

*Trabajando por la biodiversidad*

**Protocolo para el aprovechamiento de las nueces de “Olla de Mono” (*Lecythis minor* Jacq.) en la Depresión Momposina y la Serranía del Perijá, Caribe colombiano**

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

**Elaborado por:**

**Mateo Fernández Lucero M.Sc.**  
**Investigador Asistente III. Ciencias Básicas de la Biodiversidad**  
**mfernandez@humboldt.org | mateof7@gmail.com**

**Supervisor:**

**María Claudia Torres Romero. Investigadora Adjunta. Ciencias Básicas de la Biodiversidad**

**Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt**  
**Bogotá, D.C., 2021**



Fernández-Lucero, Mateo

Protocolo para el aprovechamiento de las nueces de “Olla de Mono” (*Lecythis minor* Jacq.) en la Depresión Momposina y la Serranía del Perijá, Caribe colombiano = Protocol for harvesting the seeds of “Olla de Mono” (*Lecythis minor* Jacq.) in the “Depresión Momposina” and the “Serranía del Perijá”, Caribe región of Colombia / Mateo Fernández Lucero. – Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2021.

31 p.: il.; 28 x 21.5 cm. + 1 CD ROM

Incluye bibliografía, tablas, mapas, fotos a color

Esta parte la llena Biblioteca

1. Información científica. – 2. Informes técnicos. – 3. Redacción de escritos técnicos. – 4. Publicaciones técnicas. – 5. Normas técnicas. – 6. Gestión de información. – 7. Administración de documentos. – 8. Estudio de casos. I. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt II. Considerations for the development of an information policy in relation to the Final Technical Report.

Catalogación en la fuente – Biblioteca Francisco Matís – Diana Bejarano.

Como citar este documento:

Fernández-Lucero, M. (2021). Protocolo para el aprovechamiento de las nueces de “Olla de Mono” (*Lecythis minor* Jacq.) en la Depresión Momposina y la Serranía del Perijá, Caribe colombiano = Protocol for harvesting the seeds of “Olla de Mono” (*Lecythis minor* Jacq.) in the “Depresión Momposina” and the “Serranía del Perijá”, Caribe región of Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

## **PARTICIPACIÓN**

Con gran entusiasmo por los conocimientos compartidos, generados y aprendidos en este proceso, queremos agradecer a las poblaciones locales que aún habita los Bosques Secos Tropicales (BST) del Caribe colombiano, quienes nos recibieron con la mejor disposición y permitieron que este trabajo fuera posible. Sabemos que las comunidades son imprescindibles en este tipo de procesos, y que pueden contribuir al estudio y conservación de este amenazado ecosistema, por eso agradecemos su gran colaboración, y hacia ellos está dirigido y dedicado este trabajo. De igual forma queremos agradecer el conocimiento, apoyo y acompañamiento de la empresa Protécnica Ingeniería, quienes vienen liderando un proyecto de investigación y comercialización de las Nueces de *Lecythis minor*, denominado “Magdalena River Nuts”, y nos han compartido algunas de sus experiencias. También queremos agradecer especialmente a la Fundación Neotrópicos, quienes hicieron parte importante en la toma de datos y amablemente nos abrieron las puertas de la Reserva “El Garcero”, uno de los únicos relictos boscosos que queda en la Depresión Momposina, invaluable por ser la única localidad encontrada en la región, con bosques y poblaciones saludables de *L. minor*, y que además está en alto riesgo de desaparecer. Especialmente queremos agradecer a las siguientes personas que con sus valiosos aportes y acompañamiento enriquecieron los trabajos de campo:

- Caroline Gamboa (Protécnica)
- Manuel Sáenz (Protécnica)
- Andrés Pérez (Protécnica)
- Luis Carlos García Lozano (Neotrópicos / El Garcero)
- Luz Stella Franco (Neotrópicos)
- Miguel Ángel Díaz (Neotrópicos)
- Yani Aranguren (Universidad Simón Bolívar Barranquilla)
- Don Álvaro (El Banco)
- Don Marcelino y Doña Nelly (El Garcero)
- Don Juan (Becerril)

### **Elaboración de cartografía**

Mateo Fernández Lucero

### **Revisión**

Carolina Castellanos, Investigadora Adjunta, Instituto Humboldt

María Claudia Torres, Investigadora Adjunta, Instituto Humboldt

## Contenido

Resumen / Abstract .....	5
1. Introducción.....	6
2. Objetivos .....	8
2.1 Objetivo general .....	8
2.2 Objetivos específicos.....	8
3. Área de estudio .....	8
3.1 Localidad 1, Depresión Momposina (El Banco).....	9
3.2 Localidad 2, Serranía del Perijá (Cesar) .....	14
3.3 Localidad 3, Límites entre Atlántico y Bolívar .....	17
4. Métodos.....	18
4.1 Estructuración de la investigación .....	18
4.2 Trabajo de campo.....	18
4.3 Análisis de la información .....	29
4.4 Socialización de Resultados.....	31
5. Información sobre la especie y las poblaciones de Olla de Mono .....	32
5.1 Nombres Comunes en Colombia.....	32
5.2 Descripción de la especie .....	32
5.3 Distribución y Ecología .....	34
5.4 Usos e importancia cultural .....	39
5.5 Polinización y Dispersión.....	42
5.6 Abundancia .....	45
5.7 Estructura poblacional .....	46
5.8 Fenología y producción de frutos.....	51
6. Caracterización de la cosecha y manejo .....	58
6.1. Épocas de cosecha.....	58
6.2. Equivalencia entre lo cosechado y el producto final.....	58
6.3. Prácticas de manejo .....	61
6.4. Propiedad de la tierra y formas de acceso al recurso .....	61
6.5. Impacto y sostenibilidad de la cosecha.....	62
6.6. Cadena productiva .....	68
7. Discusión y recomendaciones de manejo.....	69
8. Seguimiento y Monitoreo .....	73
9. Conclusiones .....	76
10. Referencias bibliográficas.....	78

## Resumen

Las circunstancias socioeconómicas de muchos habitantes del Caribe colombiano no son las mejores, pues algunas poblaciones tienen acceso restringido a: agua potable, alimento, salud y educación. Esto ha desencadenado una presión histórica sobre el Bosque Seco Tropical (BST) caribeño, transformándolo en uno de los ecosistemas más amenazados del país. Para contrarrestar esta tendencia, este trabajo contribuye al desarrollo de un modelo de aprovechamiento sostenible de las nueces del Olla de Mono (*Lecythis minor* Jacq.), un importante árbol del BST que produce Productos Forestales No Maderables (PFNM). A continuación, se presenta información sobre esta especie, su biología, distribución, abundancia, estructura poblacional, usos, productividad y manejo. Los datos se tomaron en el año 2020, en la Depresión Momposina y la Serranía del Perijá, complementándolos con revisión bibliográfica y datos de otros estudios. Se encontró que la estructura de muchas poblaciones de Olla de Mono está fuertemente alterada, y en la mayoría de localidades únicamente quedan árboles aislados en medio de pastizales y potreros. Existe una relación directa significativa entre el tamaño de los árboles (DAP y diámetro de copa) y la productividad de frutos y semillas. El tamaño de los frutos también está significativamente relacionado con el número de semillas dentro del fruto. El DAP mínimo productivo encontrado fue de 11,1 cm, y la densidad de individuos productivos fue de  $42,32 \pm 11,68$  árboles/Ha de Bosque. En los potreros y pastizales se encontró una densidad de ~ 5 árboles aislados/Ha, la cual puede variar dependiendo del manejo de cada finca. Por ende, se estima que se pueden cosechar en promedio 14,37 kg anuales de nuez seca en 1 Ha de BST y 1,7 kg en 1 Ha de potrero. A pesar de que la mayoría de sus poblaciones y bosques han desaparecido, *L. minor* es una especie resiliente, con una viabilidad media-alta para el aprovechamiento sostenible de sus semillas. La especie debe ser propagada y monitoreada en las zonas de aprovechamiento, estimulando la conservación del BST y la calidad de vida de sus habitantes en el Caribe colombiano.

**Palabras clave:** Bosque Seco Tropical, Producto Forestal No Maderable, Depresión Momposina, Serranía del Perijá, DAP, Productividad de Semillas, Endosperma.

## Abstract

The socioeconomic circumstances for many inhabitants of the Caribe Region of Colombia are not easy, some villages have scarce access to drinking water, food, health and education. This situation has produced an historical pressure on the Tropical Dry Forest (TDF), exploiting and transforming it into one of the most endangered ecosystems of Colombia. This manuscript helps to develop a sustainable model for harvesting the seeds of Olla de Mono (*Lecythis minor* Jacq.), an important tree species that produces Non-Timber Forest Products (NTFP) in the TDF. Information about *L. minor*, its biology, distribution, abundance, populations structure, phenology, uses, productivity and management is presented in this protocol. The data were gathered during 2020, in the “Montes de María” and “Serranía del Perijá”, and it was enriched using the available literature and additional data from other studies. It was found that the population structure of “Olla de Mono” is highly affected in many localities, where most of the individuals survive as isolated trees in grasslands and farm’s fences. There is a positive and significant correlation between the size of the trees (DBH and Crown Diameter) and their fruits/seeds productivity. A positive and significant correlation was also found between the fruit size and the number of seeds per fruit. The minimum productive diameter found was an individual with 11,1 cm DBH, and the density of productive trees was  $42,32 \pm 11,68$  trees/Ha in the forest. For grassland the density of trees is lower (~ 5 isolated trees/Ha), and it might vary depending on the management of each farm. Therefore, the annual production of dry nuts should be around 14,37 kg for 1 Ha of TDF, and 1,7 kg for 1 Ha of grasslands in the study sites. Even though the majority of its natural populations and forests have disappeared, *L. minor* is a resilient species, with a medium - high viability for the sustainable harvesting of its seeds. The species should be propagated and monitored in the harvesting areas, promoting the conservation of the TDF, and the livelihoods of its inhabitants in northern Colombia.

**Keywords:** Tropical Dry Forest, Non-Timber Forest Product, Depresión Momposina, Serranía del Perijá, DBH, Crop Size, Endosperm.

# 1. Introducción

Los bosques han jugado un papel imprescindible en la evolución de la especie humana, tanto así que las primeras civilizaciones se forjaron a partir de ancestros cazadores y recolectores, que consumían directamente los productos del bosque y otros ecosistemas naturales (Raichlen *et al.*, 2014). Los Productos Forestales No Maderables (PFNM), tales como: frutos, semillas, gomas, resinas, fibras, tintes, medicinas etc., son una importante parte de estos recursos naturales, y constituyen una amplia gama de elementos esenciales para el funcionamiento de la sociedad humana desde sus inicios (Iqbal, 1993; Ticktin, 2004; Walter, 2001). Aún en la actualidad, numerosas comunidades a nivel mundial siguen dependiendo directamente de los PFNM como medio de subsistencia, principalmente en las zonas tropicales, donde la diversidad de especies representa una abundante fuente natural de recursos (Heubach *et al.*, 2011).

El Neotrópico, y especialmente Colombia, tienen un compromiso fundamental de conservación con el mundo, debido a su privilegiada ubicación y a la excepcional diversidad de especies que albergan. De las 25 zonas mundiales priorizadas para conservación (*i.e.*, Hotspots de biodiversidad), Colombia tiene tres: El Caribe, El Chocó Biogeográfico, y Los Andes Tropicales (Myers *et al.*, 2000). Importantes esfuerzos se han adelantado recientemente con la implementación de iniciativas como el Inventario Forestal Nacional y las expediciones Colombia BIO que buscan llenar los vacíos históricos de información biológica en muchas zonas del país (IDEAM, 2018; Colombia Bio, 2020). Es bien sabido que documentar la biodiversidad colombiana es una tarea tanto titánica como peligrosa (Negret *et al.*, 2019; Rincón-Ruíz & Kallis, 2013), y dichos proyectos han logrado avances significativos, sin embargo, en Colombia se desconoce gran parte de sus bosques, especies y los PFNM que de ellas se derivan. A pesar de su rol protagónico en la conservación de la biodiversidad mundial, y de los esfuerzos recientes de investigación, aún se está lejos de tener siquiera el Inventario completo de las especies que habitan el territorio nacional, más aún de conocer todos los usos que de esta biodiversidad se podrían derivar (Arbeláez-Cortés, 2013).

Dentro de la Familia Lecythidaceae, se encuentra una de las especies más emblemáticas del BST colombiano, con mucha historia asociada: El árbol de “Olla de Mono” o “Cocuelo” (*Lecythis minor*). *Lecythis minor* es descrita, como una planta nueva para la ciencia, por Jacquin en el año 1763, con localidad tipo cerca de “La Quinta”, en la ciudad de Cartagena (Jacquin, 1763). Durante años, la gran variabilidad morfométrica de sus frutos (*i.e.*, Pixidios) en forma de “Ollas”, generó la descripción de lo que los expertos consideraron varias especies diferentes en su momento, basándose principalmente en los caracteres morfológicos de los frutos, que eran las muestras que comúnmente se colectaban de la especie. Posteriormente llegaría Dugand, quien en el año de 1947 haría una revisión taxonómica del género y finalmente concluiría que muchas de las especies descritas, en realidad correspondían a una sola especie, la que hoy en día se reconoce como *L. minor* (Dugand, 1947).

El Olla de Mono o Cocuelo (*Lecythis minor*) es un árbol de mediano porte, que presenta una distribución restringida a los Bosques secos caribeños del norte de Sudamérica, casi endémica de Colombia, exceptuando algunos individuos que alcanzan a llegar hasta el noroccidente de Venezuela, cruzando por la Serranía del Perijá (GBIF, 2020). Tradicionalmente el principal uso que ha tenido *L. minor* ha sido como maderable, con especial utilidad para cercas de fincas, donde los postes (*i.e.*, “baretas”) son, comúnmente, hechos a partir de su madera (Obs. Personal). Esto ha llevado a que, en la inmensa mayoría de su área de distribución original, la especie se encuentre hoy en día como individuos aislados, muy asociados a cercas y linderos de potreros, donde retoñaron y formaron un nuevo individuo las estacas que fueron sembradas hace años. También sucede que muchos árboles sobreviven, porque aún no tienen el tamaño adecuado para ser talados y/o debido a que su ubicación coincidía con el trazado de una cerca, y sus fustes son usados como postes vivos de amarre para los alambres de púas. Adicionalmente,

los frutos del Olla de Mono tienen alguna importancia ornamental, y fácilmente se elaboran artesanías o juguetes para niños a partir de ellos (Obs. Personal). Las semillas de esta especie tienen un endosperma (Nuez) muy apetitoso y aceitoso, similar al de dos especies de PFMN supremamente importantes: la Nuez del Brasil (*Bertholletia excelsa*) y la Nuez de “Sapucaia” (*Lecythis pisonis*) (Meriño-Stand *et al.*, 2019). Sin embargo, a diferencia de sus parientes, se ha encontrado que la ingestión directa de las semillas de *L. minor*, tiene un grado de toxicidad elevado para las personas, con efectos que van desde mareo, diarrea, pérdida de uñas y cabello y que pueden llegar a ser letales ante consumo directo excesivo, debido a las elevadas concentraciones de Selenio (Se) presentes de forma natural en las nueces (Jacquin, 1763; Kerdel-Vegas, 1966; Dickson, 1969). Esto convierte a *Lecythis minor* en una de las excepcionales plantas que pueden ser una fuente natural (hiperacumuladora) de Selenio (Németh & Dernovics, 2015).

Actualmente se está desarrollando el proyecto “Magdalena River Nuts”, liderado por la empresa Protécnica, que lleva más de dos años, desde el 2018, investigando sobre la composición química y productos derivados de la nuez (endosperma de la semilla) del Olla de Mono o Cocuelo (Protécnica Ingeniería, 2020). El aceite y otros productos extraído de los endospermas de estas semillas (nueces), pueden ser aprovechados como base para la industria farmacéutica, cosmética y alimenticia, si se logra extraer, controlar y manejar meticulosamente sus concentraciones de Selenio en laboratorio. La idea de esta iniciativa, es frenar la tala indiscriminada de esta especie, que tradicionalmente ha tenido fines maderables, y muchas veces se tumba un árbol entero para obtener pocos postes de cercas, con un valor comercial aproximado de 1000 pesos c/u (Protécnica Ingeniería, 2020). Es por esto que actualmente Protécnica está promoviendo el aprovechamiento sostenible de las nueces de *L. minor*, por parte de los pobladores locales de la Depresión Momposina, los valles del Magdalena, y de la mano de madres cabeza de familia en Santa Marta, quienes descascaran las nueces. De esta forma se pretende ayudar a mejorar las condiciones económicas de varias poblaciones ribereñas, mediante la compra de semillas de *L. minor* de árboles silvestres. Se espera que este modelo de aprovechamiento les dé mayor valor a los árboles vivos, despierte el interés de más personas y entidades en la especie, y promueva su cuidado y conservación.

El presente trabajo aporta al conocimiento sobre la estructura, densidad poblacional y productividad de frutos (fenología reproductiva) del “Olla de Mono” (*Lecythis minor*), contribuyendo a la generación de un protocolo de aprovechamiento sostenible para las semillas de esta especie en los Bosques Secos tropical (BST) del caribe colombiano y las cuencas bajas de los ríos Magdalena y Cauca. Este documento incluye una revisión bibliográfica sobre el estado del arte de la especie, al igual que información tomada directamente en campo, durante expediciones del Instituto Humboldt, en algunos casos con el acompañamiento de La Fundación Neotrópicos y de Protécnica. Los resultados de esta investigación, sirven como base para el entendimiento de las dinámicas poblacionales de *L. minor*, al igual que para planear, monitorear y ejecutar planes de aprovechamiento sostenibles de las semillas (nueces) de esta especie, por parte de las comunidades y entidades interesadas. Se espera que este esfuerzo contribuya a la permanencia y recuperación de las poblaciones de *L. minor* en el Caribe Colombiano, al igual que a mejorar la calidad de vida de los pobladores ancestrales que comparten y habitan este territorio.

## 2. Objetivos

### 2.1 Objetivo general

Fortalecer un modelo de uso sostenible y conservación del BST y sus PFM (*i.e.*, semillas de *L. minor*) en el Caribe Colombiano; brindando alternativas productivas a las poblaciones locales mediante un protocolo para el adecuado aprovechamiento de las semillas de esta especie, garantizando su conservación y la de su ecosistema.

### 2.2 Objetivos específicos

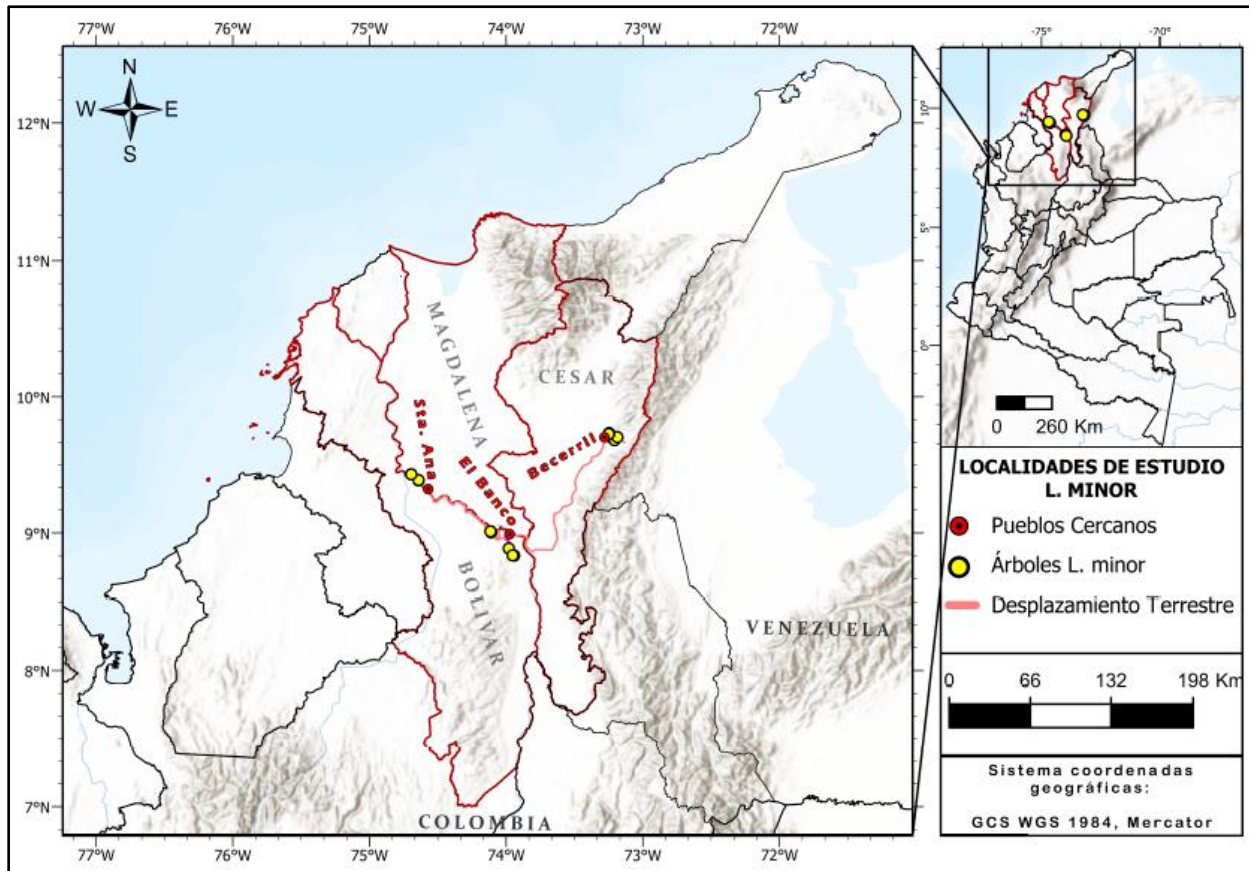
- Documentar el estado del arte de la especie para Colombia, mediante una revisión bibliográfica de las publicaciones científicas e información secundaria existente.
- Rescatar la importancia y contribuir al conocimiento de este árbol del BST, que, a pesar de su antigüedad (*i.e.*, descripción de la especie), valor ecológico y cultural, ha sido muy poco estudiado.
- Obtener datos para tener lineamientos sobre el estado de conservación, la estructura y productividad de algunas poblaciones de *L. minor* en la región Caribe colombiana.
- Establecer un protocolo de aprovechamiento de las semillas de *L. minor*, facilitando su aprovechamiento sostenible por parte de las comunidades locales ante las autoridades ambientales respectivas.

## 3. Área de estudio

El presente estudio tuvo lugar en la región Caribe colombiana, especialmente en varias zonas de la Depresión Momposina, y en el piedemonte bajo de la Serranía del Perijá. Específicamente se trabajó en 5 localidades de estudio que corresponden a los departamentos de Bolívar, Magdalena y Cesar (Figura 1). La primera área de estudio está enmarcada en la depresión Momposina, y corresponde respectivamente a las coordenadas geográficas: 9°22'58.99"N, 74°38'26.35"O en la vereda Barro Blanco, del municipio de Santa Ana (Magdalena) y La reserva El Garcero, ubicada en las coordenadas: 9°0'12.31"N, 74°6'20.36"O entre los municipios de Margarita y Hatillo de Loba (Bolívar) (Figuras 2 y 3).

Otras dos sub-localidades se ubican al sur de la población de El Banco (Magdalena, subiendo por el caño "Brazuelo Papayal", en dirección a las primeras estribaciones nororientales de la Serranía de San Lucas, en las veredas Los Caimanes y Brazuelo Papayal, de los municipios de El Peñón (Bolívar) y San Martín de Loba (Bolívar), en las coordenadas 8°50'5.24"N, 73°56'39.49"O y 8°53'17.99"N, 73°58'46.01"O respectivamente (Figura 2). La segunda área de estudio corresponde a piedemontes bajos de la serranía del Perijá, con pendientes moderadas, en las coordenadas 9°41'18.86"N, 73°11'50.49"O de las veredas Los Manantiales y Caño Rodrigo, del municipio de Becerril (Cesar) (Figura 4). La tercera área de estudio se encuentra en los límites entre Atlántico y Bolívar, de donde se obtuvieron datos a partir de una investigación anterior (Figura 5). Todas las áreas de estudio se encuentran catalogadas como Bosque Seco Tropical (BST), según la clasificación de las zonas de vida de Holdrige (Holdrige *et al.*, 1971).





