso de la tierra y generación de pasturas, por ejemplo. Estos elementos son claves para entender parte de la estructura actual y las dinámicas en los procesos sucesiones de la cobertura vegetal.

Se debe de indicar las áreas y los porcentajes de los tipos de cobertura en las que se encuentra el área de estudio, acompañándolo de material fotográfico, indicar cuál es la cobertura predominante para lo cual se puede elaborar una tabla que acompañe esta explicación.

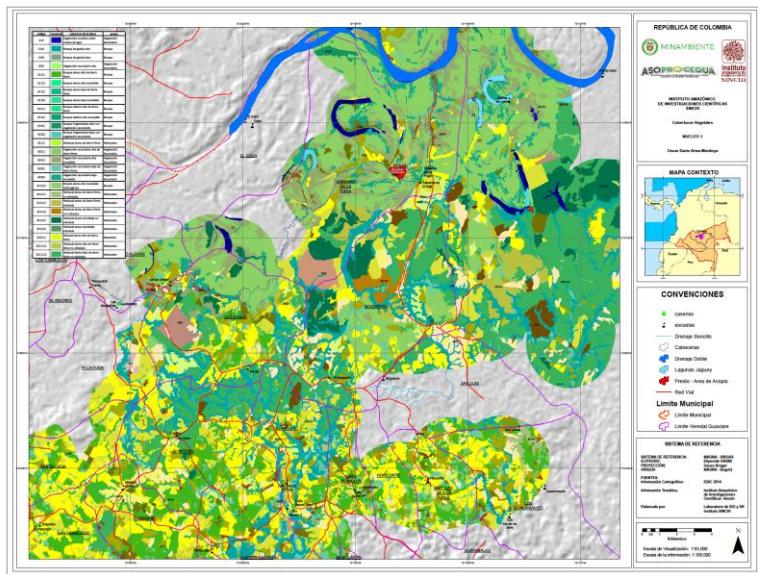


Figura 3.4. Ejemplo de mapa de cobertura vegetal de un núcleo de aprovechamiento.

Fuente: Instituto SINCHI.

Tabla 3.3. Cobertura vegetal presente en el área de estudio.

Cobertura vegetal	Área (ha)	Porcentaje (%)
Arbustales	12.2	8.5
Bosque denso alto de tierra firme	22.3	15.5
Bosque denso alto en plano de inundación de río amazonense	12.2	8.5
Bosque denso alto en plano de inundación de río andinense	8.4	5.8
Bosque denso bajo de tierra firme	25.8	17.9
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	35.4	24.5
Herbazal	12.2	8.5
Vegetación transformada	13.2	9.1
Sin información	2.6	1.8
Total general	144.3	100

Es importante realizar una descripción de cada una de las expresiones de la vegetación transformada y no transformada del área de estudio, acompañándola de aspectos descriptivos de la fisonomía, estructura y composición florística. En la composición florística es importante que los nombres de las especies no solo se expresen en nombres comunes si no que estos se encuentren descritos con un nombre científico el cual deberá estar actualizado de acuerdo al sistema de clasificación APG IV (Angiosperm Phylogeny Group) para lo cual se recomienda consultar los siguientes links

Tabla 3.4. Sitio web de interés de bases de datos de plantas.

Links de sitios web de interés de bases de datos de plantas neotropicales	
http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/	HOME REFERENCES TREES ORDERS FAMILIES CHARACTERS SEARCH LINKS GLOSSARY <i>Angiosperm Phylogeny Website</i> <small>ANGIOSPERM PHYLOGENY WEBSITE, version 14.</small>

https://www.gbif.org/es/species/6	
https://wcsp.science.kew.org/	
http://www.worldfloraonline.org/	
https://www.tropicos.org/	

También se recomienda consultar las bases de datos de los diferentes Herbarios como:

- Herbario Nacional Colombiano COL
<http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/search/plants/>
- Herbario Amazónico Colombiano COAH (<https://sinchi.org.co/coah#>)
- Herbario Forestal Colombiano UDBC (<http://herbario.udistrital.edu.co/herbario/>)
- Herbario Federico Medem FMB (<http://www.humboldt.org.co/es/test/item/146-herbario-federico-medem>)

Para conocer de otras colecciones de plantas se recomienda consultar la página de la Asociación Colombiana de Herbarios (ACH), la cual brinda información sobre las actividades de los herbarios de Colombia a la comunidad botánica y al público en general. (<http://herbarios-de-colombia.blogspot.com/p/directorio-de-herbarios-de-colombia.html>)

Clasificación ecológica de la especie

Definir el grupo ecológico al cual corresponde la especie objeto de aprovechamiento es importante pues tradicionalmente se entiende que esta ubicación permite entender como los individuos de esta especie utilizan uno o varios recursos del medio ambiente en donde se desarrollan. Finegan en 1993 y Finegan y Delgado (1997) proponen definir grupos ecológicos que permiten en cualquier bosque, reconocer y agrupar especies que poseen características biológicas y ecológicas., y los denominan gremios. Estos gremios agrupan especies que comparten patrones similares de exigencias de radiación lumínica, regeneración y crecimiento. Se han definido varios gremios ecológicos para especies de bosques tropicales.

Heliófitas efímeras: especies intolerantes a la sombra, de reproducción masiva y precoz; el crecimiento es rápido en buenas condiciones de luz y tienen una vida corta, aptas para la colonización de espacios abiertos; las semillas mantienen su viabilidad por largo tiempo y a menudo se encuentran en los bancos de semillas, tanto en bosques primarios como áreas cultivadas. En bosques primarios intervenidos o no intervenidos, estas especies generalmente tienen poca presencia y una distribución diamétrica del número de árboles por hectárea en forma de campana, con los individuos concentrados en una a tres clases diamétricas. Algunos ejemplos

típicos de este gremio son los Yarumos (*Cecropia* spp.), El baldo (*Ochroma pyramidale*) y el zurrumbo (*Trema micrantha*), así como un grupo numerosos de la familia Asteraceae o Compositae.

Heliófitas durables: especies intolerantes a la sombra, de vida relativamente larga. Las semillas mantienen la viabilidad por menos tiempo que las heliófitas efímeras. Además de colonizar espacios abiertos, pueden regenerarse en claros más pequeños en el bosque, aunque requieren niveles altos de luz para poder establecerse y sobrevivir. La mayoría de las especies comerciales "tradicionales" (de alto valor y muchas de las comerciales actuales pertenecen a este grupo ecológico. Muchas veces muestran una distribución diamétrica errática o en cohortes, porque la regeneración depende de los disturbios fuertes y entonces no ocurre todo el tiempo, sino a intervalos regulares. Algunos ejemplos son varias especies de la familia Malvaceae (*Ceiba pentandra*), Meliaceae (*Cedrela odorata*)

Esciófitas: especies tolerantes a la sombra, aunque la mayoría de ellas aumentan su crecimiento más lento que las heliófitas, con mayor esfuerzo asignado a la producción de estructuras permanentes que favorecen una vida larga de los individuos. Las semillas y plántulas de las esciófitas generalmente son de tamaño mediano a grande. Estas esciofitas se clasifican a su vez en esciófitas parciales y esciofitas totales.

Esciófitas parciales: Especies tolerantes a la sombra, aunque la mayoría de ellas aumentan su crecimiento como reacción a la apertura del dosel. Generalmente tienen un crecimiento más lento que las heliófitas, con mayor esfuerzo asignado a la producción de estructuras permanentes que favorecen una vida larga a los individuos. Las semillas y frutos de estas especies generalmente son de tamaño mediano a grande. Requieren necesariamente de un grado de iluminación, alcanzar el dosel, para pasar de las etapas intermedias hacia la madurez.

Esciófitas totales: Especies que son tolerantes a la sombra, no tienen la capacidad de aumentar significativamente su crecimiento si se abre el dosel, por lo que no requieren algún grado de iluminación directa para alcanzar la madurez.

Es importante tener presente que esta clasificación de los gremios sugiere clases de grupos de especies con diferencias bien definidas en cuanto a las exigencias de luz; sin embargo, no se presentan clases discretas, siempre vamos a enfrentarnos a un gradiente de niveles de exigencias. El gradiente estará dado por los requisitos lumínicos de las diferentes especies.

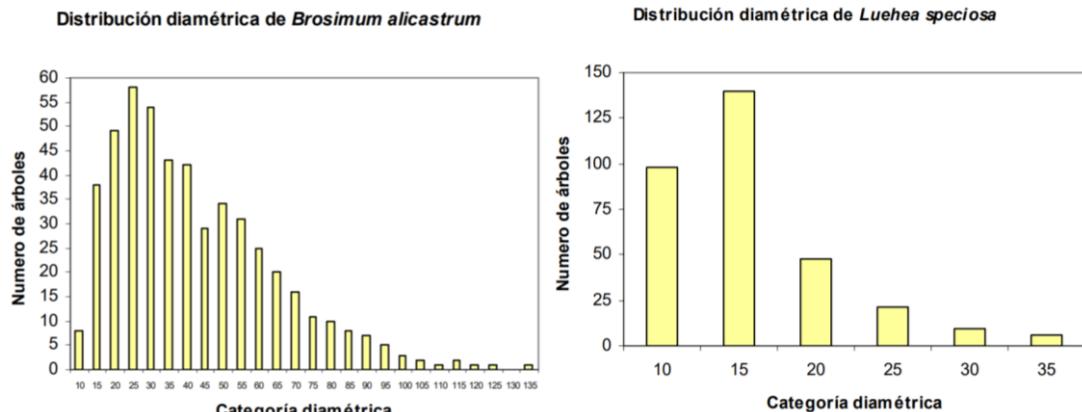


Figura 3.5. Ejemplos de heliófitas durables el Guaimaro (*Brosimum alicastrum*) y de heliófita efímera (*Luehea speciosa*) de acuerdo al estudio elaborado por Rodriguez et al. (2008).

Fenología (floración y fructificación)

La fenología es el estudio de las fases o actividades periódicas y repetitivas del ciclo de vida de las plantas y como esta varía a lo largo del año (Mantovani et al. 2003). Conocer la fenología de las especies contribuye no solo al entendimiento de los patrones reproductivos y vegetativos de las plantas, sino de los animales que de ellas dependen, como son herbívoros, polinizadores, y frugívoros. Es importante que en las especies objeto de aprovechamiento de PFNM se consignen aspectos relacionados con la fenología, pues permite sentar bases para comprender la biología de la reproducción de las especies, así como la dinámica de las comunidades, e interacciones planta-animal, entre otros (Talora y Morellato 2000, Vélchez y Rocha 2004). El conocer este aspecto es fundamental para el manejo de la especie pues proporciona información sobre la disponibilidad de recursos a lo largo del año y permite determinar las estrategias de recolecta de frutos, para manejo de la especie.

A partir de las parcelas de monitoreo es factible obtener este tipo de información, estableciendo seguimientos periódicos, la información también brindada por los conocedores locales puede dar aproximaciones generales al conocimiento fenológico. Finalmente, los estudios detallados de los procesos de maduración son fundamentales cuando se trabajan los aspectos relacionados con la cosecha y para el manejo de frutos.

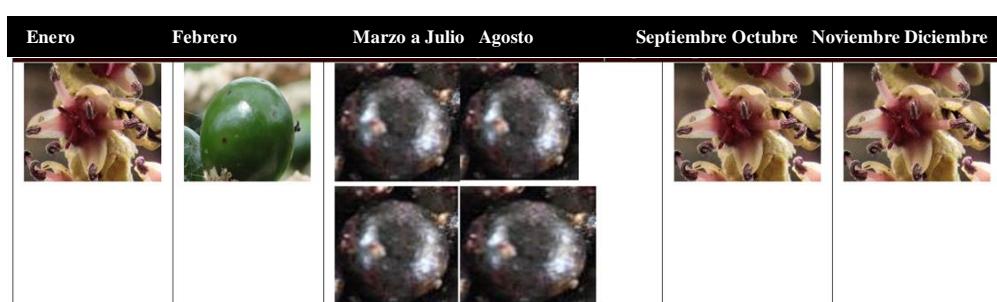


Figura 3.6. Ejemplo de calendario fenológico para la especie asaí (*Euterpe precatoria*) en la región del Guaviare. Fuente: Castro-Rodríguez et al. (2015)

Inventario forestal

En el desarrollo de un inventario de PFNM se requiere de optimizar los distintos procesos implícitos en el desarrollo del inventario, se requiere considerar la utilidad de todas las posibles fuentes de información, como son mapas temáticos, informes de inventarios anteriores, imágenes de sensores remotos, fotografías aéreas, así como de la incorporación de los conocimientos especializados y las entrevistas con los propietarios y personas implicadas en el aprovechamiento de estos recursos. Sin embargo, siempre será fundamental la información proveniente de campo y tomada de observación directa sobre el terreno, siempre que sea posible. Es importante tener presente que es sobre el terreno donde se pueden hacer observaciones directas de muchos de los atributos de interés de las especies objeto de interés en el aprovechamiento para obtención de PFNM.



Debemos saber que en los inventarios forestales muchas veces comprenden zonas extensas y no se pueden hacer observaciones de campo en toda la zona de interés. Por lo tanto, los inventarios de campo, se basan en el muestreo, por lo que las observaciones tienen lugar sólo en un subconjunto específicamente seleccionado de la población de interés. A partir de esas observaciones por muestreo, se calculan extrapolaciones para producir estimaciones de los atributos de interés para toda la población.

En la presente guía brindamos un panorama general de las características técnicas básicas de los inventarios forestales con referencia al diseño de inventarios de productos forestales no maderables, e indicamos aspectos relacionados con desafíos e investigaciones que requieren ser abordadas. Si bien algunos de los principios básicos de los inventarios forestales tradicionales pueden aplicarse al inventario de algunos productos forestales no madereros; es evidente que los PFNM poseen características especiales que requieren una atención particular en la planificación de los inventarios, las mediciones sobre el terreno y el análisis de los datos. No se debe dejar de lado que, en la gran mayoría de los productos forestales no madereros, se requiere una integración eficiente de los conocimientos locales para hacer inventarios.

Algunos autores (Baker, 2001, Wong *et al.*, 2001, Kleinn, 2006) han identificado que las principales dificultades para la cuantificación de los PFNM incluyen:

- Variedad de formas de vida y patrones de distribuciones de las especies proveedoras representadas por los PFNM, lo cual implica que las técnicas tradicionales de inventario forestal no pueden adaptarse fácilmente a los PFNM
- Carencia de diseños de muestreo específicos de PFNM, se requiere mayor investigación en este campo.
- Falta de orientación disponible sobre el desarrollo de técnicas apropiadas de medición de PFNM y de modelos teóricos que permitan determinar la sostenibilidad de la recolección de los no maderables.
- Poca aplicación de las nuevas estrategias de muestreo a los PFNM.
- Poco intercambio interdisciplinario de ideas y métodos adecuados para su uso con los PFNM. No existe un servicio a nivel de los países que proporcione una comunicación efectiva de asesoramiento a los trabajadores sobre el terreno y a las comunidades.

En la actualidad, no existen procedimientos aceptados para la evaluación de la mayoría de los productos forestales no maderables (PFNM). Es necesario más investigación, y principalmente en los países tropicales, estas evaluaciones deben de estar siempre enmarcadas dentro del contexto de buscar un equilibrio entre la producción y consumo de estos productos o como ya lo hemos mencionado a lo largo de la presente Guía se debe buscar el equilibrio entre el componente ecológico y el económico.

Si bien en el estudio de las especies maderables el procedimiento para determinar volúmenes o en algunos casos funciones de crecimiento de los árboles es bien conocido y ha sido bien documentado, pero la planificación y la aplicación para estudios de PFNM es poco conocido. De ahí, que unos de los retos en los que las entidades directamente implicadas en el manejo y vigilancia de estos productos y las asociaciones y comunidades locales, así como la academia requieren avanzar en los próximos años en aspectos como:

- Aumentar la conciencia de la conveniencia de una evaluación sólida de las poblaciones y la dinámica de los PFNM al considerar la utilización de estos recursos, para lo cual el monitoreo es una labor indispensable.
- Necesidad de aumentar la conciencia e importancia de incluir los análisis biométricos en la fase de planificación de cualquier ejercicio de reunión de datos.
- Determinar las necesidades de información a diferentes niveles en los que están presentes los PFNM esto incluye aspectos sociales y económicos.
- Contar con métodos de inventario de PFNM que sean sencillos y fáciles de usar, esta es una clara necesidad expresada por los cosechadores y comunidades involucradas con estos productos, pero que al mismo tiempo estos métodos sean adecuados para la determinación de los niveles de cosecha.
- Es necesario que los expertos en estudios de PFNM y en especial aquellos relacionados con los inventarios sigan trabajando en la elaboración de métodos y protocolos de inventario para especies priorizadas a nivel regional, basándose en los métodos que existen actualmente en diversas disciplinas.

- Necesidad urgente de proporcionar asesoramiento sobre los inventarios de PFNM existentes y los métodos de análisis a los cosechadores de estos productos.

Criterios para la elaboración del inventario

Una vez que conocemos la especie que se va a trabajar, así como el ecosistema donde se distribuye, su tipo de distribución y aspectos relacionados con la abundancia, el hábito y el producto que se va a obtener o la parte usada. Procederemos a identificar qué información es la que recogeremos de la especie, necesitamos recabar información ahora de los rendimientos potenciales o reales y aspectos relacionados con las técnicas y niveles de aprovechamiento. Es importante identificar que no se trata simplemente de recoger información cuantitativa. Se debe tener y cumplir ciertos principios estadísticos. Algunos principios que es importante manejar hacen referencia a el objetivo en el diseño del muestreo, el número de parcelas utilizadas y la independencia de las observaciones.

La toma de información con criterios estadísticos se considera uno de los pilares vitales de la gestión sostenible. Cuando conocemos las características básicas del recurso natural renovable en un grado suficiente, es posible garantizar que las intensidades de aprovechamiento no van a socavar el recurso. Siempre tendremos que estar buscando dar respuesta a los siguientes interrogantes:

- ¿Dónde está el recurso? y ¿Cuál es la calidad de este recurso?
- ¿Cuánto stock del producto de interés tengo actualmente y cuanto en un momento dado (stock en crecimiento)?
- ¿Cuál es el crecimiento (incluyendo los componentes de la dinámica natural como la mortalidad y la regeneración)?
- ¿Cuánto se puede cosechar por unidad de área?
- ¿Cómo es la accesibilidad al recurso?, ¿Cuáles son las restricciones?
-

En la mayoría de los casos se cuenta con muy poca información de las poblaciones o de aspectos relacionados con la especie objeto de aprovechamiento. Las limitaciones de información primaria en los sitios donde se va a realizar el aprovechamiento hacen que una buena aproximación para la estructuración de un modelo de cosecha se realice bajo el principio de un “manejo adaptativo”, el cual significa que el diseño del modelo se basa en información de distribución, abundancia, estructura y dinámica poblacional, así como en aspectos fenológicos. Se tendrán que evaluar los resultados a diferentes intervalos de tiempo, para lo cual se debe establecer un plan de monitoreo.

La figura del plan de monitoreo permite que se tenga un análisis del estudio técnico y se realicen ajustes que permitan efectuar correcciones al manejo cuando sea necesario. De ahí que el estudio debe incluir elementos mínimos necesarios que permitan verificar y validar en campo que realmente se esté llevando a cabo una cosecha de forma sostenible. Es importante tener en cuenta que esta sostenibilidad implica los componentes ecológicos y económicos en la cosecha, así como el empleo de variables o parámetros que sean fáciles de medir y fácil aprendizaje por

parte de la comunidad involucrada de forma directa con la cosecha del producto. Tener en cuenta este aspecto permite poder adelantar procesos de monitoreo comunitario y garantizar una gobernanza de estos productos.

Algunos elementos claves a tener en cuenta corresponden al establecimiento de límites de cosecha, esquemas de rotación, zonificación de las áreas de aprovechamiento, definición de los esquemas de prácticas de manejo y el establecimiento de indicadores de la dinámica de la población (Bernal y Galeano, 2013)

En el inventario de PFNM hay muchas otras fuentes de información que se están utilizando como información auxiliar y como instrumento de planificación; entre ellas, los mapas son las más indispensables. Sin mapas útiles, cualquier inventario de PFNM se enfrenta a graves problemas y la generación de un mapa de trabajo será el primer paso a dar. Hoy afortunadamente se cuentan con varias herramientas que es posible trabajar para georreferenciar y subir mapas a aplicativos móviles los cuales facilitan los trabajos de campo por ejemplo los aplicativos de **mapas offline** perfectos para poder guiarse sin necesidad de tener activados los datos. Google Maps es quizás una de las herramientas más completas desde el menú lateral permite elegir una zona, descargarla y así ya la podremos consultar a través de la caché sin necesidad de tener conexión. Otras que pueden ser consultadas son OruxMaps, Avenza maps, CartoDruid e Input para colectar datos en campo.

Sin embargo, para muchos PFNM, la fuente de información más valiosa para la planificación de inventarios es probablemente el conocimiento y la experiencia locales de los cosechadores, pues conocen varios de estos aspectos y son fundamentales en el momento de realizar los inventarios. Los cosechadores son personas que tienen conocimientos específicos de la región de interés y pueden ayudar a orientar eficazmente los ejercicios de inventario. La integración de los conocimientos locales y los inventarios de PFNM basados en muestras es ciertamente un campo que es necesario ahondar y profundizar.

Diseño de muestreo para el inventario

Si queremos producir buenos resultados, tenemos que adherirnos a los principios de muestreo estadístico. Sin embargo, el costo del muestreo y el tiempo del cual disponemos obviamente también juega un papel y puede haber situaciones en las que el que toma las decisiones está contento con la información que no está respaldada por la solidez estadística.

De acuerdo a Kleinn (2006) los estudios de muestreo pueden desglosarse en tres elementos principales de diseño técnico: (I) diseño de muestreo, (II) diseño de respuesta y (III) diseño de estimación. Pero se requiere de abordar una serie de cuestiones organizativas y logísticas como en cualquier otro proyecto. Buscando la aplicación práctica y la difusión de los resultados.

Es importante tener en cuenta que la planificación detallada del tipo de muestreo (lo que corresponde al tamaño y tipo de cuadrícula sistemática a ser aplicada) deberá ajustarse a la

situación y las condiciones particulares del inventario específico, por lo que no hay un único diseño de muestreo óptimo para todas las situaciones.

Por lo general, en los inventarios de recursos naturales se utilizan parcelas de muestreo que tienen alguna extensión espacial, como rectángulos, cuadrados de una longitud definida o círculos de un radio definido o cuadrados definidos. Al interior de estas parcelas se realizan observaciones de los atributos del objetivo.

Desde un punto de vista estadístico, lo mejor es diseñar las parcelas de muestra de manera que haya un máximo de variabilidad dentro de cada parcela. De ese modo se capta un máximo de variabilidad por parcela, lo que conduce a la reducción del error estándar, porque la variabilidad entre las parcelas se mantiene pequeña.

Sabemos que las formas típicas de parcela utilizadas en el inventario forestal son el rectángulo, el cuadrado y el círculo. Una variación son las parcelas anidadas, donde se anidan varios tamaños de subparcelas; luego, en cada una de las subparcelas se observan por ejemplo diferentes clases de tamaños de la especie en estudio (i.e. regeneración). Ese principio de utilización de subparcelas también puede aplicarse cuando se hace un inventario de los PFNM en el que los objetos más abundantes (como los árboles) se observan en una parcela más pequeña y las especies de plantas más raras de los PFNM se buscan en parcelas más grandes (Kleinn *et al.*, 1996).

Adicional al muestreo de los PFNM, se requiere de adelantar modelos, pero ya para los aspectos relacionados con el producto, por ejemplo, cuando inventariamos árboles de damagua (*Poulsenia armata*) o de yanchama (*Ficus spp.*) deseamos relacionar a estos árboles inventariados la corteza cosechada, por lo que necesitamos adelantar modelos de volumen de corteza donde tendremos que relacionar aspectos como la altura el diámetro a la altura del pecho -DAP- con kg de corteza, en cosecha de frutas necesitaremos modelos donde relacionemos diámetro de copa, altura del árbol y Kg de frutos. Estos ejercicios serán estimaciones que requieren otro abordaje. En estudios biométricos en PFNM entendida por biometría como la "*aplicación de métodos y principios estadísticos a el estudio de los organismos biológicos*", es necesario establecer un conjunto de criterios para definir la calidad biométrica. Todos ellos están relacionados con la estadística y aspectos del diseño de los estudios y estos son (Wong *et al.*, 2001):

Objetividad en el diseño del muestreo - las parcelas deben ser seleccionadas utilizando un diseño diseñado para ser objetivo (es decir, muestreo aleatorio, sistemático, etc.); la elección subjetiva de una parcela para "representar" un área de bosque no puede considerarse biométrica.

- número de parcelas utilizadas-para poder realizar pruebas estadísticas y generar errores de muestreo es necesario que haya un mínimo de 5 parcelas y preferiblemente más de 30 parcelas muestreadas,

- independencia de las parcelas - las parcelas deben estar bien espaciadas de manera que representen observaciones separadas del recurso, esto significa que las parcelas no deben tocarse (el uso de parcelas que se tocan como si fueran independientes se denomina seudo-replicación).

Desglosaremos a continuación los distintos tipos de muestreo que pueden ser implementados en el inventario de PFNM, esto a partir de revisión de varios estudios adelantados a nivel mundial.

Muestreo aleatorio

Un muestreo al azar simple (M.A.S.) es aquel en el cual todos los individuos de una población tienen la misma probabilidad de ser muestreados. Es viable de aplicar en aquellos lugares donde conocemos el tamaño de la población a estudiar. Este tipo de muestreo presenta las siguientes propiedades: a) Todos los individuos de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos. b) Todas las muestras del mismo tamaño son igualmente probables.

Supongamos que tenemos un N de individuos de Copal (*Copaifera canime*) en áreas abiertas o en fragmentos de bosques y tenemos la posibilidad de numerarlos desde 1 hasta N , la mejor manera de realizar un muestreo aleatorio simple consiste en seleccionar un n de estos números de manera aleatoria (por ejemplo, utilizando números al azar en una tabla de excel).

También es posible de emplear para seleccionar aquellas áreas a muestrear, supongamos que en un área de x hectáreas tenemos un N total de “parches” o fragmentos de bosque inundable donde conocemos que hay presencia de asaí (*Euterpe precatoria*) y deseamos muestrear un % de estos parches podríamos utilizar y seleccionar de forma aleatoria los parches a muestrear. Ya al interior se establecerán las parcelas o unidades para evaluar los individuos.

Otra aplicación es por ejemplo cuando tenemos la posibilidad de tener el área que cubre una especie por ejemplo a partir de cartografía o fotografía aérea poder determinar la extensión donde se encuentran pajonales de paja blanca (*Calamagrostis effusa*) y sobre este logramos trazar una cuadricula donde cada cuadricula correspondería al área que deseamos muestrear. Podríamos seleccionar una muestra al azar de n cuadriculas y sobre estas evaluar la cobertura existente de la especie.

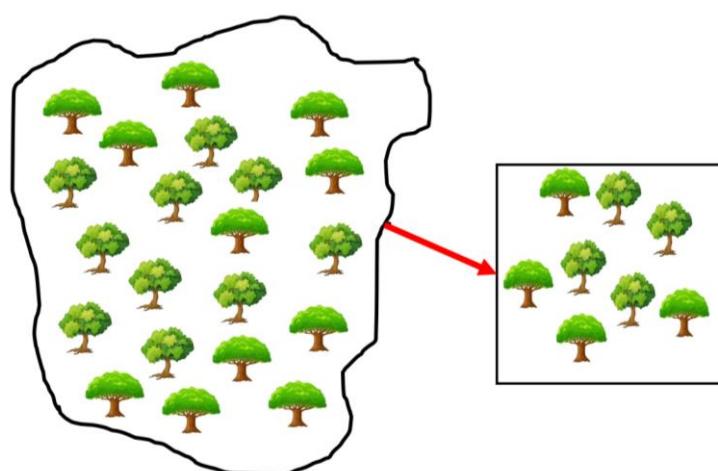


Figura 3.7. Representación gráfica del diseño de muestreo al azar

No solo es viable de aplicar en los muestreos que se refieren a características propias de la vegetación. En diversos estudios de PFNM este método de muestreo es bastante empleado especialmente cuando se desea recabar información sobre aspectos económicos o sociales trabajando con los productores. A partir por ejemplo de las N familias cosechadoras de PFNM, se selecciona una muestra n para realizar por ejemplo entrevistas.

Muestreo sistemático

Este tipo de muestreo es una técnica dentro de la categoría de muestreos probabilísticos, requiere tener un control preciso del marco muestral de individuos seleccionables junto con la probabilidad de que sean seleccionados.

En el muestreo sistemático, las unidades de muestra están espaciadas a intervalos fijos en toda la población. Según Husch *et al* (2003), los diseños de muestreo sistemático se utilizan ampliamente en los inventarios forestales porque tienen varias ventajas:

1. Proporcionan estimaciones fiables de los medios y totales de la población al extender la muestra a toda la población. Así pues, el muestreo sistemático proporciona una muestra más representativa que el muestreo aleatorio del mismo tamaño, especialmente cuando se trata de una población compleja. Teniendo en cuenta que muchas veces la complejidad de una población objeto de estudio suele aumentar a medida que aumenta el tamaño de la misma (por ejemplo, si estamos muestreando una especie bajo distintos paisajes de gran extensión), el muestreo sistemático suele proporcionar una representatividad relativa de esas poblaciones mejor que la del muestreo aleatorio simple del mismo tamaño (Johnson, 2000).

Sin embargo, el muestreo sistemático podría no producir una muestra representativa para una población que esté condicionada por aspectos como la topografía y/o la altitud, por ejemplo, la canangucha (*Mauritia flexuosa*), el esparto (*Juncus ramboii*) o el camú camú (*Myrciaria dubia*) están frecuentemente más presentes en áreas topográficas con unas condiciones especiales (inundación) lo cual hace que este tipo de muestreo sea poco representativo.

2. Suelen ser más rápidos y baratos de ejecutar que los diseños basados en el muestreo aleatorio porque la elección de las unidades de muestreo es mecánica, lo que elimina la necesidad de un proceso de selección aleatoria.

3. El desplazamiento entre unidades de muestreo sucesivas es más fácil, ya que se siguen rodamientos direccionales fijos, y el tiempo de desplazamiento resultante suele ser menor que el necesario para localizar unidades seleccionadas al azar.

4. No es necesario conocer el tamaño de la población, ya que las unidades se eligen en un intervalo fijo después de que se haya seleccionado un punto inicial.

5. Teniendo en cuenta que se está atravesando un área bajo un patrón sistemático de cuadricula, facilita otras posibilidades como es realizar cartografía del terreno de manera simultánea.

Este tipo de muestreo es aconsejable para poblaciones de árboles y palmas que tienden a presentar una distribución aleatoria y que no tienden a formar parches, por ejemplo, las palmas Zancona (*Socratea exorrhiza*), Bombona (*Iriartea deltoidea*), o algunas especies del género *Attalea*. Consistente en escoger un individuo inicial de forma aleatoria entre la población y, a continuación, seleccionar para la muestra a cada enésimo individuo disponible en el marco muestral.

De acuerdo a Wong *et al.* (2001) el muestreo sistemático garantiza una distribución regular de las parcelas y puede ser útil para cartografiar la distribución de las especies. Con el muestreo sistemático, hay que tener cuidado para conseguir que las parcelas no se alineen con alguna característica regular del paisaje, porque ello produciría un sesgo en los resultados.

Supongamos que tenemos un marco muestral de 500 individuos (palmas) donde queremos evaluar cantidad de oferta y deseamos obtener una muestra de 100 de ellos. Dividimos en primer lugar el marco maestral en 100 fragmentos de 5 individuos. A continuación, seleccionamos un número aleatorio entre 1 y 5, para extraer el primer individuo al azar del primer fragmento: por ejemplo, el 2. A partir de este individuo, queda definida la muestra extrayendo los individuos de la lista con intervalos de 5 unidades, tal y como sigue:

2,7,12,17,.....,500

El muestreo sistemático es un proceso muy simple y que sólo requiere la elección de un individuo al azar. El resto del proceso es trivial y rápido. Los resultados que obtenemos son representativos de la población, de forma similar al muestreo aleatorio simple, siempre y cuando no haya algún factor intrínseco en la forma en que los individuos están listados que haga que se reproduzcan ciertas características poblacionales cada cierto número de individuos.

El muestreo estratificado es una de las herramientas más poderosas y es bastante empleada en estudios relacionados con PFNM, pues como su nombre lo indica puede ser utilizada en la estratificación de una población objeto de estudio. Adicionalmente en bastantes estudios ecológicos se emplean.

Por ejemplo, sabemos que la densidad de una población biológica es una de las bases más comunes de la estratificación en los estudios ecológicos. Así mismo sabemos que la densidad de una especie objeto de estudio cambia dependiendo del hábitat donde se encuentre, por ejemplo, sobre distintos tipos de suelos, lo cual de por sí este factor, está estratificando implícitamente el área de estudio.

En términos estadísticos en el muestreo estratificado, la población estadística (para diferenciar de la población biológica) de unidades N se divide en subpoblaciones estadísticas que no se superponen y que juntas comprenden la totalidad población. Así:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_L$$

donde L = número total de subpoblaciones (en términos estadísticos estratos)

de esta manera tenemos toda la población estadística objeto de estudio en diferentes subpoblaciones o estratos disjuntos, de tal forma que un individuo sólo puede pertenecer a un estrato. Cuando ya tengamos definidos los estratos, la muestra se crea seleccionando por separado individuos de cada estrato, si queremos empleando una técnica de muestreo cualquiera. Por ejemplo, si empleamos muestreo aleatorio simple en cada estrato, hablaremos de *muestreo aleatorio estratificado*. Este es uno de los casos más frecuentes, pero se pueden emplear otras técnicas de muestreo en cada estrato, por ejemplo: muestreo sistemático, aleatorio con reposición, etc.

Es importante obtener el máximo beneficio de la estratificación, por lo que debemos conocer los tamaños de todos los estratos (N_1, N_2, \dots). En muchos estudios de enfoque ecológico, la estratificación se efectúa en función de aspectos como: zona geográfica, tipo de suelo, tipo de bosque, por lo que tendremos estratos en función del área (m^2 o km^2). Es importante tener presente que los estratos no siempre serán del mismo tamaño.

Definidos los estratos, se toman muestras de cada estrato por separado. Los tamaños de las muestras de cada estrato se denotan por subíndices:

n_1 = tamaño de la muestra en el estrato 1

n_2 = tamaño de la muestra en el estrato 2

y así sucesivamente. Por lo general se recomienda tomar muestras al azar dentro de cada estrato.

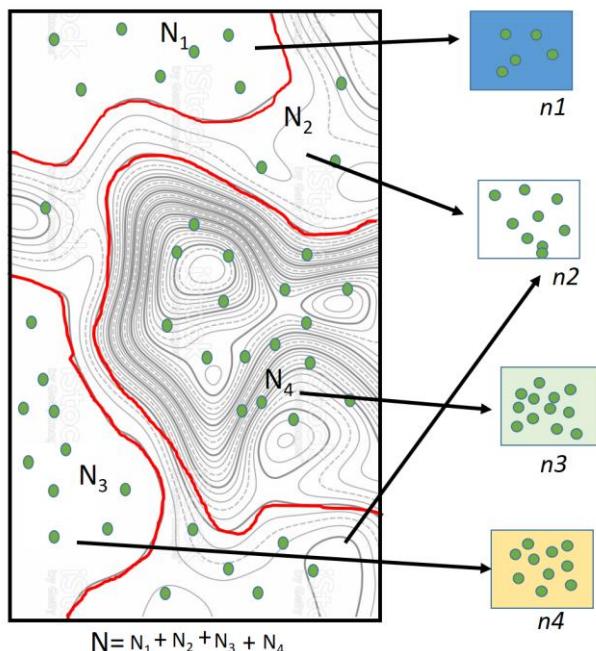


Figura 3.7. Representación gráfica del Diseño estratificado

Son distintas las razones para realizar estratificación, cuatro de las razones más frecuentes expuestas por Cochran (1977) y que se pueden aplicar al muestreo de PFNM son:

1. Las estimaciones de las medias e intervalos de confianza pueden requerirse por separado para cada subpoblación.
2. Los problemas de muestreo pueden ser muy diferentes en las distintas áreas. Por ejemplo, el acceso al recurso en algunos lugares puede ser más difícil que en otros.
3. La estratificación puede dar lugar a una mayor precisión en las estimaciones de los parámetros de la población biológica objeto de estudio. Los intervalos de confianza pueden reducirse apreciablemente cuando los estratos se eligen bien.
4. Por conveniencia administrativa se puede requerir estratificación, por ejemplo, si distintas comunidades están haciendo labores de campo en distintas partes del muestreo.

En el muestreo estratificado la distribución de la muestra en función de los diferentes estratos se denomina afijación, y esta puede ser de diferentes tipos:

Afijación simple: A cada estrato le corresponde igual número de elementos muéstrales.

Afijación proporcional: La distribución se hace de acuerdo con el peso (tamaño) de la población en cada estrato.

Afijación óptima: Se tiene en cuenta la previsible dispersión de los resultados, de modo que se considera la proporción y la desviación típica. Tiene poca aplicación ya que no se suele conocer la desviación.

Evaluación de Lokta (*Daphne bholua*) en el bosque comunitario de Binayak, Bajhang Nepal.

Fuente: Ojha et al. (2001)

La especie

Daphne bholua, la planta de papel nepalí, es una especie de arbusto de la familia Thymelaeaceae. Crece a una altitud de 1.700 a 3.500 m en el Himalaya y en las cadenas montañosas vecinas, desde Nepal hasta el sur de China. En altitudes más bajas se encuentra como una planta perenne en los matorrales y márgenes de los bosques; en altitudes más altas, es de hoja caduca y suele encontrarse en pastos y zonas herbácea. Puede alcanzar una altura de unos 2,5 m hasta los 4 m. Se emplea en la fabricación tradicional de papel en Nepal. La corteza interna produce una fibra que se utiliza para hacer cuerda. La corteza y las raíces se utilizan en la medicina tradicional de Nepal para tratar las fiebres.

Cartografía preliminar

La comunidad preparó un mapa participativo que ilustra los bosques y sus usuarios. Los miembros de la comunidad demarcaron el límite del bosque en un mapa topográfico.

El levantamiento de los límites y el bloqueo

Utilizando un mapa topográfico, se definieron los límites del bosque. El límite se verificó con un brújula y cinta. El área de bosque comunitario se calculó a partir del mapa (912 hectáreas), y se dividió en siete bloques, de acuerdo a los límites naturales y tipos de bosque existentes.

Muestreo y medición

Utilizando un método de *muestreo aleatorio estratificado*, se realizó un inventario participativo de las especies de árboles forestales y los PFNM en el bosque. Se hicieron varios estratos basados en los tipos de bosque. La intensidad del muestreo fue de alrededor del 1% y se estudiaron 136 parcelas. Se registraron 20 especies principales de árboles y 20 especies de PFNM. Sólo siete especies de árboles y la especie Lokta fueron inventariados con mayor detalle. Las existencias de *Daphne bholua* se registraron para un diámetro predeterminado (por debajo de 3 cm; 3 a 6 cm; 6 a 9 cm) para identificar los niveles de cosecha sostenibles.

Estimación de los niveles de cosecha sostenible

Utilizando los datos del inventario y las fuentes secundarias disponibles (sobre la tasa de crecimiento, el diámetro del tallo y el rendimiento de la corteza relaciones etc.), el rendimiento sostenible se prescribió por cinco años. Cada año se puede obtener aproximadamente 20.000 kg de corteza de Lokta que produce 7200 kg de papel hecho a mano. Se puede esperar un error de muestreo, pero se experimenta después mostró que las estimaciones proporcionan una base bastante precisa para juzgar el potencial de la oferta de Lokta, al qué decisiones empresariales se toman.

Incorporación de las disposiciones sobre PFNM en el plan operativo

La información se utilizó para prescribir el sistema de recolección de madera, así como de PFNM utilizados en la subsistencia y/o actividades generadoras de ingresos. El plan incluye una sección separada sobre la recolección de PFNM, particularmente de la especie Lokta. El plan operativo quinquenal describe las actividades de gestión y recolección de bosques.

Muestreo adaptativo

Como hemos visto la mayoría de los métodos discutidos frente al muestreo se limitan a diseños de muestreo en los que la selección de las muestras se puede hacer antes del estudio, de tal manera que ninguna de las decisiones sobre el muestreo depende en modo alguno de lo que se observa a medida que se reúnen los datos. El método de muestreo que utiliza los datos reunidos es denominado muestreo adaptativo. Uno de los mejores ejemplos es cuando deseamos realizar un estudio de una planta de interés no maderable que es poco común (i.e ipecacuana, o algunas especies del género *Dracontium*), un cosechador puede sentirse inclinado a muestrear más intensamente en la zona en la que se encuentre un individuo para ver si hay otros en un grupo. La finalidad principal del esquema de los *diseños de muestreo adaptativo* es aprovechar las pautas espaciales de la población para obtener medidas más precisas de la abundancia de la población. En muchas situaciones el muestreo adaptativo es mucho más eficiente para una determinada cantidad de esfuerzo que los diseños de muestreo aleatorio convencional que hemos citado anteriormente.

En estudios ecológicos esta técnica de diseño de muestreo es frecuente para eventos raros (Thompson, 2004) como ya mencionamos por ejemplo plantas de baja densidad, y en las cuales es difícil obtener información precisa sobre estas especies con diseños de inventario convencionales.

Los métodos de muestreo adaptativos ofrecen la posibilidad de dar grandes aumentos de eficiencia a algunas poblaciones. Incluso después de que se hayan aplicado los medios

convencionales para aumentar la precisión o la practicidad, como la estratificación y los arreglos sistemáticos o de grupos, los procedimientos adaptativos pueden aumentar aún más la precisión. En el caso de una población determinada, la elección definitiva del procedimiento dependerá tanto de las características conocidas de la población como de consideraciones prácticas de costo y conveniencia. (Thompson, 2012)

Muestreo por conglomerados adaptativo

En muchas especies de plantas estas pueden ser rara y estar muy agrupadas en su distribución geográfica, por lo que muchos cuadrantes seleccionados bajo un método al azar no contendrán información. En este caso es muy útil considerar la posibilidad de muestrear los grupos de forma no aleatoria. El muestreo adaptativo de conglomerados comienza de la manera habitual con una muestra inicial de los cuadrantes seleccionados por medio de un muestreo aleatorio simple con reemplazo, o un muestreo aleatorio simple sin reemplazo.

Cuando uno de los cuadrantes seleccionados contiene el organismo de interés, se añaden a la muestra cuadrantes adicionales en las proximidades del cuadrante original. El muestreo por conglomerados adaptativo es ideal para las poblaciones que están muy aglomeradas por ejemplo en la Figura 3.8, se muestra un área de estudio con 400 posibles cuadrantes de los cuales bajo una muestra aleatoria se seleccionan 10 para verificar la presencia de la especie (color amarillo), de estos cuadrantes 7 no contienen presencia de la especie y 3 están ocupados por un individuo. En esta población hipotética se ha tomado un número de 60 individuos (figura lado izquierdo). Con el muestreo adaptativo en la misma área de estudio con los 400 cuadrantes posibles de los cuales se ha seleccionado una muestra aleatoria de $n=10$ cuadrantes, todos los cúmulos y los cuadrantes del borde están sombreados. El cosechador contaría las plantas en los 37 cuadrantes sombreados.

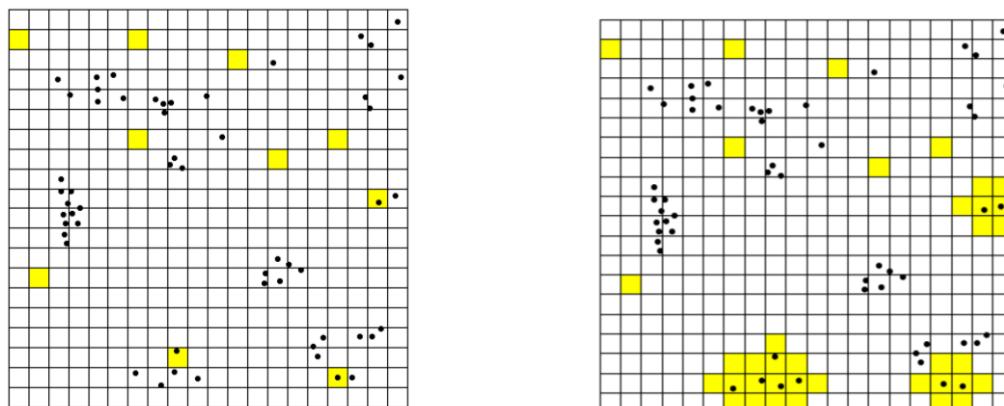


Figura 3.8. A la izquierda ejemplo hipotético de un muestreo aleatorio simple mostrando las “deficiencias” en estudio de especies con baja abundancia. A la derecha muestreo adaptativo.

Para emplear el muestreo por conglomerados adaptativo se deben tener algunas definiciones del universo de muestreo:

- condición de selección de un cuadrante: se selecciona un cuadrante si contiene al menos y organismos (a menudo $y = 1$)
- vecino del cuadrante x: todos los cuadrantes que tienen un lado en común con el cuadrante x
- cuadrantes de borde: cuadrantes que no satisfacen la condición de selección pero que están al lado de los cuadrantes que satisfacen la condición (es decir, los cuadrantes vacíos)
- red: un grupo de cuadrantes tal que la selección aleatoria de cualquiera de los cuadrantes llevaría a que todos ellos se incluyeran en la muestra.

Muestreo por conglomerados

El muestreo por conglomerados es una técnica en el que se seleccionan aleatoriamente varios grupos (llamados conglomerados, cúmulos o áreas) que tienen algo en común. Dicho de otro modo, estos grupos contienen toda la variabilidad de la población. Si esto sucede, podemos seleccionar únicamente algunos de estos conglomerados para conocer la información de interés del total de la población objeto de estudio. A este tipo de muestreo aleatorio se le conoce también como muestreo por cúmulos o muestreo por áreas.

Se emplea cuando no se pueden estudiar todos los elementos de la población ya que esta es muy grande o se encuentra dispersa en un área geográfica muy extensa, lo que implicaría que los costos de la investigación fueran relativamente elevados.