**Figura 1.** Ubicación general del área de estudio. En amarillo se encuentran las localidades correspondientes a los árboles medidos de *L. minor*. En tres departamentos del Caribe, en púrpura los desplazamientos entre localidades, y en rojo, las poblaciones más cercanas a las zonas de estudio. Mapa base: Referencia de Terreno Mundial, ArcGis, 2020.

### 3.1 Localidad 1, Depresión Momposina (El Banco)

Se conoce como Depresión Momposina a una gran cuenca sedimentaria activa de 24.650 km<sup>2</sup>, una amplia zona inundable, considerada el área cenagosa más grande de Colombia (Neotrópicos, 2012; Torres, 2014). Localizada entre la llanura caribeña y las estribaciones de las serranías de Ayapel, San Lucas y Perijá, La Depresión Momposina comprende las cuencas bajas de los ríos San Jorge, Cauca, Cesar y sus confluencias con el bajo Magdalena, formando un valle fértil (delta interior) con extensas ciénagas que varían en superficie y profundidad dependiendo de las lluvias, el clima y la época del año (MADS, 2002; Neotrópicos, 2012). La región corresponde a un zonobioma Tropical Alternohígrico (Holdridge, 1967; Hernández & Sánchez, 1992), ubicado, entre los departamentos de: Bolívar, Cesar, Córdoba, Magdalena y Sucre.

Esta región se caracteriza por haber sido una matriz de bosques secos tropicales divididos en dos formaciones destacables: Llanura aluvial o valles de inundación del río Magdalena (65% del territorio) y de Tierras Altas (35%). En la llanura aluvial es común encontrar los biotipos de: albardones mayores y menores, orillares activos, playones, ciénagas, ríos y caños principalmente. Por su parte, en las tierras altas, se encuentran paleo-planicies (conformada por terrazas terciarias de espesor, altura y drenaje variables) y las colinas o lomas, que corresponden generalmente a estribaciones, de las cordilleras de San Lucas, Perijá y Ayapel (Neotrópicos, 2012). Los suelos en la zona se caracterizan por su fertilidad media y las alturas

promedio sobre el nivel del mar oscilan alrededor de los 15 y los 30 m.s.n.m en las zonas anegables de la Depresión Momposina (Google Earth, 2020).

Hoy en día la mayor parte de la zona Momposina, corresponde a coberturas de: Cuerpos de agua con algunos Arbustales, Pastos enmalezados y/o Mosaico de pastos y cultivos (IDEAM, 2016) (Figuras 2 y 4) con la excepción de una Reserva Natural que aún tiene cobertura continua de bosques (Figura 3). Estos ecosistemas han estado expuestos a patrones de inundación periódicos, que tradicionalmente se daban entre abril - mayo y octubre - diciembre; sin embargo, últimamente las inundaciones han cambiado en cuanto a frecuencia, duración e intensidad debido a fenómenos naturales y factores antrópicos (Torres, 2014). Dichos paisajes aluviales, cuentan con una vegetación que incluye elementos de zonas de vida más húmedas. Estas condiciones de mayor productividad y fertilidad han sido aprovechadas por un amplio número de especies, como también han incentivado el poblamiento humano en diversas épocas, jugando un rol histórico central en las actividades agrícolas, ganaderas y mineras desde la época de la colonización europea en el siglo XVI (Neotrópicos, 2012). Consecuentemente, la Depresión Momposina ha sido un paisaje históricamente transformado, donde actualmente aún se puede encontrar una biodiversidad considerable, a pesar de las grandes y antiguas transformaciones antrópicas. Esta riqueza biótica se da principalmente debido a la diversidad de hábitats acuáticos, anfibios y terrestres en la zona, así como a la dinámica fluvial, la transición climática de Bosque húmedo a xerofítico, y la confluencia de cuatro provincias biogeográficas: Chocó, Magdalena, Andina y Caribe (Neotrópicos, 2012).

La Depresión Momposina presenta un clima de tipo tropical cálido, estacional, característico de los valles interandinos del norte de Sudamérica, entre seco y húmedo, con temperaturas cercanas a los 28 °C. (Neotrópicos, 2012, Torres, 2014). Con dos temporadas secas (diciembre a marzo y el menos severo *veranillo de San Juan* en junio-julio), la región presenta un gradiente negativo (en sentido sur a norte) de la pluviosidad, y positivo en intensidad y duración de la profundidad de cuerpos de agua e inundaciones (Neotrópicos, 2012). Las lluvias se comportan de forma bimodal, tetraestacional, iniciando al período de lluvias en marzo, incrementando hasta mayo, con una disminución de la precipitación entre junio y julio, para luego tener unas lluvias más intensas entre agosto y octubre, que disminuyen desde diciembre, siendo enero el mes más seco (Torres, 2014). El promedio anual de precipitación varía entre los 1250 y 1500 mm; sin embargo, se han registrado alteraciones en este régimen entre 1999 y 2002, lo que afecta actividades productivas como ganadería, agricultura y pesca en la región (MAVDT et al. 2002) (Torres, 2014).

Únicamente en el departamento de Bolívar, más de 100.000 personas habitan la zona de la Depresión Momposina, quienes viven principalmente de la minería, la pesca, la ganadería y la agricultura (Dane, 2005). Los municipios de El Peñón, Hatillo de Loba, San Martín de Loba y Santa Ana se encuentran ubicados en medio de este complejo cenagoso, al sur del Departamento del Magdalena, y al suroriente del departamento de Bolívar, en un rango de alrededor de 30 km de El Banco, Magdalena. (Google earth, 2020).

Dentro de La depresión Momposina, la Isla de Mompox se forma por la bifurcación del río Magdalena frente a la población de El Banco, surgiendo así el Brazo de Mompox y el de Loba. La isla posee una riqueza histórica que se remonta a la época Colonial, donde Poblaciones como Santa Cruz de Mompox fueron grandes centros de comercio y transporte (Pérez, 2017). En el siglo XVIII, Mompox ya era una villa dinámica económica y demográficamente hablando. Su desarrollo se dio en torno a actividades como el comercio, lícito e ilícito, la ganadería, la minería y la navegación, tanto así que el oro de las minas de Loba y la Serranía de San Lucas, fue el que incentivó los orfebres a crear la famosa tradición Momposina de “La Filigrana” (Peñas, 1986). Posteriormente, a mediados del siglo XIX, el río Magdalena cambió su curso, y terminó aislando la isla de Mompox, catalizando la sedimentación del brazo del río que lleva su mismo nombre, y favoreciendo de allí en adelante la navegabilidad por el brazo de Loba, por donde transitaría toda

la navegación a vapor a partir de 1862 (Peñas y Arquez, 1994). Esto generó la decadencia de Santa Cruz de Mompox y el auge de Magangué, ciudad que empezó a organizar hacia mediados del siglo XIX una gran feria comercial, a la cual llegarían comerciantes de todo el país. En la historia más reciente, esta subregión del Caribe ha presentado una situación socioeconómica compleja, con problemas de orden público debido a su ubicación geográfica estratégica, que sirve como corredor de conexión para grupos armados entre la Serranía del Perijá y Catatumbo, con la Serranía de San Lucas y el Valle del Magdalena.

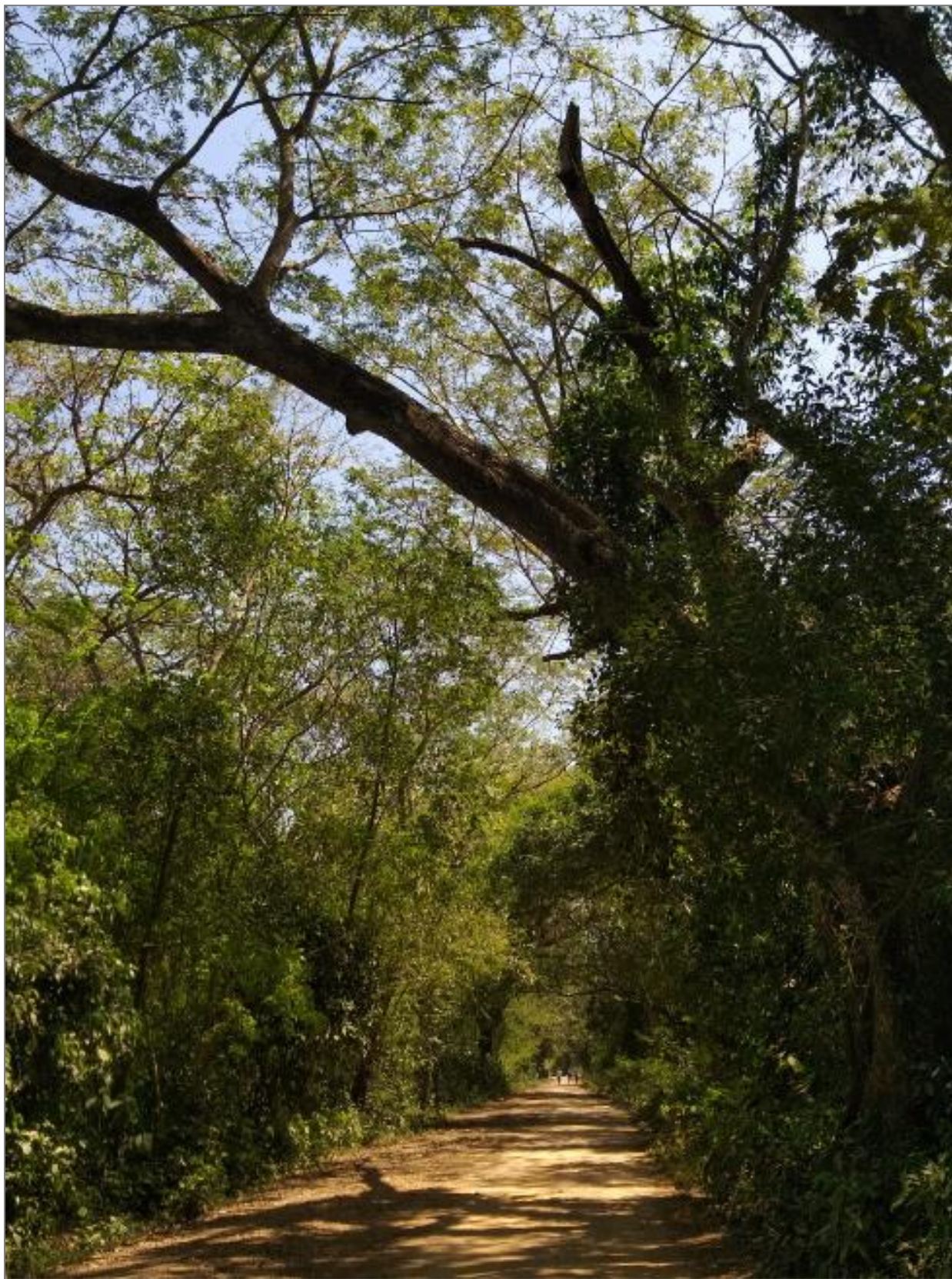
Cerca del 80% de los municipios de la isla de Mompox se encuentran en las zonas bajas, como ciénagas, caños y pantanos, el 20% restante está constituido por tierras planas donde se encuentran los cascos urbanos y rurales del municipio, que también sufren las arremetidas de las crecientes del río Magdalena. Por ejemplo, en el 2008, la ola invernal afectó más de 200 mil personas damnificadas en Bolívar, de las cuales 80 mil se concentraban en los municipios de La Mojana bolivareense, 67 mil en la Isla de Mompox y 15 mil en Loba. Al interior de cada subregión Mompox presentó el caso más dramático, ya que a más del 57% de su población la afectaron las inundaciones, agravando sus condiciones y necesidades básicas insatisfechas (Viloria, 2011). Para 2010, la ola invernal tuvo un efecto aún más destructivo, su impacto fue 4,5 veces mayor que el terremoto del Eje Cafetero. Dicho año, el número de damnificados en la cuenca del Magdalena ascendía a 2,2 millones de personas, de los cuales el 68,5% (1.405.397) fueron en la región Caribe (Viloria, 2011).

La Depresión Momposina es entonces un importante paisaje fluvial neotropical, comparable a las sabanas inundables de la Orinoquía, al Pantanal del río Paraguay (en Brasil, Bolivia y Paraguay), o a los Esteros del Iberá del río Paraná en Argentina (Neotrópicos, 2012). Esta zona anegable cumple una función ecológica invaluable, al ser el frente natural de amortiguación para las inundaciones del río Magdalena; recibiendo sus aguas en invierno mediante sus extensos sistemas de ciénagas y vegetación nativa, que a su vez son las guarderías donde desovan y crecen gran cantidad de especies acuáticas. Esta región cumple así un rol vital en la seguridad alimentaria de cientos de miles de pobladores de la cuenca del Magdalena, donde la mayoría de sus habitantes depende directamente de la pesca, producto de la reproducción natural de algunas especies de peces que aún quedan en este sistema fluvial. Dentro de las especies ícticas que todavía se conservan se destacan: el barbudo, bocachico, mojarra amarilla, bagre rayado, nicuro, doncellas, mojarra lora etc. al igual que otras especies más grandes como babillas, caimán del Magdalena, tortugas, nutrias, y Manatí, que se encuentra en peligro de extinción. A diferencia de las importantes zonas hídricas mencionadas anteriormente, La Depresión Momposina no cuenta con áreas de conservación estatales, y como consecuencia de su antigua colonización, y alta densidad de poblacional, su deterioro es más avanzado. Por esta razón las iniciativas de conservación lideradas por ONG y reservas privadas, como Neotrópicos (El Garcero), son indispensables para la subsistencia y calidad de vida a largo plazo, tanto de las poblaciones humanas, así como de la fauna y flora ribereñas.

Las especies forestales más representativas de la subregión son el cantagallo, mangle, pimienta, Coquillo o Cocuelo y campano, entre otras. La mayor parte de los habitantes de la subregión derivan su sustento de la pesca, pero la actividad más extendida es la ganadería (PDM de Talaigua Nuevo 2008-2011).



**Figura 2.** Crecimiento de *L. minor* en zonas abiertas (potreros) en zonas aledañas a El Banco (norte de la Serranía de San Lucas). Arriba: Individuos productivos en una hilera de árboles de la Finca Caimanes, del Municipio de El Peñón, Bolívar. Abajo: árbol solitario al atardecer en una cerca de una finca en Santa Ana, Magdalena. En la primera localidad la especie está produciendo frutos, mientras en la segunda está floreciendo durante la misma fecha.



**Figura 3.** Sendero dentro de la Reserva Natural El Garcero, ubicada entre los Brazos de Mompós y de Loba del río Magdalena, quizá el último parche de BST continuo que queda en la depresión Momposina con presencia de *Lecythis minor*.

### 3.2 Localidad 2, Serranía del Perijá (Cesar)

El Orobioma de la serranía del Perijá tiene una extensión de 16.500 km<sup>2</sup>, caracterizándose por ser el punto más septentrional de la Cordillera Oriental Colombiana, y, a partir del Perijá, esta cordillera vierte sus últimas estribaciones hacia el Caribe (Forero, 1970). Esta cadena montañosa también hace las veces de límite geográfico entre Colombia y Venezuela, con una vertiente occidental en Colombia, donde predomina el BST, y una vertiente oriental en Venezuela, con una matriz de Bosque tropical Húmedo principalmente (Rivera-Díaz & Fernández-Alonso, 2003). En territorio colombiano, la Serranía del Perijá, abarca los departamentos de Norte de Santander, Cesar y Guajira. Al ser parte de la cordillera de los Andes, el Perijá comprende un gradiente altitudinal que va desde los 100 m.s.n.m. hasta los 3600 m.s.n.m. (Forero, 1970; Google Earth, 2020), incluyendo ecosistemas de bosques altoandinos y, junto con la Sierra Nevada de Santa Marta, algunos de los páramos más septentrionales del mundo (Rivera-Díaz. & Fernández-Alonso, 2003). Este gradiente altitudinal evidentemente le confiere una gran variación climática a la Serranía, que presenta un régimen de lluvias bimodal, tetraestacional, con períodos secos en diciembre-marzo y junio-agosto y períodos lluviosos en abril-junio y agosto-noviembre. La precipitación promedio anual del Perijá, se puede decir que oscila entre los 1355 mm/año en las zonas más al norte y los 1904 mm/año en las zonas del sur de la Serranía (Rivera-Díaz, 2001) El clima y la temperatura varían en la serranía dependiendo de la Latitud y la Altitud. En la zona de estudio (*i.e.*, entre 0 y 1000 msnm), la temperatura promedio anual supera los 24°C, con una humedad relativa de entre el 75 y el 90% (Aguilera, 2016).

La Serranía de Perijá es un plegamiento cuaternario, de los más recientes de la orografía colombiana (Rivera-Díaz. & Fernández-Alonso, 2003). Se compone esencialmente de formaciones sedimentarias e ígneas, Mesozoicas, las cuales cubren series paleozoicas a ambos lados de la cordillera. Estas son predominantemente areniscas y calizas del Cretácico y rocas volcánicas y continentales de la Formación La Quinta del Triásico - Jurásico, El Paleozoico queda restringido a pequeñas localidades con bloques levantados, y una importante sedimentación marina prevalentemente calcárea, a la que sigue una deposición de las areniscas cuarzosas, con un posterior volcanismo que da lugar a importantes intercalaciones Tobáceas (Forero, 1970; Radelli, 1962). Según Aguilera (2016), el 64,8% de los suelos tienen limitaciones severas o muy severas permanentes que limitan su uso a bosques o conservación de la vida silvestre y no pueden corregirse (*e.g.*, pendientes muy pronunciadas, poca profundidad, alta pedregosidad, drenaje pobre, baja retención de humedad, baja fertilidad y/o altos contenidos de sales).

El cañón del río Socomba se encuentra inmerso dentro de estas formaciones, con suelos rocosos, predominantemente calizos. Topográficamente se presenta un relieve bastante ondulado con predominancia de lomas y pendientes pronunciadas, exceptuando las márgenes de inundación de los ríos y quebradas, que forman algunos pequeños valles con bosques de galería en medio de los cañones (Obs. Personal, 2020). Las coberturas predominantes en la zona de estudio corresponden a Pastos enmalezados, Pastos limpios, Potreros, Arbustal y/o Vegetación secundaria o en transición (IDEAM, 2012) (Figura 4).

Becerril es un municipio ubicado en el al centro - oriente del departamento del Cesar, a 80 km al sur de Valledupar (Google Earth, 2020). Este municipio forma parte de la Serranía del Perijá, y limita: al oriente con Venezuela (Sierra de Perijá), al norte con el municipio de Agustín Codazzi, al Sur con La Jagua de Ibirico y al Occidente con El Paso. Según los últimos datos de proyecciones del DANE (2005), Becerril cuenta con una población de 13.116 habitantes en un área de 1.144 Km<sup>2</sup>, de los cuales 10.414 (79,34%) habitan en el área urbana y el resto la zona rural, donde Predominan habitantes de la Etnia Yukpa, los indígenas componen el 12,4% de la población del municipio.

En términos históricos y sociales, Becerril y la Serranía del Perijá han sido un punto clave de tránsito y establecimiento de economías y grupos armados ilegales (Hilderfonso, Coment. Personal, 2020). Debido a su posición limítrofe con Venezuela, esta región ha servido de corredor para grupos armados que pasan de un país a otro, y manejan el contrabando, cultivo y tráfico de productos ilícitos. Por ende, los niveles de violencia de la zona generalmente han sido altos, además de presentar bastante delincuencia común en las zonas aledañas a Becerril (Obs. Personal, 2020). Las principales actividades económicas del municipio incluyen: Ganadería, Agricultura de pan coger e industrial (Palma de Aceite), y la minería a cielo abierto, principalmente de Carbón. A pesar de su cercanía con grandes minas multinacionales de Carbón, que siguen siendo una de las principales fuentes de empleo en la región. Esta aparentemente sólida economía de vocación minera en la zona, aparentemente genera una gran desigualdad, ya que el 95% de los hogares de Becerril reportan no tener una actividad económica fija, el 46.16% de su población tiene las necesidades básicas insatisfechas (N.B.I) y el 20% de sus habitantes no tienen ningún nivel educativo, ni siquiera preescolar (DANE, 2005).

La vereda Caño Rodrigo se encuentra al oriente del municipio de Becerril, sobre las estribaciones de la Serranía del Perijá, y tiene un gradiente altitudinal de entre 250 hasta 1000 m.s.n.m aproximadamente. Las distintas localidades de estudio de esta zona, se encuentran en Jurisdicción de esta vereda, principalmente en el cañón del río Socomba, en fincas privadas y reservas municipales del Acueducto de Becerril, que linderan con el Resguardo indígena Socorpa, de la etnia Yukpa. Aquí se ha socializado también el proyecto de estudio, con su gobernadora, sin incluir predios del Resguardo dentro de la investigación.

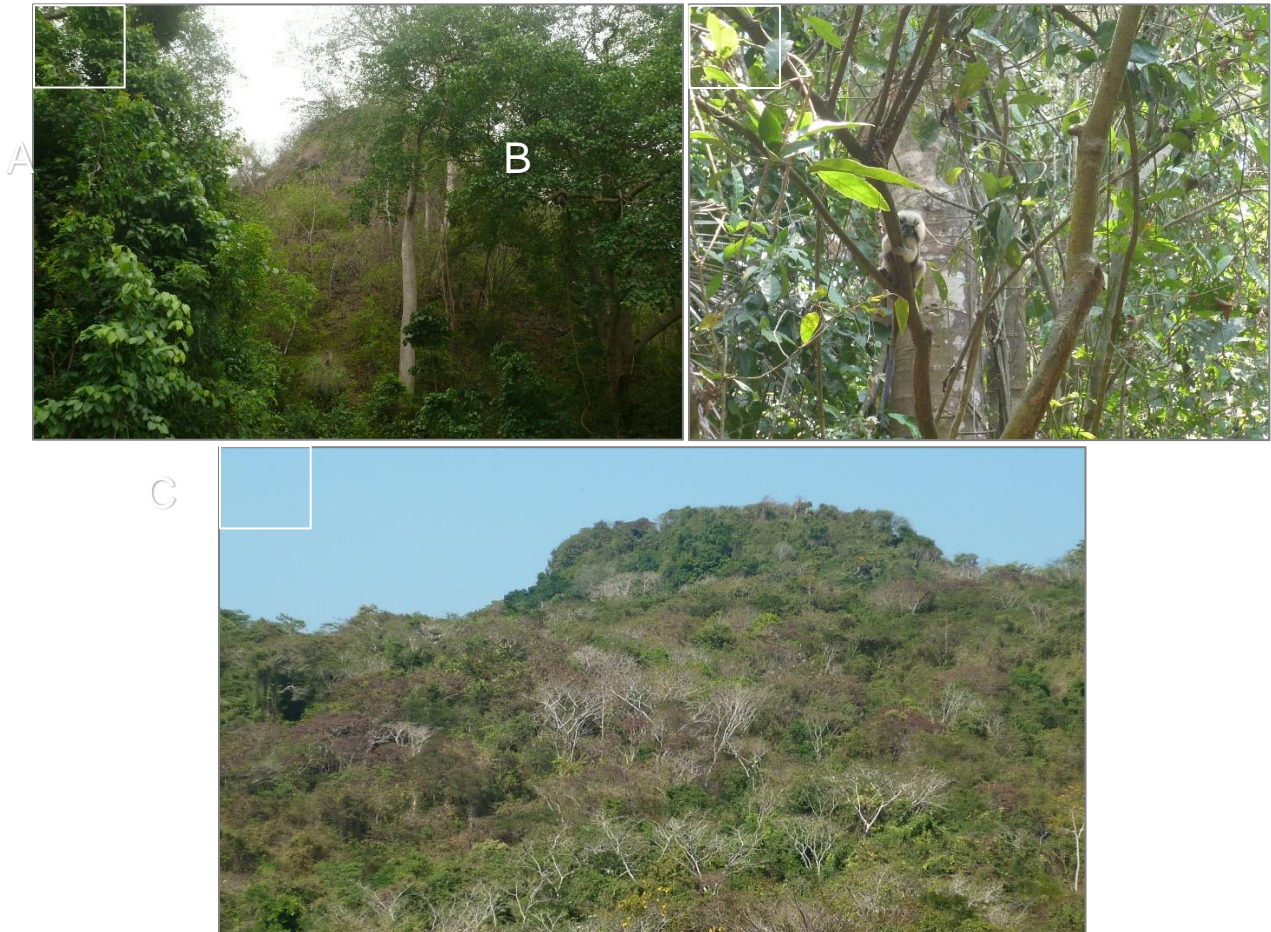


**Figura 4.** Toma de datos de un Individuo aislado de Olla de Mono, en la localidad “Los Manantiales”, zona rural de Becerril (Cesar). La cobertura predominante en esta zona son pastos arbolados, con árboles aislados.