Algunas precisiones que deben ser tenidas en cuenta en el muestreo por conglomerados son: Los conglomerados deben ser, en la medida de lo posible, lo más heterogéneos que se pueda con el fin de representar a la población total. Deben ser mutuamente excluyentes y exhaustivos en conjunto.

Los individuos que componen los conglomerados son seleccionados de forma indirecta, ya que lo que se elige primeramente al azar son los cúmulos y no los individuos.

Se debe determinar el tamaño de la muestra y el número de grupos que se seleccionarán. Para determinar el número de grupos, se divide el tamaño de la muestra entre el número promedio estimado de elementos de la población en cada grupo.

En el muestreo por conglomerados se busca que los grupos o conglomerados en la población representen correctamente el total de la población en relación con la característica que se quiere medir. Es decir, estos grupos contienen toda la variabilidad de la población. Si esto sucede, se pueden seleccionar únicamente algunos de estos conglomerados para conocer la información de interés del total de la población estadística.

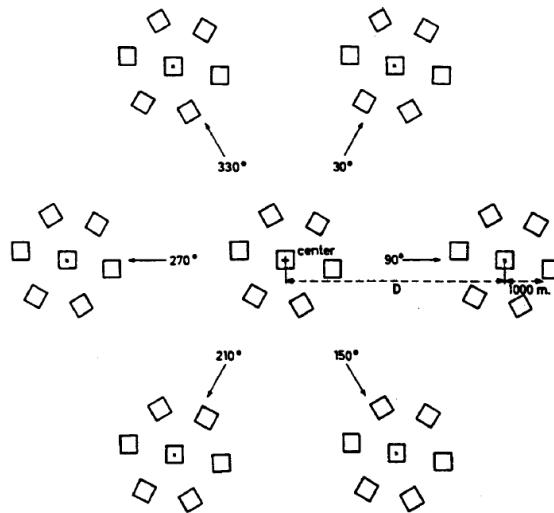


Figura 3.9. Esquema de un muestreo por conglomerado.

Fuente: Weyerhaeuser & Tennigkeit (2000)

El muestreo por conglomerados puede ser monoetapico, bietapico o multietapico. En el caso monoetapico, después de haber seleccionado los conglomerados se estudian a todos los individuos que los componen. En el bietapico en lugar de estudiar a todos los elementos de los grupos seleccionados de la muestra, es necesario proceder a realizar una muestra aleatoria de los elementos de cada grupo seleccionado y en el caso de multietapico o también conocido como de fases múltiples se procede en primer lugar a seleccionar una muestra aleatoria de unidades de superficie. Después, dentro de estas unidades de superficie se puede seleccionar una muestra aleatoria de subunidades geográficas. Luego, se puede volver a seleccionar al azar una muestra de estas subunidades geográficas para, finalmente, pasar al estudio de los individuos, los cuales también son seleccionados al azar.

Podemos ver esta técnica desde otro punto de vista. Mientras que en todas las técnicas vistas hasta ahora las unidades de muestreo coinciden con las unidades a estudiar (individuos), en el muestreo por conglomerados las unidades de muestreo son grupos de unidades a estudiar (grupos de individuos), algo que puede resultar muy beneficioso en términos de costos. A cambio, es habitual obtener una menor precisión al usar esta técnica, causada por falta de heterogeneidad dentro de los conglomerados.

Muestreo multietapico

Se trata de combinar dos o más diseños muestrales de los descritos con anterioridad. Generalmente en la primera etapa en un muestreo multietápico consiste en la aplicación de un muestreo por conglomerados. Una vez seleccionados los conglomerados, en cada uno de ellos se puede aplicar un muestreo aleatorio simple, estratificado, sistemático o un segundo muestreo por conglomerados. Como puede deducirse, en dos o tres etapas (no suele haber más) hay bastantes posibilidades de combinar los diseños muéstrosales descritos anteriormente.

En muchos casos de especies productoras de PFNM, se requiere de realizar submuestras. Desde el punto de vista estadístico el submuestreo se describe de dos maneras. En la figura 3.10 se puede ver que las unidades primarias de muestreo pueden corresponder a siete fragmentos de bosques por ejemplo o siete áreas de humedales donde crece una especie como el esparto (*Juncus ramboi*), todas las áreas son de distinto tamaño y se puede apreciar que pueden establecerse entre 4 a 49 submuestras (cuadriculas) que se constituyen en los elementos de muestra seleccionados para el recuento.

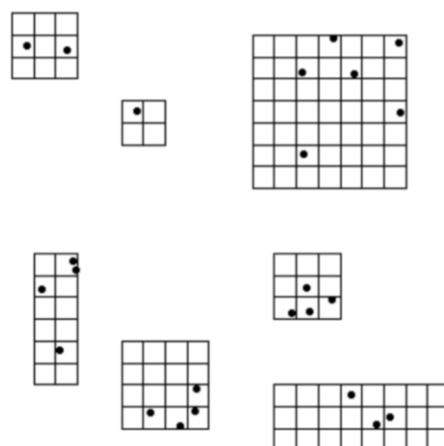


Figura 3.10. Esquema del muestreo en dos etapas.

La técnica de submuestreo también se ha denominado muestreo en dos etapas porque la muestra se toma en dos pasos:

1. 1. Seleccionar una muestra de unidades (llamadas unidades primarias)
2. Seleccione una muestra de elementos dentro de cada unidad.

El uso de transectos

Baslev *et al.* (2010b) adelantan un protocolo empleado para caracterizar las comunidades de palmas en los bosques del noroeste de Sudamérica (Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia). Este protocolo está diseñado para proveer datos sobre diversidad, riqueza de especies, abundancia de las especies, así como la relación de las especies a diferentes factores ecológicos abióticos y otros factores ecológicos bióticos.

Se emplean transectos de 5 x 500 m que permiten cuantificar la riqueza de especies y la abundancia de palmas. Investigaciones previas demuestran que este tamaño de transecto incluye casi todas las especies de palmas en un segmento uniforme de bosque, proporcionando muestras representativas (Kristiansen *et al.* 2009, Balslev *et al.* 2010).

Teniendo en cuenta que varias especies de interés como PFNM presentan una distribución aleatoria, es decir son las que tienen individuos dispersos por todo el bosque y sin patrones claros de ocurrencia. Como ocurre en muchas especies de árboles o de bejucos y algunas palmas de importancia como no maderable, la implementación de transectos puede resultar de

interés en la evaluación de este tipo de población el cual se lleva a cabo en la zona de interés según un procedimiento previamente establecido.

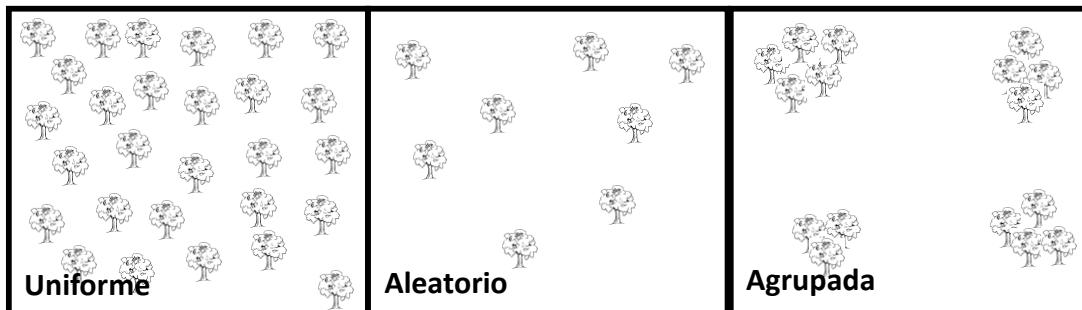


Figura 3.11 Tipos de patrones de distribución en especies vegetales

Los transectos pueden ser combinados con otros tipos de muestreo, por ejemplo, previamente se puede haber realizado estratificación de acuerdo a la fisiografía, tipo de suelo o grado de perturbación y al interior de estos se realizarán los transectos. Se puede proponer en lo que respecta al área total de interés, valores de intensidades de muestreo por ejemplo entre 1 al 5% o 10%. Sin embargo una buena recomendación es realizar una evaluación previa lo que se conoce como un "**inventario piloto**", el cual permite indicar la intensidad más apropiada de muestreo. Al interior de cada una de estos estratos, se pueden establecer los transectos, los cuales pueden adelantarse de manera aleatoria, de forma sistemática o de una manera combinada (por ejemplo, mediante la aleatorización de un punto de partida y siguiendo la distribución de los paquetes de forma sistemática, teniendo el punto de partida como referencia).

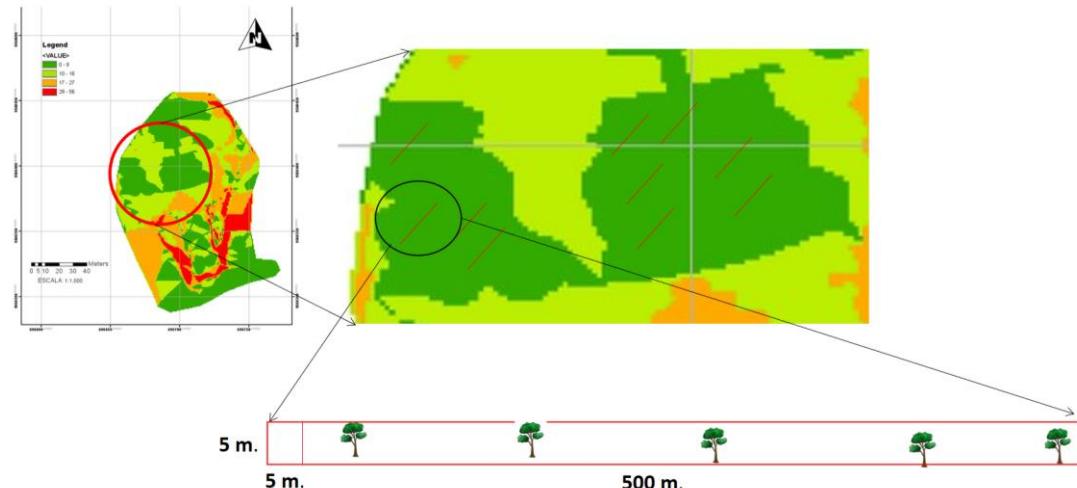


Figura 3.12 Esquema de forma del transecto

La forma en que se demarca el transecto, es definiendo la línea central de este, se pueden emplear estacas numeradas que se colocan cada 5 metros, en cada uno de estos cuadrantes se toman los datos, de los individuos de la especie objeto de evaluación, se puede apreciar que el ancho del transecto será de 5 m, por lo que la toma de los datos se realiza en subunidades de 5 x 5 m; por lo que el transecto tendrá 100 de estas subunidades.

Otros esquemas empleados en los transectos es el que se trabaja en el estudio de poblaciones animales el cual permite definir la densidad poblacional de estos y puede ser ajustado para la evaluación de densidades en poblaciones vegetales, un mayor detalle de este proceso se encuentra descrito por Laake *et al.* (1993), Arvantis y Portier (1997) y Buckland *et al.* (2007), en estos se buscan los individuos objeto de interés, midiendo las distancias perpendiculares entre cada individuo encontrado y la línea central del transecto.

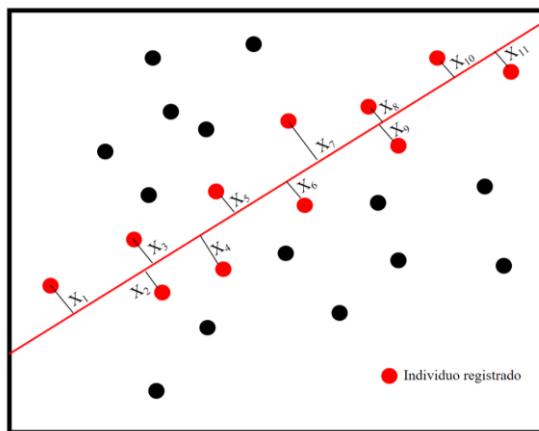


Figura 3.13. Aproximación al muestreo del transecto en línea, los individuos registrados son 11 y las distancias perpendiculares al transecto corresponden a x_1, x_2, \dots, x_{11} . Los análisis de estos datos se pueden realizar bajo el programa Distance (<http://distancesampling.org/>).

CAPÍTULO 4. TÉCNICAS DE APROVECHAMIENTO Y TRATAMIENTOS SILVICULTURALES



Introducción

El aumento de las expectativas de subsistencia y comerciales de los productos forestales no maderables requiere una evaluación más cuidadosa de la base del recurso y de los esquemas de cosecha sostenible. Las comunidades que aprovechan estos recursos, así como diferentes organizaciones que brindan apoyo a estos procesos se enfrentan a desafíos en los cuales se debe asegurar el aprovechamiento sostenible de estos productos.

En los capítulos anteriores hemos documentado la necesidad de tener un enfoque que permita la evaluación de estos recursos vegetales, respondiendo a los distintos hábitos o formas vegetales, así como a los diferentes tipos de productos específicos, siempre bajo una consideración holística que tenga en cuenta los factores ecológicos que permitan abordar las distintas dimensiones a menudo ignoradas del aprovechamiento sostenible.

La creciente demanda de productos forestales no maderables y sus extracciones comerciales pueden dar lugar a métodos de recolección en los que se busca es maximizar los beneficios económicos a corto plazo y con poca atención a las consecuencias ecológicas a largo plazo. La importancia de evaluar los impactos ecológicos de las técnicas de recolección en los PFNM ha sido poco estudiada y poco documentada, se ha estudiado más los aspectos relacionados con el impacto que se ocasiona por la extracción y su efecto sobre las poblaciones naturales (ver anexo), pero frente a las formas de utilización o de extracción esta ha sido poco documentada, es claro que conocer los métodos tradicionales empleados por las comunidades rurales en estas formas de aprovechamiento permite dar pautas para el manejo de las especies.

En Colombia de acuerdo con Moreno-Orjuela *et al.* (s.f) frente al recurso forestal y específicamente en lo que concierne a la madera se realiza más una explotación que un aprovechamiento forestal, o como bien se ha denotado bajo el término de *minería del bosque*. Aun cuando la normatividad y las políticas forestales del país buscan el desarrollo de un aprovechamiento forestal, acorde con los intereses de la conservación y el uso sostenible del bosque natural, actualmente se tiene que los aprovechamientos de los recursos del bosque se caracterizan porque generalmente se presenta carencia de mano de obra calificada en los procesos de aprovechamiento forestal.

Si bien a nivel del aprovechamiento de especies maderables se ha descrito bastante y se han dado pautas frente a las técnicas de aprovechamiento, se requiere avanzar en lo que respecta a las técnicas de aprovechamiento en los productos forestales no maderables. Presentamos algunos estudios de caso que es importante tener en cuenta para evitar que las malas técnicas de aprovechamiento se conviertan en otro factor que puede estar comprometiendo el recurso de los no maderables, así como actividades relacionadas con la silvicultura de estas especies.

Se busca en el presente capítulo fomentar la utilización e implementación de prácticas de actividades de extracción de impacto reducido en el aprovechamiento de no maderables buscando un mejor desempeño en el aprovechamiento de estos productos.

Extracción de impacto reducido

Como ya mencionamos se han establecido investigaciones y se cuenta con información frente a los procesos de impacto reducido en especies maderables, las aplicaciones de varias de estas directrices deben ser abordadas en el proceso de aprovechamiento de los productos forestales no maderables (PFNM).

Si bien existe una gran diferencia frente a las técnicas de aprovechamiento adelantadas en especies maderables frente a los no maderables, un aspecto en común es que en los procesos de aprovechamiento la aplicación de técnicas adecuadas busca siempre aumentar la eficiencia del producto cosechado, pero sin socavar este y siempre tiene como uno de los objetivos la búsqueda de mejorar la estructura poblacional y mantener una adecuada dinámica de las especies objeto de aprovechamiento.

Una gran diferencia frente a los procesos de aprovechamiento de la madera es que gran parte de las labores de extracción de los no maderables son realizadas por personas directamente implicadas en los procesos no solo del aprovechamiento, sino incluso en la transformación, lo cual conlleva en muchos de los casos que se tenga un conocimiento tradicional sobre las forma o maneras de realizar estas actividades sin afectar el recurso objeto de aprovechamiento.

La implementación de los procesos de aprovechamiento de impacto reducido (AIR), o conocido en otros espacios como extracción de impacto reducido (EIR), es básico de implementar en los PFNM. Estos procesos consisten en la ejecución de operaciones de aprovechamiento cuidadosamente controladas a fin de minimizar su impacto ambiental tanto en la estructura como en la dinámica de las poblaciones sometidas a aprovechamiento, así como en los componentes que forman parte del ecosistema donde se realizan las labores de cosecha.

Aunque la recolección de PFNM es una práctica milenaria en Colombia y en muchas otras partes del mundo, existe muy poco conocimiento frente a las pautas espaciales y temporales de las variaciones en la disponibilidad de recursos no maderables, de la forma en que las especies vegetales son utilizadas y manejadas por la población local y de los cambios que se presentan frente al uso y extracción de recursos que siguen a la comercialización de estos productos. Esta información es necesaria para que los silvicultores, las organizaciones no gubernamentales y las comunidades locales comprendan cómo se está manejando las poblaciones naturales de estas especies y cuáles serían sus impactos ecológicos, con el fin de fomentar acciones que permitan el uso sostenible de este recurso.

Desafortunadamente existe una poca integración entre quienes aprovechan los recursos del bosque y la industria que emplea los productos primarios obtenidos de estos. Generalmente el industrial tiene una muy poca o nula relación con los cosechadores de productos forestales no maderables. En su gran mayoría mucha de la cadena comercial desde el bosque hasta los centros de transformación está dominada por intermediarios quienes no presentan interés en el mantenimiento del recurso a largo plazo, debido principalmente a que su interés u objetivo se centra en lograr una alta rentabilidad y de forma inmediata mediante la venta de los productos

forestales a los procesadores. Las actividades humanas, especialmente las relacionadas con las prácticas de recolección, pueden influir en las perspectivas de utilización sostenible de los PFNM impactando en los bosques a varios niveles (individuo, población y ecosistema). La intensidad de recolección y las técnicas empleadas en estos procesos pueden determinar la magnitud de estos impactos. Por ejemplo, si un PFNM adquiere un valor comercial alto, los niveles de extracción serán determinados e impulsados por las fuerzas del mercado. Son varias las experiencias a nivel mundial que se han presentado a este nivel, en Colombia este factor impulsó a socavar el recurso de especies como la quina (*Cinchona* spp Rubiaceae), y de la ipecacuana (*Carapichea ipecacuana*), las cuales dejaron de existir en varios bosques sometidos a una fuerte extracción.

Las técnicas de AIR comprenden reglas básicas que tienen como base una rigurosa planificación y control de las operaciones de aprovechamiento que permitan reducir los impactos de la extracción de los productos forestales. La etapa de planificación requiere, por lo general, de inventarios previos al aprovechamiento; entre ellos, mapas, medición de los individuos que serán aprovechados y levantamientos topográficos.

Compilamos algunas medidas prácticas que se destacan dentro del AIR y que es importante incorporar en el momento del aprovechamiento de los PFNM, estas prácticas garantizan una sostenibilidad de las poblaciones objetos de aprovechamiento.

- El aprovechamiento ha de ser selectivo y se debe efectuar en aquellas poblaciones naturales que cuenten con una alta densidad o que se encuentre distribuidos de forma uniforme en el área de aprovechamiento.
- Desarrollo del inventario forestal y en lo posible ubicación cartografiada de los individuos objeto de aprovechamiento previo a la extracción.
- Muchas especies trepadoras, bejucos y lianas forman parte de especies proveedoras de PFNM por lo que se debe evitar al máximo la corta de estos individuos en las etapas de aprovechamiento de otros productos por ejemplo frutos, cortezas, etc.
- Identificar la parte a cosechar, con el fin de implementar técnicas apropiadas en los procesos de corte (por ejemplo, no comprometer el cambium vascular cuando se cosecha corteza), buscando no comprometer el individuo ni generando lesiones que no permitan la recuperación de este o que generen un ambiente propicio para el desarrollo de patógenos (hongos, bacterias entre otros).
- El traslado del producto o productos hasta las vías principales deberá realizarse en lo posible sin intervención de maquinaria, la cual en el caso de ser implementada siempre permanecerá en las vías principales.
- Se debe minimizar el daño causado al suelo, para lo cual es fundamental planificar cuáles serán los caminos y trochas por donde se moviliza o se extrae el producto.
- Siempre que se contemple la construcción de caminos y trochas por donde se movilizan los productos, estos deben estar acorde con los principios de diseño favorables al medio ambiente, buscando proteger ríos y cauces mediante la implementación de cruces apropiados.

- En los casos en que se requiera la implementación de sistemas de arrastre, se deberá proteger los suelos y la regeneración natural.
- Se deben reducir los porcentajes de producto "perdido" (por ejemplo, aprovechamiento de frutos inmaduros, hojas o fibras que no tendrán valor comercial), permitiendo reducir el desperdicio de productos cosechados y buscando aumentar los ingresos. Las labores de cosecha las deberán realizar siempre cosechadores con experiencia y conocimiento de los bosques objeto de aprovechamiento.
- Es fundamental la realización de una evaluación posterior al aprovechamiento a fin de brindar información a los administradores de recursos y a los encargados de los procesos de extracción, buscando determinar el éxito en la aplicación de estas directrices. Se ha visto, por ejemplo, que en muchas labores de cosecha de especies como el asaí (*Euterpe oleracea*), mil pesos (*Oenocarpus bataua*) y canangucha (*Mauritia flexuosa*) se ve comprometida la regeneración natural especialmente a nivel de brizales.
- Tener presente la época en que se realiza el aprovechamiento. En el caso de aprovechamiento de frutos y de flores estas dependerán del ciclo fenológico. En el aprovechamiento de exudados como es el caso de sangre de grado (*Croton lechleri*) de acuerdo a Pinedo *et al.* (1997), algunos factores que más influyen en el rendimiento del látex aparte de las condiciones morfológicas del árbol son la radiación solar, y la fase lunar, siendo lo más conveniente efectuar aprovechamiento entre cuarto creciente y luna llena.
- La regeneración natural debe promoverse mediante el control del pastoreo, los incendios forestales y la cosecha aleatoria.
- El potencial reproductivo de la especie no se debe ver afectado por procesos de eliminación.



Figura 4.2 Algunos aspectos importantes en el manejo de las especies no maderables, las épocas de aprovechamiento, fases lunares, fauna asociada a la especie y amenazas como es el caso de incendios.