### 3.3 Localidad 3, Límites entre Atlántico y Bolívar

Los autores del estudio denominado “Influencia de la heterogeneidad ambiental en procesos de sucesión de los BST de Colombia”, amablemente facilitaron los datos que obtuvieron de las 126 parcelas de vegetación realizadas durante su investigación en el Caribe colombiano (Figura 5) (ver Castellanos-Castro & Newton, 2015). A partir de esta información compartida por los autores, se pudo complementar y enriquecer los análisis y los datos de: abundancia, densidad y estructura poblacional de *L. minor* obtenidos en el presente estudio.



**Figura 5.** A). Detalle del Parque Regional Los Rosales (Luruaco, Atlántico). B). Parque Natural Regional Bosque seco El Ceibal - Mono Titi (Santa Catalina, Bolívar). C). Reserva Forestal protectora “El Palomar” (Piojó, Atlántico). Localidades donde se obtuvo información adicional de otros estudios (Castellanos-Castro & Newton, 2015) en los departamentos de Atlántico y Bolívar. © Fotos: Fundación Ecosistemas Secos de Colombia

## 4. Métodos

### 4.1 Estructuración de la investigación

La fase de estructuración de la investigación estuvo principalmente enfocada en una revisión bibliográfica completa sobre la especie de estudio y las metodologías más pertinentes para desarrollar la investigación. Para tal fin se consultó la bibliografía existente sobre *L. minor*, tanto para Colombia, como a nivel internacional. Se destacan las contribuciones de Dugand (1947); Lafont *et al.*, (2013), Németh & Dernovics (2015), Meriño-Stand *et al.* (2019) y por supuesto los grandes aportes del experto mundial en Lecythidaceae (Scott Mori), quien produjo abundante literatura y, sin lugar a dudas, fue la mayor fuente de información sobre la especie (desde 1968 hasta 2020), incluyendo valiosos recursos como su página de internet especializada en Lecythidaceae (Lecythidaceae Pages), que seguía actualizando hasta poco tiempo antes de su reciente fallecimiento. También se tomaron datos, para complementar los análisis de estructura poblacional, de las parcelas del estudio de Castellanos-Castro & Newton (2015). A pesar de esto, todavía existe un gran vacío de información sobre la especie en la literatura, principalmente se necesita ahondar sobre su ecología, fenología, estructura y densidades poblacionales. Esta información es vital para poder tener un panorama completo sobre las poblaciones de la especie y sus posibles reacciones ante eventuales programas de aprovechamiento de sus semillas y/o cualquier otra parte. Previo al trabajo de campo y la toma de datos, entre los meses de diciembre de 2019 y enero de 2020, se realizó dicha revisión bibliográfica completa sobre el estado del arte de la especie de estudio y las bases metodológicas adecuadas para desarrollar la investigación. Adicionalmente se siguieron las recomendaciones de Ticktin (2004), Galeano *et al.*, (2010), Torres & Casas (2014) y Stockdale *et al.*, (2019) sobre técnicas de cosecha, prácticas de manejo, usos del suelo y coberturas donde crece la especie *etc.*, y según las cuales, los protocolos para el estudio de sostenibilidad y aprovechamiento de PFM, están basados en: 1. Revisión bibliográfica; 2. Establecimiento de la oferta del recurso; 3. Caracterización de la cosecha; 4. Evaluación de la sostenibilidad; 5. Modelación de la cosecha sostenible; y 6. Plan de manejo, que incluye un plan de monitoreo de la cosecha.

### 4.2 Trabajo de campo

Una vez estructurados el estado del arte, las metodologías y el plan de trabajo, se realizaron las correspondientes salidas de campo, entre los meses de enero, febrero y marzo de 2020 a las localidades de estudio de la Depresión Momposina y La Serranía del Perijá. Con una salida de campo adicional durante octubre, noviembre y parte de diciembre de 2020 en la Reserva El Garcero. Para la fase de campo de la investigación, se realizó un recorrido terrestre desde Santa Ana (Magdalena), hasta Becerril (Cesar) (Figura 1), parando a muestrear en varias localidades de la Depresión Momposina, y posteriormente de la Serranía del Perijá, que corresponden a las dos localidades principales de estudio (Figuras 1-4). La salida de campo por la Depresión Momposina contó con el apoyo y acompañamiento de Protécnica Ingeniería y algunos actores y líderes locales; en La Serranía del Perijá (Becerril, Cesar) se contó con el apoyo y acompañamiento de la ONG Envolvert y la Asociación Apsacesar. En todas las localidades de muestreo se socializó con los pobladores de las fincas muestreadas, con presencia de Olla de Mono, la intención del estudio, de indagar sobre la estructura poblacional y fenología reproductiva (*i.e.*, productividad de frutos-semillas) de *L. minor* en la región, con el fin de generar un protocolo de aprovechamiento adecuado y sostenible de sus semillas (Figura 6).

Después de socializar la intención del estudio, se realizó la toma de datos de campo, de forma intensiva, tratando de cubrir la mayor heterogeneidad posible dentro de las localidades muestreadas. Todos los individuos de *L. minor* en la depresión Momposina y la Serranía del Perijá fueron medidos, georreferenciados, y se les tomó toda la información dendrométrica correspondiente. Los muestreos se realizaron mediante recorridos terrestres y fluviales (Carros, Caminando, Lanchas etc.), debido a las grandes distancias que separan las pequeñas poblaciones y/o la mayoría de individuos (que crecen aislados) en distintas fincas a orillas de carreteras y en potreros. Cada uno de los individuos, adultos, de Olla de Mono, estudiados en las distintas localidades, fue georreferenciado (Garmin GPSMAP 64CSX) y marcado, asignándole un código ID respectivo. La marcación de los árboles se hizo con pintura asfáltica (de tráfico) amarilla, pintándole el respectivo código ID y un anillo en el fuste, sobre la circunferencia donde se midió el DAP (Figuras 7, 8 y 9). Adicionalmente a cada árbol se le puso una placa de aluminio rotulada con el ID, y amarrada mediante alambre de cobre para bobinas (calibre 26), a una puntilla de acero galvanizado de 2 pulgadas. Las puntillas se clavaron en un 20% de su longitud y en un ángulo de 45° respecto a la corteza aprox., con la cabeza hacia abajo para permitir la correcta cicatrización del árbol (Barreto-Silva *et al.*, 2018). También se levantó la información dendrométrica respectiva de cada árbol de *L. minor*, registrando su DAP y altura a la que fue medido (e.g., cuando presentaban raíces tablares o malformaciones del fuste (Figuras 8 y 9), la altura fustal, altura total, cobertura de la copa (*i.e.*, diámetro 1 x diámetro 2 / 2), estado fenológico, y demás observaciones pertinentes. Todas las mediciones dasométricas se tomaron siguiendo las metodologías de medición del Inventario Forestal Nacional de Colombia (Barreto-Silva *et al.*, 2018).

Gran parte de los individuos muestreados corresponden a árboles aislados, en cercas de fincas y/o solitarios en potreros, en estos casos no se pudo rescatar información sobre las poblaciones de la especie. Para evaluar la densidad, abundancia y estructura poblacional de la especie se lograron establecer 33 parcelas de vegetación en los únicos relictos de Bosque donde se encontró a la especie creciendo de forma natural: 30 parcelas dentro de los bosques de la Reserva Natural “El Garcero” (con el acompañamiento de la Fundación Neotrópicos) y 3 en pequeños relictos de bosque de Becerril (Figura 9).

En todas las parcelas se midieron los individuos adultos de Olla de Mono presentes (*i.e.*, DAP  $\geq$  10 cm), al igual que sus plántulas y juveniles (Lalizales). El inventario de plántulas y juveniles se realizó en subparcelas anidadas, de 5 x 5 m., ubicadas en la esquina Noroccidental dentro de cada parcela (Figura 10). A todos los árboles se le tomaron las mediciones dasométricas, explicadas en la metodología, se marcaron de la misma forma descrita anteriormente y se le tomaron sus muestras de frutos respectivas (Figura 11). En caso de ser encontrar plántulas y juveniles, se les tomó únicamente la altura total (plántulas), y altura total, Altura Fustal, DAP y cobertura de copa (lalizales), sin ser marcados como los adultos. El trabajo de campo dentro de la Reserva El Garcero, especialmente el levantamiento de parcelas para evaluar la estructura poblacional de la especie lo realizaron investigadores locales, con amplia experiencia en el tema, y con amplia experiencia en la zona, trabajando con la fundación Neotrópicos y en coordinación directa con el IAvH.

Para la medición de la productividad de la especie (*i.e.*, Fenología reproductiva), se realizaron conteos directos, durante el pico de la cosecha de la especie (*i.e.*, febrero de 2020), del número de Inflorescencias y del número de frutos (*i.e.*, Pixidios, Ollas) presentes en cada árbol (Figura 13), siguiendo recomendaciones de Stevenson (2004), para un total de 61 árboles adultos. De los 61 individuos se logró tomar muestras de frutos de 34 árboles, que se encontraban fértiles y

con una buena representatividad de frutos para análisis morfométricos y de la productividad de sus semillas. Este proceso de conteo directo se facilita en *L. minor* debido a las alturas medianas que tienen sus árboles y al tamaño grande de sus frutos, lo cual los hace fácilmente visibles, diferenciables y por ende contables mediante el uso de Binoculares (Bushnell, Legend L Series 8X42mm). Dentro de los conteos se incluyeron los frutos tanto abiertos (sin el Opérculo) como cerrados, siempre y cuando fueran de esa temporada de cosecha y no de cosechas anteriores. De cada individuo se intentó tomar siempre una submuestra de 10 de sus frutos (exceptuando algunos casos que tenían menos de 10 frutos, o estaban inalcanzables), a los que se les tomaron distintas mediciones morfométricas, para un total de 205 frutos diferentes medidos. A cada fruto se le tomaron datos morfométricos de: Altura del Fruto, Diámetro de la tapa, Diámetro de la corona o “Anillo Calicino” (típico en los frutos del género *Lecythis*), Altura de la Corona al Opérculo (zona más apical del fruto), peso del Fruto (Olla vacía), número de semillas, Peso de las semillas con arilo (carnosidad blanca pegada a cada semilla, usada como recompensa alimenticia para los murciélagos dispersores), peso de las semillas sin arilo, peso de las semillas secas, y peso de endosperma seco (nuez) (Figura 15).

Para evaluar los bosques de la vereda Caño Rodrigo (Becerril, Cesar), se recorrieron diversas cuencas de los ríos Caño Rodrigo y Quebrada Seca (Socomba), además de otras zonas (e.g., Quebrada Roncón, río Maracas) con el fin de identificar los mejores bosques y poblaciones de *L. minor*. Allí se realizaron parcelas de vegetación rectangulares de 0,1 ha cada una (i.e., 20 x 50 m, con el lado de 50 m apuntando siempre hacia el norte) en las pocas zonas con presencia de la especie dentro de una matriz de bosque. Específicamente se realizó el montaje de 3 parcelas de 0,1 Hectáreas en la siguiente disposición: 2 parcelas en la localidad (finca) denominada Florida (Bosque ripario con nivel de intervención media-alta, abundante tráfico de ganado y poco a nulo reclutamiento de plántulas y latizales), y una parcela en la finca Monserrate. En un relicto de bosque sobre una loma de pendiente media, más seco y expuesto a radiación solar), también con tránsito de ganado y entresaca de Madera (Figura 14).



**Figura 6.** Proceso de socialización sobre el estudio fenológico del Olla de Mono, con comunidades aledañas de la población de El Banco (Magdalena), en compañía de la investigadora María Kamila Góngora del IAVH.



**Figura 7.** Metodología empleada para medir los árboles de estudio (Ver metodología). Nótese el fuste característico de un *L. minor* adulto, con la corteza gruesa acanalada. Esta fue la única localidad (El Garcero) donde se logró registrar individuos adultos de Olla de Mono creciendo en un bosque nativo. (Foto Yani Aranguren)

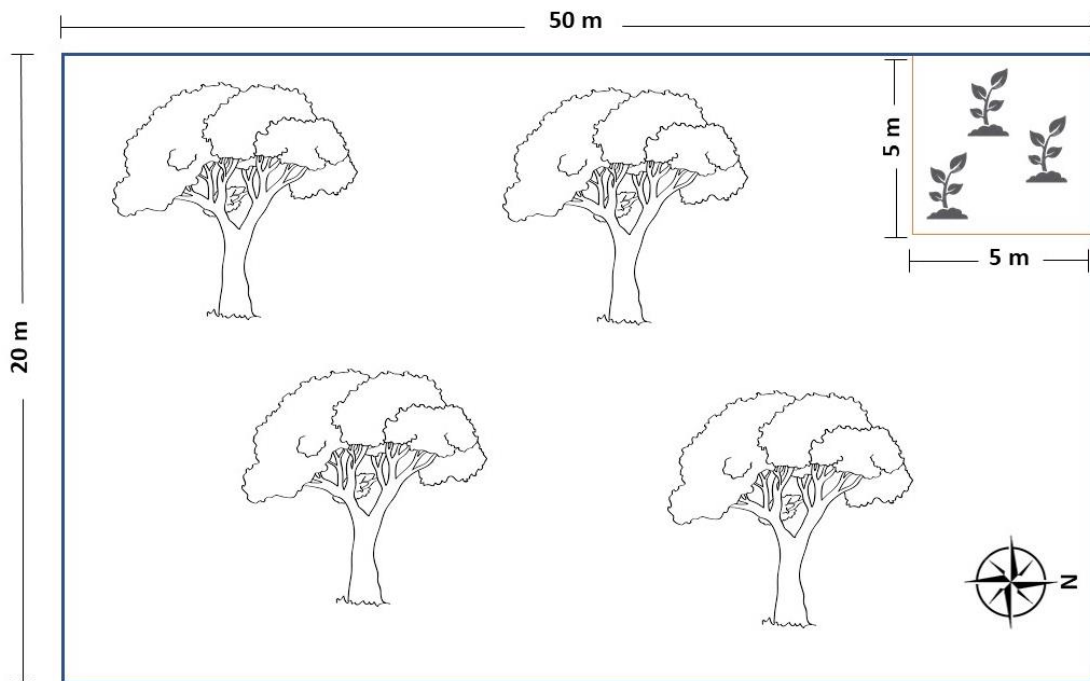


**Figura 8.** Mediciones dasométricas y establecimiento de parcelas de 0,1 Ha, acorde con las metodologías del IFN. Nótese donde se midió el DAP de este individuo, debido a malformaciones en su tallo, y una ramificación muy basal. Nótese la diferencia morfológica del fuste ramificado, basalmente, en un árbol que crece en zonas intervenidas (Figura 12), con el fuste cilíndrico y elevado de un árbol que crece en un bosque natural (Figura 7).



**Figura 9.** Forma de Medición y marcaje de los Individuos estudiados en Santa Ana (Magdalena). Es común encontrar los árboles en cercas y/o en zonas de linderos entre fincas.





**Figura 10.** Arriba: Medición de un Individuo Adulto (A) de *L. minor* en una parcela. Abajo: Diseño de las parcelas de vegetación de 20mx50m (i.e., 0,1 Ha) establecidas en Becerril para el estudio de la estructura poblacional del Olla de Mono.



**Figura 11.** Toma de muestras de frutos de un árbol de Olla de Mono, en una carretera de Becerril (Cesar).



**Figura 12.** Individuo de *L. minor* con numerosas ramificaciones basales de su fuste, difiriendo morfológicamente con el fuste de los individuos que crecen en una cobertura natural de Bosque (Figura 7). Nótese las marcas evidentes (zona oscura basal) de los niveles de inundación a los que se somete la zona en temporada de lluvias.



**Figura 13.** Proceso de conteo fenológico de flores – frutos y colecta de frutos de un Individuo de *L. minor* en una vía terciaria de Santa Ana, Magdalena. Se puede apreciar claramente cómo este árbol aislado es usado para sostener una cerca de alambre de púas. La mayor parte de los postes de esta cerca, son hechos también a partir de la madera de esta misma especie.



**Figura 14.** Pequeño Relicto de bosque en las partes más bajas de la Serranía del Perijá, con evidente transformación antrópica, donde todavía se encontraron algunos individuos de Olla de Mono en una de las parcelas establecidas.

### 4.3 Análisis de la información

Para realizar la estimación de la densidad y el tamaño poblacional de los árboles de *Lecythis minor* en las distintas localidades, se tomó como base lo propuesto por Valencia-Díaz *et al.*, (2012), quien a su vez hace referencia al libro y las fórmulas de Schaeffer *et al.*, (1986). De la forma descrita a continuación se determinó la densidad y el tamaño poblacional, estimados para las parcelas de vegetación levantadas dentro de matrices de Bosque Seco Tropical continuo, donde se espera se puedan realizar futuros aprovechamientos de las nueces de Olla de Mono:

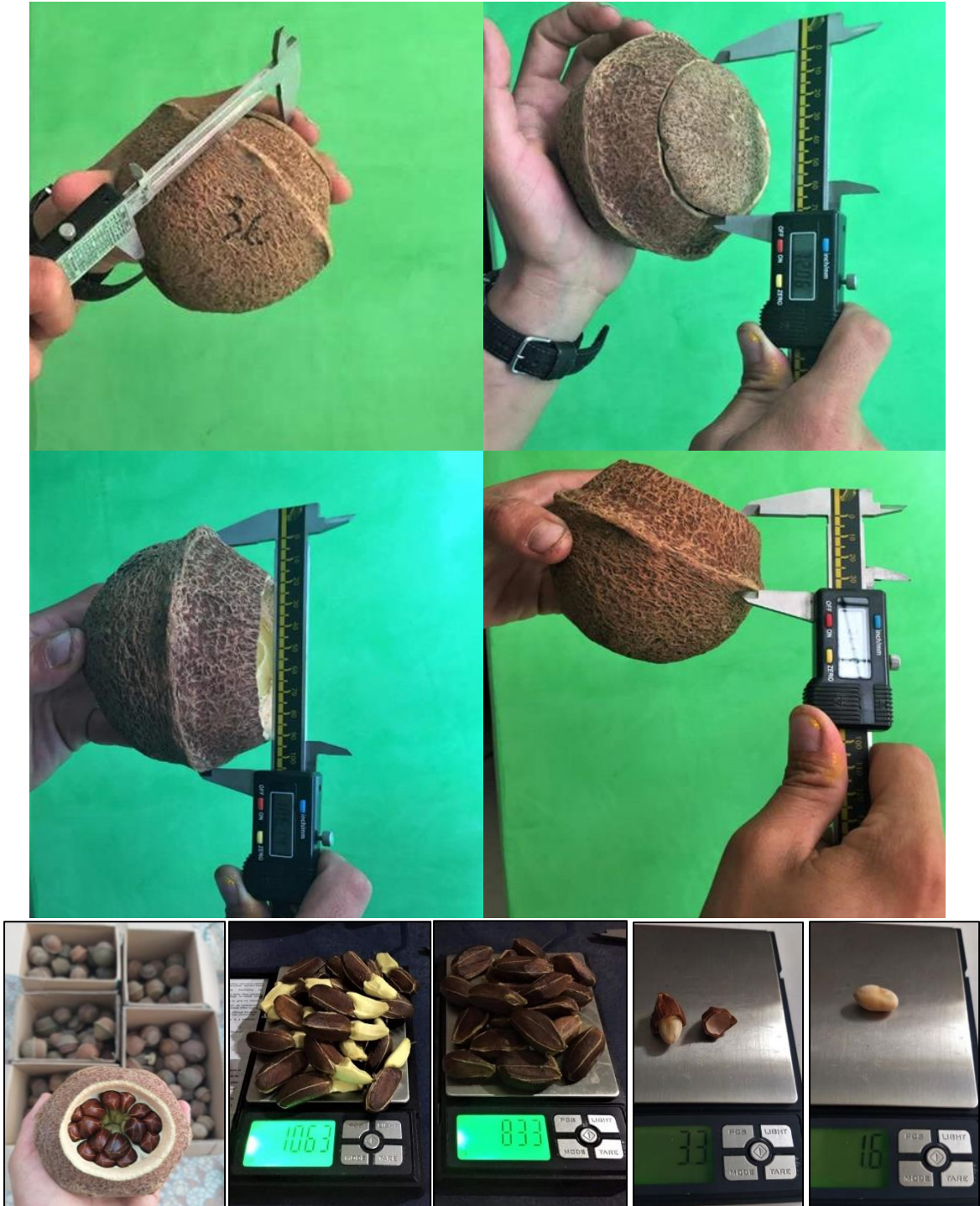
$$\hat{M} = \hat{\lambda}A \quad \hat{\lambda} = \frac{\bar{m}}{a}$$

Donde  $\hat{M}$  corresponde al tamaño poblacional de la especie,  $A$  es el área total de todos los fragmentos o polígonos donde se quiere estimar el # de individuos de la especie, y  $\hat{\lambda}$  es el estimador de la densidad que se obtiene a partir de  $\bar{m}$  que es el promedio de las densidades encontradas para cada parcela y  $a$ , que es el área de las parcelas muestreadas

Para analizar la estructura poblacional de Olla de Mono, en las localidades que fue posible (*i.e.*, donde hubo individuos dentro de BST continuo: Becerril y El Garcero), los individuos se categorizaron en seis categorías diamétricas o estados de desarrollo, basándose en tres estudios afines: Flórez & Raz, (2019), IAVH, (2019) y Castaño *et al.*, (2007): **Plántulas (P)** Altura < 0,5 m., **Juvenil I (JI)** 0,5 m < Altura < 2,99 m, (2,5 cm < DAP < 4,9 cm)., **Juvenil II (J II)** 3 m < Altura < 5,99 m, (5 cm < DAP < 9,9 cm). **Adulto (A)** Altura > 6 m, (10 cm < DAP < 19,9 cm). **Adulto I (AI)** 20 cm < DAP < 39,9 cm. **Adulto II (AII)** DAP > 40 cm. En caso de haber individuos de tallo múltiple (que ramifican antes del 1,3) se les midieron todos los fustes, pero se consideraron parte de un mismo individuo (Figura 12). En la mayoría de los individuos encontrados no se pudo realizar análisis de estructura poblacional, debido a que esta es inexistente pues son individuos que crecen y sobreviven aislados en potreros y/o cercas, con muy bajas densidades poblacionales y en zonas altamente transformadas donde aún no se sabe si sus poblaciones siguen siendo viables. En estos casos únicamente se tomaron y analizaron los datos dendrométricos, de localidad y de productividad, y se estimó un número de Individuos por Ha de potrero, con base en las observaciones de campo.

Toda la información espacial y la cartografía del estudio se manejó en coordenadas geográficas, con datum WGS-84, proyección de Mercator, utilizando los programas: ArcGIS Pro, Dnrgps, Google Earth Pro. El procesamiento de los datos en crudo, se realizó en Microsoft Excel 2019, y su posterior análisis estadístico principalmente en el programa R. Para estimar la productividad de frutos de Cocuelo, se aplicaron las pruebas de normalidad y heterocedasticidad observada, para esto se empleó el programa R. Incluyendo el paquete ("Stats",) y los coeficientes fueron corregidos considerando la heterocedasticidad observada (lmtest y sandwich). Para varios análisis de los datos fenológicos y sus correlaciones, por ejemplo, con el tamaño de los individuos (*i.e.*, Productividad de frutos vs DAP, Peso Frutos Vs Número de Semillas *etc.*) se realizaron modelos lineales simples, entre los parámetros que se esperaba una correlación (Ha). Es decir, se corrigieron los parámetros respectivos a los datos, para posteriormente poder emplear los modelos lineales simples, evaluando siempre si la relación y el modelo eran significativos, con un nivel de confianza del 95% ( $p < 0,05$ ). Para encontrar las equivalencias entre los frutos cosechados y el producto final (*i.e.*, semillas secas y/o harina) se analizó una muestra de 205 frutos (y sus respectivas semillas), de 34 árboles diferentes, y se realizaron mediciones y análisis

morfométricos (Ver sección 5.8) (Figura 15). Se hicieron las pruebas de normalidad, obtuvieron los promedios y respectivas desviaciones estándar, modelos lineales y la estadística descriptiva correspondiente de los datos. De esta forma también se logró establecer las equivalencias y porcentajes aprovechables, desde el peso Inicial del producto (Fruto) hasta el final (Nueces secas) (Tabla 3; sección 6.2).



**Figura 15.** Toma de datos morfométricos de cada uno de los 205 Frutos (pixidios) y semillas colectados de *L. minor*. Incluyendo Alturas, diámetros, peso fruto, # semillas por fruto, peso semillas con arilo, peso semillas sin arilo, peso seco semilla con testa, peso seco semillas sin testa (Nuez).

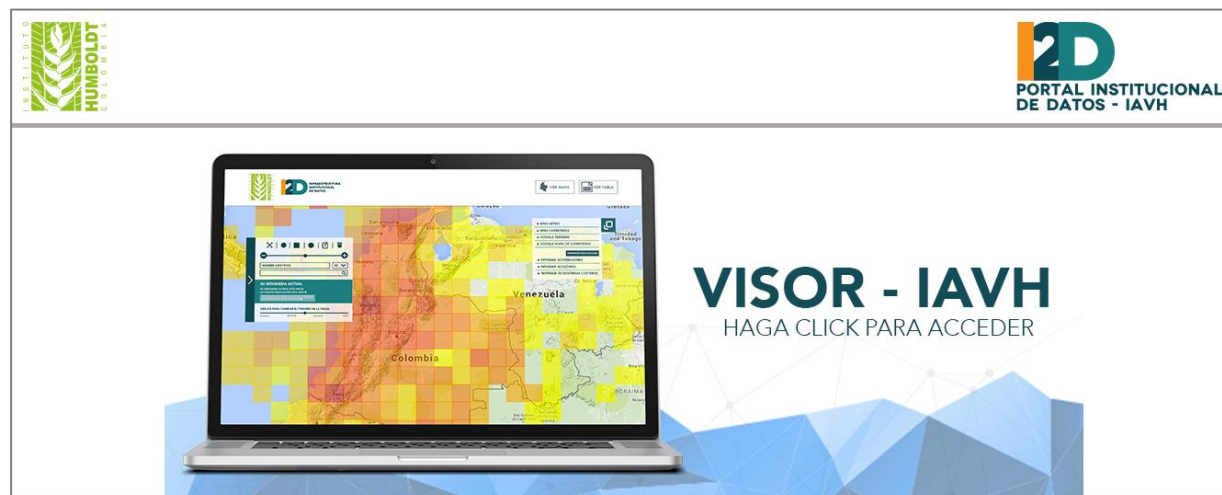
#### 4.4 Socialización de Resultados

La socialización de los resultados obtenidos en la presente investigación se planeaba realizar en una serie de talleres presenciales, en las zonas principales de influencia cercanas al área de un eventual aprovechamiento de semillas de Olla de Mono en el Caribe, involucrando instituciones, autoridades ambientales, productores, comercializadores y a las comunidades locales interesadas. Ante la eventualidad del covid-19, algunos de estos talleres de socialización se han tenido que replantear para su realización de manera virtual, tratando de transmitir todo el conocimiento, la experiencia y los resultados obtenidos en el presente proyecto por ahora mediante este medio. Se pretende continuar con los monitoreos de la especie, y volver a las zonas de aprovechamiento a socializar en persona con las comunidades locales, una vez pase la pandemia. Adicional a los talleres, y siguiendo el compromiso con los pobladores locales y todos los actores involucrados en el proyecto, se les entregará la información y resultados obtenidos en esta investigación a las entidades y comunidades interesadas, tanto en archivos digitales, como en físico. También quedarán los datos de esta investigación registrados en la Infraestructura Institucional de Datos e Información (I2D) del Instituto Humboldt para la consulta libre de cualquier actor interesado a futuro. En esta plataforma (I2D, 2020) se facilita la consulta y perdurabilidad de la información levantada y podrá consultarse libremente por cualquier actor interesado (Figura 16).

En los siguientes links se puede consultar todos los datos generados en la presente investigación.

[http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=rrbb\\_lectythisminor\\_garcero\\_2020](http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=rrbb_lectythisminor_garcero_2020)

[http://ipt.biodiversidad.co/iavh/resource.do?r=rrbb\\_lectythisminor\\_garcero\\_2020](http://ipt.biodiversidad.co/iavh/resource.do?r=rrbb_lectythisminor_garcero_2020)



**Figura 16.** Portal institucional donde quedan depositados todos los datos del presente estudio, sin restricciones y disponibles para consulta libre.

## 5. Información sobre la especie y las poblaciones de Olla de Mono

### 5.1 Nombres Comunes en Colombia

**Olla de mono** (Antioquia, Atlántico, Bolívar, Cesar, La Guajira, Magdalena, Sucre), **Olleto** (Atlántico, Bolívar, Córdoba), **Ollita de mono** (Atlántico, La Guajira, Magdalena), **Cocuelo** (Bolívar, La Guajira, Magdalena, Sucre), **Carguero** (Amazonas), **Coco** (Sucre), **Coco cristal**, **Coco de mono** (Sucre), **Cocomono** (Magdalena), **Coquillo** (Cesar), **Coquito** (Bolívar), **Ollita de mona** (La Guajira) (Bernal *et al.*, 2020).

### 5.2 Descripción de la especie

*Lecythis minor* Jacq., localmente conocido como “Cocuelo” u “Olla de Mono”, es una especie en la familia Lecythidaceae, de árboles de pequeño a mediano porte (5-25 m de altura; Figura 17), usualmente con copas amplias, que ramifican basalmente cuando crecen en zonas abiertas o intervenidas. Sus ramas y corteza son café a grises, lisas cuando jóvenes, pero con profundas fisuras verticales (principalmente en el fuste) cuando el árbol crece. La corteza se caracteriza por ser bastante fibrosa (desprende en fuertes tiras del tallo), como es común en la familia Lecythidaceae. Las láminas foliares son ovadas, elípticas u oblongas (dimensiones: 8.5-24.5 x 4.5-10 cm), con ápice mucronado a acuminado. La base de la lámina es obtusa a redondeada, ligeramente decurrente, el margen es crenado a aserrado y el peciolo mide de 5-20 mm, siendo usualmente pubescente. Las hojas son generalmente glabras, coriáceas, con 12-19 pares de venas laterales. Las inflorescencias son racemosas, sin ramificaciones, y están ubicadas en la parte terminal o en las axilas apicales del eje. El raquis de la inflorescencia es pubescente, mide de 10-35 cm, y porta entre 10-75 flores. Las flores de *L. minor* son productoras de néctar y miden entre 5-7 cm de diámetro, tienen un calyx con 6 lóbulos verdes ovados que miden entre 6-11 x 6-9 mm. Los 6 pétalos son obovados (dimensiones: 27-42 x 14-25 mm), verdes en botón a blanco (amarillento) cuando entran en antesis. El androceo tiene una capucha externamente blanca-amarillenta, con anillo estaminal de 300-410 estambres. El ovario es 4-locular, con 3-6 óvulos en cada lóculo. Los frutos de la especie son variables en forma y posición del “Calycine ring” (anillo de engrosamiento inferior al anillo de dehiscencia), a tal punto que los frutos de la misma población podrían considerarse de especies distintas, si no se tiene en cuenta esta variación; para más detalles e ilustraciones sobre dicha variación morfológica ver el trabajo de Dugand (1947). Los frutos son en forma de copa (sin el opérculo), globosos (con el opérculo), 5-7 x 7-9 cm. Las semillas son fusiformes, miden entre 2.4-3 x 1.3-2 cm, café-rojizas, con 4-6 venas longitudinales café claro; la testa es lisa, tienen un arilo basal, carnoso, blanco, rodeando el, también carnoso, funículo (Mori *et al.*, 2010).

#### Caracteres para identificar la especie en campo:

- Árboles de pequeño a mediano porte.
- Hojas simples, alternas de margen crenado a aserrado.
- Flores con pétalos blancos a amarillentos. Capucha del androceo blanca a amarillenta, expandida en el ápice, con apéndices que se curvan hacia dentro sin formar un espiral completo.
- Frutos medianos con pericarpio café-claro y semillas con testa lisa café entre las 4-6 venas longitudinales.



### Datos adicionales:

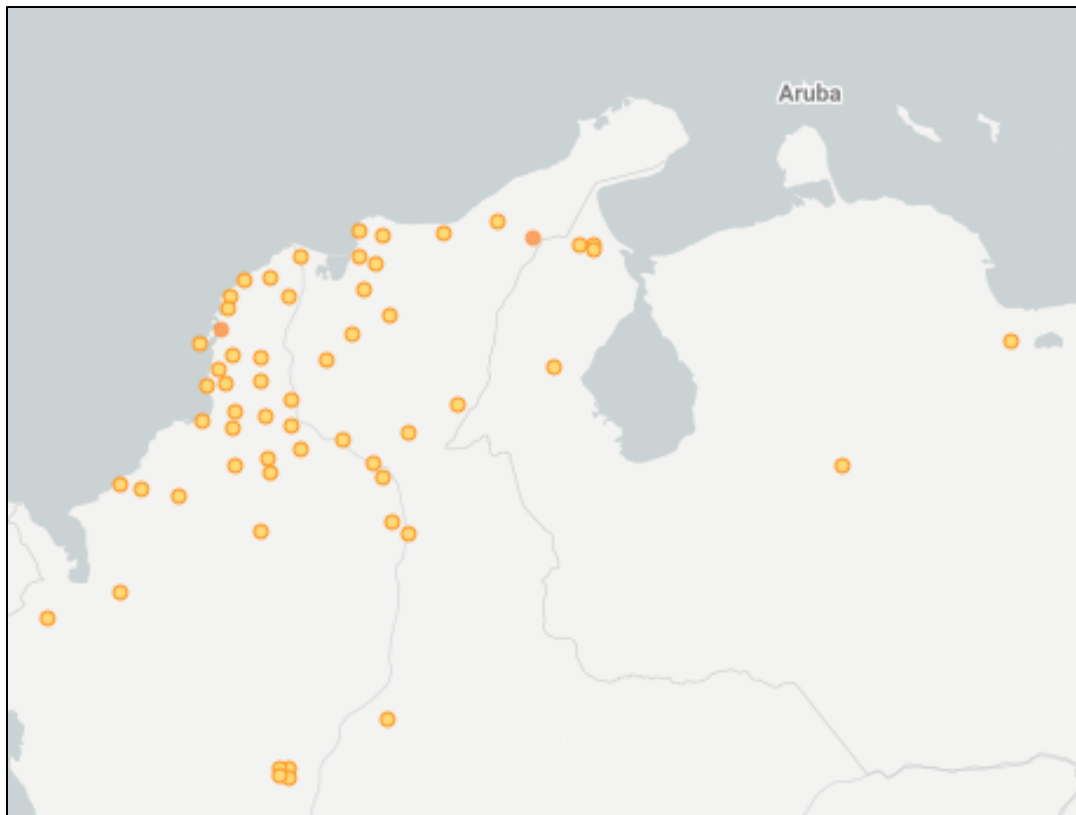
Sobre el estado de conservación de la especie se sabe que no está incluida en ninguno de los apéndices de los tratados internacionales sobre comercio de especies CITES, ni incluida en la IUCN Red List bajo alguna categoría de amenaza. Sobre los depredadores naturales de esta especie no se tienen datos aún (Mori *et al.*, 2010). Se han cultivado algunos individuos de esta especie, especialmente en Centro América y algunos jardines botánicos tropicales del mundo (Mori *et al.*, 2010). Sobre la etimología del epíteto específico no hay referencia explícita, en el protólogo de la especie, sobre su significado, pero probablemente refiere al porte modesto de los árboles del BST cerca de Cartagena, donde Jacquin observó la especie en su hábitat natural por primera vez (Mori *et al.*, 2010).



**Figura 17.** Hábito del Olla de Mono, creciendo sobre una cerca de una finca de El Peñón (Bolívar), localidad Caimanes, en la Depresión Momposina. Nótese lo alterado de su ecosistema y las fisuras verticales tan características del fuste de la especie, que en este caso está creciendo sin ramificaciones basales, a pesar de encontrarse en una zona abierta.

### 5.3 Distribución y Ecología

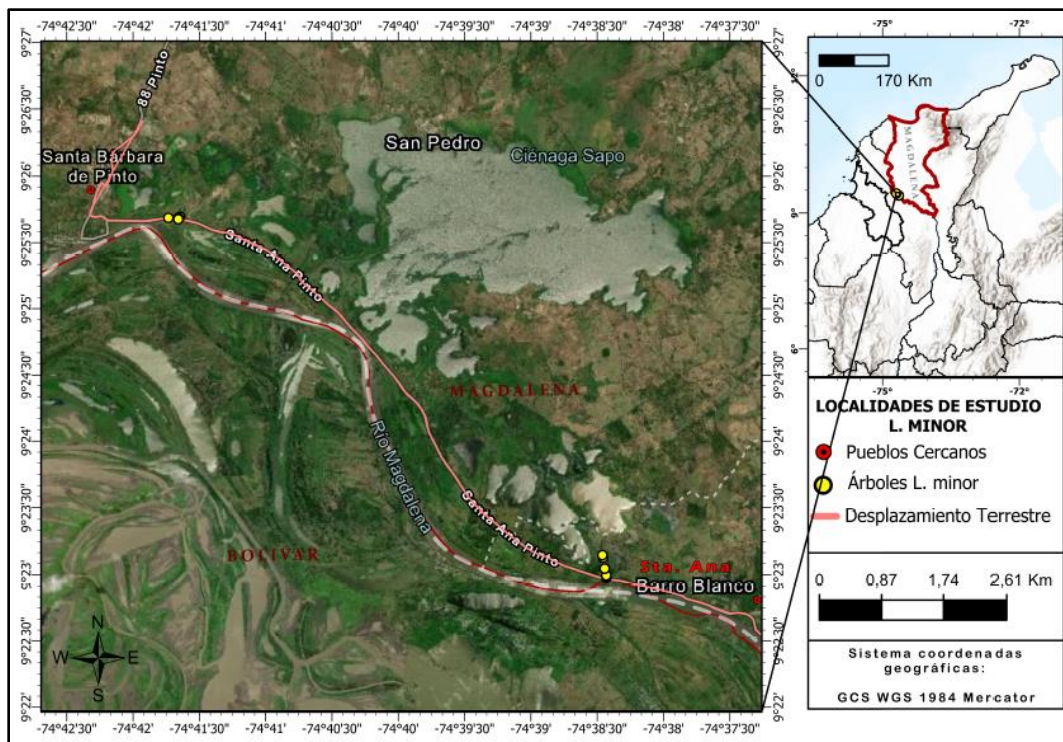
*Lecythis minor* presenta una distribución neotropical estrecha, que se restringe a algunas zonas del norte de Colombia, y una pequeña región en el Noroccidente Venezolano (Mori *et al.*, 2010). Esta especie se distribuye principalmente por la costa norte de Colombia (Caribe colombiano), en Bosques Secos Tropicales (BST) de los valles de las cuencas bajas de los ríos Magdalena y Cauca, pasando por la Serranía del Perijá, y alcanza a llegar hasta algunas zonas de las tierras bajas de Maracaibo en el nor-occidente de Venezuela (Figura 18). El Cocuelo habita los BST de tierras bajas, principalmente en terrenos con pendientes muy leves, por debajo de los 500 m.s.n.m., con preferencia por las llanuras aluviales, especialmente, las del río Magdalena en la Depresión Momposina. En el caso de la depresión Momposina, se presentan regímenes de inundación estacional, durante una temporada del año. Es común encontrar la especie en zonas abiertas, intervenidas, tales como potreros y cercas de fincas, donde es frecuentemente talada por su madera y los individuos que quedan, crecen como árboles aislados, bajos en altura, pero gruesos y con muchas ramificaciones basales (Obs. Personal; Figura 12). A pesar de esto, cuando el Cocuelo logra su crecimiento natural, en medio de una matriz de bosque continua (generalmente ripario), la especie puede alcanzar alturas considerables, de más de 25m, y un solo fuste robusto y cilíndrico (Figura 7). Para efectos de esta investigación, dentro de todas las localidades recorridas, el único lugar donde se logró ver la especie creciendo en esta forma “original”, con un solo fuste vigoroso y acompañada de bosque, fue en la reserva natural “El Garcero”, que es quizá el único relicto de bosque que queda de ese tamaño en la Depresión Momposina (Figuras 3, 20 y 21).



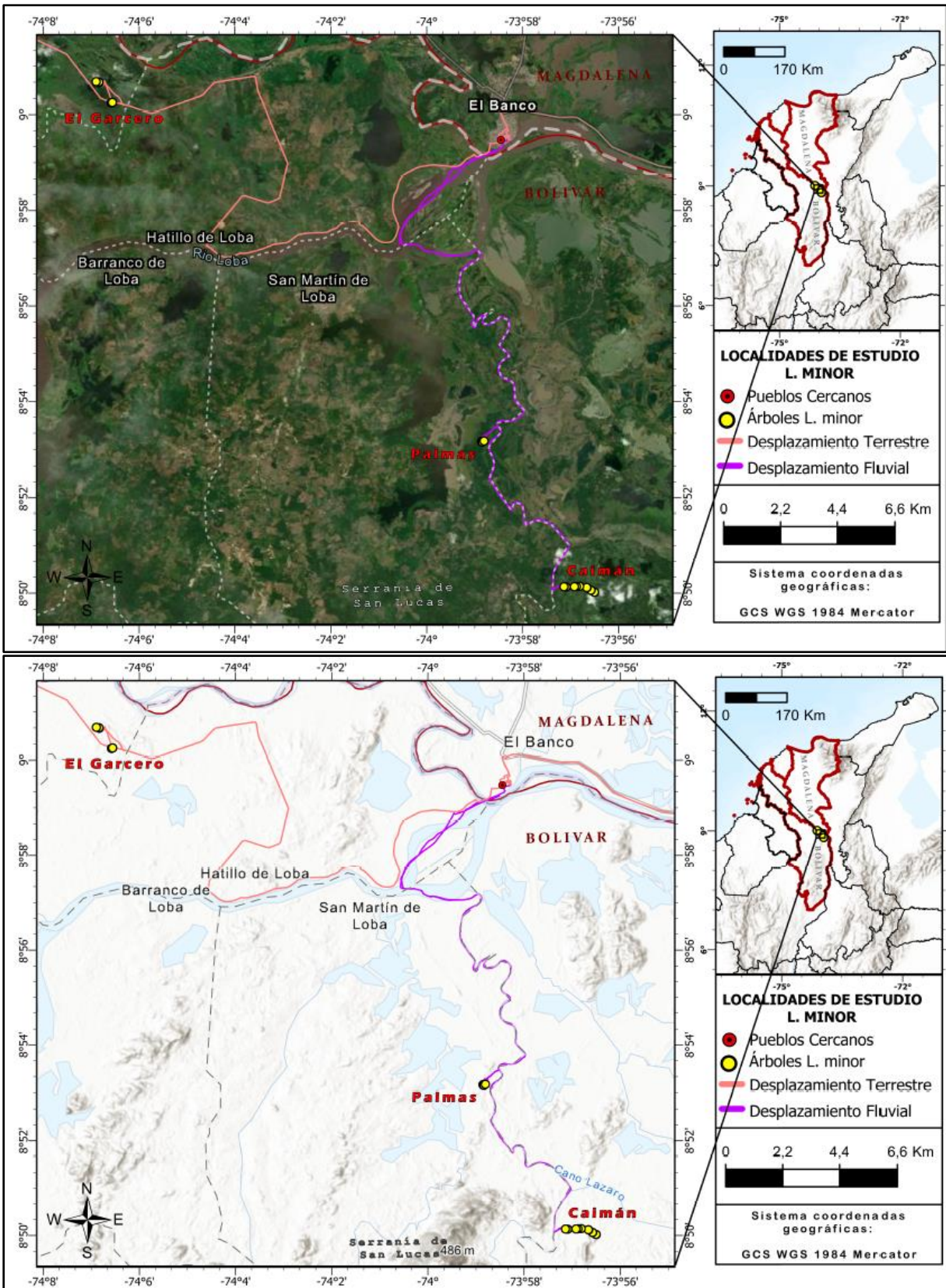
**Figura 18.** Distribución natural de *L. minor*, donde se puede ver que es casi endémica del Caribe colombiano. Los dos puntos más orientales registrados en Venezuela fácilmente pueden ser errores de determinación en los registros, pues no es normal que la especie esté al oriente del golfo de Maracaibo. Tomado de GBIF.org (2020).