- Se deberá establecer a partir de aspectos como altura, número de hojas o diámetro a la altura del pecho cuales es el límite de aprovechamiento de los individuos a cosechar, los estudios estructurales de la población permitirán en gran medida establecer estos límites. Por ejemplo, en la palma sará (*Copernicia tectorum*) en la cual se cosechan las hojas no expandidas (cogollos) para obtención de fibra para elaboración de artesanías, se ha visto que el aprovechamiento de hoja en los individuos categorizados como subadultos (tallos mayor de 1.6 m, con la apariencia de un adulto, pero sin evidencia de reproducción) y adultos (adultos 1 con evidencia de reproducción y con vainas persistentes en los tallos

y adultos 2 con evidencia de reproducción y sin vainas persistentes) y con mayores períodos de rotación, parece no afectar a las palmas a nivel individual, ni poblacional (Torres *et al.* 2016)

- El nivel de cosecha aplicado deberá garantizar la persistencia a largo plazo de la población natural objeto de aprovechamiento y deberá mantener las tasas de crecimiento de la población iguales o superiores a uno (valor de λ en los estudios de dinámica poblacional).
- Es necesario que las comunidades rurales implicadas en el aprovechamiento establezcan sistemas de recolección rotativa en las áreas establecidas de aprovechamiento. Una vez se ha cosechado un área con un cierto número de individuos, el área no debe seguir siendo intervenida para cosecha hasta el siguiente período establecido de cosecha, el cual varía según la especie, la intensidad de la cosecha aplicada y la tasa de crecimiento de la población,
- En cada especie es fundamental establecer intensidades de cosecha, si la intensidad de cosecha es alta se deberá entonces mantener simultáneamente rotaciones bastante más largas entre cosechas sucesivas o aplicar intensidades de cosecha más bajas con períodos de rotación más cortos.
- En los casos de aprovechamientos de tallos se debe establecer a qué altura sobre el nivel del suelo han de ser cortados, de tal manera que se logre permitir que los tallos cosechados produzcan nuevos brotes vegetativos, en este punto es importante conocer las formas reproductivas de la especie aprovechada.
- En los casos de aprovechamiento de cortezas sólo esta debe realizarse a nivel del tronco en diferentes especies se ha encontrado que desprender la corteza por debajo del suelo e incluso a nivel de raíz provoca la muerte de individuos, esto por ejemplo en los aprovechamientos de cortezas de especies como la chuchuhuaza (*Maytenus* spp.) o de algunas yanchamas (*Ficus* spp.) y Damagua (*Poulsenia armata*).
- Todas las poblaciones objeto de aprovechamientos deben ser monitoreadas a lo largo del tiempo para ver su regeneración y crecimiento. Esto permite poder con mejores elementos para determinar las tasas de aprovechamiento y estar evaluando el estado estructural de la población.
- El crecimiento de muchas especies vegetales proveedoras de PFNM dependen de las condiciones del lugar y de la competencia con la vegetación circundante (por ejemplo, la del dosel). Por lo tanto, el manejo de estas especies debe involucrar operaciones silviculturales que permitan obtener una mayor productividad.

Un aspecto importante a tener en cuenta en los procesos de aprovechamiento de PFNM es que en el caso de necesitar incorporar maquinaria pesada en los procesos de aprovechamiento, esta no debe ser deficiente y de bajo rendimiento, pues genera un alto desperdicio de estos productos, si bien este es un campo poco explorado, el desarrollo de aspectos ergonómicos para la cosecha de PFNM debe permitir optimizar el aprovechamiento de las distintas partes, evitando los daños al individuo que se está cosechando y no comprometer su sobrevivencia.



Figura 4.2 Algunos métodos de ascenso a los árboles pueden generar lesiones en los árboles, por ejemplo, el empleo de botas con espuelas. Fuente: <https://images-na.ssl-images-amazon.com/> y <https://miro.medium.com/max/>

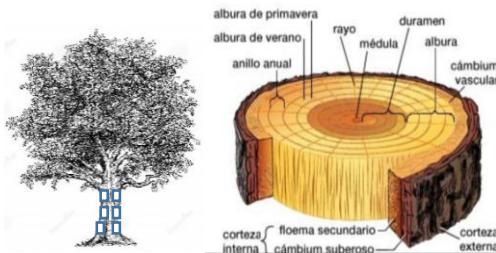
Son diversos los desafíos que se requieren para el buen manejo de los PFNM, gran parte de estos recursos son de acceso abierto, por lo que la gestión de estos constituye un gran reto para los administradores del recurso forestal. Buscando siempre no conllevar a la degradación de las especies proveedoras de estos productos por lo que siempre se debe entender la importancia de la sostenibilidad, la gestión, la conservación y la adición de valor económico en estos productos.

La extracción insostenible de una corteza comprometió una especie

Uno de los mejores ejemplos de manejo insostenible en el cual se compromete a un recurso forestal no maderable lo documenta Stewart (2009) en la especie *Prunus africana* (Rosaceae), un árbol que se distribuye principalmente en las regiones montañosas de África central y meridional. Hacia 1960 se comprobó que los extractos de corteza eran eficaces para el tratamiento de la hiperplasia benigna de la próstata y en el decenio de 1970 se empezó a cosechar corteza en Camerún. Se comercializa bajo su sinónimo *Pygeum africanum*, frecuentemente en formulaciones con la palma enana *Serenoa repens* (Arecaceae). Hacia 1992 y 1993 los primeros estudios sobre los efectos de la recolección de corteza mostraron que la cosecha afectaba la estructura de la población, aumentaba la mortalidad y disminuía la fecundidad. A partir del 2001 se iniciaron estudios cuantitativos que permitieron examinar parámetros específicos del ciclo vital y posibles prácticas de recolección sostenible (Stewart, 2001); así como aspectos centrados en las técnicas de domesticación, la variación genética entre las poblaciones y los inventarios de poblaciones naturales.

Los cosechadores cortan la corteza con un machete de punta rompa (sable) y luego la corteza se "pela" aproximadamente en el cambium vascular (ver ilustración). Después de que la corteza es removida, la corteza vuelve a crecer, siempre y cuando que el cambium vascular no sea interrumpido, si el machete interrumpe el cambio vascular, la corteza no se puede formar nuevamente, adicional a esto la corona del árbol se verá afectada lo que generalmente conlleva a la muerte del individuo.

La recolección de una gran cantidad de corteza de un árbol provocará enfermedades y mortalidad. El árbol, sin embargo, puede resistir una cosecha limitada de su corteza durante un período de tiempo. La supervivencia y la salud del árbol dependen de la proporción de corteza cosechada y del intervalo entre cosechas. Además, depende del medio ambiente y de la temporada de cosecha, siendo los árboles de menor altitud cosechados en la temporada seca los más susceptibles a las plagas y enfermedades (Nkeng *et al.*, 2009). El método de los "dos cuartos" (ver figura) parece ser una técnica de cosecha sostenible para los árboles silvestres. En este método, la corteza de los árboles con un diámetro mínimo de 30 cm a la altura del pecho se descorteza suavemente entre la altura del pecho y la primera rama de dos paneles opuestos de la circunferencia, quitando la mitad de la corteza de esta parte del árbol, una vez cada siete años. Se repite la cosecha sólo si la corteza se ha vuelto a regenerar y si el árbol se encuentra sano (se cosechan entonces los otros dos cuartos alternos).



Las cosechas no controladas comprometen los árboles, en muchas ocasiones eran derribados para obtener la mayor cantidad de corteza. Debido a las preocupaciones sobre la sostenibilidad del comercio, la especie fue incluida en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, clasificada como "vulnerable", y en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) en 1995. En noviembre de 2007, Camerún recibió una "opinión negativa", lo que resultó en una temporal y reversible prohibición de las exportaciones a la Unión Europea.

La fase de aprovechamiento o recolección es una de las etapas más importantes porque es en esta donde comienza el proceso de gestión del recurso propiamente dicho. En esta fase, las definiciones relacionadas con las técnicas y los criterios que se adoptarán son fundamentales para garantizar la sostenibilidad de la actividad.

La definición de criterios durante la gestión del aprovechamiento debe tener en cuenta si durante este proceso se va a presentar muerte o se compromete la sobrevivencia del individuo cosechado e identificar los impactos en aquellas especies en las que se aprovecha alguna parte de la planta sin causar la muerte. Este aspecto es fundamental porque en el primer caso las autoridades ambientales deberán adoptar criterios más estrictos y rigurosos para la gestión de este recurso. En todas las especies en las que se aprovechan partes de la planta, se debe contar con la información no solo desde el punto de vista biológico y ecológico, sino se debe promover el establecimiento de experimentos de tasas de cosecha que permitan comprobar la adaptación de la especie a intensidades de aprovechamiento.

Algunas pautas importantes en el manejo de los no maderables y que han sido documentadas por Soares (2008) para el manejo de los PFNM en Brasil importantes de considerar son:

Aplicación del principio de precaución. Un principio aceptado por muchos países para el manejo de sus recursos naturales es el principio de precaución el cual de conformidad con lo establecido por Convención de la Organización de las Naciones Unidas - ONU sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Eco (Río) 92, establece que, en ausencia de una certeza científica formal, la existencia de un riesgo grave o irreversible de daño requiere la aplicación de medidas que puede prevenirlo. Este es un principio importante que debe ser considerado con especial atención en la gestión donde hay la supresión de individuos o en los que los métodos de recolección son de alguna manera agresivos o destructivo.

En varias de la normatividad para PFNM adelantada por distintas Corporaciones (López & Murcia, 2020) se contempla en los procesos de obtención de frutos y/o partes reproductivas el establecimiento de proporciones para la gestión del recurso, por ejemplo la resolución 0727 de 2010 en el capítulo III frente al aprovechamiento de cogollos y yemas establece: “*Aprovechar como máximo el 75% de la oferta de las plantas, para garantizar la persistencia de la población, la regeneración natural y el progreso de las fases sucesionales*”. Sin embargo, es fundamental establecer ensayos en donde se logré determinar los porcentajes que realmente conllevan a un buen manejo de las poblaciones naturales, permitiendo no solo la conservación del recurso objeto de aprovechamiento, garantizando la regeneración de la especie (germinación y desarrollo de juveniles) y el uso por parte de la fauna que depende de estos recursos.

En lo que respecta a árboles y a palmas es importante establecer límites de cosecha a partir de una cierta medida de diámetro a la altura del pecho (DAP), así como alturas mínimas en las categorías de “edad” de la especie, dejando excluidos aquellas categorías que contienen a los individuos más jóvenes de la población. Estas medidas favorecen los procesos de reclutamiento y garantizan en gran medida el mantenimiento de la población a largo plazo.

Implementar la rotación y limitación en la recolección. La rotación es una medida efectiva que busca ir cambiando las áreas donde se efectúan los aprovechamientos, se busca ir cosechando distintas áreas en distintos momentos, estableciendo intervalos más largos entre intervenciones para un mismo conjunto de individuos de la especie. La rotación dentro de las áreas de aprovechamiento y la limitación de la recolección de partes reproductivas de estas especies permite que todos los individuos manejados pueden aportar en la generación de progenie garantizando las futuras generación.

Zonas de protección integral. Dentro de los procesos de zonificación se han de diseñar este tipo de zonas, las cuales tienen por objeto la preservación de poblaciones y deberán de poseer características similares (estructura, fisionomía, diversidad y densidades de individuos objeto de aprovechamiento) a las zonas donde se efectúa el aprovechamiento. Estas áreas deberán ser concertadas con las comunidades, quienes muchas veces presentan otros intereses adicionales, por ejemplo, por valor espiritual, cultural o por que desempeña un papel importante ecológicamente como es el de poseer salados importantes para la fauna. La zona de protección

es una zona donde se encuentran nuestras especies de interés, pero no se manejará, por lo que se constituye en un área de salvaguarda.

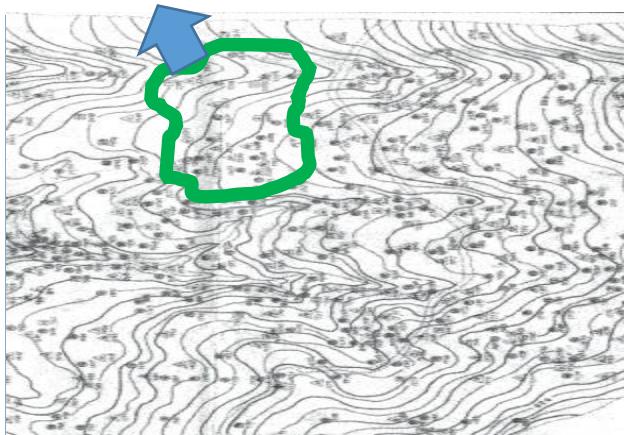


Figura 4.3 El establecimiento de zonas de protección integral permite garantizar el patrimonio no maderable a futuro.

Establecimiento de períodos de exclusión e individuos no cosechados. El período de exclusión es el momento en que, incluso en la fase de producción, los individuos no se aprovechan, lo que constituye otro elemento clave de salvaguarda para garantizar la gestión del recurso. En el aprovechamiento de resinas, exudados, látex, aceites u otros similares, sabemos que las especies pueden producir dentro de largos períodos de tiempo, pero se debe respetar un periodo en que este proceso no se efectué, desde el punto de vista fisiológico estos procesos de aprovechamiento producen stress en la planta y se requiere de períodos de recuperación a las lesiones ocasionadas en las prácticas de aprovechamiento. El mantener un tiempo restringido al aprovechamiento permitirá garantizar que los individuos no entren en una etapa en la que pueda conllevar a la mortalidad.

Por ejemplo, en el caso del aprovechamiento de látex de la sangre de drago, cuando se efectúa la colecta del látex por el método de sangría y mediante la aplicación de pica o corte, en el cual se cortan los tubos laticíferos que llevan el látex por la corteza para ser colectados posteriormente en una vasija, se ha recomendado efectuar estas labores picando cada semana durante el período de lluvias. Una pica excesiva provoca aparición de enfermedades en la planta (Fundación Chankuap, 2013).

Cuando se realiza aprovechamiento de flores y frutos, sabemos que estas se limitan a un cierto periodo en el cual se presente el tiempo de floración o de fructificación, en estos casos es también recomendable aplicar estos períodos de exclusión, pues permiten que las flores polinizadas puedan producir frutos y contar con semillas para el mantenimiento de la población.

Los individuos no manejados son aquellos que a pesar de estar en la zona no serán explotados y podrán cumplir plenamente con su papel ecológico en la población de la especie. Este procedimiento ha sido utilizado de una manera ya bien difundida en los planes de ordenación de la madera, en el qué matrices de las especies de interés se mantienen después de la explotación,

para que los restos puedan seguir reproduciéndose y dando nuevas generaciones de la misma especie.

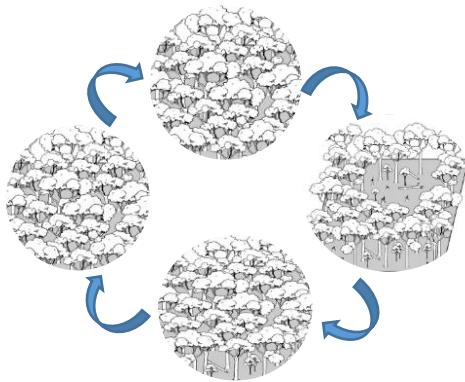


Figura 4.4 Deben de establecerse períodos de descanso para la recuperación de los individuos objeto de aprovechamiento.

Los individuos no cosechados son aquellos que, a pesar de estar en el área de manejo, no serán objeto de extracción y pueden cumplir plenamente su papel ecológico en la población de la especie. Este procedimiento se ha utilizado en los planes de ordenación principalmente en especies maderables. Sin embargo, es importante tener en cuenta que a largo plazo esto podría socavar a la diversidad genética de la población en especial en aquellas poblaciones en las que los individuos son sacrificados, pues los individuos aprovechados serán aquellos con las mejores características comerciales, mientras que los no manejados son aquellos considerados individuos inferiores, llevando consigo el papel de la reproducción y mantenimiento de la población de la especie.

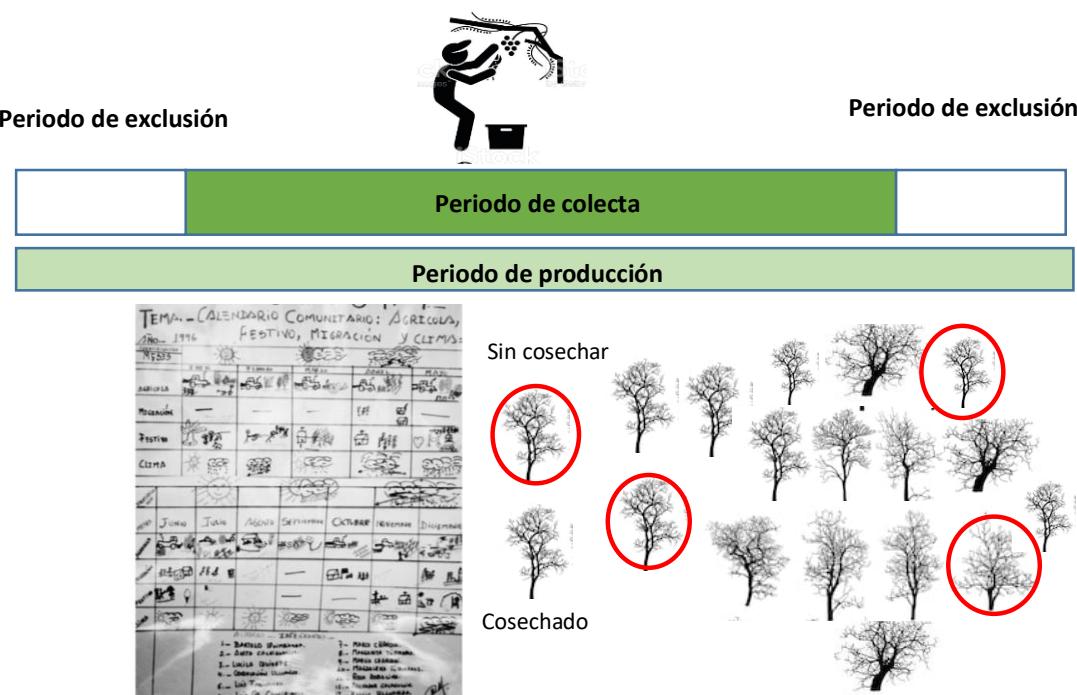


Figura 4.5 En cada población de individuos es indispensable dejar individuos sin cosechar.

Aspectos importantes en la recolección

Algunas especies de importancia en la producción de no maderables cuentan con el desarrollo e implementación de protocolos. El desarrollo de protocolos es fundamental pues estos son el complemento a la caracterización biológica y ecológica de la especie que ya hemos documentado en los capítulos anteriores y se articula muy bien al proceso de monitoreo que se ha de implementar para el seguimiento de las poblaciones naturales. Los requerimientos para el desarrollo de los protocolos deberán estar de acuerdo con lo que ha sido expuesto por autores como Lund (1997, 1998), el cual argumenta que los protocolos requieren de cuatro tipos de estudios amplios que constituyen la base que garantizan el aprovechamiento sostenible de estos productos: i) inventario de especies, ii) estudios culturales, iii) mercados de usuarios y iv) inventarios de recursos. Un esquema propuesto que permite determinar los pasos a seguir para la elaboración de protocolos que garantice una recolección sostenible es adaptado del expuesto por Kumar (2017), el cual contempla varios aspectos, algunos de ellos ya se han profundizado en los capítulos anteriores, sin embargo, los volvemos a mencionar pues son relevantes en el manejo de las especies.

- Selección del sitio específico de aprovechamiento.
- Inventario de los recursos forestales no maderables.
- Selección de los PFNM económicamente importantes y viables de comercio
- Experimentación que permita determinar los límites sostenibles de aprovechamiento.
- Desarrollo del diseño de cosecha y determinación del impacto en la fenología y la regeneración de las especies
- Selección del sitio específico de aprovechamiento.
- Inventario de los recursos forestales no maderables.
- Selección de los PFNM económicamente importantes y viables de comercio
- Experimentación que permita determinar los límites sostenibles de aprovechamiento.
- Desarrollo del diseño de cosecha y determinación del impacto en la fenología y la regeneración de las especies
- Determinación de los límites de cosecha sostenible específicos para cada especie.
- Estimación del rendimiento.
- Elaboración de un modelo de gestión sostenible de los PFNM mediante la participación de la comunidad.
- Determinación de la estructura de las poblaciones (clases de edad) objeto de aprovechamiento.
- Categorización de las plantas por su productividad
- Usos y viabilidades comerciales de las plantas
- Cambio en la disponibilidad del producto a lo largo del tiempo
- Categorización del estado de amenaza de las especies objeto de aprovechamiento (Especies, vulnerables, amenazadas, etc.).

Identificar y documentar el sistema de manejo actual del recurso que se da por parte de los cosechadores es una base en la que se logran conocer aspectos ecológicos, sociales, económicos e incluso políticos que se da a los no maderables. A nivel de Colombia generalmente

estos procesos se encuentran más dentro de la informalidad, pero es importante documentar las normas y las prácticas de manejo tradicional que se dan a la especie objeto de aprovechamiento. Documentar los procesos y formas de cosecha es fundamental, por lo que siempre es útil identificar en las comunidades rurales aquellas personas o grupos de personas que son reconocidos por la comunidad por su conocimiento frente a la identificación y forma de cosecha de los productos, generalmente son personas de edad las que más conocen sobre el tema. La gran mayoría de los estudios por no decir en el 100% de los casos que relacionan aspectos de cosecha se documentan con información brindada por hombres, mujeres o jóvenes cosechadores de estos productos.

En cada una de las especies proveedoras de PFNM la identificación de las técnicas aplicadas para el manejo del recurso, incluye los aspectos relacionados con:

- Formas de recolección
- Empleo de herramientas en cada uno de los procesos
- Criterios de selección de los individuos a ser cosechados
- Tiempos de cosecha y frecuencia de cosecha
- Volumen extraído
- Forma de transportar el producto extraído.
- Establecimiento de unidad de medida.
-

Si bien muchos de estos procesos han sido trabajados de forma ancestral, es importante documentar estas costumbres buscando establecer reglas y normas de cosecha que no comprometan el recurso.