### 5.3.1 Distribución de la Especie en las zonas de Estudio

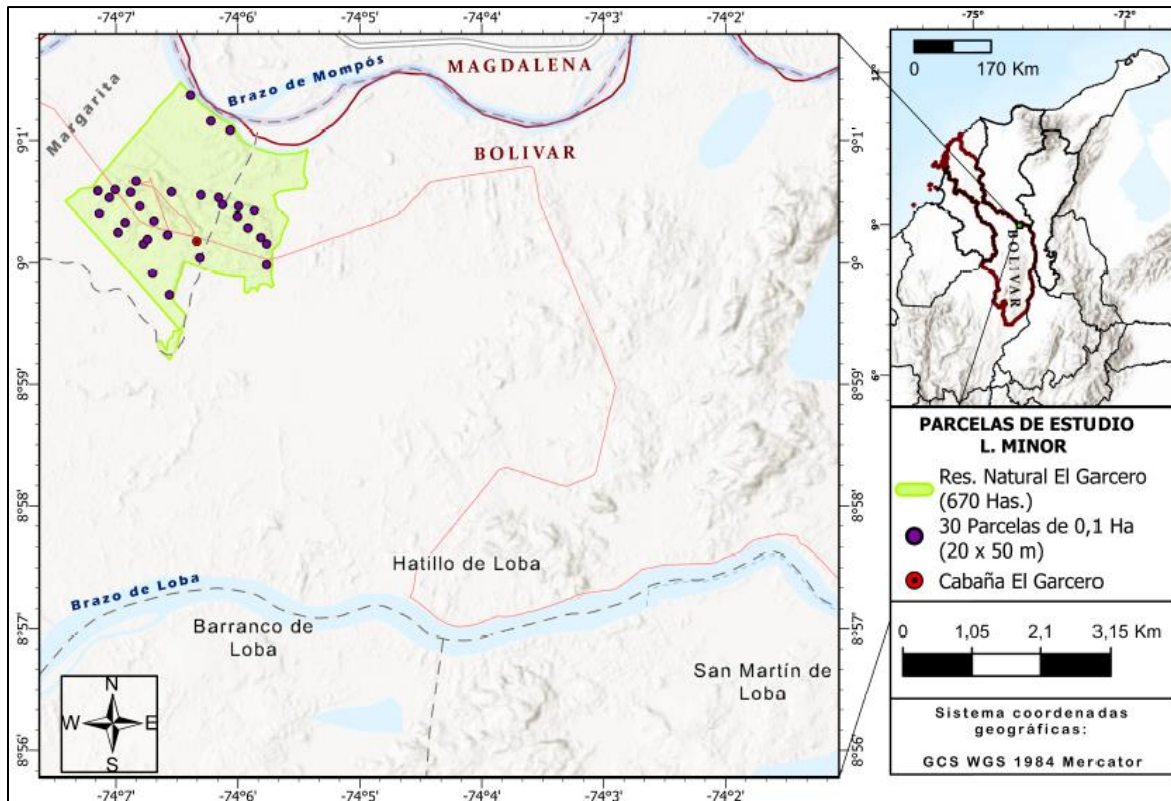
A continuación, están los mapas con más detalles de las localidades donde se encontró la especie en las zonas de estudio. En estas mismas localidades fue donde se levantó y registró toda la información de esta investigación. Para el caso de estudio se pueden ver los árboles aislados registrados entre Santa Ana y Santa Barbara de Pinto (Magdalena), nótese como hay un trayecto de más de cinco kilómetros entre los dos grupos de árboles encontrados (puntos amarillos) en que no se registraron individuos de la especie (Figura 19). En la Figura 20, se registra la distribución encontrada de la especie en las otras localidades de la depresión Momposina (Reserva El Garcero, finca Palmas y finca Caimán) aledañas a “El Banco”. En esta región fue donde más individuos se reportaron, y también fue donde se encontró la mayor productividad en la Finca Caimán. La Figura 21 corresponde a un acercamiento del polígono de la Reserva El Garcero, una de las localidades más importantes, ya que fue la única donde se encontró una matriz de bosque continuo en la depresión Momposina, con individuos adultos de Olla de Mono, creciendo en su estado original. La Figura 22 corresponde a las estribaciones de la Serranía del Perijá (Becerril), otra de las zonas donde aún se puede registrar la especie dentro de algunos pequeños bosques con alto grado de intervención. Nótese como la Olla de Mono prolifera generalmente muy asociada al agua y los valles de llanura aluvial, zonas de bastante inundación y ricas en sedimentos. La Figura 23 corresponde a las parcelas realizadas en el estudio de Castellanos-Castro & Newton (2015), de donde se obtuvo información adicional sobre densidad, abundancia y estructura poblacional de *L. minor* en el Caribe.



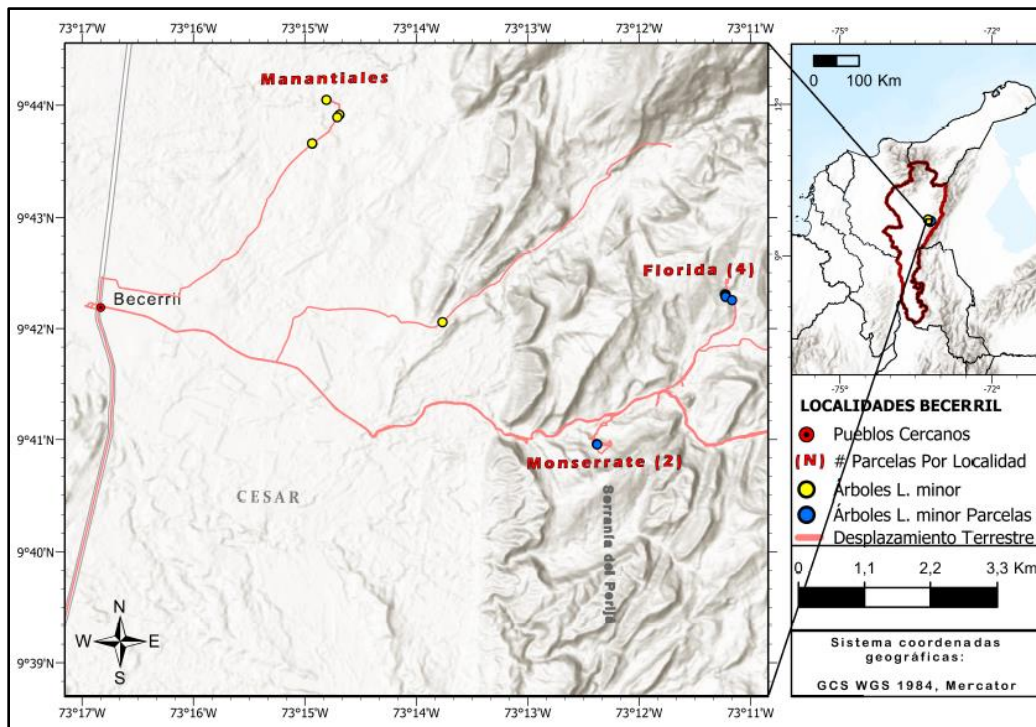
**Figura 19.** Mapa de las localidades de Santa Ana (Magdalena), donde se encontraron y muestrearon dos poblaciones de Olla de Mono por carreteras y caminos veredales: una población cerca de Barro Blanco (Sta. Ana), y la otra cerca de Santa Bárbara de Pinto. Nótese la gran distancia (ca. 7 km) entre los dos grupos de individuos encontrados, esto evidencia los patrones aislados de distribución de las poblaciones que quedan en potreros.



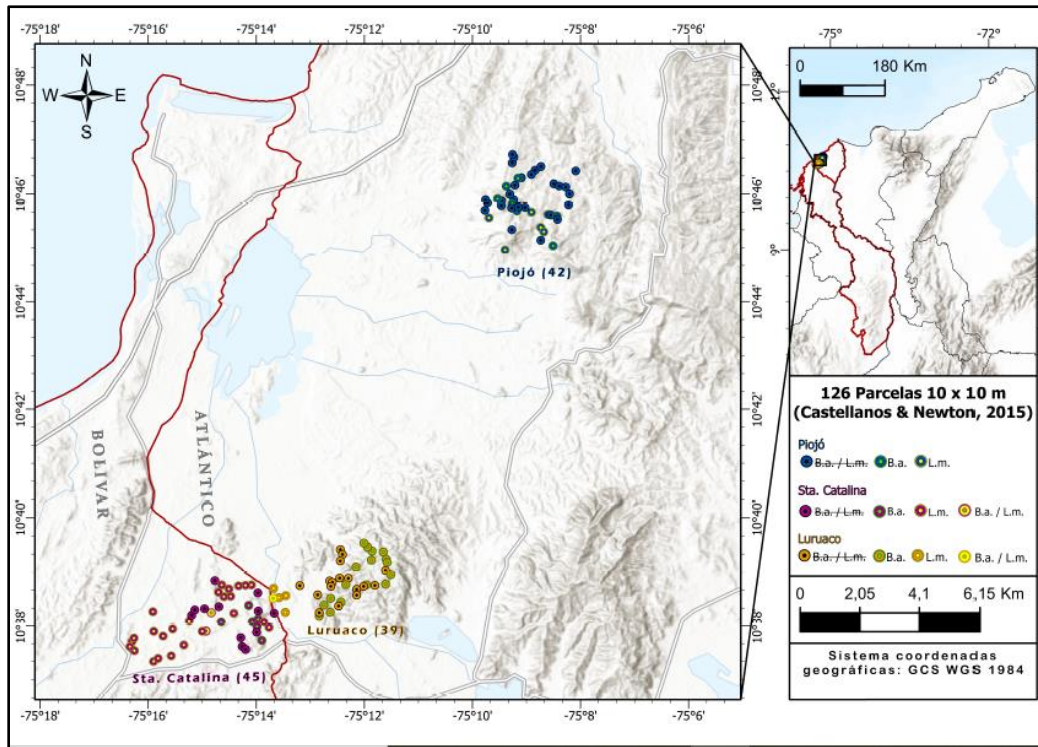
**Figura 20.** En el mapa se pueden observar las localidades de muestreo correspondientes a El Garceró (Hatillo de Loba), Caimán (El Peñón) y Palmas (Brazuelo Papayal), todas al sur y al occidente de la población de El Banco (Magdalena), y al norte de las estribaciones finales de la Serranía de San Lucas. Arriba: imagen satelital, abajo: mapa de relieve.



**Figura 21.** En el mapa se pueden observar las 30 parcelas levantadas en la Reserva Natural “El Garcero”, ubicada en la Depresión Momposina, específicamente entre Hatillo de Loba y Margarita (Bolívar).



**Figura 22.** Localidades donde se encontró *L. minor* en el piedemonte de la Serranía del Perijá (Becerril, Cesar). Los puntos azules muestran los 9 individuos que se registraron dentro de parcelas de 0,1 Ha. El resto de individuos encontrados estaban muy distanciados, en zonas abiertas muy intervenidas, sin poblaciones naturales para hacer parcelas de vegetación.



**Figura 23.** Detalle de las parcelas realizadas en el estudio de Castellanos-Castro & Newton (2015), entre los departamentos de Atlántico y Bolívar. 42 parcelas se levantaron en Piójo, 39 en Luruaco y 45 en Sta. Catalina. La convención muestra las parcelas que tuvieron presencia de:  $Ba/Lm$  = ningún individuo de las especies, Ba = presencia de *Brosimum alicastrum*, Lm = Presencia de *Lecythis minor* y Ba / Lm = Presencia de las dos especies.

## 5.4 Usos e importancia cultural

El principal uso que ha tenido *L. minor* hasta la fecha es el Maderable. Los árboles de Olla de Mono son usados comúnmente para el aprovechamiento de su madera (Figura 24), principalmente como postes de cerca o como cercas vivas en la región de la depresión Momposina colombiana (Figuras 6 y 13). También se ha reportado desde hace muchos años que sus nueces son comestibles y de muy buen sabor, sin embargo, su excesivo consumo se asocia con intoxicaciones, náuseas, dolores de cabeza, pérdida de cabello y uñas e inclusive la muerte, especialmente si los árboles de los que se cosechan crecen en suelos ricos en Selenio (Mori *et al.*, 2010). El propio Jacquin (1763), en la descripción de la especie, reporta que las semillas tienen agradable sabor, pero media hora después de consumirlas, sintió náuseas, gran ansiedad, y mareos. Estos mismos efectos han sido documentados también por Dickson (1969) y por Kerdel-Vegas (1966) para árboles cultivados en Honduras y árboles silvestres de Venezuela, respectivamente. Por esta razón las semillas de *L. minor* nunca han podido ser comercializadas, a pesar de su buen sabor.

La idea de esta investigación es incentivar un uso más sostenible de esta especie, contribuyendo a evitar que siga siendo talada por su madera. La importancia de la olla de mono como alternativa productiva y de conservación radica en sus apetecidas semillas, que constan de una concentración de Selenio difícil de encontrar normalmente en la naturaleza (Protécnica Ingeniería, 2020). En este mismo sentido, existen diversos estudios sobre la Olla de Mono, pero que abordan principalmente el tema del Selenio, enfocados en la química de sus semillas (Lafont *et al.*, 2013; Németh & Dernovics, 2015; Meriño-Stand *et al.*, 2019). Por su parte, la empresa Protécnica Ingeniería lleva investigando las propiedades químicas de las nueces de este árbol, desde el 2018, a través del proyecto: Magdalena River Nuts (Protécnica, 2020), produciendo Ingredientes 100% naturales e innovadores, y apoyando a las comunidades más vulnerables de las riberas del Magdalena, con capacitación y una fuente alternativa de ingresos, con la idea de lograr la preservación de esta especie nativa y su ecosistema. Hasta el momento Protécnica ha desarrollado productos derivados de la Nuez de *L. minor*, entre los que se destacan: Aceites 100% naturales, prensados en frío, para el cuidado de la piel con excelentes propiedades hidratantes, humectantes y emolientes; y una harina con una concentración promedio de 1.000 ppm de selenio natural, nutricional, que puede usarse como materia prima para vitaminas, nutracéuticas, productos de belleza, nutrición humana y animal (Protécnica 2020, Figuras 24 y 25). Actualmente está incrementando la demanda sobre estos productos derivados de la nuez de *Lecythis minor*, favoreciendo la creación de asociaciones locales de recolectores y de descascaradoras de semillas. Una vez se posea en el mercado, sería pertinente establecer acuerdos comerciales sostenibles y cadenas de valor respetuosas entre los productores y comercializadores de este recurso, garantizando un monitoreo adecuado de las poblaciones de la especie, como de la productividad de sus semillas y su trazabilidad.



### Los beneficios de la selenometionina y selenocisteína

**Ayuda a la Tiroides** <sup>1,2</sup>  
Algunos estudios muestran que el selenio puede ayudar a apoyar la función tiroidea, lo que puede contribuir a una sensación general de bienestar. El régimen en estos estudios consistió en 200 mcg de selenio por día.

**Antioxidante** <sup>4</sup>  
Protege a los glóbulos rojos y a las células de las membranas contra los radicales libres, previniendo así el envejecimiento.

**Reduce el riesgo de Varios tipos de cáncer.** <sup>3</sup>  
Próstata, Colon, Pulmón y Vejiga (mujeres).

**SELENIO y Cerebro** <sup>5</sup>  
El selenio en forma de alimento contribuye a la salud del cerebro. El bajo nivel de selenio puede asociarse al deterioro cognitivo.

**Buena gestión del nivel de colesterol** <sup>4</sup>  
Una toma de hasta 200 mcg de selenio por día puede en pacientes con bajo nivel de selenio ayudar a mantener un perfil de colesterol saludable.

**Salud Reproductiva Masculina** <sup>6</sup>  
La morfología de los órganos reproductivos masculinos depende en gran medida del suministro dietético adecuado de selenio. Las selenoproteínas en los testículos son fundamentales para la espermatogénesis.

**MagNUT<sup>Se</sup> Flour**  
NATURAL SELENIUM  
NUTRACEUTICAL INGREDIENT WHOLEMEAL SOURCE

**MagNUT<sup>Se</sup> sense**  
SKIN PROTECTING - NATURAL SEED OIL  
INCI NAME LECYTHIS MINOR SEED OIL

**Figura 24.** Arriba: Uso tradicional maderable de un árbol de *L. minor*, talado para postes (baretas) de cercas eléctricas en Santa Ana (Magdalena). Abajo: Propiedades y beneficios del Selenio contenido en las nueces de la especie como nuevo uso cosmético y alimenticio (Protécnica Ingeniería, 2020).





**Figura 25.** Un uso potencial, no maderable, del Olla de Mono es su nuez, que contiene Selenio y puede ser transformada en aceite y/o harina. Acá se ve un volante divulgativo de Protécnica respecto al Proyecto que vienen desarrollando con esta especie, y sus dos productos piloto. Uno de los principales usos de este endosperma de la semilla es cosmético, en un novedoso aceite desarrollado por Protécnica, quienes recientemente ganaron el Premio Incosmetics, 2020 con este producto. El otro uso es Alimenticio, mediante una harina que es fuente natural de Se para la alimentación humana y zoo cría de animales. © Fotos: Protécnica Ingeniería

## 5.5 Polinización y Dispersión

Según Jackson & Salas (1965), quienes estudiaron la polinización de *Lecythis minor* (bajo una sinonimia, en su momento conocida como *L. elliptica*) basados en árboles cultivados en Puerto Rico, Las observaciones muestran que la “Carpenter bee” (*Xylocopa brasilianorum*) (Figura 26) y la “Scoliid wasp” (*Campsomeris trifasciata*), son los posibles polinizadores de la especie, ya que encontraron polen en sus cuerpos y en los estigmas de las flores que visitaron.

También demostraron que las flores aisladas (embolsadas artificialmente por los autores) sin contacto con insectos, no produjeron frutos. Las trampas de polen (láminas con aceite instaladas cerca de las flores en anthesis) tampoco capturaron granos de polen de *L. minor*. Los autores concluyen que la Olla de mono es una especie alógama (que tiene polinización cruzada), sin dispersión de polen mediante el viento, y que el polinizador más efectivo es la “Carpenter bee” (*Xylocopa brasilianorum*). Estos mismos polinizadores son aparentemente compartidos con varias especies afines de Lecythidaceae, incluida la “Nuez del Brasil” *Bertholletia excelsa* (Figura 27) y la “Sapucaia” *Lecythis pisonis* (Figura 28).




**Figura 26.** Captura de imagen de un video que se logró grabar de un “Abejorro”, presuntamente del género *Xylocopa*, el aparente polinizador visitando las flores de *L. minor* en Santa Ana, Magdalena.



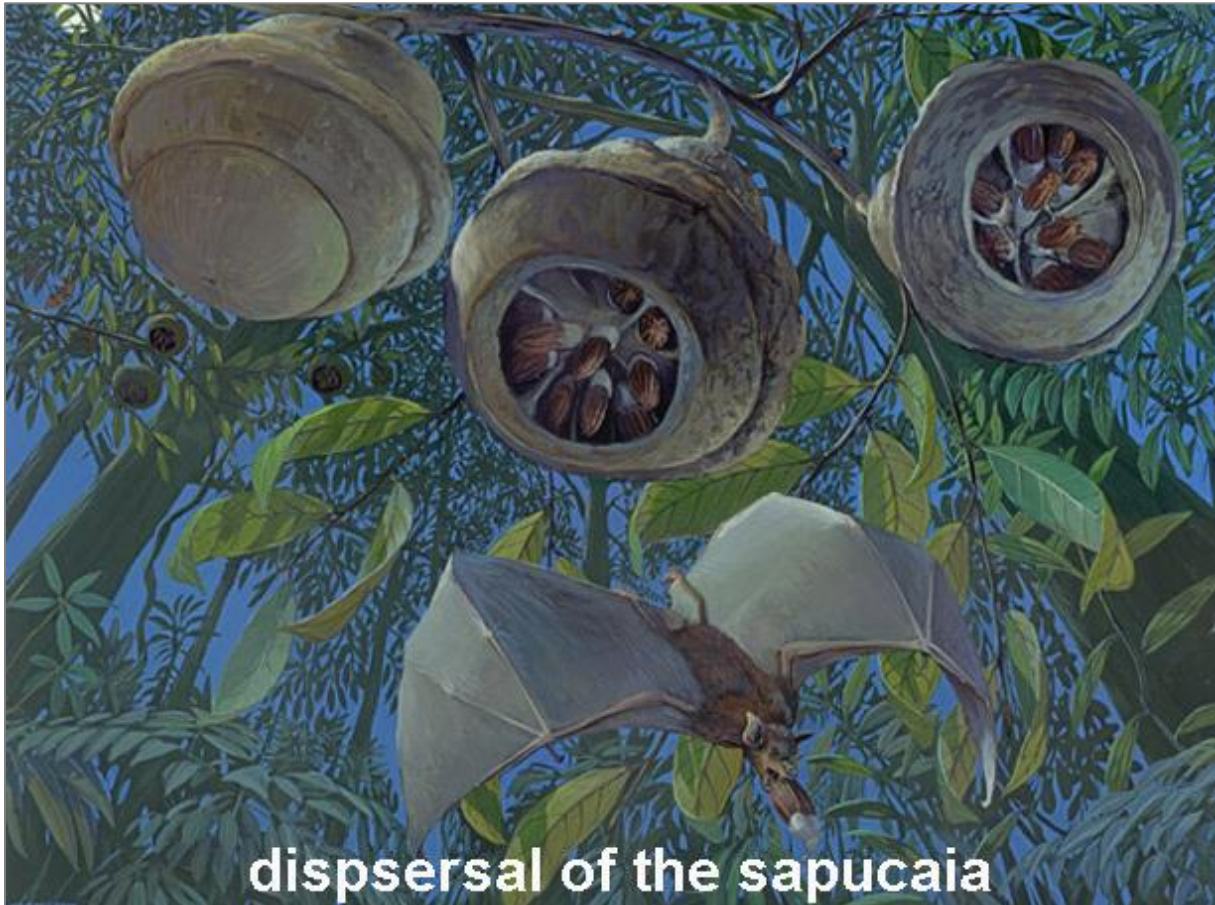
**Figura 27.** Polinización de una flor de Nuez del Brasil (*Bertholletia excelsa*) por parte de una abeja o abejorro, aparentemente del género *Xylocopa*, posado sobre la “Capucha del Androceo” floral. Las abejas tienen que ser lo suficientemente fuertes para poder abrirse paso por el pequeño orificio de entrada de la “Capucha” para lograr encontrar el néctar, que es la recompensa obtenida por llevar el Polen en sus espaldas. Créditos de la foto: A.

Henderson, Licencia: 




**Figura 28.** Dibujo recreando la Polinización del árbol de Sapucaia (*Lecythis pisonis*) por parte de hembras de abejorros (Carpenter Bee) del género *Xylocopa*. Las abejas remueven polen estéril de la capucha floral, con el cual alimentarían sus larvas. Mientras tanto el polen fértil se adhiere a las cabezas y espaldas de los abejorros que posteriormente lo transportarían a otra flor. Nótese la afinidad con los síndromes de polinización y la morfología floral del Olla de Mono. Dibujo por M. Rothman, Licencia: . Basado en las observaciones hechas por Scott Mori en Bahía (Brasil).

Sobre la dispersión de la especie se conoce aún menos, sin embargo, Mori comenta que el gran arilo basal de la especie, basado en observaciones del género *Lecythis* para Centroamérica y Brasil, sugiere un síndrome de dispersión por murciélagos, esto necesita ser confirmado todavía (Mori, 1970; Mori *et al.*, 2010). Al parecer, después de abierto el opérculo, las semillas quedan colgadas (del fruto, y por ende del árbol) durante corto tiempo por sus funículos carnosos (arilo). La fermentación que producen estos funículos genera un olor nauseabundo que atrae animales al árbol, especialmente Murciélagos, quienes se alimentan de estas estructuras, y por ende parecen dispersar las semillas del árbol parental (Mori, 1970) (Figura 29).



**Figura 29.** Dibujo recreando la dispersión de semillas del árbol de Sapucaia (*Lecythis pisonis*) por parte de un Murciélago “Nariz de Lanza” (*Phyllostomus hastatus*). En la imagen se ve al mamífero volador retirando una de las semillas del pixidio, aparentemente atraído por el olor de los arilos en descomposición. Dibujo por M. Rothman,

Licencia:  Basado en descripciones hechas por Scott Mori.

## 5.6 Abundancia

Se midieron georreferenciaron y marcaron 207 individuos adultos de *Lecythis minor* en un área de estudio superior a 3,3 hectáreas, incluyendo: 30 parcelas (3 Ha) en la Reserva Natural El Garcero, 3 parcelas (*i.e.*, 0,3 Ha) en Becerril, y varios kilómetros adicionales de recorridos, donde se muestrearon activamente árboles aislados (Depresión Momposina; Figuras 17 y 18). El 92,75% (192 individuos) del total de árboles muestreados se registraron en la Depresión Momposina, mientras que el 7,25% restante (15 individuos) restantes fueron encontrados en Becerril. En el muestreo se incluyeron 42 árboles aislados (20,29%) y 165 árboles dentro de parcelas de vegetación (79,71% de los individuos muestreados). De este casi 80% de individuos registrados en las parcelas, se obtuvo la información principal, sobre lo que originalmente debió haber sido la densidad, abundancia y estructura poblacional de la especie en el caribe colombiano.