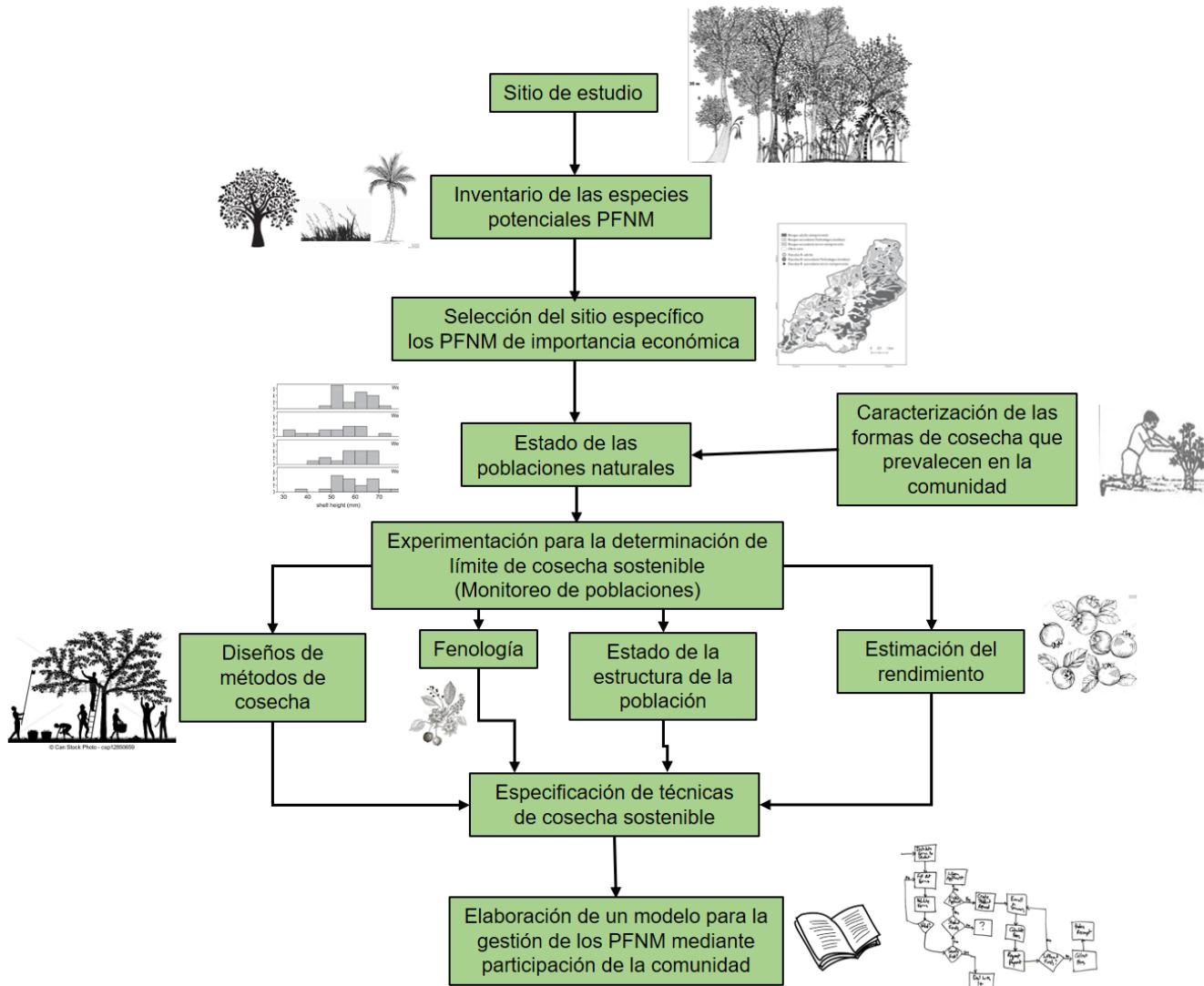


Figura 4.6 Proceso de elaboración de una guía para la recolección de un producto no maderable. Fuente: Adaptado de Kumar (2017)

**Paja Blanca una especie de manejo ancestral con potencial como PFNM
en ecosistemas de páramo**



- Especie: *Calamagrostis effusa* (Kunth) Steud.
- Familia: POACEAE
- Hábito: Hierba que puede crecer hasta 1.5 m de alto.
- Ecosistema donde crece: Páramo.
- Distribución: Se distribuye desde Venezuela hasta Ecuador. En Colombia se puede encontrar en toda la Región Andina desde los 2500–4500 msnm.
- Parte empleada: Las hojas son usadas tradicionalmente para elaborar artesanías
- ¿Quién recolecta?: Mujeres artesanas.
- Fecha desde que se viene trabajando. 1920.

Cosecha: Actividad netamente realizada por mujeres. La primera labor que se realiza es la búsqueda de la planta, para esto se llevan a cabo recorridos con el propósito de buscar áreas de crecimiento de la paja blanca, se seleccionan las *matas* adecuadas para realizar la cosecha. Se escogen principalmente matas con una altura de 1 m o más. Estas deben estar en cercanías del bosque o dentro de los arbustales, pues esto permite que tengan mayor crecimiento. Los pajonales completamente expuestos no sirven, ya que la fibra es muy corta y la constante exposición a los vientos no favorece su crecimiento. Los pajonales dentro de los arbustales están protegidos de los vientos fuertes y por competir por luz, se promueve un mayor crecimiento de las hojas.

Se cosecha manualmente, usando guantes para proteger las manos y un rastillo para retirar las pajas secas. Una vez seleccionada una mata, se extraen las pajas que tengan cerca de 1 m de altura y que tengan la punta negra. Para esto, se toma un atado de hojas y se jala para arrancar las hojas.

Selección: Una vez extraídas las hojas, se seleccionan las que son de color verde con la punta negra, pues se consideran maduras y que servirán como fibra, las de color café se desechan dejándolas en el sitio de cosecha, las cuales servirán de abono.

Tiempos de cosecha. Aunque la cosecha se puede realizar en cualquier época del año, es mejor realizar estas labores en temporadas de bajas lluvias, pues la planta no se “resiente” tanto y va a crecer mejor.

Manejo de la especie: Al igual que otras especies como el oche (*Danthonia secundiflora*), la paja blanca necesita de las labores de entre saca de hojas muertas para promover la renovación y mantenimiento de la planta, las artesanas cumplen una labor importante en el mantenimiento de estos pajonales.

Durante el proceso de cosecha también se realiza la deshierbada. Ésta consiste en sacar las pajitas secas de la mata y se dejan allí sobre el suelo para que sirva de abono, esta actividad permite que a la planta le salgan más rebrotes. Se ha comprobado que las matas que no se deshierban tienden a morir pronto, por lo tanto, las labores de cosecha para artesanías y de deshierbe mantienen las poblaciones de paja blanca. Se recomienda realizar las labores de deshierbe en temporada de verano para que la planta crezca mejor, además que el deshierbe estimula la floración, lo que propicia a su vez la aparición de nuevas matas.

Manejo postcosecha

Limpieza. Una vez, el material se ha seleccionado definitivamente se amarra en atados para cocinarlos con jabón en barra y de esta manera hacer la limpieza. Luego se dejan enfriar para posteriormente seguir con el blanqueado, donde se vuelve a lavar con agua y jabón según se quiera blanquear la paja, se pone a secar durante 4 días, pero si hace buen sol en un día ya estará bien seca.

Tinturado. Con la paja ya seca se realiza la tintura, aunque también se puede dejar sin tintura y entonces sirve para hacer combinaciones de tonos. Existen dos maneras de tinturar, con tintes orgánicos o tintes químicos. Para el uso de tintes orgánicos, se recolecta la parte de la planta que proporciona la tintura (hojas, semillas, frutos o corteza), se dejan fermentar echándolos en agua durante 3 o 4 días. Se cocina la paja en el agua del tinte con sal y vinagre, los cuales sirven como mordientes, se deja enfriar dentro del agua durante 3 días según el tinte, se lava con abundante agua, se deja secar durante 8 a 15 días, al cabo de los cuales ya está lista para iniciar tejido. En tintes químicos se emplea sulfato de hierro y otros sulfatos.

Nombre común	Descripción
Trompeta	(<i>Bocconia frutescens</i>) empleado para obtener color amarillo, se usa principalmente la cascara y las hojas.
Gamón	(<i>Eccremis coarctata</i>) se emplea para obtener color café, la raíz da un tinte amarillo y la cápsula del fruto un color caramel. Cuando está recién florecido da un color más verde, cuando está maduro un color amarillo y las ramas de color café.
Nogal	(<i>Juglans neotropica</i>) de la pulpa y la cáscara del fruto se obtiene un color verde a café oscuro.
Guayacán	(<i>Lafoensis acuminata</i>) las hojas se recogen del piso ya cuando el árbol se ha deshojado y se ponen a hervir machacadas para obtener un color crema
Roble	(<i>Quercus humboldtii</i>) da un color crema, del cual se emplean las hojas que han caído.
Eucalipto	(<i>Eucalyptus spp.</i>) da un color gris, del cual se emplean las hojas secas y la cáscara.
Manzano	De la cáscara se obtiene un color amarillo claro.
Encenillo	(<i>Weinmannia sp.-de hoja fina</i>) se emplea la cáscara, la cual da una coloración café más oscuro, como café con leche.
Lengua de vaca o romaso	(<i>Rumex spp.</i>) se emplean las hojas en verde, las cuales dan un color crema.
Tinto	(<i>Cestrum spp.</i>) da una coloración azulosa. Se emplean los frutos, actualmente es escaso en la zona.
Ruque	(<i>Viburnum tinoides</i>) da una intensidad de color, se emplean los frutos los cuales dan un color morado azuloso.
Sauce	(<i>Salix humboldtiana</i>) se emplea la corteza, de la cual se obtiene un color crema muy bonito
Aliso	(<i>Alnus acuminata</i>) corteza del aliso que da un color crema amarillento.

Fuente: López et al. (2016)

Forma de elaboración de la artesanía. Se toman puñados de hoja y se van cosiendo dándole la forma deseada. Se pueden elaborar individuales, jarrones y cajas. En otras partes del departamento de Boyacá (municipio de Guacamayas) se usa la paja blanca como el material que da estructura a las artesanías, se toman puñados de paja blanca que son envueltos en fibra de fique, con esto se forma

una especie de tubo que luego se va ensamblando para elaborar individuales, vasijas y otro tipo de objetos.

Tejido. Las pajas ya listas se tejen con aguja capotera e hilo grueso, armando montones de la misma y enrollándolas sobre sí mismas. A medida que se avanza en el tejido, se va engrosando cada montón de la paja para que quede uniforme, a este proceso se le llama empalme. Una artesana puede trabajar 8 horas diarias cuando hay pedido de productos y puede recibir hasta COP 250000/mes cuando hay trabajo permanente.

Rendimiento. En 60 matas cosechadas al azar en una jornada tradicional de cosecha por artesana se encontró que, de 4439 hojas cosechadas, 3178 son útiles para tejer (71.59%) y el restante 1261 son secas y no sirven para el proceso de tejido. En promedio se encontraron 21 hojas secas y 53 hojas verdes por mata. El peso de hojas secas por mata en promedio es de 6,79 gr, y las verdes 27,96 gr.

Precios de los productos. En el municipio de Tibaná se pueden comprar productos como canastos para: mercado, cuajada, ropero, huevos, pan y arepas. También se elaboran individuales y jarrones de diferentes tamaños. En cuanto a los valores, un individual que pesa 300 gr cuesta COP 9000, un canasto o pieza hecha en paja blanca y fique con un peso entre 1440–1520 gr cuesta COP 180000.

Otros usos de la especie: La paja blanca también se usa para techar, aunque este uso era más extendido en la antigüedad.

En las siguientes secciones exponemos varios aspectos que son fundamentales a tener presentes en los procesos de cosecha dependiendo las partes a cosechar, así mismo se documentan algunas prácticas silviculturales que es importante contemplar.

Hojas e inflorescencias

En muchas especies de importancia no maderable empleadas como ornamentales como es el caso de Flor de Inírida (*Schoenocephalium teretifolium* y *Guacamaya superba* de la familia Rapateaceae) y en obtención de follaje o de peciolos para obtención de fibra como es el caso de la Iraca (*Carludovica palmata*) el corte manual se debe constituir como único método de cosecha permitido por las autoridades ambientales. Si bien el corte de las flores u hojas a mano requiere más tiempo y más trabajo; se asegura la sostenibilidad de los recursos sin dañar los individuos y el hábitat.

En este grupo de plantas, Rapateaceae, Bromeliaceae, Heliconiaceae y Cyclanthaceae no se debe permitir que se coseche halando las partes de la planta. En el caso de la Flor de Inírida se ha observado que este método de halar la inflorescencia produce daños en la base de la planta, así como en muchos quiches (Bromeliaceae) la forma como están dispuestas sus hojas produce una especie de tanque (ver figura), donde se produce almacenamiento de agua y se genera un hábitat para muchas especies de microorganismos, al producirse una lesión al arrancar las partes de la planta que se desean cosechar, queda expuesto los tejidos internos permitiendo la entrada de microorganismos que generan pudrición en los tejidos comprometiendo la planta y los futuros posibles cosechas de inflorescencias. De ahí que la recolección manual es necesaria, esta se constituye en un método simple y requiere poco equipo. Se recomienda el empleo de tijeras

podadoras las cuales se deben utilizar para cortar al menos 20 ó 30 cm por encima de la fijación de la planta al suelo y en dirección diagonal. Así mismo es recomendable dejar un 30% de las flores de tal forma que se garantice la generación de semilla y progenie de la especie. Se recomienda desinfectar las tijeras antes de efectuar el corte con hipoclorito de sodio diluido en agua, disminuyendo la probabilidad de infección.



Figura 4.7. La implementación de herramientas adecuadas para la cosecha de flor de Inírida impide el daño de la planta.

Exudados (gomas, resinas, látex, aceites)

Muchos exudados de las plantas como gomas, resinas, látex y aceites son importantes como PFNM en diversas regiones del mundo y son aprovechados por las empresas farmacéuticas, farmacológicas, de medicina tradicional, industrias de alimentos, tintes, sabores, cosméticos y perfumería, entre otras y cuando no son procesadas son bastante empleadas en ceremonias religiosas como incienso. Familias botánicas como las Euphorbiaceae, Burseraceae y Fabaceae presentan especies de importancia en la obtención de estos productos. A nivel mundial el incienso indio (*Boswellia serrata*), es importante por la resina que se extrae del árbol, la cual posee propiedades medicinales, y es de importancia cultural es una especie originaria de la India y del Oriente Medio. En Colombia especies como el indio desnudo que crece en el Bosque seco (*Bursera simarouba*, *Bursera graveolens*) presentan potencial en la obtención de resinas y especies como el sangre de grado (*Croton lechleri*) en la obtención de látex, al igual que las especies del género *Hevea* en la provisión del caucho y las especies conocidas como Canime, copaiba, aceite (*Copaifera canime*, *C. officinalis* y *C. pubiflora*) proveen aceite del tronco.

Se ha documentado diferentes métodos de aprovechamiento para una sola especie como sucede en de la goma-resina de *Boswellia serrata* por las comunidades Soliga en la India (Soumya et al., 2019). Al comparar las prácticas de cosecha en los tres sitios, se demostró que se cosechan diferentes formas y que es probable que la forma y la experiencia del cosechador influyan en la sostenibilidad de las cosechas, esta diversidad de diferentes formas y enfoques de cosecha plantea problemas para el diseño de protocolos de cosecha que promuevan la sostenibilidad y que al mismo tiempo mantengan ingresos suficientes y significa que será necesario elaborar protocolos de cosecha para cada sitio en particular.

Se requiere de un mayor examen del aumento del rendimiento de la resina después de ocasionar la herida al árbol, así como la frecuencia de la herida, aspectos que se logran abordar con la participación de los recolectores tradicionales quienes poseen un conocimiento significativo sobre los efectos de los rendimientos de la goma-resina y de las poblaciones de la especie.

En el caso del aprovechamiento del aceite de copaiba, este se recolecta de manera rudimentaria, realizando un orificio en el tronco, en los árboles de mayor edad, este orificio se realiza empleando unos barrenos tipo pressler, una vez realizado el orificio en el tronco, si no fluye la oleoresina, se recomienda sellarlo inmediatamente con parafina o con un tarugo de madera o cera de abejas, aproximadamente a los 14 días se vuelve a intentar la cosecha retirando la parafina; generalmente, después de transcurrido este tiempo, ocurre la secreción esperada. La oleoresina se extrae a través de los agujeros perforados en los troncos de los árboles, los cuales se tapan y se cosechan periódicamente en ciclos repetidos.

Rueda (2019) documenta para la región de los llanos en Colombia otra técnica empleada para la extracción de la oleoresina la cual consiste en la realización de incisiones en forma de V practicada en la corteza del árbol, de preferencia en la base del tronco. Una vez hecha la cavidad en forma de plato, se descarga el aceite el cual se almacena en canecas viejas de kerosene. De un solo árbol se llenan entre tres y cuatro canecas, de 5 galones de capacidad cada una; menciona que el rendimiento es variable y algunos árboles apenas producen algo de resina. Cada árbol produce una determinada cantidad de resina una sola vez en la vida, pues las incisiones afectan el corazón del árbol e impiden que secreten resina una segunda vez. Esta técnica y el frecuente aprovechamiento pueden estar ocasionando la perdida de los individuos haciéndolo insostenible en el corto plazo.



Figura 4.8. Métodos de extracción en copaiba y sangre de grado. Fuente <https://www.vegaffinity.com>.

Klauberg, et al. (2014) elaboraron varios programas de cosecha para ciclos de 1 a 5 años con un horizonte de planificación de 10 años para determinar el óptimo en un intento de obtener la máxima producción de oleoresina o el máximo valor actual neto asociado a la producción, estos autores han determinado que el ciclo óptimo de cosecha de la oleoresina de copaíba es de tres años.

Es importante realizar el seguimiento a la producción para lo cual se deben marcar los árboles y realizar la determinación del diámetro a la altura del pecho, altura total, altura a la primera ramificación y otros relacionados con la copa para poder establecer relaciones de la producción con las variables morfológicas del árbol. Importante valorar que estos individuos que se están aprovechando pueden tener más de 100 años de existencia (ver figura), por lo cual un adecuado manejo de la especie para la obtención del producto deberá continuar garantizando su sobrevivencia. Los estudios adelantados por Roquette et al. (2018) han mostrado que los árboles de Copaiba en el ecosistema del cerrado en Brasil presentan una productividad media de oleoresina de 0,124 L por día, y tan solo el 30% de los árboles son productivos. La proporción de árboles productivos aumentó con el incremento del diámetro a la altura del pecho y la edad, pero después de un punto, el aumento del diámetro se asoció con la reducción de la productividad.

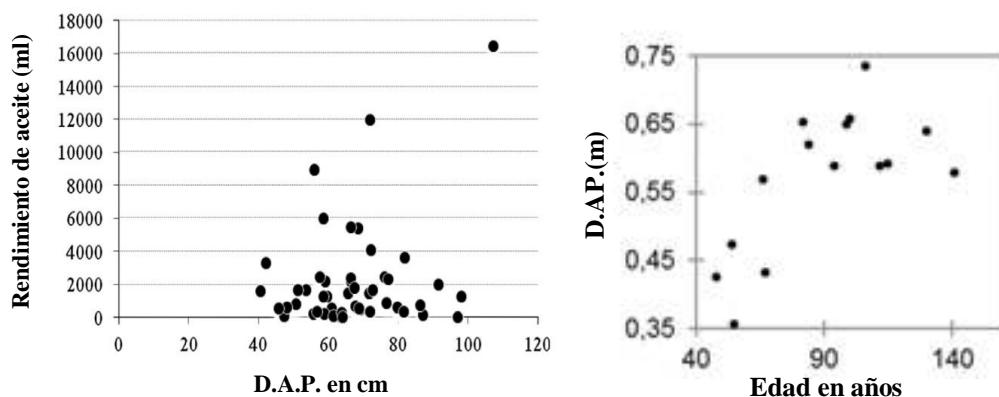


Figura 4.9. Rendimiento de copaiba en ml de acuerdo al DAP Fuente. Klauberg, et al., 2014 y relación de la edad en años con respecto al diámetro. Fuente: Roquette et al., 2018

Frutos

En la cosecha de los frutos en especies de arbustos de porte bajo como es el caso del agraz (*Vaccinium meridionale*), mortiño (*Hesperomeles* spp) y algunas especies de forma escandente como la uva de anís y uvas caimarona (*Macleania* spp., *Cavendishia* spp.) la cosecha es bastante simple, se recomienda que la recolección de estos frutos se lleve a cabo de forma manual e individualmente para no quebrar las ramas o dañar el follaje; tomando solo los frutos maduros, permitiendo la maduración y posterior recolección de los frutos verdes, los cuales no tienen buen sabor y por lo general se perderían al recolectarlos.

Siempre se debe asegurar de que la fruta esté madura antes de recogerla para que se desprenden fácilmente de la planta. Las bayas recolectadas deben ser colocadas en pequeños contenedores de recolección o cubos con tapa. Se sugiere no utilizar grandes cubos ya que el mismo peso de la baya aplastará las bayas del fondo si estos contenedores se llenan completamente. Siempre se recomienda que las bayas maduras se recojan del arbusto cuando la baya se vuelve de color oscuro, y generalmente se caen del árbol con bastante facilidad. Se sugiere usar guantes mientras se cosecha.

Existen algunos tipos de recolectores manuales de bayas (*Berry picker*) que agilizan los procesos de colecta de estos tipos de frutos, son muy sencillos y se pueden conseguir fácilmente en el mercado en precios que oscilan entre los cop 60000 y cop 100000 estos cuentan con un mango ergonómico, un peine metálico fuerte y trampa inteligente en la cual se van recogiendo los frutos.



Figura 4.10. Recolección a mano e instrumentos de recolección de bayas. Fuente <https://images-na.ssl-images-amazon.com/>

Frente al agraz en el país se están iniciando algunos cultivos comerciales, no obstante, la comercialización y el aprovechamiento actual de este recurso está basada principalmente en el aprovechamiento de plantas silvestres en diferentes regiones (principalmente Boyacá y Antioquia). De acuerdo a Corantioquia (2009) en el área del Parque Regional Arví, se ha reportado una disminución de la especie; se atribuye a prácticas inadecuadas que se vienen efectuando como la sustracción de tierra de capote el cual causa el desprendimiento de las raíces del mortiño por ser éstas muy superficiales; así como el desmalezado y tumba de árboles y lesiones de los individuos por prácticas inadecuadas en la recolección de frutos y sobre cosechas y al inadecuado aprovechamiento de ramas empleadas para decoración en floristería. Actualmente los procesos de implementación de cultivos de arandanos (*Vaccinium corymbosum*) que han comenzado a surgir en varios países, conllevan a la implementación de maquinaria tecnificada para la cosecha de estos frutos.

Cosecha de frutos y hojas en palmas y árboles

La cosecha de hojas en palmas con fines ornamentales o empleadas en la elaboración de artesanías y en construcción es frecuente en varios países, a nivel de Colombia varias especies juegan papel importante en estos procesos y principalmente en regiones como el caribe y la amazonia colombiana. Se han identificado 33 especies de palmas que gozan de buen prestigio en las que sus hojas se emplean en construcción, especies como Palma amarga (*Sabal*

mauritiiformis), Puy (*Lepidocaryum tenue*), Palma sara (*Copernicia tectorum*), Palma de vino (*Attalea butyracea*), Moriche (*Mauritia flexuosa*) son algunos ejemplos de especies empleadas con este fin (Bernal & Galeano, 2013).

Son diversos los métodos, tanto manuales como mecánicos, de que se dispone actualmente para llevar a cabo efectivamente la recolección de frutos de un árbol o de una palma. Desafortunadamente en muchas palmas para acceder a los frutos se derriba el individuo para acceder a estos, las técnicas de cosecha y varias de estas situaciones ha sido registrado por diversos autores (Galeano & Bernal 2010, Bernal *et al.* 2011, Garcia *et al.*, 2015). En palmas de bajo porte para la cosecha se accede a ella mediante herramientas sencillas como es el empleo de una cuchilla denominada medialuna, la cual se amarra a una vara larga, presentan una forma de S con filo en los dos lados, facilitando la corta por encima o debajo de la hoja. En individuos de mayor porte se accede a ellos mediante el uso de una escalera artesanal, la cual se elabora mediante el empleo de una guadua (*Guadua angustifolia*), en las cuales se labran los escalones.



Figura 4.11. Cosecha de hojas de *Sabal mauritiiformis*, media luna y escalera artesanal en guadua

Otros métodos para acceder a palmas son descritos por Bernal & Galeano (2013), como es el empleo del *estrobo* y *la marota*. Uno de los métodos empleados en la cosecha de asaí en el departamento del Guaviare consiste en trepar directamente por el tallo sin ayuda, es una labor que efectúan muchos indígenas de la etnia nukak-maku solo se valen de los brazos y las piernas, también es practicada por muchos pobladores en el pacífico colombiano, una vez han alcanzado los frutos estos son cortados con machete y se descuelgan mediante una cuerda para que no se estropieen. Muchos cosechadores realizan la escalada a árboles o palmas empleando cuerdas o realizando un anillo con un bejuco o con corteza de fono o guasco (*Eschweilera spp*), el anillo es suficientemente amplio para que se logre fijar un pie entre el anillo y el tronco del individuo a escalar, con el propio peso del cuerpo se logra presión entre el tronco y los tobillos, se va estirando y recogiendo el cuerpo para ir avanzando a lo largo del individuo a cosechar.

Hoy se cuenta con varias máquinas de cosecha para los frutos de la palma asaí desarrollados principalmente en Brasil. El proceso de recolección donde la gente trepa en palmas muy altas, puede ocasionar accidentes e incluso la muerte de trabajadores por caídas. Son varios los diseños de máquinas cosechadoras de esta palma que se vienen implementando en varias partes de la Amazonia brasileña y que son de fácil adopción para las labores de cosecha en la

región amazónica del pacífico en Colombia. Desde el suelo mismo se conecta la cosechadora al tronco de la palma y con la ayuda de una caña, se impulsa el equipo hacia arriba, que con la fuerza del movimiento corta las palmas con el açaí gracias a las afiladas cuchillas.

Con la implementación de este tipo de maquinaria se logra proteger la integridad física de las personas que cosechan el açaí, promoviendo la seguridad y también aumentando la productividad del negocio de esta fruta. Estas máquinas pueden tener un costo entre cop\$700.000-\$1000000. La máquina se adhiere al tronco de la palma, recoge y tala los racimos de açaí, evitando a su vez perdida de fruta



Figura 4.12. Maquinas cosechadora de aсаí e instrumento para retirar los frutos de las raquillas.

Fuente. <https://http2.mlstatic.com/>

Existen otros métodos para trepar y recoger los frutos en el interior de la copa, estos pueden ser el empleo de escaleras, la bicicleta o el empleo de espuelas de trepa, aun cuando ya hemos mencionado que este último puede generar daños al tronco del árbol. Hoy mediante el fomento del turismo y el ascenso al dosel, así como el mejoramiento de las técnicas de poda en el arbolado urbano, se han perfeccionado las técnicas para poder ascender a los árboles y poder obtener los frutos. El servicio nacional de aprendizaje SENA imparte programas especiales de formación en curso de ascenso al dosel. Con esta técnica se requiere de elementos como arnés y correas de seguridad, cuerdas de seguridad, casco y gafas, entre otros. Mediante esta técnica se busca que el trepador tenga las manos libres para poder colectar los frutos o mediante el uso de otros instrumentos como el trimer o cortarramas, ganchos, tijeras podadoras u otros pueda efectuar la colecta de los frutos. En algunos casos los trepadores golpean las ramas con una vara larga para que caigan los frutos.

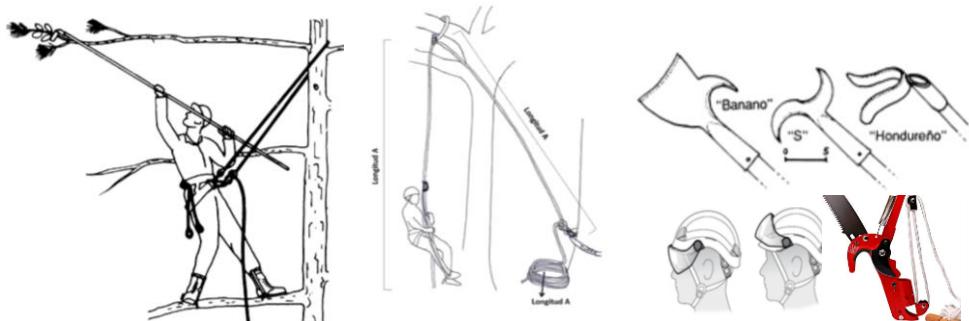


Figura 4.13. Métodos de ascenso al dosel e instrumentos de seguridad y cosecha

Los procesos de cosecha de frutos deberán garantizar un continuo desarrollo de la copa del árbol, en los casos en que se adelanten labores de desrame se debe evitar causar lesiones en las que se facilite la entrada de patógenos, muchas veces se recomienda aplicar un sellador cicatrizante, o una solución anti fúngica con mezcla de ceniza.



Figura 4.14. Lesiones por mal manejo en actividades de poda, a la derecha aplicación de un sellador cicatrizante. Fuente. <https://lh3.googleusercontent.com/> y <https://storage.googleapis.com/portalfruticola/>

En el caso de arbustos la colecta de frutos es un poco más fácil, en especies como el camu-camu (*Myrciaria dubia*), y de la champa (*Campomanesia lineatifolia*) se deben cosechar los frutos en estado óptimo de recolección, para esto es importante adelantar cartas de calidad del fruto, las cuales aportan información sobre el estado y descripción y consistencia del fruto, permitiendo ayudar a los cosechadores a identificar el estado en que debe estar el fruto para ser cosechado. La cosecha del fruto se efectúa de forma manual y las frutas son depositadas en cajas cosecheras que generalmente suelen ser de madera. Algunas veces en el proceso de cosecha por el método de sacudida el cual consiste en mover las ramas fructíferas ocasionando la caída de los frutos y logrando una cosecha relativamente rápida; sin embargo, este método presenta varios inconvenientes como es el de no realizar una cosecha selectiva porque, al sacudir las ramas, caen con la misma facilidad tanto frutos verdes como maduros, además los frutos sufren deterioros, facilitando los procesos de descomposición.



Figura 4.15. Frutos de camu-camu, champa y cosecha manual de camu-camu.

Patrones de cosecha, decisiones y técnicas de aprovechamiento en dos especies proveedoras de PFNM.

Sinha, A. & Bawa, K.S. (2002). *Forest Ecology and Management* 168: 289–300



Phyllanthus emblica y *P. indofischeri* son dos especies ampliamente empleadas por las comunidades Soligas en la India, ellos utilizan una amplia variedad de técnicas para cosechar los frutos de estas dos especies. Las estrategias y técnicas actuales de cosecha de los frutos de estas especies utilizadas por la comunidad se centran en la maximización de los rendimientos económicos mediante la adopción de métodos de extracción como el de sacudir las ramas o la poda de pequeñas ramas y la posterior recogida de frutos del suelo hasta la poda de grandes ramas, el corte de gran parte de la copa o incluso del árbol. Las técnicas de recolección que implican la poda y el corte tienen efectos en los niveles de rendimiento de fruta, las pautas de producción de fruta y las tasas de crecimiento de los árboles. Adicionalmente acompañado a esta presión de cosecha y sus perturbaciones auxiliares, los árboles de estas especies, están fuertemente infestados por plantas epífitas hemiparasíticas de la familia de las Loranthaceae. Los hemiparásitos son más frecuentes en los árboles de *Phyllanthus* spp. que en otras especies. El aumento de las cargas de hemiparásitos provoca la mortalidad de los árboles adultos. Los Soligas han sugerido que la tendencia a la disminución de la producción de frutos de *Phyllanthus* spp. en el pasado podría deberse a los altos niveles de infestación de hemiparásitos. El departamento forestal también ha especulado que la poda de ramas durante la recolección de frutos puede aumentar la incidencia de infestaciones de hemiparásitos; las ramas podadas pueden proporcionar un lugar de aterrizaje y, posteriormente, un sitio de germinación para los hemiparásitos.

Las técnicas de cosecha en las que se efectúa corte de ramas están comprometiendo el uso sostenible a largo plazo de estos recursos de PFNM. Además, las infestaciones por hemiparásitos tienen efectos negativos en la producción de fruta. Las técnicas de cosecha dañinas y la presencia de hemiparásitos también pueden tener efectos interactivos en las tasas de crecimiento y el rendimiento de la fruta, un recurso muy importante que sostiene a los Soligas.

Raíces

Muchas raíces son cosechadas y comercializadas como producto forestal no maderable, una de las tradiciones de aprovechamiento más antigua se remonta al aprovechamiento de las raíces del sasafrás (*Sassafras albidum* (Nutt.) Nees), donde se realizaban exportaciones del Nuevo Mundo a Europa, las raíces eran empleadas para la elaboración de un té medicinal (Chamberlain

et al. 1998), actualmente muchas otras raíces encuentran mercado en la industria culinaria, lo que puede incrementar la presión de la cosecha sobre las poblaciones naturales. En África muchos tubérculos de orquídeas son cosechados para la alimentación. Gran parte de las prácticas de cosechas de estas partes de la planta se basan en el conocimiento ecológico local y tradicional que poseen los cosechadores.

Las raíces de lianas de los géneros *Lonchocarpus* y *Derris* ha sido utilizada durante más de dos mil años como un ictiotóxico o barbasco, para envenenar a los peces en el agua e incrementar así la pesca, en la región amazónica es frecuente el uso de las especies *Lonchocarpus utilis* y *Lonchocarpus nicou*, el principio activo conocido como rotenone fue aislado en 1902, se comercializó como insecticida durante muchos años en preparación sola o en combinación sinérgica con otros insecticidas. La extracción intensiva de las raíces, compromete la sobrevivencia del individuo, por lo que el impacto sobre las poblaciones es alto.

Muchas especies de los géneros *Philodendron* y *Heteropsis* de la familia Araceae son empleados en la obtención de fibras con fines artesanales, el bejuco tripeperro (*Philodendron longirrhizum*) es una de las especies más estudiadas como no maderable, presentamos a continuación una síntesis en el proceso de aprovechamiento de esta especie.

Tripeperro un bejuco nomada, tradición de manejo en los bosques andinos.

Linares et al. 2008; García & Galeano, 2009; Caleño et al., 2016



- Especie: (*Philodendron longirrhizum* M. Mora & Croat, Araceae (Kunth) Steud.
- Familia: ARACEAE
- Hábito: *liana nómada* definida como plantas trepadoras que germinan en el suelo y pueden perder las partes más viejas de su tallo en el proceso de ascenso en contraste con las verdaderas enredaderas y lianas.
- Ecosistema donde crece: Bosques andinos. Región del Eje cafetero
- Distribución: Se distribuye en Colombia y Venezuela. En Colombia se puede encontrar en toda la Región Andina desde los 1650-2500 msnm.
- Parte empleada: Las raíces aéreas son usadas tradicionalmente para elaborar artesanías
- ¿Quién recolecta?: Artesanos de los departamentos de Quindío, Caldas y Santander principalmente.
- Fecha desde que se viene trabajando. Originado con los primeros colonizadores de la región en el siglo XIX.

Fenología: En cuanto a su fenología, esta planta se ha encontrado con flores y frutos a través de todo el año, aunque, al parecer, su pico de floración se presenta hacia la mitad del año

Selección: Actividad realizada por mujeres y hombres. Los cosechadores entran a los bosques y realizan recorridos buscando la planta en los árboles hospederos, generalmente observan los árboles con mejor porte (altura y mayor ramificación) porque es más probable que se encuentre la mayor cantidad de *matas* de tripeperro. Una vez ubicadas las plantas evalúan las raíces aéreas de estas seleccionando las raíces que consideran “maduras”, es decir, aquellas apropiadas para la labor artesanal, estas se reconocen generalmente porque se anclan al suelo del bosque y por presentar una coloración grisácea más intensa que las consideradas inmaduras. El diámetro de estas raíces puede variar entre 5 y 8mm.

Cosecha: Las raíces que aún no se han enraizado en el suelo se consideran inmaduras y no se recolectan. Para obtener la raíz los cosechadores enrollan parte de la raíz en su mano y es necesario halar una sola vez y con fuerza para que la raíz se desprenda totalmente del tallo, en los casos en que parte de la raíz queda adherida al tallo no desprendiéndose en su totalidad se inicia una descomposición de esta parte afectando en muchos casos la planta y ocasionando la muerte. En cada viaje un cosechador puede extraer entre ocho o diez libras, se ha documentado que años atrás se lograba obtener hasta 20 libras en un día. Pero la extracción intensiva de este recurso ha ocasionado que actualmente sea escaso en varios municipios.

Tiempos de cosecha. La cosecha se puede realizar en cualquier época del año.

Manejo de la especie: El tripeperro tiene la ventaja de poseer una buena capacidad de crecimiento vegetativo, por lo cual es muy abundante en las regiones donde crece. Este bejucu se ha encontrado no solo en el interior del bosque, en matorrales, en árboles aislados, y en plantaciones de especies exóticas como eucaliptos y pinos. Lo que lo coloca en una buena posición para ser trabajado en distintos tipos de cobertura. Artesanos de Santander lo propagan mediante esquejes los cuales siembran en la base de árboles, se recomienda sembrarlos en la base de árboles que presenten diámetros gruesos y que su corteza sea bastante reticulada para garantizar que el bejucu se adhiera o aferre bien al árbol hospedero.

Propagación. Por estacas, la propagación de *Philodendron longirrhizum* por vía vegetativa es viable y de bajo costo para los cosechadores, se recomienda sembrar estacas en tierra de capote, sin adicionar ningún fertilizante, las estacas pueden tener una longitud entre los 17 y 22 cm y un diámetro entre 3 y 6 cm, estas se cortan en forma de bisel. Se recomienda que cada estaca cuente con dos yemas como mínimo.

Formas de evaluación del recurso. Para evaluar la densidad se puede emplear el método de muestreo Punto Intercepto y para los cálculos estos se pueden efectuar mediante el programa Distance 5.0. Otra forma es la aplicación de transectos como se explicó en el capítulo 3.

Manejo postcosecha

Limpieza. Una vez, los bejucos se han colectado se forman rollos para ser transportados al sitio donde se procesarán, en el sitio se retira la corteza, para lo cual se efectúa una pequeña incisión a los costados del bejucu y se hala para retirar la corteza en un solo cuerpo. Esta labor debe realizarse el mismo día

de la cosecha para facilitar el descortezado. Una vez descortezado se limpia el bejuco mediante un cuchillo retirando los residuos de corteza y retirando otras impurezas, el bejuco vuelve y se enrolla y se deja secando al aire.

Forma de elaboración de la artesanía. Cuando se va a elaborar la artesanía, se humedece el bejuco para hacerlo más manejable, si se requiere elaborar artesanía más fina se puede partir en dos tiras el bejuco. El tiempo empleado depende del tipo de artesanía a elaborar. Por ejemplo, para una panera pequeña (de 25 cm de diámetro y 13 cm de alto), un artesano experto se puede tardar unas tres o cuatro horas, mientras que para objetos más elaborados como una lámpara (de 25 cm de diámetro y 180 cm de alto), se puede demorar cerca de dos días.

Rendimiento. En el municipio de Charalá Santander se evaluaron 148 matas que contaron con 531 raíces, de las cuales el 55.18% (293 raíces) son aprovechables. Este porcentaje de raíces representó un total de (25.4 kg) de raíces sin procesar que se reducen a 3.3 kg de fibra procesada con una longitud de 1131.6 metros. Para el departamento del Quindío los volúmenes de producción actual, oscilan entre 3.07 y 6.59 kg/ha, valores inferiores registrados a áreas sin extracción como es en el sector de Otún/Patasola con cerca de 28 kg/ha

Recomendaciones para el manejo. Efectuar rotación en los sitios de aprovechamiento con periodos de descanso como mínimo de dos años, implementación de enriquecimiento en los bosques mediante siembra de estacas en la base de los árboles con mejor estructura.

La forma de aprovechamiento de raíces ha sido poco documentada, una de las especies más estudiada estudiadas son las rampas o puerros salvajes (*Allium tricoccum*) es una planta perenne norteamericana, similar a las cebollas, puerros o cebolletas. Forman un bulbo y presenta hojas anchas y lisas. Los tallos de las flores sólo aparecen después de que las hojas han muerto, crecen en las bajas altitudes de las montañas de los Apalaches desde Carolina del Sur hasta Canadá. Su disminución poblacional ha tenido un aumento dramático por su popularidad en la culinaria, decenas de miles de libras se cosechan cada año, actualmente algunos estados han tomado medidas de conservación en respuesta a la preocupación por la sobreexplotación (Nault *et al.*, 1993). A partir de estudios demográficos de cinco años se predijo que las tasas de cosecha de aproximadamente entre el 5 y el 15 por ciento podría causar un descenso de la población. Los estudios de Rock *et al.* (2004) evaluando intensidades de cosechas de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% durante un mínimo de cuatro años, proponen que es posible alcanzar niveles de cosecha sostenibles si las cosechas se limitaran a aproximadamente 10% de una población una vez cada 10 años. Estos resultados muestran lo vulnerables que son las poblaciones de estas especies cuando se cosecha la eliminación total del bulbo. Un estudio reciente efectuado con los indios Cherokee muestra que una forma de cosecha más sostenible es cortar el peciolo y dejar una porción del bulbo y los rizomas en el suelo (Clabby *et al.*, 2016). Se ha encontrado que una cosecha de sólo hojas no afecta la mortalidad de las plantas y puede ser una opción más sostenible si se compara con las cosechas que implican la eliminación total de la planta.

En las especies vegetales donde se cosechan las raíces o bulbos o en donde se compromete la existencia del individuo requieren de iniciar proceso de domesticación con mayor prontitud, adicionalmente en este proceso de cosecha se debe fomentar con los cosechadores

experimentados que se deje un porcentaje entre 30% - 50% de plantas maduras y juveniles sin cosechar para permitir repoblar las poblaciones. También se debe implementar que en el proceso de cosecha los recolectores esparzan semillas o replanten bulbos inmaduros, cormos o trozos de rizomas para promover el futuro crecimiento de las plantas.

CAPITULO 5.
MONITOREO A LOS PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES



Introducción

El monitoreo a los productos forestales no maderables (PFNM) es esencial para lograr una gestión exitosa y sostenible. En el desarrollo del monitoreo se busca que mediante la participación de la comunidad la misma población local asuma la responsabilidad de vigilar y asegurar la rentabilidad de los no maderables en el largo plazo.

De acuerdo a García y Lescuyer (2008) el monitoreo es la reunión y el análisis sistemáticos de información que permite observar los cambios en el entorno físico y social. La participación en el monitoreo de los PFNM requiere la intervención de diferentes interesados: comunidades locales, comunidad académica, entidades administradoras del recurso, organizaciones no gubernamentales y encargados de la adopción de decisiones. Además, monitorear estos recursos es de particular interés ya que reúnen los siguientes aspectos: 1) tienen un valor cultural y/o económico; 2) en muchos casos se encuentran sometidos a una fuerte presión de cosecha y otras presiones, como la pérdida de hábitat; y 3) la pérdida de estos productos tiene consecuencias no solo ecológicas, sino repercusiones culturales. Seguir ignorando y marginando la generación de información que permita el manejo de estos productos dentro del campo de la silvicultura es seguir obstaculizando la aplicación de la ordenación forestal sostenible.

Un sistema de monitoreo se basa en un amplio conjunto de Criterios e Indicadores C&I que permiten observar los cambios en el entorno físico y social de un proyecto. Estos C&I son utilizados por parte de los gestores para hacer un balance de las consecuencias directas e indirectas de los proyectos y poder identificar cualquier cambio no deseado. Presentan una ventaja pues no se limitan sólo a evaluar de los resultados del proyecto, permitiendo trazar un curso de acción. Un indicador se convierte en significativo si está orientado a la acción, permitiendo a sus usuarios influir en su entorno, además los indicadores se constituyen en un poderoso instrumento de comunicación en la medida en que aclaran las percepciones y las expectativas de las partes involucradas en la dinámica ambiental y social que está siendo monitoreado (García y Lescuyer, 2008).

En Colombia la aplicación de C&I ha estado más centrada en la ordenación sostenible. En 1996 se efectuó un diagnóstico de los sistemas de permisos y concesiones forestales y el establecimiento de criterios e indicadores para la ordenación sostenible de los bosques naturales, cuyo objetivo buscaba contribuir al uso y manejo sostenible de los recursos forestales del país a través de la unificación y mejoramiento de los criterios técnicos y de los procedimientos para el otorgamiento de concesiones y permisos de aprovechamiento, así como de los sistemas de evaluación, control y sanción de los mismos (Orozco, 1996). Gran parte del análisis de estos procesos se centra en el aprovechamiento del recurso maderable, dejando de lado los no maderables. En el año 2002 el Ministerio del Medio Ambiente y la OIMT adelantan las *Guías técnicas para la ordenación y el manejo sostenible de los bosques naturales*, la cual orienta a los usuarios de los recursos forestales en temas relacionados con la ordenación y manejo de los bosques naturales; presenta guías técnicas relacionadas con la ordenación y manejo forestal, inventarios, revisión de inventarios y aprovechamiento forestal.

Existe bastante literatura frente al diseño, aplicación y funcionamiento de sistemas de vigilancia regular basados en C&I, sin embargo la mayor dificultad radica en convertir un sistema basado científicamente sólido de C&I en una herramienta destinada al uso diario de los tomadores de decisiones frente al recurso forestal. Esto sólo puede lograrse si el usuario final ha estado estrechamente asociado con el desarrollo del conjunto de herramientas (Failing & Gregory, 2003).

Con el fin de que el monitoreo de los recursos, en este caso de los no maderables se convierta en algo habitual, se requiere del diseño de un sistema de monitoreo que pueda desarrollarse y ponerse en práctica en su totalidad a partir de las estructuras locales, lo cual implica que es fundamental hacer uso de "baja tecnología, costos bajos e implementar herramientas que puedan ser robustas y fácilmente adoptadas. En este capítulo se explora algunas formas de adelantar sistemas de monitoreo apropiados y económicamente viables de los productos forestales no maderables que incorporen los distintos actores involucrados para su manejo.

¿Por qué monitorear?

Conocer el estado en que se encuentra un recurso en el caso concreto de los no maderables, es fundamental para lograr su conservación y un manejo adecuado de estos. Además, da cuenta del patrimonio natural de un país o del estado en que se encuentra dicho recurso en las áreas de jurisdicción de las autoridades ambientales (CAR). Monitorear los PFNM implica abordar aspectos ecológicos como es la identificación de su dinámica de crecimiento, rendimiento y producción en su estado natural, de otra parte, permite a investigadores, cosechadores, transformadores y comercializadores interesados en el recurso medir el cambio de variables ambientales, ecológicas, económicas, sociales y culturales para poder desarrollar herramientas silviculturales apropiadas, encaminadas al manejo forestal sostenible de estos productos.



Figura 5.1. Fuente: <https://ic.fsc.org/>

El monitoreo se define como el proceso de observación a lo largo del tiempo para detectar cambios, incluye la observación de variables ecológicas, así como de variables socioculturales, actitudes y prácticas que influyen y definen la interacción del ser humano con su ambiente. Según ARBEC (2001), el monitoreo suele estar orientada a objetivos y proporciona un marco estratégico

para predecir el comportamiento de las variables clave para mejorar la gestión del recurso monitoreado y proporcionar una alerta temprana de cambios dentro del sistema.

De acuerdo con Case (1990) en el desarrollo del monitoreo participativo los miembros de las comunidades locales participan en la definición y formulación de preguntas centrales y, en el caso de situaciones menos participativas— profesionales y autoridades definen las preguntas mientras que los lugareños suministran los datos. Las preguntas que se formulen dependerán de los objetivos del monitoreo.

Monitorear los PFNM permite conocer aspectos por ejemplo de cómo la cosecha de estos productos afecta a las especies y los ecosistemas, además es bien sabido que muchas de estas de estas especies de PFNM no aparecen en las estadísticas del comercio del sector forestal y logran enriquecer procesos de importancia nacional como es el inventario forestal nacional, así como dar cumplimiento a los compromisos y recomendaciones establecidas en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (SCBD, 2001).