En el estudio poblacional de la especie, que se llevó a cabo en la reserva El Garcero, se evidencia que en las 30 parcelas de vegetación levantadas (*i.e.*, 3 Ha) se encontraron 117 individuos adultos (DAP>10cm), con una densidad de 39 individuos adultos por hectárea (Tabla 1). Por ende, la abundancia poblacional de la especie, para el total del área de la reserva El Garcero, podría llegar a ser de hasta 26130 árboles en las 670 Ha de la reserva, sin embargo, hay que recordar que gran parte de la reserva actualmente tiene afectaciones por tala y pastoreo de ganado, lo que claramente disminuiría la abundancia total estimada de individuos adultos. Por otra parte, según lo que se encontró, para los individuos que se registraron en las 3 parcelas realizadas en Becerril, la densidad aproximada de árboles adultos (productivos) de la especie podría ser de alrededor de unos 30 individuos por hectárea (Tabla 1). Al incluir los datos obtenidos a partir de las parcelas de vegetación hechas por Castellanos-Castro & Newton (2015), tenemos que se encuentran alrededor de 53,17 individuos adultos por hectárea (en este caso la mayoría de individuos corresponden a clases de tamaño Adulto (A), ya que el estudio fue en bosques en proceso de regeneración natural). Sobre la densidad de la especie en fincas, potreros, pastizales, cercas y demás zonas abiertas, se estima que hay alrededor de 5 individuos adultos / Ha (Obs. Personal). Los datos de la presente investigación, y la información del estudio de Castellanos-Castro & Newton (2015), indican que *L. minor* presenta una densidad promedio ponderada de **42,32 ± 11,68** individuos adultos /Ha. en BST continuos del caribe colombiano.

**Tabla 1.** Densidad poblacional de Individuos adultos (>10DAP) de *L. minor* para el Caribe Colombiano. Se presentan, comparativamente, los resultados parciales obtenidos en el presente estudio y las cifras de otras bases de datos de estudios anteriores (*i.e.*, Castellanos-Castro & Newton, 2015)

Especie	Estudio	Localidad	Área.Mue st. (Ha)	No. Ind.Adultos/Ha
<i>L. minor</i>	Fernández-Lucero_IAVH, 2020	Florida y Monserrate, Becerril	0,30	<b><u>30,00</u></b>
<i>L. minor</i>	Fernández-Lucero_IAVH & Neotrópicos, 2020	Reserva Natural El Garcero, Hatillo de Loba - Bolivar	3	<b><u>39</u></b>
<i>L. minor</i>	Castellanos-C.& Newton.,2015	Luruaco/Piojó/Sta.Catalina	1,26	<b><u>53,17</u></b>

**Promedio ponderado de  
árboles adultos (DAP >10 cm)/ Ha**

**42,32 ± 11,68**

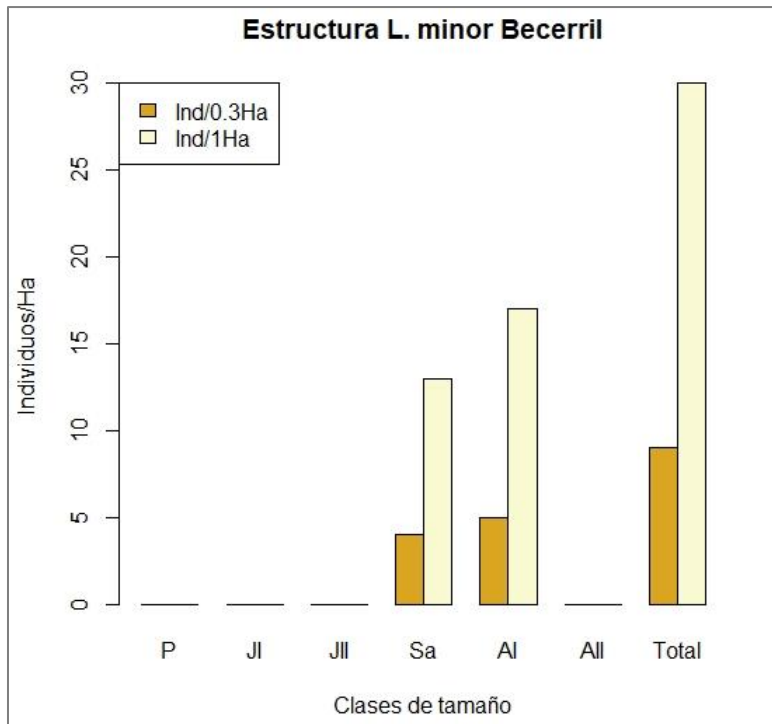
## 5.7 Estructura poblacional

Respecto a la estructura de las poblaciones de Olla de Mono en el Caribe, se encontró que, dependiendo de la localidad, la distribución de Clases de Tamaño, o Categorías diamétricas, varía sustancialmente. Por ejemplo, en las tres parcelas de Becerril, donde hubo presencia de la especie, se evidencia que las poblaciones están profundamente alteradas, pues no se registraron plántulas ni juveniles, ni tampoco árboles adultos de gran porte. Los pocos individuos de *L. minor*, encontrados en las parcelas de Becerril, corresponden a árboles Adultos y Adultos I, con una representatividad del 44% y 56% de la población respectivamente (Tabla 2; Figura 30). Este patrón encontrado para las poblaciones de Becerril contrasta con lo encontrado en los datos de las parcelas levantadas por Castellanos-C. & Newton (2015), para poblaciones de Atlántico y Bolívar. A pesar de no tener datos sobre plántulas, las poblaciones de esta localidad presentan una estructura totalmente distinta, donde predominan las clases juveniles, y los adultos son más escasos (Figura 31). En este caso los individuos Juveniles I (JI) comprenden un 35,6%, los Juveniles II (JII) un 46,8%, Adultos (A) un 17%, Adultos I (AI) un 0,5% y Adultos II (AII) un 0%. Se evidencia que, para esta localidad, las nuevas generaciones pueden ir sustituyendo y conformando las clases de tamaño mayores (*i.e.*, adultos); contrario a lo que sucede en Becerril, donde no hay individuos juveniles que se establezcan y por ende algunas poblaciones podrían estar en riesgo de desaparecer.

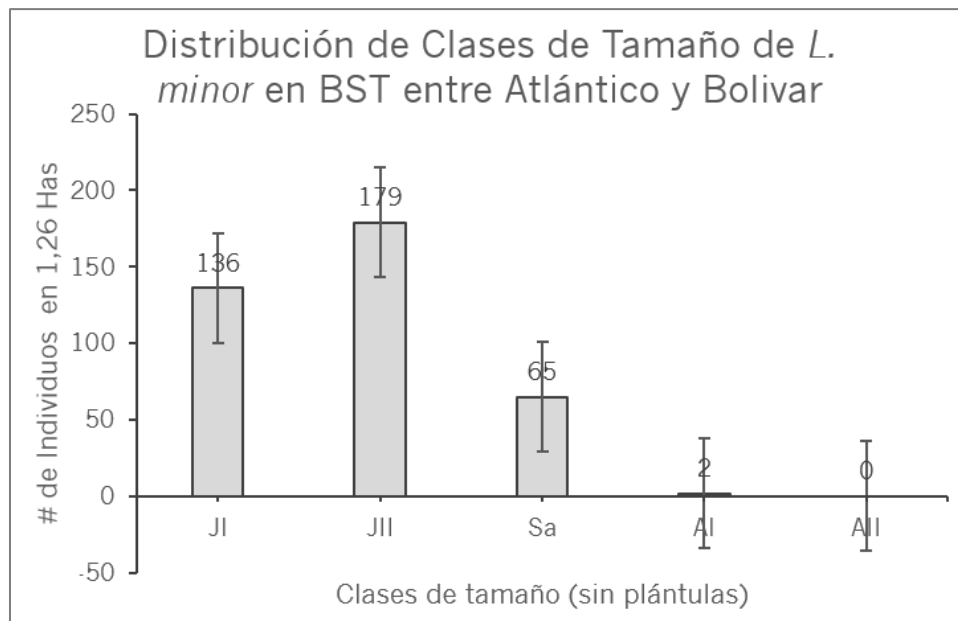
Para la población de *L. minor* estudiadas en la Reserva Natural El Garcero, se encontró un patrón de estructura poblacional diferente al de la localidad de Becerril y de Castellanos-C. & Newton (2015). En El Garcero la clase diamétrica predominante fueron las Plántulas, seguidas de los Adultos (A), mientras que las menos abundantes fueron Adultos II y Juvenil I respectivamente (Figura 32). En este caso las Plántulas son el 57,6%\*, los individuos Juveniles I (JI) comprenden un 3,5%, los Juveniles II (JII) un 7%, Adultos (A) un 21,2%, Adultos I (AI) un 9,8% y Adultos II (AII) un 0,8%. Estas alteraciones, de lo que sería una estructura poblacional esperada para una especie arbórea de Lecythidaceae (ver figuras 33 y 34), pueden estar siendo ocasionadas por: 1) Pastoreo furtivo de ganado dentro del sotobosque (esto fue evidenciado dentro de la reserva y podría estar relacionado con la falta de establecimiento de Juveniles I) y 2) Tala ilegal de árboles grandes (También evidenciado, explicaría la falta de individuos de Adultos II). Lo que sí se puede concluir es que dentro de la reserva El Garcero, a pesar de que todavía existe una cobertura boscosa, y de los inmensos esfuerzos por seguir protegiéndola, las poblaciones de *L. minor* parecen estar deteriorándose, pues se encontraron muy pocos individuos Juveniles I y Adultos II (Tabla 3).

**Tabla 2.** Estructura poblacional de *L. minor* encontrada para Becerril, según las categorías diamétricas de las poblaciones de *L. minor* estudiadas en 3 parcelas de 0,1 ha c/u. Nótese la falta de individuos en 4 de las 6 clases de vida o categorías diamétricas. Es claro que el N de las parcelas realizadas idealmente debería ser mayor para esta localidad, sin embargo, no se encontraron más poblaciones agrupadas de la especie, ni bosques con *L. minor* donde poder hacer más parcelas.

ID_Parcela	Plántulas	Juvenil I	Juvenil II	Adulto	Adulto I	Adulto II	Total
Florida_1	0	0	0	3	3	0	6
Florida_2	0	0	0	0	1	0	1
Monserr1	0	0	0	1	1	0	2
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4 (44%)</b>	<b>5 (56%)</b>	<b>0</b>	<b>9</b>



**Figura 30.** Estructura poblacional de las 3 parcelas de 0,1 ha de Becerril (amarillo oscuro) y el número de individuos esperados para 1 ha (amarillo claro). Nótese que hasta el momento no se han encontrado individuos de las clases de tamaño inferiores (P, JI, JII) ni de la clase mayor (AII). Esto estaría indicando una falta de reclutamiento de la especie en la zona, y una ausencia de Adultos II, quizá debido a la tala selectiva a la que son sometidos en la región.

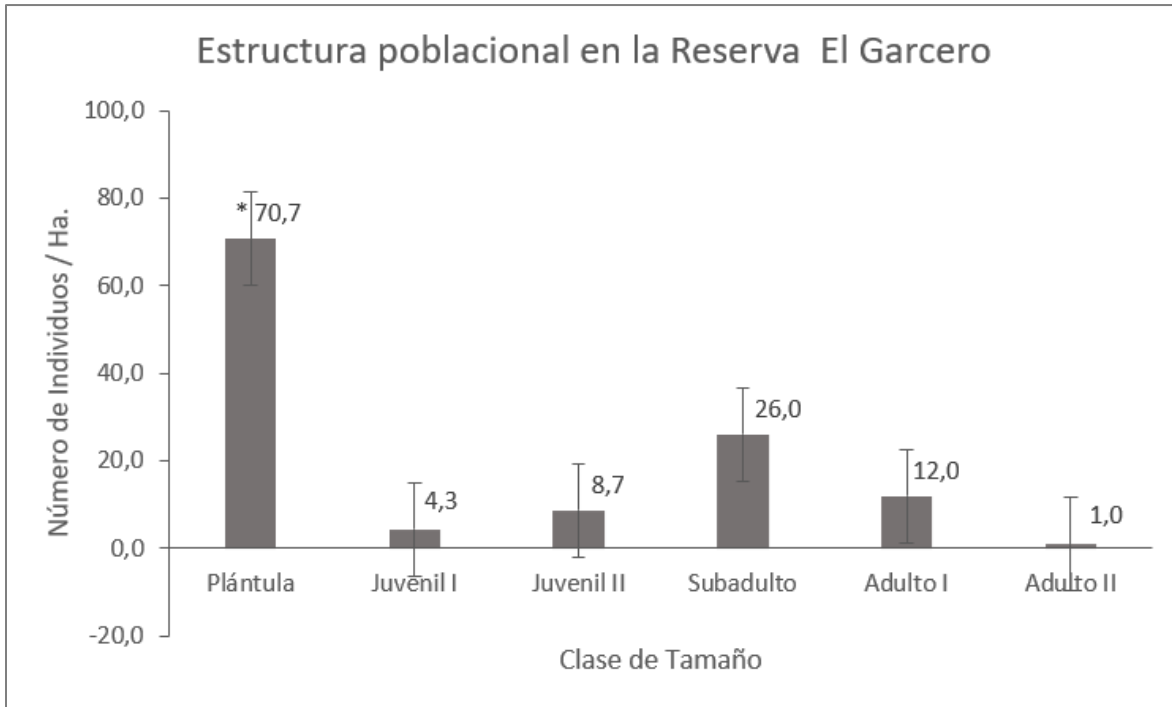


**Figura 31.** Estructura poblacional encontrada para los datos de las parcelas de Castellanos-C. & Newton (2015). Se evidencia que predominan las clases inferiores de Individuos Juveniles (JI y JII). Siguiendo un comportamiento exponencial negativo, que muestra una población en proceso de regeneración natural. Sin embargo, los individuos de gran porte son aún más escasos que en Becerril, Nuevamente demostrando la carencia de individuos grandes en las poblaciones de esta especie, principalmente debido a su constante uso maderable.

**Tabla 3.** Estructura poblacional encontrada con base en el muestreo de tres hectáreas (30 parcelas de 20 x 50m) de BST en la Reserva Natural El Garcero (Bolívar). \*Nota Las abundancias de las plántulas están dadas por lo encontrado en 750m<sup>2</sup> (i.e., submuestreo de 30 subparcelas, de 25m<sup>2</sup> cada una). En una hectárea de Bosque conservado se esperan ~ 2827 plántulas.

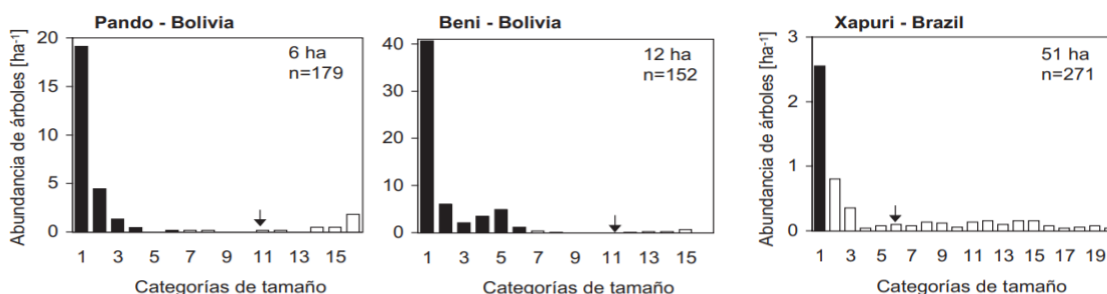
Parcelas de 0,1 Ha c/u	*Plántula	Juvenil I	Juvenil II	Adulto	Adulto I	Adulto II	Tot. general	Tot. Adultos
Parcela 1	0	0	0	5	2	1	8	8
Parcela 2	0	0	1	1	0	2	4	3
Parcela 3	35	0	0	0	1	0	36	1
Parcela 4	21	8	2	4	2	0	47	6
Parcela 5	1	0	1	1	0	0	3	1
Parcela 6	0	3	7	6	0	0	16	6
Parcela 7	0	0	0	3	1	0	4	4
Parcela 8	0	0	0	2	0	0	2	2
Parcela 9	0	0	0	5	1	0	6	6
Parcela 10	0	0	0	5	0	0	5	5
Parcela 11	1	0	0	0	1	0	2	1
Parcela 12	0	0	1	1	1	0	3	2
Parcela 13	0	0	0	2	1	0	3	3
Parcela 14	1	0	1	3	0	0	5	3
Parcela 15	0	0	1	0	1	0	2	1
Parcela 16	0	1	0	0	1	0	2	1
Parcela 17	3	0	2	8	4	0	17	12
Parcela 18	0	0	0	5	1	0	6	6
Parcela 19	0	0	1	0	1	0	2	1
Parcela 20	0	1	2	4	0	0	7	4
Parcela 21	0	0	2	2	0	0	4	2
Parcela 22	6	0	2	3	0	0	11	3
Parcela 23	0	0	0	0	0	0	0	0
Parcela 24	0	0	0	0	0	0	0	0
Parcela 25	0	0	0	0	0	0	0	0
Parcela 26	1	0	0	0	1	0	2	1
Parcela 27	11	0	0	1	1	0	13	2
Parcela 28	6	0	1	1	1	0	9	2
Parcela 29	24	0	0	1	7	0	32	8
Parcela 30	102	0	2	15	8	0	127	23
<b>Total</b>	<b>*212 (2827)</b>	<b>13</b>	<b>26</b>	<b>78</b>	<b>36</b>	<b>3</b>	<b>368</b>	<b>117</b>
<b>% Categoría</b>	<b>*57,6%</b>	<b>3,5%</b>	<b>7 %</b>	<b>21,2 %</b>	<b>9,8 %</b>	<b>0,8 %</b>	<b>100 %</b>	<b>31,8 %</b>





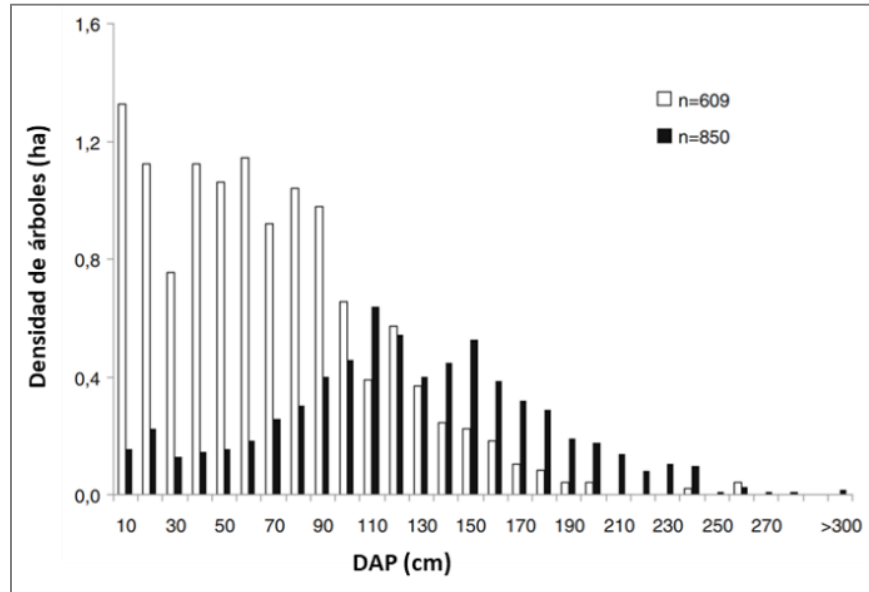
**Figura 32.** Representación gráfica de la estructura poblacional encontrada en la Reserva El Garcero. Nótese que los valores de la Tabla 3 corresponden a lo encontrado en 3 Ha, mientras que en este caso se expresan los valores ajustados a 1 Ha de Bosque. \* Número de plántulas en 250 m<sup>2</sup>, en 1 Ha puede haber hasta 2827 plántulas. Para efectos de escala de la gráfica se mantuvo el valor parcial de plántulas encontradas.

Las variaciones estructurales encontradas en las poblaciones de las tres localidades estudiadas concuerdan con lo encontrado en otras investigaciones en especies afines (de la misma familia), de las cuales existe abundante información en la literatura de PFNM. Este es el caso de la Nuez del Brasil (*Bertholletia excelsa*). A continuación, se presentan ejemplos de estudios como los de Zuidema & Boot (2002); para la región de Pando y Beni, y de Viana *et al.* (1998); en la región de Xapuri – Brasil, donde se evidencia como la estructura poblacional de una misma especie varía, dependiendo de la localidad de estudio, al igual que se encontró para *Lecythis minor*. La Figura 33 muestra distintas estructuras poblacionales de *B. excelsa* en Bolivia y Brasil. Las barras negras representan las categorías de tamaño de plántulas, brinzales y latizales (< 10 cm DAP), mientras que las flechas indican la categoría donde empiezan los individuos grandes (>60 cm DAP).



**Figura 33.** Distintas estructuras de población de “Castaña” encontradas para tres localidades de aprovechamiento de Bolivia y Brasil.

Las investigaciones de Scoles & Gribel (2011), también han corroborado que la estructura poblacional de los árboles de Castaña de Brasil Varía en la Amazonía brasileña dependiendo de la localidad y su historia de uso de la tierra (Figura 34).



**Figura 34.** Distintas estructuras de población de “Castaña” encontradas para dos localidades de aprovechamiento en la Amazonía Brasileira. En negro la región de Trombetas, que estuvo densamente poblada y luego fue abandonada en el siglo XVI, y en blanco la región del río Madeira que ha sido mucho más perturbada, y por ende presenta una estructura poblacional más joven.

Sobre la densidad de árboles de *B. excelsa*, en la Amazonía existe abundante información, como los inventarios de “gran escala” (área de la muestra >10 hectáreas) recopilados en el trabajo de Zuidema (2003), Donde se infiere que la densidad promedio por hectárea es de alrededor de 1,58 árboles adultos, de más de 10 cm de DAP (Figura 35). En este caso la densidad de árboles adultos por hectárea difiere de lo encontrado para *L. minor* (

Región	Área del bosque [hect.]	Área muestra [hect.]	Min. DAP [cm]	Nro. de árboles	Densidad media [hect. <sup>-1</sup> ]
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 manchaes de castaña)	28.5	28.5	10	137	4.8
8 Acre, Brasil - Xapurí	51	51	40	98	1.9

**Figura 35.** Resumen de datos de los inventarios a gran escala desarrollados en la Amazonía con el fin de determinar las densidades poblacionales de la Nuez del Brasil.

## 5.8 Fenología y producción de frutos

Sobre la biología reproductiva de *Lecythis minor* no se sabe mucho, a pesar de la importancia de esta especie, que es casi endémica de Colombia, y la antigüedad de su descripción. Lo poco que se sabe es lo descrito por Mori *et al.*, (2010), quienes comentan que florece de abril a diciembre y fructifica de diciembre a febrero principalmente (Figuras 36 y 37). En la descripción de la especie, el protólogo de Jacquin (1763), también se dice que *L. minor* florece en junio y julio, en Cartagena.

Por otro lado, los estudios de Sands (1925) y Mori (1970) brindan un primer estimado de lo que podría ser la producción de semillas del género *Lecythis*, a partir de dos individuos de lo que parece ser *L. ollaria* (Mori cree que fueron árboles de *L. zabucajo*) sembrados en Malasia (Mori, 1970). En este estudio se encuentra que, a los 10 años, los árboles han alcanzado 12 m de altura y 10 m de diámetro de copa. También que un árbol empieza a ser productivo a la edad de 11 años, y que dicho individuo produjo 21 frutos, mientras que el otro individuo produjo 81 frutos, en la misma temporada. Cada uno de los frutos de estos árboles pesó alrededor de 2,3 Kg. y tenía entre 41 y 49 semillas. Entre los dos árboles produjeron 10,7 kg de semilla pura. Si se proyecta esto a los 55 árboles que tiene una hectárea en promedio, se esperaría una producción de 294 Kg/Ha (Mori, 1970). Sin duda las aproximaciones de Sands y Mori, son la base de partida para estudiar la productividad del género *Lecythis*, sin embargo, lo que se encontró en el presente estudio sugiere que la productividad de esta especie parece estar más relacionada con la localidad (Figura 38), e incluso factores de legado, y no únicamente con el tamaño de los individuos, su DAP, Altura, área de copa etc. (Figuras 39, 40, 41 y 42).

Debido a que el DAP mínimo productivo encontrado en este estudio fue un Adulto (A) de 11,1 cm (Ver 5.8), para efectos de los análisis se consideró como árboles adultos productivos (de frutos) a todos los individuos de las categorías “Adultos”, “Adultos I” y “Adultos II” (*i.e.*, 10 cm de DAP en adelante).

El 68,11 % (141 de 207) de los de los árboles muestreados se encontraron infértiles, el 1,9% (4 de 207) fueron encontrados con flores, el 18,8% (39 de 207) se estaban en fruto, y el 11,1% (23 de 207) estuvieron en floración y fructificación simultáneamente. De los individuos en fructificación, se le tomó muestras de frutos a 34 de ellos. En total se midieron 205 pixidios de los 34 individuos productivos, y a dichas muestras se les hizo un análisis morfométrico. Se encontró que un árbol presenta en promedio  $27 \pm 43,4$  inflorescencias (cada inflorescencia tiene  $9 \pm 2,7$  flores en promedio), asimismo hay en promedio  $22 \pm 36,3$  frutos (pixidios) /árbol, con  $(10,57 \pm 3,6)$  semillas/fruto, que multiplicados por los  $42,32 (\pm 11,68)$  árboles/ha (BOSQUE).., da un promedio de **931,04 frutos = 9841,09 semillas por hectárea de BST aprox.** (dentro de un bosque seco tropical con *Lecythis minor* y en buen estado de conservación). Sin embargo, sucede que estas dos condiciones no son fáciles de encontrar, pues quedan muy pocos bosques con *L. minor*, y en las zonas abiertas (potreros) donde es más común encontrar la especie, se tiene que: tomando como referencia lo observado en campo, los mismos  $22 \pm 36,3$  frutos/árbol ( $10,57 \pm 3,6$ ) semillas/fruto al multiplicarlos por 5 individuos (aproximado de árboles por hectárea de potrero de finca) da un estimado de: **110 frutos = 1162,7 semillas por hectárea de potrero.**

Adicionalmente se encontró que el DAP mínimo productivo fue un individuo Adulto (A) con 11,1 cm (DAP), y el DAP máximo fue un adulto II de 86,3 cm. también se registraron dos individuos Adultos (A) que habían sido talados aproximadamente a 30 cm del suelo, y de su tocón retoñaban alrededor de 7 ramas de 3 cm de DAP en promedio, algunas de ellas con pequeños frutos, poco desarrollados, aparentemente producidos por el stress del árbol que fue talado. Faltaría comprobar si los pequeños frutos y semillas producidos por estos “chupones” generan árboles

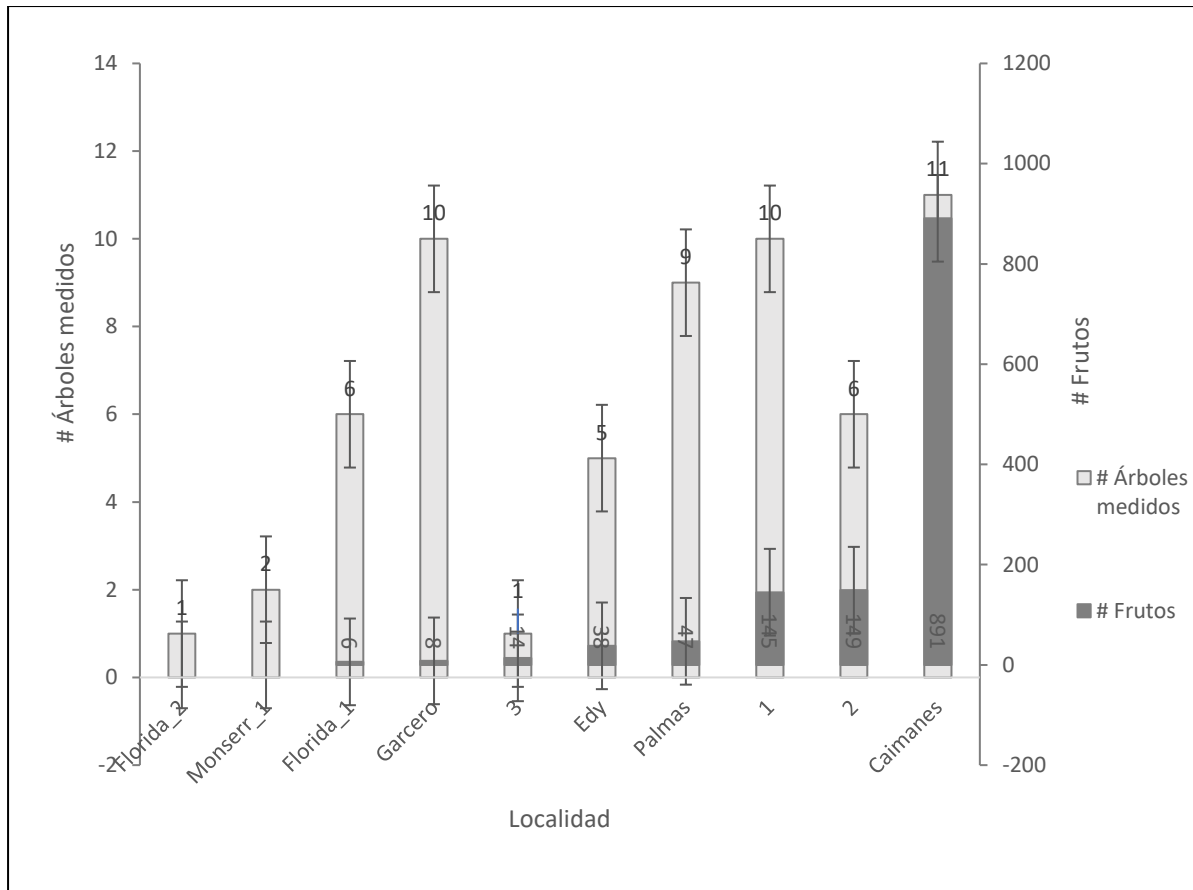
viales reproductivamente, o simplemente son frutos y semillas producidos ante un stress de gran proporción como es la tala del eje principal del árbol.



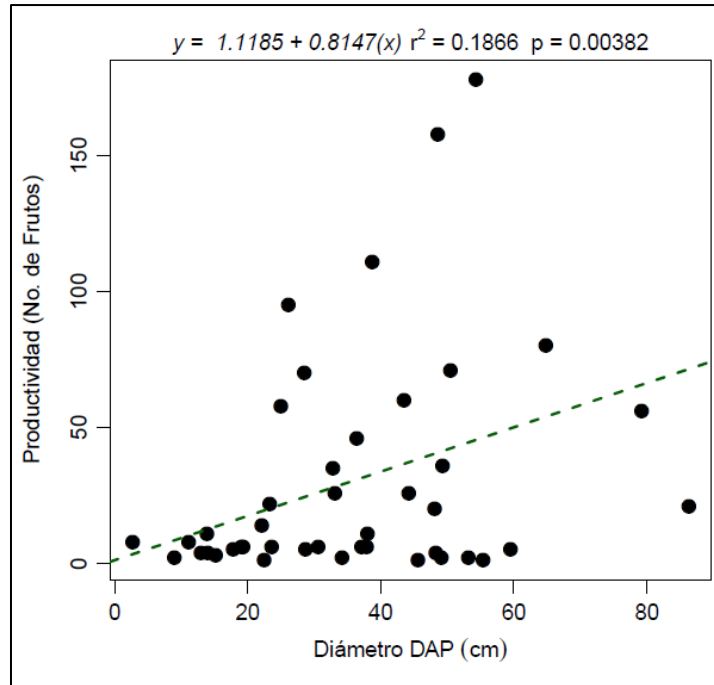
**Figura 36.** Vista frontal de una Inflorescencia de Olla de Mono, con los estambres formando esa “caperuza” típica del género. Nótese los otros botones inmaduros en la parte posterior de la flor.



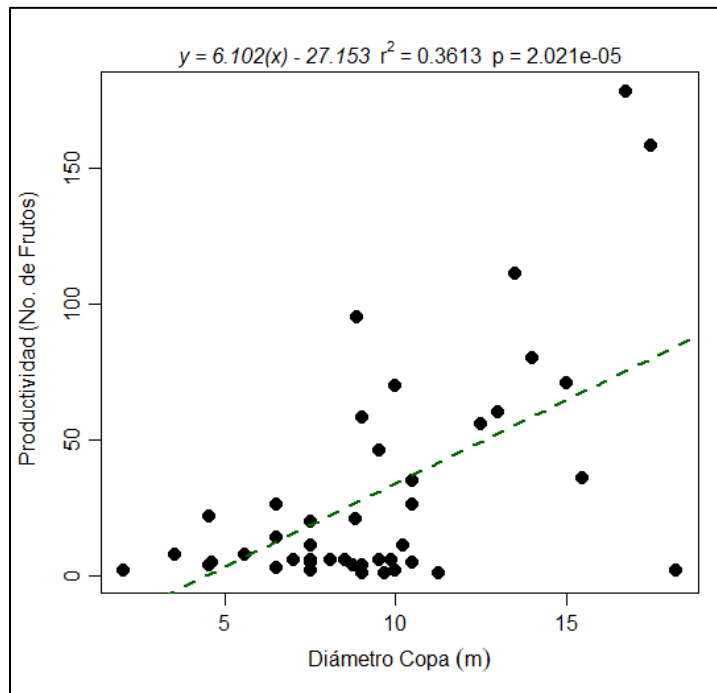
**Figura 37.** Muestras de Frutos (paxidios) colectados de 4 árboles diferentes. Nótese la gran variabilidad morfológica de los frutos, inclusive entre frutos del mismo árbol.



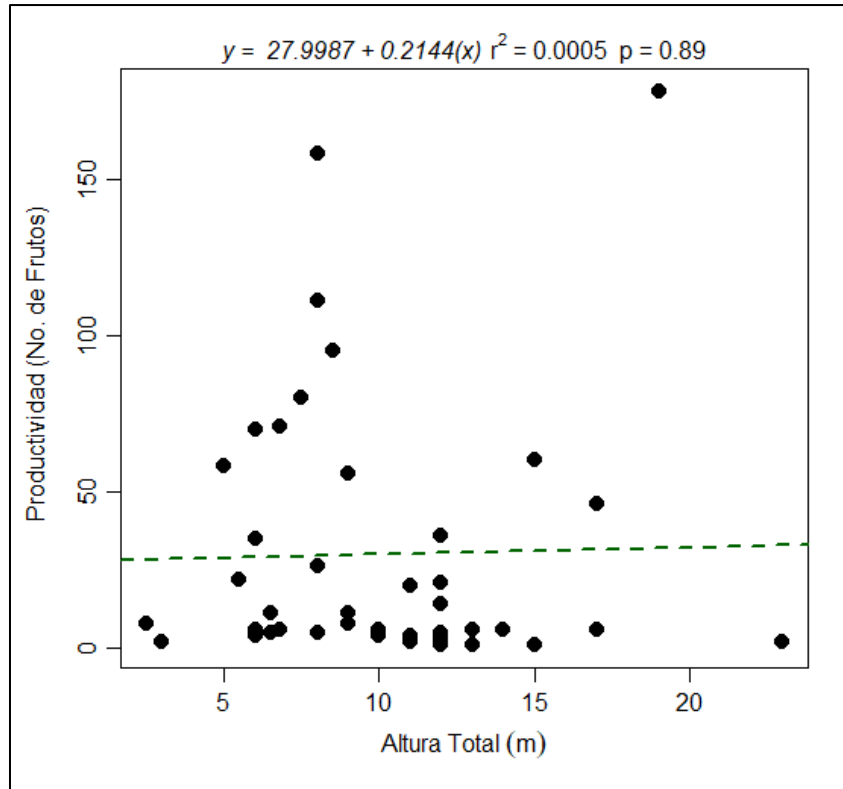
**Figura 38.** Este gráfico muestra la productividad de frutos (#- número de frutos) por localidad, al igual que el número de árboles medidos en cada una de estas localidades. Se evidencia que por lo menos en 4 localidades se midieron entre 9 y 11 individuos, sin embargo el número de frutos encontrado en estas localidades varía desde 8 hasta 891 frutos, lo cual sugiere que la cantidad de frutos encontrada no es un efecto de las variaciones en la intensidad del muestreo entre localidades, sino más bien las diferencias significativas en la productividad de frutos entre localidades, que puede estar más relacionada con variables ambientales y/o temporales exclusivas de cada sitio.



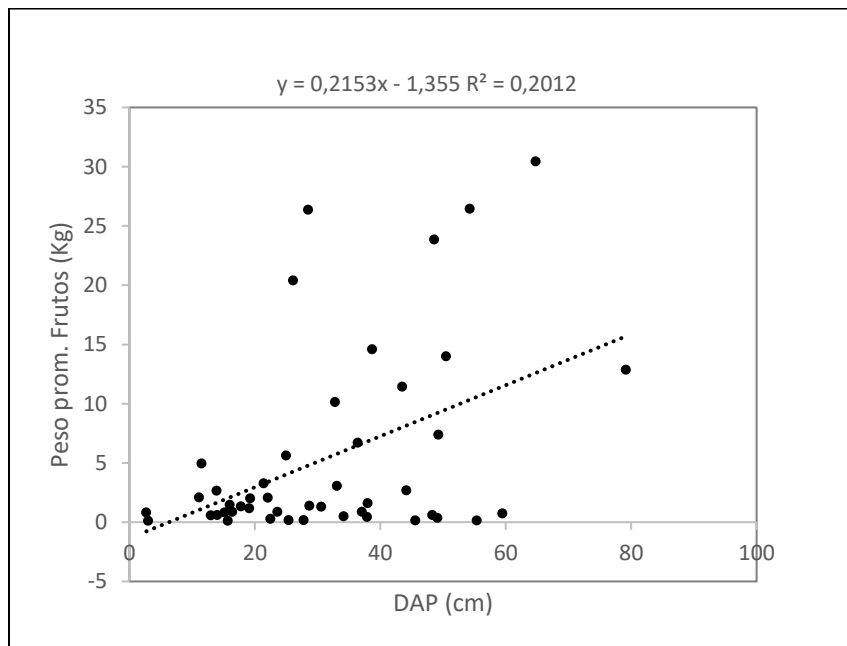
**Figura 39.** Modelo lineal simple entre el tamaño de los individuos (expresado en forma de su DAP) vs. su productividad (*i.e.*, número de Frutos por árbol). Es evidente que existe una relación significativa entre las variables del modelo ( $p < 0,05$ ), a pesar de esto, el porcentaje de la productividad explicado a partir del DAP, es pequeño, inclusive algunos de los individuos más productivos tuvieron un DAP promedio, y otros individuos de gran DAP, no tuvieron una producción de frutos grande.



**Figura 40.** Modelo lineal simple entre el diámetro de la copa (indicador directo del área de la Copa) de los individuos muestreados, vs. su productividad de frutos (*i.e.*, Número de Frutos por árbol). En este caso existe una relación significativa entre estas dos variables ( $p < 0,05$ ). A pesar de esto, el porcentaje en que la productividad de frutos es explicada por el diámetro de las copas sigue siendo bajo. Nótese, por ejemplo, que el individuo de mayor área de copa, produjo muy pocos frutos.

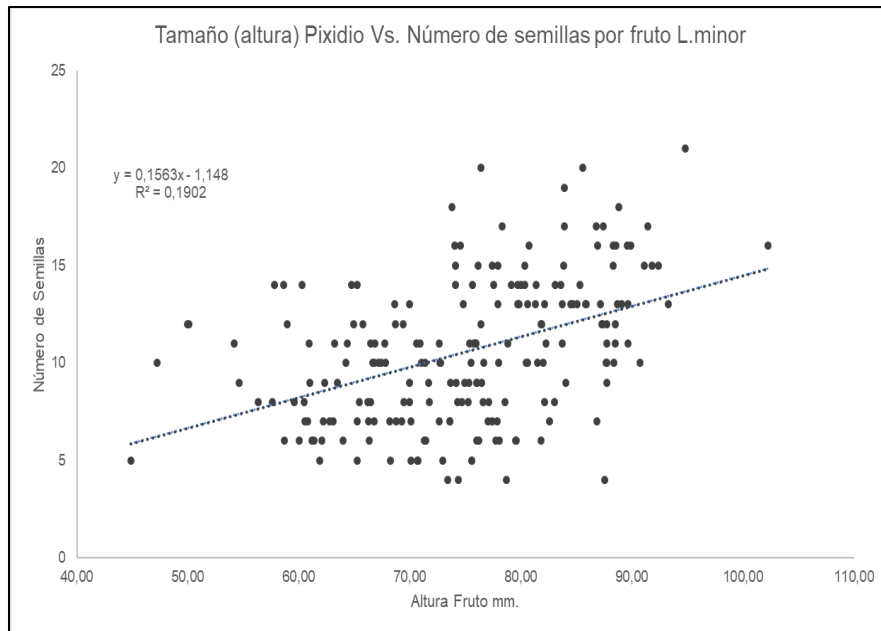


**Figura 41.** En este modelo de regresión lineal simple entre el tamaño (expresado en altura) de los individuos muestreados vs. la productividad (*i.e.*, número de Frutos por árbol), se evidencia que no existe una relación significativa entre estas dos variables, y el porcentaje de explicación de la variable Y (productividad) por parte de la variable X (Altura) es nulo.

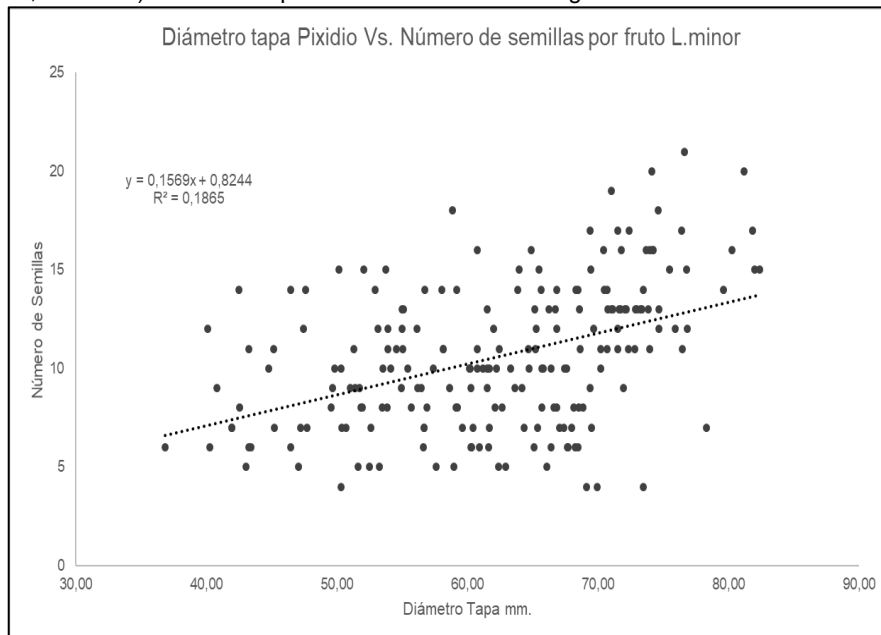


**Figura 42.** En esta regresión lineal simple entre el DAP de los individuos muestreados, y su productividad (*i.e.*, Peso de Frutos), se evidencia una relación muy similar a la encontrada entre DAP y número de frutos (Figura 39). En este caso el valor p (**p= 0,00013**), también demuestra que existe una relación significativa entre las variables.

Debido a la gran variabilidad morfométrica que se evidencia tanto en la literatura como naturalmente en las variadas dimensiones y formas de los pixidios del Cocuelo, se quiso probar si existe alguna relación estrecha entre el tamaño (*i.e.*, Altura fruto, diámetro de tapa y Peso Fruto) y la productividad (*i.e.*, el número de semillas producida por cada fruto). Ya que se esperaría que frutos más grandes produjeran un mayor número de semillas. Para esto se han hecho las 3 regresiones lineales que se expresan a continuación, donde se encontró que no hay una relación significativa entre el tamaño (altura y diámetro de tapa) y peso de los frutos y el número de semillas producidos por los mismos, como se evidencia en los modelos lineales de las Figuras 43, 44 y 45.

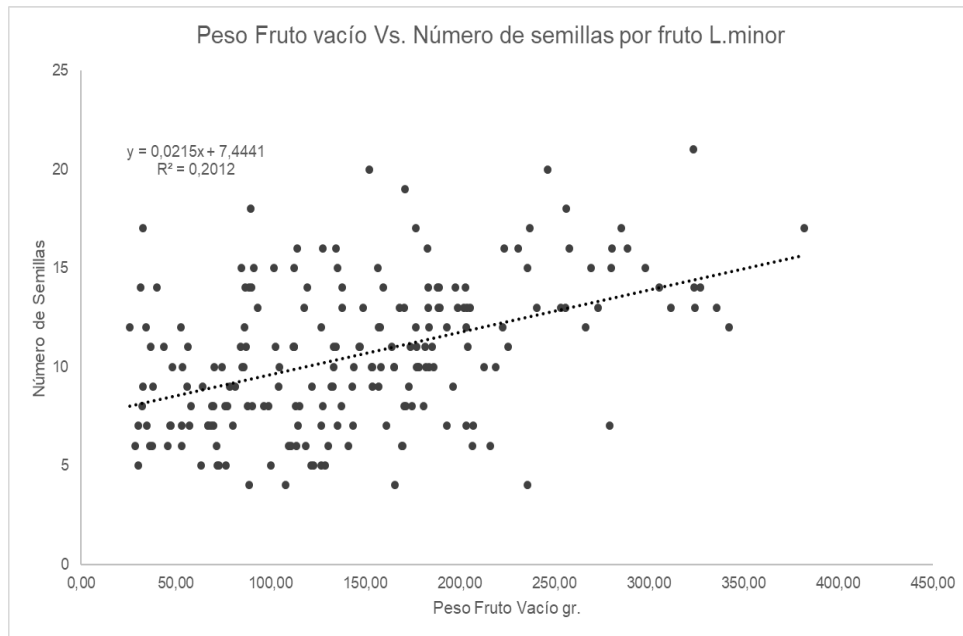


**Figura 43.** Modelo lineal simple entre la altura de los Frutos colectados y el número de semillas en cada uno de ellos. A pesar que la variable Altura Fruto no explica gran porcentaje del Número de Semillas ( $r^2=0,1902$ ), el valor p ( $p=6,34425E^{-11}$ ) demuestra que sí existe una relación significativa entre las variables.



**Figura 44.** Modelo lineal simple entre el diámetro de la tapa u opérculo de los Frutos colectados y el número de semillas en cada uno de ellos. A pesar que la variable Diámetro Tapa no explica gran porcentaje del Número de Semillas ( $r^2=0,1865$ ), el valor p ( $p=1,01663E^{-10}$ ) demuestra que sí existe una relación significativa entre las variables.





**Figura 45.** Modelo lineal simple entre el peso de los frutos colectados y el número de semillas en cada uno de ellos. Nótese que a pesar que la variable Peso Fruto Vacío no explica gran porcentaje del Número de Semillas ( $r^2=0,2012$ ), el valor p ( $p= 1,52387E^{-11}$ ) demuestra que sí existe una relación significativa entre las variables.

Los resultados encontrados evidencian que, efectivamente existen varias relaciones positivas estadísticamente significativas entre varias variables de tamaño del árbol parental y la productividad de frutos del mismo (exceptuando la variable Altura Total, la cual no evidencia una relación significativa con la productividad de frutos). Adicionalmente, también existen relaciones positivas estadísticamente significativas entre varias variables de tamaño y peso del fruto evaluadas (*i.e.*, Altura, diámetro de tapa y peso de fruto vacío) y el número de semillas encontrado por fruto (Figuras 43, 44 y 45). Sin embargo, no es una relación muy fuerte ya que el  $r^2$  más grande fue de 0,36 (Figura 40), y ninguna de las tres variables explica en un alto porcentaje la productividad de frutos del árbol ni la cantidad de semillas por fruto. Lo que aparentemente está sucediendo es que, como es de esperarse, los árboles que tienen diámetros de fuste y de copa mayores, están produciendo mayor cantidad de frutos, mientras que la altura del árbol aparentemente no está relacionada con la productividad de frutos. Adicionalmente a medida que los frutos producidos tienen un mayor tamaño, también contienen un mayor número de semillas.