Monitoreo participativo

El realizar el monitoreo de manera participativa, permite reflexionar sobre lo que va bien y lo que necesita reajustar siempre recibiendo importantes contribuciones de la comunidad.

El monitoreo participativo es un instrumento importante hacia la autogestión y la sostenibilidad de la actividad de manejo de los PFNM. Muchos organismos internacionales establecen como un requisito para adelantar trabajos comunitarios en los bosques la implementación del Monitoreo participativo. Si bien a la fecha no está establecido un conjunto definitivo de prácticas para la gestión de los PFNM, sabemos que sólo con la experimentación y la evaluación de los resultados se logrará alcanzar un estándar adecuado para cada uno de los casos en la gestión de estos productos. Para lograr los mejores resultados durante el monitoreo, los instrumentos utilizados deben ser fáciles de entender y de poner en funcionamiento, para que puedan ser empleados y apropiados por la comunidad.

Se debe tener presente que el monitoreo es más que una evaluación que se realiza una sola vez; la información de interés comunitario frente al recurso se debe recolectar con intervalos regulares y no debe suponer gastos o cargas excesivos. La información recolectada se analiza y los resultados se evalúan y usan en la toma de decisiones.

El término '*monitoreo participativo*' de acuerdo con Evans & Guariguata (2008) se aplica a actividades de monitoreo que suponen la participación de personas locales que no cuentan con capacitación profesional, especializada y que tienen distinto grado de conocimiento, experiencia, roles sociales e intereses. Aplicar el monitoreo participativo en el proceso de gestión de los PFNM deberá ser un proceso continuo en el que los cosechadores y usuarios locales del bosque registren sistemáticamente información acerca del estado del recurso objeto de aprovechamiento, reflexionen al respecto y lleven a cabo acciones de gestión en respuesta a lo aprendido.

Debemos tener presente que el monitoreo es más que una forma de generar información; es un catalizador en los procesos de aprendizaje frente al recurso que buscamos manejar. Colfer (2005) indica que el monitoreo tiene un papel integral en el ciclo iterativo de planificación, acción, evaluación y aprendizaje, ciclo que genera avance sistemático y adaptación al cambio. Otro aspecto clave es que el monitoreo puede constituir un mecanismo crucial para el cumplimiento de normativas importantes para el manejo forestal tales como acceso al recurso, uso, conservación y distribución de beneficios.

Se ha pensado en este esquema de monitoreo para el manejo de los PFNM en el contexto actual en el que se avanza en la normativa por parte de Minambiente y en el que se contempla la realización de estudios técnicos para otorgar los respectivos permisos de aprovechamiento. Lograr el desarrollo del monitoreo participativo para la gestión, uso y conservación de estos recursos es fundamental, pues se debe superar el esquema de ser simplemente un requisito para el aprovechamiento de un recurso el cual de no ser bien manejado conlleva al deterioro de las poblaciones naturales y su amenaza como ha sucedido en el aprovechamiento de las especies maderables.

Herramientas para el monitoreo participativo. Se han desarrollado distintos instrumentos cualitativos y cuantitativos para la vigilancia de las actividades de gestión, a nivel de ecosistemas por ejemplo en ecosistemas amenazados como el bosque seco se han adelantado herramientas que buscan reconectar a las comunidades locales con los elementos de la biodiversidad inherentes a ellos y resaltar la importancia de este ecosistema en su cotidianidad (Hernández-Jaramillo *et al.*, 2018). El público objetivo siempre serán los miembros de las comunidades locales en las que se construye e implementa el programa de monitoreo.



Herramientas de Monitoreo en uno de los ecosistemas más amenazados el Bosque seco.

Fuente: Hernández-Jaramillo *et al.*, 2018

En el manejo de los productos forestales no maderables es importante entender que las comunidades locales presentan unos fuertes vínculos con estos productos, por lo que la implementación de distintas herramientas que permitan una continua participación de las comunidades en los diferentes labores para el conocimiento y manejo de estos productos es

indispensable, actualmente la implementación de aspectos como Ciencia participativa adelantada por el Instituto de investigaciones biológicas Alexander von Humboldt son claves pues permiten facilitar la participación activa de las comunidades de una forma colaborativa buscando la gestión integral de la biodiversidad, mediante el fortalecimiento de la relación conocimiento, tecnología y toma de decisiones.

Un aspecto clave es la aplicación de la tecnología digital en la implementación de estrategias que permitan el inventario de los recursos no maderables, el monitoreo participativo de estos y su valoración integral e investigación participativa, adicionalmente la implementación de estas herramientas en la parte comercial y difusión de los productos obtenidos por las comunidades es también clave para lograr un monitoreo del recurso en sus diferentes aspectos.

El fomento de los productos no maderables debe ser definido siempre de una manera participativa en donde se tienen en cuenta los conocimientos locales en los diversos aspectos los cuales ya hemos documentado con anterioridad, tener presente el conocimiento local permite aumentar la efectividad no solo en la conservación de estos recursos sino en aspectos relacionados con mercados y comercialización y una mejor gestión integral de los bosques, lo cual desemboca en últimas en la generación de una gobernanza forestal. Es necesario diseñar e implementar estrategias y políticas encaminadas al manejo de una forma sostenible de estos productos, avanzando más allá de su conocimiento biológico y ecológico, no debemos olvidar que muchos de estos productos no maderables se encuentran acompañados de valores culturales que son un componente esencial al interior de las comunidades que efectúan su aprovechamiento.

Cualquiera que sea la herramienta que elijamos para el monitoreo participativo es fundamental que después de ser empleado, los resultados obtenidos se reflejen en la comunidad para que, a través de las discusiones generadas, puedan apropiarse de la información obtenida. Armada con información, la comunidad puede sugerir sus propias alternativas para la evolución de la gestión de especie. En este sentido, se considera que la aplicación del proceso de vigilancia por la comunidad requiere preparación/creación de capacidad para que la comunidad pueda asimilar conceptos importantes y utilizar las herramientas con dominio y eficiencia (Soares, 2008). El monitoreo participativo de acuerdo con la revisión efectuada por Evans & Guariguata (2008) puede asumir muchas formas, denotándose como Monitoreo local, Monitoreo colaborativo, Evaluación y monitoreo participativos de la biodiversidad (EMPB), Monitoreo comunitario del ecosistema (MCE). Monitoreo conjunto, Auto monitoreo y Monitoreo eventual.

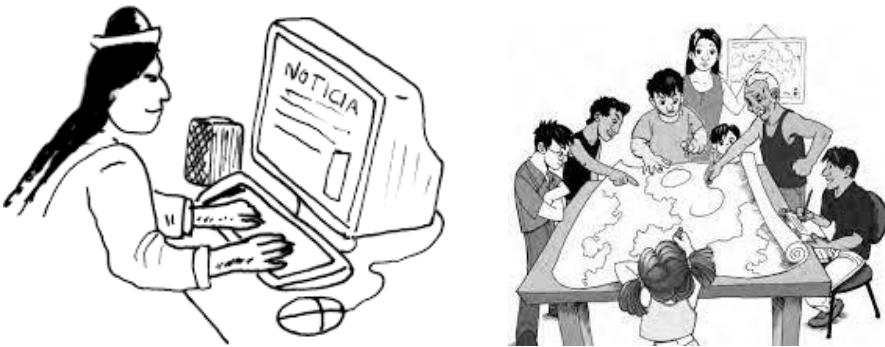
Cuando realizamos el monitoreo al interior del bosque o del ecosistema de nuestro interés en donde estamos aprovechando el recurso no maderable es importante vigilar y registrar todo lo que por el proceso de aprovechamiento este cambiando en el bosque. Por ejemplo, un aspecto fundamental en el monitoreo es que siempre se consideren los impactos sobre la fauna, evaluando, por ejemplo, si las formas o técnicas de aprovechamiento han influido en la visita de los animales a las áreas de aprovechamiento.

Evaluar cómo el aprovechamiento de un determinado PNM está afectando al individuo, a la población o al ecosistema donde se extrae es fundamental para efectuar las correcciones respectivas al aprovechamiento, es clave responder a aspectos como:

- *Evaluar la estructura y dinámica de la población.* Ya hemos mencionado en el capítulo 2 los requerimientos para evaluar este aspecto. El monitoreo de las poblaciones naturales es una de las herramientas más relevantes para la gestión de los no maderables, pues nos permite conocer como está respondiendo las poblaciones naturales a las actividades de gestión. Es fundamental que, en la realización del primer estudio de la estructura de la población, el cual se efectúa para la solicitud de aprovechamiento, se establezcan parcelas permanentes de monitoreo las cuales son la base para el seguimiento a largo plazo. Estas parcelas permiten una fácil identificación del área de la muestra y hacen posible que las nuevas tomas de datos de la estructura se hacen en los mismos lugares. La variación de la estructura de la población en estas parcelas, cuando se compara con la variación en la que se están manejando, indicará qué cambios en la estructura, tal vez, observada en la zona de gestión, también son que ocurren en las adyacencias, concluyendo que posiblemente no son causadas para el manejo.
- *Establecimiento de experimentos de cosecha.* Para lograr una identificación más acertada de los impactos de gestión sobre la estructura de la población, es fundamental el desarrollo de experimentos de intensidad de cosecha, en estos se establecen parcelas control (individuos sin cosecha 0%) y parcelas con distinta intensidad de aprovechamiento por ejemplo 25%, 50%, 75% y 100% lo cual nos permite establecer intervalos de confianza para efectuar un aprovechamiento sostenible.
- *Cambios en la productividad en distintas zonas.* La generación de parcelas de seguimiento expuestas anteriormente, permite que las autoridades ambientales y las comunidades puedan interactuar con otras regiones frente al manejo de una especie, sabemos que la abundancia y la frecuencia de una especie no es igual en todas las regiones, por lo cual el intercambio de experiencias frente a un recurso y la comparación entre los datos recogidos en cada una de las áreas de jurisdicción de las autoridades ambientales permite contar con una base más robusta de información para lograr una mejor gestión del recurso. Por ejemplo, las Corporaciones y artesanos que trabajan con el bejucu tripeperro (*Philodendron longirrhizum*) pueden colaborar analizando y comparando sus datos recogidos del monitoreo de las poblaciones en los distintos bosques.
- *Mantenimiento o cambio en el ciclo de floración y fructificación de la especie.* Identificar si los periodos de floración o fructificación y porcentajes de fructificación han cambiado. Muchas especies de no maderables dependen de la fauna para su polinización, se pueden detectar cambios en estos aspectos, los cuales no pueden estar directamente influenciados por la actividad de cosecha, sino por ejemplo por reducción del hábitat de las especies que interactúan en estos procesos.

- *Estado de recuperación de las partes extraídas.* El seguimiento a los individuos cosechados y la evaluación de la recuperación o daño (cicatrices, el re-crecimiento, la regeneración, etc.) ocasionado por el aprovechamiento es fundamental para identificar la capacidad de recuperación del individuo y poder establecer los mejores métodos de extracción, por ejemplo, en el aprovechamiento de corteza es fundamental evaluar si se ha producido daños al cambium, o se han generado problemas fitosanitarios (aparición de hongos u otros microorganismos).
- *Evaluación de los senderos y trochas.* Evaluar el estado de los senderos y trochas empleados para la extracción buscando que estos caminos no se erosionen ni se amplíen con el tiempo, buscar al máximo mantener protegido el suelo.
- *Aparición de especies exóticas.* Es fundamental la identificación de especies invasoras en las coberturas que se están trabajando, por ejemplo, a nivel andino la presencia del retamo liso y espinoso (*Teline monspessulanus* y *Ulex europaeus*) y en los bosques secos pelá y neem (*Vachellia farnesiana*, *Azadirachta indica*) puede comprometer algunas especies de interés como no maderables como es el caso del agraz (*Vaccinium meridionale*) y de los caraños (*Bursera graveolens* y *B. tomentosa*).
- *Presencia de animales salvajes o sus rastros.* La identificación de algunas especies de interés ecológico y fundamentales en la cadena trófica es un buen indicador dentro de la gestión de las coberturas que están siendo monitoreadas, en el caso del aprovechamiento del asai (*Euterpe precatoria*) es clave la presencia de muchos ranfástidos (tucanes). Por otro lado, en Brasil la presencia de *Turdus flavipes*, un ave migratoria, es una de las especies más activa en la dispersión de semillas de *Euterpe oleracea*. La instalación de cámaras trampas en estos lugares de cosecha ha brindao información para efectuar ajustes a las intensidades de cosecha impidiendo reducir la disponibilidad de este recurso para la fauna silvestre (Da silva & Dos Reis, 2019).

Para el monitoreo de los anteriores aspectos descritos es necesario generar posibles herramientas en las que se registre esta información, se recomienda establecer un programa por ejemplo para el seguimiento de las parcelas permanentes, generando hojas de control y de recopilación muy completa, en la que se presentan los campos específicos necesarios. En los otros indicadores es posible generar hoy formularios de registros, los cuales pueden ser enviados por vía electrónica para ser diligenciados en dispositivos móviles o mediante el empleo de un computador.



La realización de visitas periódicas a los sitios de aprovechamiento para realizar observaciones directas y registrar datos en las zonas de gestión debe realizarse y es de gran interés para vigilar cada uno de los indicadores y realizar ajustes o validaciones.

Otro buen indicador en la gestión de los recursos y necesario de aplicar con mayor rigor mediante una participación más activa de las comunidades locales y que presenta un fuerte impacto en la gestión de los PFNM son los cambios en la cubierta forestal, es necesario tener una mayor articulación con el Sistema de Monitoreo de Bosque y Carbono que adelanta el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-. Este sistema debe tener una mayor influencia y cooperación por parte de las comunidades locales contribuyendo al seguimiento de las alertas tempranas. Teniendo en cuenta este indicador, un posible resultado de su evaluación es el hallazgo que es el proceso de deforestación de un área comunitaria, posiblemente se estanque o retroceda como resultado de la práctica de Gestión de los PFNM.

El monitoreo participativo permitirá a la comunidad evaluar los impactos de la actividad en los distintos ecosistemas objeto de aprovechamiento, creando un entorno de aprendizaje, aportando indicaciones sobre las mejores técnicas a adoptar y ofreciendo datos que justifiquen posibles cambios en estrategias de intervención.

Indicadores de impactos económicos y socioculturales. Este es otro de los componentes fuertes en el monitoreo participativo, no solo debemos centrarnos en los aspectos ecológicos de las especies, sino que es fundamental monitorear aquellos aspectos que tienen una relación muy directa con las comunidades, es importante hacer seguimiento a preguntas como:

- ¿Cómo son los cambios en los ingresos familiares?
- ¿Cómo es el acceso a los bienes de consumo?
- ¿Se presentan avances y existe fortalecimiento de la organización comunitaria?
- ¿Cuál es el número de familias que participan en la gestión?
- Número de mujeres, jóvenes y ancianos que participan en cada una de las etapas del aprovechamiento.
- ¿Cómo es la asistencia de los administradores a las reuniones de los grupos de trabajo y en actividades de recolección, procesamiento y comercialización?

- ¿Cuál es el nivel de satisfacción con el trabajo?
- ¿Cuál es el origen de conflictos presentes?
- ¿Cómo se resuelven los conflictos generados?
- ¿Existe nuevo conocimiento sobre las especies no maderables gestionadas y sobre las formas de aprovechamiento, transformación y comercio?
- ¿Se presenta evolución en las técnicas de gestión y en la apropiación de los conocimientos tradicional para mejorar la gestión de los no maderables?
- ¿Cómo son los usos familiares de los PFNM con los cuales se trabaja?
- ¿Se están estableciendo nuevos tipos de relaciones entre la comunidad y los ecosistemas donde se cosechan los PFNM?
- ¿Se ha presentado rescate de los patrones de relación histórico-cultural frente al aprovechamiento de los PFNM?
- ¿Se cuenta con nuevos logros a nivel de la comunidad por ejemplo en la organización para la gestión, adquisición de equipos y ampliación de infraestructura para el procesamiento de no maderables?
- ¿Se ha generado capacitación e interacción con técnicos, para el acompañamiento responsable de la producción y la evaluación de los impactos por el aprovechamiento?
- ¿Cómo es la evolución de los volúmenes comercializados?
- ¿Cómo han variado los precios cobrados y los márgenes de beneficio?
- ¿Cómo es el número de compradores y la existencia de contratos de venta?
- ¿Se ha presentado diversificación en la producción (se ha ampliado la "gama" de alternativas productivas a nivel de la comunidad)?
- ¿Cuáles son las expectativas, dificultades, desafíos y nuevos aprendizajes de la gestión?

Mediante diagnósticos semestrales o anuales es posible efectuar este monitoreo a través por ejemplo de entrevistas con las familias que participan en la gestión de los PFNM y con representantes de los grupos de trabajo, utilizando para ello técnicas de investigación social cualitativa. Es fundamental que una vez obtenida y analizada la información los resultados sean discutidos y analizados con la comunidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahenkan, A. y Boon, E. (2011). Non-Timber Forest Products (NTFPs): Clearing the confusion in semantics. *Journal of Human Ecology*. 33(1): 1-9. doi: 10.1080/09709274.2011.11906342
- ARBEC. Asean Review of Biodiversity and Environmental Conservation (2001). The Role of Biological Collections in Research and Education. A Special Report in Conjunction with World Biodiversity Day. www.arbec.com.my/biodiversity/role-ento.php (Website accessed 12/30/03).
- Arvanitis, L.C. y Portier, K.M. (1997). Natural Resources Sampling. Line transect Method.
- Andrade-Erazo V, Galeano G. (2016). La palma amarga (*Sabal mauritiiformis*, Arecaceae) en sistemas productivos del Caribe: estudio de caso en Piojó, Atlántico. *Acta biol. Colomb.* 21(1):141-150. doi: 10.15446/abc.v21n1.47280
- Angelsen, A., Jagger, P., Babigumira, R., Belcher, B., Hogarth, N.J., Bauch, S., Börner, J., Smith-Hall, C. y Wunder, S. (2014). Environmental income and rural livelihoods: a global comparative analysis, *World Development* (64), Supplement 1, S12-S28. doi: 10.1016/j.worlddev.2014.03.006
- Baker N. (ed) (2001). Developing needs-based inventory methods for non-timber forest products. Products, Workshop report organized by the European Tropical Forest Research Network, www.etfrn.org/etfrn/workshop/ntfp/ntfpproceedingsfinal.pdf
- Balcazar-Vargas, M.P., Van Andel, T.R., Westers, P. and Zuidema,P.A. (2015). What drives the vital rates of secondary hemiepiphytes? A first assessment for three species of *Heteropsis* (Araceae) in the Colombian Amazon. *Journal of Tropical Ecology* 31:251-265
- Balslev, H., W. Eiserhardt, T. Kristiansen, D. Pedersen and Grandez, C. (2010a). Palms and palm communities in the upper Ucayali river valley a little known region in the Amazon basin. *PALMS* 54(2): 57-72
- Balslev, H., Navarrete, H., Paniagua-Zambrana, N., Pedersen, D., Eiserhardt, W., and Kristiansen, T. (2010b). El uso de transectos para el estudio de comunidades de palmas (Using transects to study palm communities). *Ecología en Bolivia* 45(3): 8-23.
- Beentje, H., and Williamson, J. (2010). The Kew Plant glossary: an illustrated dictionary of plant terms. Surrey, England: Kew Publishing.
- Belcher, B. M. (2003). What isn't an NTFP?. *International Forestry Review*, 5 (2): 161-168. doi: 10.1505/IFOR.5.2.161.17408
- Bernal, R. (1998) Demography of the vegetable ivory palm *Phytelephas seemannii* in Columbia, and the impact of seed harvesting. *Journal of Applied Ecology*, 35, 64–74.
- Bernal, R., Galeano, G. García, N., Olivares, I.L., Cocomá, C. (2010). Uses and commercial prospects for the wine palm, *Attalea butyracea*, in Colombia. *Ethnobotany Research and Applications* 8: 255–268.

Bernal, R. y Galeano, G. (Eds.) (2013). Cosechar sin destruir. Aprovechamiento sostenible de palmas colombiana. Facultad de Ciencias- Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 244 p.

Borgtoft-Pedersen, H. and Baslev, H. (1993). Palmas útiles. Especies ecuatorianas para agroforestería y extractivismo. Avya-Yala- Quito-Ecuador. 158 pp.

Buckland,S.T., Borchers, D. L., Johnston, A., Henrys, P.A., Marques, T.A. and Clay, J.W. (1997) The impact of palm heart harvesting in the Amazon estuary. *Harvesting Wild Species: Implications for Biodiversity Conservation* (ed. C.H. Freese), pp. 283– 314. John Hopkins University Press, Baltimore, MD.

Buckland, S.T., Borchers, D.L., Johnston,A., Henrys, P.A., and Marques, T.A. (2007).Line Transect Methods for Plant Surveys. *Biometrics* 63: 989–998. doi: 10.1111/j.1541-0420.2007.00798.x

Caleño-Ruiz, B., Rodríguez-Eraso, N. y López-Camacho, R. (2018). Understanding the nursery habitat and provision service of a NTFP in a Colombian oak forest: A case of a nomadic vine. *Global Ecology and Conservation* (16): e00446. doi: 10.1016/j.gecco.2018.e00446

Case, D.D. (1990). The community's toolbox: The idea, methods and tools for participatory assessment, monitoring and evaluation in community forestry. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Castilla, G., Tamara, L., Silgado, L. y Peñates, N. (s.f). Estructura poblacional de un cultivo de Palma amarga (*Sabal mauritiiformis*) en el corregimiento sabanas zona rural del municipio de Sincelejo, Departamento de Sucre.

Castro-Rodríguez, S., Barrera, J., Carrillo, M., Hernandez, M.S. (2015). Asaí (*Euterpe precatoria*): Cadena de valor en el sur de la región amazónica. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas- Sinchi. Bogotá, Colombia.

Caswell, H. (2001). Matrix population models. Sinauer Associates, Inc., Sunderland Massachussets.

Chamberlain, J.; Bush, R.; Hammett, A.L. (1998). Nontimber forest products: the other forest products. *Forest Products Journal*: 48(10):10-19.

Clabby, C. (2020). Mending a Native Food Web. North Carolina Health News. (10 October 2016). Available online:<https://www.northcarolinahealthnews.org/2016/10/10/mending-a-native-food-web/> (accesado el 23 sept 2020).

Clay, J.W. (1997) The impact of palm heart harvesting in the Amazon estuary. *Harvesting Wild Species: Implications for Biodiversity Conservation* (ed. C.H. Freese), pp. 283-314. John Hopkins University Press, Baltimore, MD.

Cocks, M., and Dold, T. (2004). The informal trade of Cassipourea flanaganii as a cosmetic in South Africa. In T. C. H. Sunderland, and O. Ndoye (Eds.), Forest products, livelihoods and conservation: Case studies of non-timber forest products systems, vol. 2, Africa (pp. 73–90). Bogor: CIFOR

Colfer, C. (2005). The complex forest: Communities, uncertainty, and adaptive collaborative management. Resources for the Future, Washington D.C., USA

Cunningham, A.B. (1993). *African Medicinal Plants. Setting Priorities at the Interface between Conservation and Primary Healthcare*. People and Plant Working Paper 1. NESCO, Paris, France.

De Beer, J. H. y McDermott, M. (1989). *The economic value of non-timber forest products in Southeast Asia with emphasis on Indonesia, Malaysia and Thailand*. Países Bajos: The Netherlands Committee for IUCN. Duchesne, L.C. and S. Wetzel. 2002. Managing timber and non-timber forest product resources in Canada's forests.

Duchesne, L.C. y Wetzel, S. (2002). Managing timber and non-timber forest product resources in Canada's forests: Needs for integration and research. *The Forestry Chronicle* 78: 837–842.

Endress, B.A., Gorchov, D.L. and Berry, E.J. (2006) Sustainability of a non-timber forest product: effects of alternative leaf harvest practices over 6 years on yield and demography of the palm Chamaedorea radicalis. *Forest Ecology and Management*, 234, 181–191.

Etter, A. (1993). Diversidad ecosistémica en Colombia hoy. Nuestra diversidad biótica. CEREC y Fundación Alejandro Angel Escobar., 47–66.

Evans, K y Guariguata, M.R. (2008). Monitoreo Participativo para el manejo forestal en el trópico: una revisión de herramientas, conceptos y lecciones aprendidas/. Bogor, Indonesia: Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR). 50p.

Failing, L. y Gregory, R. (2003). Ten common mistakes in designing biodiversity indicators for forest policy. *Journal of Environmental Management*. 68:121–132

FAO (2000). Capítulo 10. Productos forestales no madereros. <http://www.fao.org/3/y1997s/y1997s0g.htm>

Finegan, B. (1993). Bases Ecológicas de la Silvicultura. In: VI Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. CATIE, Turrialba, C.R. 229 p Ediciones. Universidad Católica de Chile. Santiago.

Finegan, B., y Delgado, D. (1997). Bases ecológicas para el manejo de bosques tropicales. 1. Los ambientes forestales tropicales y el ajuste de las especies vegetales (Borrador). 2. Comunidades de bosques tropicales: historia, perturbación y el efecto del ambiente físico (Borrador). Apuntes del curso Manejo y silvicultura de los bosques tropicales. Curso. 1998. Turrialba. C.R. CATIE. 14 – 19 p.

Flórez-P. M. y Raz L. (2019). Estructura poblacional y patrón espacial de *Brosimum alicastrum* en el bosque seco de la región Caribe de Colombia. *Caldasia* 41(1):152–164. doi: 10.15446/caldasia.v41n1.71307

Font Quer, P. (1970). Diccionario de Botánica, 3^a. Edición, Ed. Labor, Barcelona

Franco, M., and Silvertown, J. (2004). A Comparative demography of plants based upon elasticities of vital rates. *Ecology*, 85(2) pp. 531–538. doi: 10.1890/02-0651

Fuentes, E. (1989). Ecología. Introducción a la Teoría de Poblaciones y Comunidades. Eds. Universidad Católica de Chile, 1989 – 281pg.

Galeano, G. (1992). Las palmas de la región de Araracuara. Pág. 135-138. En: Saldarriaga, J.G. & T. van der Hammen (Eds). Estudios en la Amazonía Colombiana. Volumen 1. Tropenbos-Colombia. Bogotá.

García, N. y Galeano, G. (2009). Extracción sostenible de “tripeperro” (*Philodendron longirrhizum* M. Mora & Croat, Araceae) en los Andes centrales de Colombia. *Revista Colombia Forestal* 12: 25-36.

García, N., Galeano, G. and Bernal, R. (2017) Demography of *Astrocaryum malybo* H.Karst. (Arecaceae) in Colombia, recommendations for its management and conservation. *Colombia Forestal*, 20(2), 107-117. doi: 10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2017.2.a01

García, C.A., Lescuyer, G. (2008). Monitoring, indicators and community based forest management in the tropics: pretexts or red herrings?. *Biodiversity Conservation*: 17: 1303–1317 doi:10.1007/s10531-008-9347-y.

Ghimire, S.K., Gimenez, O., Pradel, R., McKey, D. and Aumeeruddy-Thomas, Y. (2008) Demographic variation and population viability in a threatened Himalayan medicinal and aromatic herb *Nardostachys grandiflora*: matrix modelling of harvesting effects in two contrasting habitats. *Journal of Applied Ecology*, 45, 41–51.

González, R., Parrado, A. y López, R. (2012). Estructura poblacional de la palma *Iriartea deltoidea*, en un bosque de Tierra firme de la amazonia Colombiana. *Caldasía*. 34(1): 187 - 204.

Grosso, H. (2020). Guía práctica para el manejo y aprovechamiento del fruto de la canangucha (*Mauritia flexuosa*) en estado natural para pequeños productores. Edición Corporación Biocomercio Sostenible. Bogotá, Colombia. 22 p.

Hall, P. y K. Bawa 1993. Methods to Assess the Impact of Extractions of Non-Timber Tropical Forest Products on Plant Populations. *Economic Botany* 47: 234-247.

Hernández-Jaramillo, A., González-M., R., Villegas, F. y Martínez, S. (2018). Bosque seco tropical: Monitoreo comunitario de la biodiversidad, cuenca río Aipe / Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Fondo Mundial para el Medio Ambiente, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Husch, B., Beers, T.W., Kershaw, J. A. (2003). Forest Mensuration. 4th Edition. J. Wiley & Sons. N.J. 443 p.

IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. (2007). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andréis e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C, 276 p.

IDEAM (2011). Metodología para la elaboración del Mapa de Ecosistemas escala 1:100.000. Disponible en <https://www.siac.gov.co/documentos/>

Isaza, C., Galeano, G. y Bernal, R. (2013). Manejo actual de Mauritia flexuosa para la producción de frutos en el sur de la Amazonía colombiana. Capítulo 15. Pp. 243-273. En: Lasso, C. A., A. Rial y V. González-

Boscán. (Editores). 2013. VII. Morichales y cananguchales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia - Venezuela. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C.

Isaza-Aranguren, C., Galeano, G., Bernal, R. (2014). Manejo actual del asaí (*Euterpe precatoria* Mart.) para la producción de frutos en el sur de la amazonía colombiana. Colombia Forestal. 17(1): 77-99.

Johnson, D. (2000). Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. México, D.F.: Thompson Editores.

Kleinn, C., Laamanen, R. and Malla, SB. (1996). Integrating the assessment of non-wood forest products in a large area forest inventory - experiences from Nepal. Proceedings International Conference on Domestication and Commercialization of non-timber forest products in agroforestry systems, 19-23. February 1996, ICRAF, Nairobi. FAO NonWood Forest Products Series No. 9, p23.31

Kleinn, C. (2006). Forest inventories: resource data provision as basic component of sustainable management of the forest resource, including non-wood forest products. In: Kleinn, C., Yang, Y., Weyerhäuser, H. y Stark, M (Eds.). The Sustainable Harvest of Non-Timber Forest Products in China Strategies to balance economic benefits and biodiversity conservation. Symposium Proceedings. doi:10.1.1.126.6540&rep=rep1&type=pdf.

Kori, V. S., Shackleton, C.M. and Setty, S.R. (2019). Harvesting and local knowledge of a cultural non-timber forest product (NTFP): gum-resin from *Boswellia serrata* Roxb. in three protected areas of the Western Ghats, India. *Forests* 10, 907;2-18. doi:10.3390/f10100907

Kristiansen, T., J.-C. Svenning, C. Grández, J. Salo and Balslev, H. (2009). Commonness of Amazonian palm (Arecaceae) species: patterns, cross-scale links, and potential determinants. *Acta Oecologica* 35: 554- 562.

Kumar, J. (2017). Chapter 8: Managing forests for Non-timber forest products. 133 – 154 pg. In: Managing forests in a changing climate: Emerging concepts and their operationalization. Tetra Tech. https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/2017_USAID-India-Forest-PLUS_Managing-India%27s-%20Forests-in-a-Climate-Change-3-16.pdf

Laake, J.L., Buckland, D.R., Anderson, D.R., and Burnham, K.P. (1993). Distance user's guide. Colorado Cooperative Fish and Wildlife Research Unit, Colorado State University, Fort Collins.

Leishman, M.R. and Westoby, M. (1992) Classifying plants into groups on the basis of associations of individual traits – evidence from Australian semi-arid woodlands. *Journal of Ecology* 80, 417–424

Leishman, M. R., Wright, I. J., Moles, A. T. and Westoby, M. (2000). The evolutionary ecology of seed size. In: Fenner, M. (ed). *The Ecology of Regeneration in Plant Communities*. CABI Pub. London. pp: 31– 57.

Linares, E.L., Galeano, G., García, N. y Figueroa, Y. (2008). Fibras Vegetales Utilizadas en Artesanías en Colombia. Artesanías de Colombia S.A., Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 328 pp.

Lizandra Elizeário dos Santos, L., Vasconcellos, J.R., Araújo, and Gomes, M. (2019). Population structure of *Heteropsis* spp. kunth (titica vine) in the tapajós national forest, Pará-Brazil. Revista Árvore: 43(6):e430603. Doi: 10.1590/1806-90882019000600003

López-Gallego, C. (2015). Monitoreo de poblaciones de plantas para conservación: recomendaciones para implementar planes de monitoreo para especies de plantas de interés en conservación. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia. 56 p.

Lund, H. G. (1997). My Gall Bladder, A Sow's Ears and My Tie: The Non-wood Forest Resources Inventory Connection Mystery." www.home.att.net/~gklund/lundpub.htm.

Lund, H. G. (1998). The Non-wood Forest Resources Inventory Connection Mystery. In Sustainable Development of Non-wood Goods and Benefits from Boreal and Cold Temperate Forests, edited by Lund, H.G., B. Pajari, and M. Korhonen, 29-45. Joensuu, Finland: European Forest Institute

Mantovani, M., Ruschel, A.R., Sedrez dos Reis, M., Puchalski, A. y Nodari, R.O. (2003). Fenología reproductiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta Atlântica. *Rev. Árvore* 27: 451-458.

Moegenburg, S.M. and Levey, D.J. (2002). Prospects for Conserving Biodiversity in Amazonian Extractive Reserves. *Ecology Letters* 5: 320-324. doi: 10.1046/j.1461-0248.2002.00323.x

Moegenburg, S.M. and Levey, D.J. (2003). Do frugivores respond to fruit harvest? an experimental study of short-term responses. *Ecology*, 84(10): 2600–2612. Doi: 10.1890/02-0063

Moreno, N. P. (1984). Glosario botánico ilustrado. Continental, México, D. F. 300 p.

Moreno-Orjuela, R., Villota, E., Gutiérrez, E., Rodríguez, J., Marín, D., Montoya, J. y Zúñiga, K. (s.f.). Protocolo para Seguimiento y Control a los Aprovechamientos Forestales en Bosque Natural. 60 p.

Muñoz, M y Tuberquia, D. (1999). Estudio preliminar para el manejo sostenible de *Carludovica palmata* como materia prima en la producción de papel artesanal en Cabo corrientes Choco, Colombia. *Actualidad Biológica* 21(71): 87-96.

Navarro, J.A., Galeano, G., Bernal, R. (2011). Impact of leaf harvest on populations of *Lepidocaryum tenui*, an Amazonian understory palm used for thatching. *Tropical Conservation Science* Vol.4 (1):25-8 doi: 10.1177/194008291100400104

Navarro López, J. A., Galeano, G. and Bernal, R. (2014). Management of the chonta palm (*Iriartea deltoidea* Ruiz & Pav.) in the Amazon foothills of Colombia, perspectives for sustainable harvesting. *Colombia Forestal* 17:5-24

Nault, A.; Gagnon, D. (1993). Ramet demography of Allium tricoccum, a spring ephemeral, perennial forest herb. *Journal Ecology*: 81, 101–119.

Nkeng, P.F., Ingram, V. Awono, A. and Tientcheu, M.-L.A. (2009). Assessment of *Prunus africana* bark exploitation methods and sustainable exploitation in the South west, North-West and Adamawa regions of Cameroon, in Project GCP/RAF/408/EC « Mobilisation et Renforcement des Capacités des Petites et

Moyennes Entreprises impliquées dans les Filières des Produits Forestiers Non Ligneux en Afrique Centrale», CIFOR, Editor. FAO-CIFORSNV-World Agroforestry Center-COMIFAC: Yaounde. p. 57

Ojha, H.R., Subedi, B.P., Dangal, S.P. (2001). Management of Non-Timber Forest Products: Recent Innovations in Resource Assessment and Sustainable Harvesting. Some initiatives in community forestry in the hills of Nepal. 9 p.

Orozco, J.M. (1996). Diagnóstico de los sistemas de permisos y concesiones forestales y propuesta de criterios e indicadores para la ordenación sostenible de los bosques naturales. Ministerio del medio ambiente y Organización Internacional de Maderas Tropicales OIMT. 311 p. Recuperado de <https://www.guao.org/sites/default/files/biblioteca/>

Panayotou, T. y Ashton, P. (1992). Not by timber alone: the case for multiple use management of tropical forests. Washington, DC, Island Press.

Parrado-Rosselli, A. (2007). Estudio de caso. La dispersión de semillas: una herramienta para comprender la composición y estructura de los bosques amazónicos. 109-116. DOI: 10.13140/2.1.2731.3281

Peters, C.M., Gentry, A.H., Mendelsohn, R.O. (1989). Valuation of an Amazonian rain forest. *Nature* 339, 655–656.

Peters, C. M. (1994). Sustainable harvest of non-timber plant resources in tropical moist forest: an ecological primer. Biodiversity Support Program. Washington. Pg. 48 <http://159.226.69.10/whoware/sustainability%20primer.pdf>

Picó, F.X. (2002). Desarrollo, análisis e interpretación de los modelos demográficos matriciales para la biología de conservación. *Ecosistemas* Año XI, Nº3 / (URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/023/investigación2.htm>)

Pinedo M., Rengifo E. y Cerruti T. (1997). Plantas medicinales de la Amazonía Peruana. Estudio de uso y Cultivo. TCA. Lima, Perú.

Plotkin, M. y Famolare, L. (1992). Sustainable Harvest and Marketing of Rain Forest Products. Island Press, Washington, DC.

Ramírez, J.F., Arango, D.A. and Duque, A.J. (2015). Thinning effect on *Euterpe oleracea* population dynamics in the Choco biogeographic region of Colombia. *Trees* 29, 1177–1185. doi: 10.1007/s00468-015-1198-z

Rentería, S.I. (1996). Oferta de las especies vegetales promisorias de la Amazonía, tomo II: El ají (*Capsicum sinense* Jacq.), el guamo largo (*Inga edulis* Martius), el moriche (*Mauritia flexuosa* Linnaeus f.), el anón amazónico (*Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill.), el maraco (*Theobroma bicolor* H. & B.) y el copoazu (*Theobroma grandiflorum* Will. ex Spreng.). Instituto SINCHI. Informe preliminar. 78 pp.

Rock, J.H, Beckage, B., Gross, L.J. (2004). Population recovery following differential harvesting of *Allium tricoccum* Ait. in the southern Appalachians. *Biology Conservation*: 116: 227–234.

Rodríguez, A.G., González-Cueva, G.A., Hernández, E., Castañeda-González, J.C. (2008). Determinación de gremios ecológicos de ocho especies arbóreas de un bosque tropical de Jalisco, México. Ponencia

presentada en el V Simposio Internacional sobre Manejo Sostenible de los Recursos Forestales. SIMFOR. 26 al 28 de abril del 2008. Universidad de Pinar del Río "Hnos. Saiz Montes de Oca"

Rodríguez, N. (2015). Plan de conservación y manejo de la palma kalica (*Sabal mauritiiformis*) en la jurisdicción CAR. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. 60 p. <https://www.car.gov.co/uploads/files/5b90393651301.pdf>

Roquette, J.G., Ronaldo, D., Gilvano, E.B., Souza, E. C., Rondon, R., Ebert, A., Teixeira, L.R., Dias, A., and Gava, F.H. (2018). Age and growth affect oleoresin yield from copaiba trees in the cerrado-amazonia ecotone. *Cerne*, 24(2), 106-113.

Rueda, C.H. (2019). Establecimiento del cultivo de aceite de palo (*Copaifera officinalis*) en la Serranía de San Martín – Meta. Universidad de los Llanos. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos naturales. Escuela de Ciencias Agrícolas. Programa de ingeniería agronómica. Villavicencio – Meta. 40 p.

Sampaio, M.B., Schmidt, I.B. and Figueiredo, I.B. (2008). Harvesting effects and population ecology of the Buriti Palm (*Mauritia flexuosa* L.f., Arecaceae) in the Jalapão Region, Central Brazil. *Economic Botany*: 62(2), pp. 171–181.

Sampaio, M.B. y Santos, F.A.M. (2015). Harvesting of palm fruits can be ecologically sustainable: A case of buriti (*Mauritia flexuosa*; Arecaceae) in central Brazil. Ecological Sustainability for Non-timber Forest Products: Dynamics and Case Studies of Harvesting. 73-89.

SCBD (2001). Global Biodiversity Outlook. – Montreal, Secretariat of the Convention on Biological Diversity.

Schmidt, I.B., Mandle, L., Ticktin, T., y Gaoue,O. (2011). What do matrix population models reveal about the sustainability of non-timber forest product harvest?. *Journal of Applied Ecology* (48): 815–826. doi: 10.1111/j.1365-2664.2011.01999.x

Scoles, R. and Gribel, R. (2011). Population Structure of Brazil Nut (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae) Stands in Two Areas with Different Occupation Histories in the Brazilian Amazon. *Human Ecology* 39:455–464. doi: 10.1007/s10745-011-9412-0.

Shackleton, C.M., Shackleton, S.E., Buitenhuis, E. y Bird, N. (2007). The importance of dry forests and woodlands in rural livelihoods and poverty alleviation in South Africa, *Forest Policy and Economics* (9): 558–577.

Shackleton, C., Cundill, G., Knight, A.T. (2009). Beyond just research: experiences from Southern Africa in developing social learning partnerships for resource conservation initiatives. *Biotropica* 41(5): 563-570. doi: 10.1111/j.1744-7429.2009.00559.x

Silva, J.Z. y Reis, M.S. (2019). Consumption of *Euterpe edulis* fruit by wildlife: implications for conservation and management of the Southern Brazilian Atlantic Forest. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 91(1), e20180537. doi:10.1590/0001-3765201920180537

Soares M.F. (2008). Manejo de Produtos Florestais Não Madeireiros: um manual com sugestões para o manejo participativo em comunidades da Amazônia. Rio Branco, Acre: PESACRE e CIFOR, 109 pp. <http://www.florestal.gov.br/documentos/publicacoes/1684-manejo-de-produtos-florestais-nao-madeireiros/file>

Stanley, D., Voeks, R. y Short, L. (2012). Is non-timber forest product harvest sustainable in the less developed world? A systematic review of the recent economic and ecological literature, *Ethnobiology and Conservation* 1(9), doi: 10.15451/ec2012-8-1.9-1-39.

Stewart, K. (2001). The commercial harvest of the African cherry (*Prunus africana*) on Mount Oku, Cameroon: effects on traditional uses and population dynamics. PhD Thesis. Florida International University, Miami, FL

Stewart, K. (2009). Effects of bark harvest and other human activity on populations of the African cherry (*Prunus africana*) on Mount Oku, Cameroon. *Forest Ecology and Management* 258: 1121-1128.

Talora, D.C. and Morellato, P.C. (2000). Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 23: 13-26.

Thompson, W.L. (2004) Sampling rare or elusive species: concept, designs, and techniques for estimating population parameters. Island Press, Washington

Thompson, S.K. (2012). Sampling. John Wiley & Sons. Inc., Hoboken, New Jersey. 445 p.

Ticktin, T. (2004). The Ecological Implications of Harvesting Non-Timber Forest Products. *Journal of Applied Ecology* 41: 11-21. doi: 10.1111/j.1365-2664.2004.00859.x

Tiwari, B.K. (2000) Non-timber forest produce of north east India. *Journal of Human Ecology*, 11, 445–455.

Toledo, G., Moraes, M., Saavedra, F., Isidori, F. (2018). Estructura poblacional de la palma de saó (*Trithrinax schizophylla*) en Paurito (Santa Cruz). *Ecología en Bolivia* 53(2): 83-95.

Torres, C., Galeano, G., y Bernal, R. (2015). The stands of *Copernicia tectorum* (Arecaceae) in the Caribbean lowlands of Colombia: a managed pioneer palm facing river dynamics. *Rev. biol. trop* vol.63, n.2: p. 525-536.doi:

Torres, C., Galeano, G. y Bernal, R. (2016). Cosecha y manejo de *Copernicia tectorum* (Kunth) Mart. para uso artesanal en el caribe colombiano. *Colombia Forestal*, 19(1), 5-22. doi: 10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2016.1.a01

Uribe A., P. Velázquez y M. Montoya. 2001. Ecología de poblaciones de *Attalea butyracea* (Arecaceae) en un área de bosque seco tropical (Las Brisas, Sucre, Colombia). *Actualidades Biológicas* 23 (74): 33-39

Urrego, L. E. 1987. Estudio preliminar de la fenología de la canangucha (*Maurita flexuosa* L.f.). *Colombia Amazónica* 2 (2): 57-81.

Vallejo, M., Valderrama, N., Bernal, R., Galeano, G. Arteaga, G. y Leal, C. (2011). Producción de palmito de *Euterpe oleracea* Mart. (Arecaceae) en la costa pacífica colombiana: estado actual y perspectivas. *Colombia Forestal*, 14(2),191-212

Vallejo, M.I., Galeano, G., Bernal, R. and Zuidema, P. (2014). The fate of populations of *Euterpe oleracea* harvested for palm heart in Colombia. *Forest Ecology and Management*.V.318 (15): 274-284. doi: 10.1016/j.foreco.2014.01.028

Vásquez, M. R. y Gentry, A. (2005). Use and Misuse of Forest-Harvested Fruits in the Iquitos Area. *Conservation Biology* (3): 350-361. doi: 10.1111/j.1523-1739.1989.tb00241.x.

Viana,V.M., R.A. Mello, L.M. Moraes, and N.T. Mendes. 1998. Ecologia e manejo de populacoes de castanha-do-Pará em reservas extrativistas Xapuri, Estado do Acre. Pages 277-292 in C. Gascon, and P. Mountinho, editors. Floresta Amazonica: dinamica, regeneracao e manejo. INPA, Manaus.

Vílchez, B. y Rocha, O. (2004). Fenología y biología reproductiva del nazareno (*Peltogyne purpurea* Pittier) en un bosque intervenido de la Península de Osa, Costa Rica, América Central. *Kurú: Rev. For.* 1: 1-14.

Weyerhaeuser, H. y Tennigkeit, T. (2000). Forest Inventory and Monitoring manual, Heinrich Boll Stifung, ICRAF and CMU Forest Resource, Chain Mail, Thailand

Wong L. G. Jennifer y Kisrti, T. (2001). Evaluación de los recursos de productos forestales no madereros. Experiencias y principios biométricos. Pg. 124.

Zuidema, P. A. y Boot, R.G. (2002). Demography of the Brazil Nut Tree (*Bertholletia excelsa*) in the Bolivian Amazon. Impact of Seed Extraction on Recruitment and Population Dynamics. *Journal of Tropical Ecology* 18: 1-31

Zuidema, P. (2003). Ecología y manejo del árbol de Castaña (*Bertholletia excelsa*). PROMAB Serie Científico Nro. 6. 121 p.