## 6. Caracterización de la cosecha y manejo

### 6.1. Épocas de cosecha

Según lo que se conoce, *L. minor* florece de abril a diciembre y fructifica de diciembre a febrero en su área de distribución natural (Mori *et al.*, 2010). En el Protólogo donde se describe la especie, Jacquin (1763) comenta que los árboles de *L. minor* están florecidos entre junio y Julio, en los alrededores de Cartagena. Según lo que se encontró en campo, el mayor pico en la producción de frutos fue entre enero y febrero, al menos para algunas de las localidades de estudio. Sin embargo, en otras localidades (*e.g.*, Reserva Natural El Garcero) visitadas durante estas fechas, se pudo validar que no había individuos con frutos todavía, a pesar que era la fecha generalizada de la cosecha de la especie. Esto posiblemente está más relacionado con otras variables ambientales locales, tales como microclima, precipitación, humedad relativa, radiación solar etc., como se discute más adelante. A continuación, se presenta el calendario fenológico para *L. minor*, sencillo y resumido a partir de la información obtenida en la literatura, de los reportes y observaciones de los conocedores y cosechadores locales, y las observaciones personales realizadas en campo (Figura 46).



**Figura 46.** Calendario Fenológico encontrado para *Lecythis minor* en el Caribe Colombiano. Cabe recordar que generalmente hay variaciones en estos ciclos fenológicos dependiendo de la localidad específica de estudio.

### 6.2. Equivalencia entre lo cosechado y el producto final.

A continuación, se presenta un resumen de algunas de las principales mediciones morfométricas de los frutos y semillas de *L. minor* que se puede ver en la Tabla 4. Todos los datos en detalle se pueden consultar en la base de datos completa, que se encuentra en la I2D del Instituto Humboldt (Ver 4.4). Se encontró que alrededor del 90% del peso cosechado (teniendo en cuenta el peso del fruto “Olla”) se pierde, y únicamente cerca del 10% de este peso es aprovechado en forma de nueces, el restante peso corresponde al peso del fruto, arilos, testa, y la humedad perdida en cada uno de los componentes (Tabla 5). Esto se acerca a lo encontrado por Meriño-Stand *et al.*, (2019), quienes describen que “un 11.022% del fruto corresponde al peso de las semillas, y las semillas presentaron un 64.8% correspondiente a la almendra, el restante al exocarpo”.

Tabla 4. Resumen y promedios de algunas de las mediciones morfométricas principales tomadas a 205 frutos semillas y nueces de *L. minor* en el Caribe. \*Total de Frutos (pixidios) medidos

ID Árbol	# de Frutos medidos	Peso de Fruto	# Semillas por fruto	# de semillas medidas	Peso de todas las Semillas/nueces del fruto (g)				Peso unitario para Semilla y nuez (g)			
					Sem. Frescas con arilo	Sem. Frescas sin Arilo	Sem. Secas	Nueces Secas	1 semilla con Arilo	1 semilla sin Arilo	1 semilla Seca	1 nuez Seca
1	10	147,86	10,40	104,00	489,80	361,70	294,70	138,51	4,71	3,48	2,83	1,33
4	3	144,90	13,67	41,00	209,67	126,19	102,81	48,32	5,11	3,08	2,51	1,18
5	6	87,85	10,00	60,00	174,70	109,50	89,22	41,93	2,91	1,83	1,49	0,70
8	10	111,80	13,10	131,00	433,60	297,50	242,39	113,93	3,31	2,27	1,85	0,87
9	1	183,70	10,00	10,00	53,20	37,60	30,64	14,40	5,32	3,76	3,06	1,44
11	9	175,39	12,89	116,00	486,50	314,40	256,16	120,40	4,19	2,71	2,21	1,04
12	5	43,28	10,80	54,00	297,26	204,03	166,24	78,13	5,50	3,78	3,08	1,45
16	10	55,88	8,10	81,00	409,85	278,35	226,79	106,59	5,06	3,44	2,80	1,32
24	2	142,20	7,00	14,00	77,10	54,40	44,32	20,83	5,51	3,89	3,17	1,49
27	10	98,39	9,50	95,00	501,53	348,48	283,93	133,45	5,28	3,67	2,99	1,40
28	9	158,47	6,11	55,00	414,34	302,47	246,44	115,83	7,53	5,50	4,48	2,11
29	7	107,90	8,00	56,00	301,15	213,93	174,31	81,92	5,38	3,82	3,11	1,46
31	4	141,98	9,00	36,00	193,30	129,80	105,76	49,71	5,37	3,61	2,94	1,38
32	10	165,61	7,10	71,00	491,10	370,40	301,79	141,84	6,92	5,22	4,25	2,00
33	9	253,37	16,67	150,00	1109,10	690,80	562,84	264,54	7,39	4,61	3,75	1,76
34	11	88,48	8,82	97,00	431,20	319,30	260,16	122,27	4,45	3,29	2,68	1,26
35	9	146,74	13,44	121,00	698,30	560,30	456,52	214,56	5,77	4,63	3,77	1,77
36	10	291,22	14,30	143,00	892,00	536,90	437,45	205,60	6,24	3,75	3,06	1,44
37	11	214,82	11,27	124,00	828,40	568,90	463,52	217,86	6,68	4,59	3,74	1,76
38	7	186,74	11,71	82,00	502,50	374,10	304,81	143,26	6,13	4,56	3,72	1,75
39	9	165,21	10,67	96,00	672,60	503,00	409,83	192,62	7,01	5,24	4,27	2,01
40	5	102,44	7,20	36,00	216,16	141,76	115,50	54,29	6,00	3,94	3,21	1,51
41	1	203,30	12,00	12,00	62,60	44,10	35,93	16,89	5,22	3,68	2,99	1,41
42	2	209,75	13,50	27,00	131,70	100,20	81,64	38,37	4,88	3,71	3,02	1,42
43	1	202,00	13,00	13,00	80,00	53,20	43,35	20,37	6,15	4,09	3,33	1,57
44	4	99,65	5,75	23,00	160,70	117,60	95,82	45,03	6,99	5,11	4,17	1,96
45	7	241,66	12,29	86,00	639,70	429,10	349,62	164,32	7,44	4,99	4,07	1,91
46	2	187,80	12,50	25,00	166,80	114,50	93,29	43,85	6,67	4,58	3,73	1,75
47	5	42,54	9,80	49,00	141,40	108,70	88,57	41,63	2,89	2,22	1,81	0,85
48	6	87,62	9,83	59,00	204,20	150,60	122,70	57,67	3,46	2,55	2,08	0,98
49	1	112,00	11,00	11,00	57,04	52,01	42,38	19,92	5,19	4,73	3,85	1,81
50	4	71,65	6,25	25,00	91,60	91,30	74,39	34,96	3,66	3,65	2,98	1,40
51	1	30,00	5,00	5,00	18,70	14,10	11,49	5,40	3,74	2,82	2,30	1,08
52	4	122,73	15,00	60,00	285,10	189,70	154,56	72,64	4,75	3,16	2,58	1,21
<b>Prom.</b>	<b>*205</b>	<b>141,91</b>	<b>10,46</b>	<b>63,76</b>	<b>350,67</b>	<b>244,38</b>	<b>199,11</b>	<b>93,58</b>	<b>5,38</b>	<b>3,82</b>	<b>3,11</b>	<b>1,46</b>
<b>Desv.</b>	<b>NA</b>	<b>63,28</b>	<b>2,89</b>	<b>42,36</b>	<b>269,58</b>	<b>180,69</b>	<b>147,22</b>	<b>69,19</b>	<b>1,30</b>	<b>0,92</b>	<b>0,75</b>	<b>0,35</b>

**Tabla 5.** Pérdida Peso promedio (g) entre producto cosechado (Fruto) y producto final (Nuez). Equivalencias entre los pesos de cada una de las partes del fruto, y el peso inicial (Peso Fruto). De este peso inicial el 40% es aprovechable y corresponde al peso de las semillas con su respectivo arilo. De estas, el 71% del peso corresponde a las semillas, las cuales pierden un 19% de peso al secarse (humedad), y finalmente la nuez equivale al 47% del peso seco de cada semilla, el restante 53% corresponde a la “cáscara” o testa.

Peso Fruto	Peso Semillas + Arilo	Peso Semillas	Peso Seco Semillas	Peso Seco Nuez
141,91	56,25	39,98	32,57	15,31
% Efectivo	40	71	81	47
			% Nueces	10,79
		<b>TOTAL</b>	% Perdido	89,21

Al relacionar las cifras obtenidas de las Tablas 3 y 4, con los datos de productividad preliminares obtenidos mediante las fenologías y mediciones morfométricas (**931,04 frutos = 9841,09 semillas** por hectárea de BST aprox., y **110 frutos = 1162,7 semillas** por hectárea de Potrero) se tendría que:  $9841,09 \times 1,46g$  (peso seco 1 nuez) = **14,37 kg (nuez seca por hectárea de BST)** y  $1162,7 \times 1,46g$  (peso seco 1 nuez) = **1,7 kg (nuez seca por hectárea de potrero)**. A continuación, se hace un resumen de los datos clave sobre la productividad de nueces de *L. minor* encontrada para las localidades de estudio (Tabla 6)

**Tabla 6.** Resumen de cifras clave sobre la productividad de nueces de *L. minor* encontrada para BST y Potreros, en términos de semillas y endosperma (Nuez). Se recomienda dejar sin cosechar un 25% de la oferta de semillas encontradas con fines de repoblamiento natural de la especie y alimento de fauna nativa (dispersores secundarios)

Resumen Datos Clave	BST	Potrero
Productividad (Número semillas) de un árbol en una cosecha	232,54	232,54
Productividad (Kg) de semilla seca de un árbol en una cosecha	0,72	0,72
Productividad (Kg) de nuez seca de un árbol en una cosecha	0,34	0,34
Densidad (Número árboles) productivos en una hectárea	42,32	5
Productividad (Kg/Ha) Anual de semilla seca	30,47	3,6
<b>Productividad (Kg/Ha) Anual de nuez seca</b>	<b>14,37</b>	<b>1,7</b>
Cantidad cosechable (Kg/Ha) Anual de semilla seca (descontando 25% de la productividad)	22,85	2,7
<b>Cantidad cosechable (Kg/Ha) Anual de Nuez Seca (descontando 25% de la productividad)</b>	<b>10,78</b>	<b>1,27</b>

Como se puede ver en la Tabla 6, la productividad de semillas y nueces es casi 10 veces mayor en una hectárea de Bosque Seco Tropical que en una hectárea de potrero o pastos arbolados. Esto esencialmente se debe a que la densidad de árboles en los potreros es mucho menor que la densidad de individuos que se puede encontrar en los pocos relictos de bosque que quedan.

### 6.3. Prácticas de manejo

Debido a que el modelo para el aprovechamiento de las nueces de *L. minor*, aún se encuentra en una fase exploratoria, de investigación, y no existe un comercio local muy avanzado del producto, algunas prácticas de manejo todavía están en proceso de desarrollo para la especie. Según lo que se evidenció en campo hasta el momento, y con base en los conocimientos de los técnicos de Protécnica y los conocedores locales, las prácticas actuales de cosecha de las semillas de Olla de Mono, son muy poco invasivas con los individuos parentales, ya que casi siempre son producto de una recolección secundaria (del suelo), y muy excepcionalmente se hace directamente del árbol, mediante la ayuda de un cortar ramas. Esto es un gran beneficio para las comunidades, debido a la facilidad de acceso que tienen al recurso, sin necesidad de mayores esfuerzos como trepar, o utilizar herramientas adicionales a una mochila o costal. Debido a esto, los costos de recolección también disminuyen bastante, ya que es una actividad que no es peligrosa, la puede llegar a hacer cualquier miembro del núcleo familiar, no consume mucho tiempo, ni demanda una inversión económica alta en materiales. Sin duda esto es un gran beneficio también para la especie, ya que no hay una presión, ni herida directa sobre los árboles (como sucede muchas veces cuando se cosechan cortezas, cogollos, exudados *etc.*), además que se está garantizando que nunca se va a cosechar el 100% de la producción del árbol, ya que un alto porcentaje de los frutos y semillas siempre van a ser consumidos, antes de caer, por sus consumidores primarios en las copas de los árboles. Por ende, las semillas que se cosechan del suelo del árbol parental básicamente son las que quedan o sobran de los consumidores primarios, que no tendrán mucha probabilidad de prosperar cerca del árbol parental. Esto hace que sea un modelo de recolección con alto valor de sustentabilidad según los parámetros de Stockdale *et al.*, (2019). Sin embargo, y para garantizar que otros consumidores secundarios, como venados, zainos, roedores *etc.* puedan seguir teniendo acceso al recurso, además de garantizar un repoblamiento natural de la especie, se recomienda cosechar un porcentaje no mayor del 75 - 80 % de las semillas encontradas en el suelo, como sucede con otros modelos de recolección de PFMN similares (Fernández-Lucero, 2021). Así se fortalece también el reclutamiento y establecimiento de nuevos árboles parentales, que, cómo se ha evidenciado, es un proceso lento.

### 6.4. Propiedad de la tierra y formas de acceso al recurso

Debido al tipo de distribución espacial (*i.e.*, árboles aislados) que tienen la mayoría de las poblaciones de *L. minor* actualmente en el Caribe, la forma de aprovechamiento legal de estas poblaciones se dificulta en gran medida por la distancia entre los individuos y por los trámites requeridos (Obs. Personal). La distancia entre un árbol y otro, o entre pequeñas poblaciones de la especie, genera sobrecostos en transporte, además del mal estado de las vías y la falta de puentes en la región, lo que obliga el pago de gastos adicionales de transporte como los “planchones” (Figura 47). Más complejo aún es obtener la documentación completa, requerida para un permiso de aprovechamiento que involucra a el(los) dueño(s) de todos los predios, las comunidades y trabajadores del recurso, y las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR). En términos logísticos, en un predio o finca pequeña muchas veces no hay más de 10 árboles productivos. Adicionalmente las poblaciones y fincas frecuentemente se encuentran distanciadas y/o en Jurisdicciones de distintas CAR, lo que implicaría que se tengan que tramitar varios permisos de aprovechamiento por predios y/o por jurisdicciones ante las autoridades ambientales, y esto en la práctica hace que el modelo sea poco viable para productores, transformadores y comercializadores, pues es muy complejo cumplir los requisitos de dos o más

CAR diferentes, además que los gastos de evaluación y seguimiento cancelados a las corporaciones se duplicarían o triplicarían, inclusive pueden cuadruplicarse en algunos casos, y esto es inviable económicamente, ya que se debe cubrir unos gastos de transporte elevados para poder acceder hasta las zonas de cosecha. Este aspecto sobre la jurisdicción de varias CAR en una misma zona de aprovechamiento debe ser trabajado, concertado y solucionado entre los cosechadores, comercializadores y las autoridades ambientales; si se quiere que el modelo de aprovechamiento sea viable, logística, económica y ecológicamente.

Otra situación que merece atención, respecto a la propiedad de la tierra donde hay poblaciones de Olla de Mono, es que el relicto de bosque de la Reserva El Garcero se encuentra en gran riesgo de desaparecer, debido a problemas financieros para la manutención de la Reserva. Aunque este es el último bosque que queda en toda la región de la depresión Momposina, en los últimos años no se ha podido cuidar ni monitorear adecuadamente esta reserva natural, la cual ha sufrido invasiones, talas, quemas y pastoreos ilegales de ganado. En caso de que desaparezca esta reserva natural, se perdería una fuente de información única e invaluable, sobre muchas de las especies que alguna vez habitaron en los bosques de las llanuras aluviales de la Depresión Momposina.



**Figura 47.** Para acceder a muchas de las localidades con presencia de Olla de Mono, es necesario cruzar los distintos brazos del Río Magdalena en estos "Planchones", ya que no hay puentes, y esto incrementa el costo del transporte en la región.

## 6.5. Impacto y sostenibilidad de la cosecha

Según lo propuesto recientemente por Stockdale *et al.*, (2019), las principales características ecológicas para evaluar el potencial de Sostenibilidad del aprovechamiento de PFNM de una especie, se pueden categorizar en cuatro aspectos a nivel de: 1. La Especie, 2. Componente Social, 3. Económico, y 4. Político. A continuación, se presenta un análisis sobre estos importantes aspectos para la toma de decisiones referentes al aprovechamiento.

## **La Especie:**

Se ha evidenciado que *Lecythis minor* es una especie muy resiliente, que tiene la ventaja de poder propagarse eventualmente de manera vegetativa, ya que se ha observado como algunos individuos talados, y/o troncos frescos enterrados para cercas, tienen la capacidad de retoñar a partir de meristemas axilares o chupones en dormancia (Figura 48). Adicionalmente la parte de la especie que se está aprovechando bajo este modelo es el endosperma de sus semillas (Categoría Flores y Frutos), los cuales se cosechan principalmente de forma indirecta, apenas caen al suelo, sin afectar el desarrollo del individuo parental, esto da un potencial de sostenibilidad de intermedio a alto según los parámetros de Stockdale *et al.*, (2019). Sin embargo, al ser *L. minor* una especie con distribución tan restringida, que prefiere las zonas planas e inundables, no ha sido posible encontrar poblaciones de estudio de este árbol en bosques prístinos, ya que su hábitat ha sido objeto de una fuerte intervención antrópica histórica. Por este motivo la información poblacional (para bosques) que se ha encontrado hasta el momento proviene de pequeños relictos en Becerril y de poblaciones de Olla de Mono en lo que sería la última cobertura boscosa continua de la Depresión Momposina: la Reserva Natural El Garcero. Los estudios poblacionales de Olla de Mono en esta reserva, además de los datos obtenidos para bosques en regeneración en Atlántico y Bolívar, evidencian una densidad promedio de  $42,32 \pm 11,68$  árboles productivos por hectárea (Tabla 1). Esta densidad de árboles productivos dentro del bosque natural es relativamente alta, sin embargo, hay que recordar que la cobertura ampliamente predominante en la región son los pastos arbolados, con algunos árboles aislados en cercas y/o potreros. Estos individuos de Olla de Mono aislados, a su vez son de los que normalmente se realizaría el aprovechamiento de las nueces, y debido a su baja densidad no hay forma de estimar con precisión su abundancia, la cual varía dependiendo de la finca en que se encuentren y el manejo que se le dé a la finca en sí. Según las observaciones directas se ha establecido que la densidad de árboles adultos suele ser de alrededor de 5 individuos por hectárea de potrero de finca. Los pocos datos obtenidos hasta el momento sobre las densidades, abundancias y estructuras poblacionales de la especie demuestran una clara predominancia de individuos juveniles en la mayoría de las poblaciones estudiadas (Ver Sección 5.7), esto debido a la tala selectiva de los adultos, y a que los pocos bosques que quedan son jóvenes generalmente y están en proceso de recuperación.

El estado de las poblaciones de Olla de Mono estudiadas, sumado con la estrecha distribución de la especie a nivel mundial, y la pérdida de la información y estructura de sus poblaciones originales hacen que el aprovechamiento de PFNM derivados de *Lecythis minor* sea un caso de especial atención. Se sabe que las tasas de reclutamiento natural de especies arbóreas en potreros con predominancia de pastos introducidos son menores que en el sotobosque (Hooper *et al.*, 2005), esto coincide con lo observado para *L. minor* en la Depresión Momposina, por ende, es indispensable realizar el aprovechamiento de sus semillas acompañado de un enriquecimiento forestal de las fincas y polígonos de aprovechamiento con esta especie. Para tal fin es importante desarrollar pruebas de vivero, y estandarizar técnicas de germinación de las semillas. La poca evidencia que hay sobre el ciclo de vida del Olla de Mono está asociada con los reportes de árboles de una especie muy cercana (*Lecythis zabucajo*), que empieza a ser productivo a la edad de 11 años (Mori, 1970). Claramente un individuo juvenil de Olla de Mono, no va a producir en sus primeras cosechas lo mismo que un gran adulto, entonces es de esperarse que, para pensar en un enriquecimiento forestal, propagación asistida o incluso plantación de esta especie, hay que tener en cuenta un periodo de establecimiento del árbol de no menos de 15 años. Por ende, este tipo de iniciativas de propagación y/o enriquecimientos forestales con Olla de Mono, deberían

iniciarse cuanto antes, teniendo en cuenta que es un proceso a largo plazo, con la idea de que en unos años estos nuevos individuos sembrados puedan suplir la demanda de este PFNM.

Respecto a la productividad de frutos y semillas de la especie, se sabe que normalmente es una cosecha al año, sin embargo, se encontró que puede haber patrones de fructificación interanuales, ya que algunas de las poblaciones visitadas tuvieron muy baja o nula productividad de frutos durante la época esperada de cosecha (Figura 38). A diferencia de esto, la productividad parece haber estado más relacionada, en estos casos, a localidades que al tamaño del individuo, entonces es preciso esclarecer estos asuntos mediante seguimientos fenológicos rigurosos durante los procesos de aprovechamiento. Por el momento, con los datos que se tienen de productividad (Sección 6.2), se puede decir que la especie presenta un potencial intermedio para un manejo sustentable según los parámetros de Stockdale *et al.*, (2019), pues existen varias consideraciones y cuidados especiales que hay que tener en cuenta para un adecuado aprovechamiento.



**Figura 48.** Evidencia de tala de un individuo Adulto (A) de Olla de Mono en la Depresión Momposina (izquierda). El fuste de este individuo fue usado como poste de cercas de alambre de púas en potreros aledaños, sin embargo, se puede ver la resiliencia de la especie al retoñar a partir del tocón, inclusive este individuo estaba produciendo pequeños frutos, posiblemente como respuesta fisiológica ante el estrés de la tala (derecha).



### **Componente Social:**

La empresa Protécnica Ingeniería es un actor fundamental, líder en proyectos de aprovechamiento y de potencialización de este PFSM en el momento. En el proyecto de Protécnica, con el apoyo de la Embajada de Suiza-Cooperación Económica y Desarrollo (SECO) a través de su programa Colombia + Competitiva, se reporta que participan 75 familias recolectoras de los municipios de El Banco, Santa Ana, Pivijay, Carmen de Bolívar y Palmar de Varela en Magdalena, así como mujeres cabeza de familia del barrio Pescadito de Santa Marta, quienes descascararían manualmente las nueces antes de llevarlas a la planta de procesamiento (Catorce 6, 2020). A pesar que la demanda y el comercio de este producto está consolidándose, hay algunos pobladores locales que tienen bastantes expectativas en el proyecto, por consiguiente, es recomendable siempre mantener buenos canales de comunicación directos con las comunidades locales encargadas de los aprovechamientos, y aclarar en las socializaciones el alcance y las relaciones comerciales del proyecto. Finalmente, cuando la cadena de valor del producto esté más desarrollada, es importante contribuir en la estructuración de asociaciones de cultivadores / cosechadores de esta especie. Esta figura de asociación permite una estructuración social local sólida, con mayor claridad en procesos administrativos, al igual que una mayor fortaleza productiva. Esto a su vez brindará una mejor ordenación y planificación de los aprovechamientos, lo que sin duda beneficiará a los comercializadores, los cosechadores, las autoridades ambientales y a la especie objeto de aprovechamiento. Adicionalmente sería más productivo a largo plazo trabajar por implementar viveros comunales y enriquecimientos forestales, como los que se han desarrollado con otras especies de la familia (Lecythidaceae), similares y escasas, como el caso del Abarco (Giraldo *et al.*, 2013). También es recomendable incluir minorías étnicas de los territorios, como las diversas etnias indígenas remanentes, pobladores originales de estas regiones, quienes tienen un gran conocimiento ancestral sobre las especies y el territorio (Figura 49).



**Figura 49.** Fotografía de “Don Juan”, un gran conocedor local, quien orgullosamente se reconoce como indígena de la región y tiene mucho conocimiento ancestral sobre esta especie.

### **Componente Económico:**

Hasta donde se ha evidenciado, el mercado de las nueces de *L. minor* es hasta el momento un mercado incipiente a nivel nacional, debido a que está supeditado a las pruebas, desarrollos y transformaciones del producto que las empresas están realizando en los laboratorios. Hasta el momento los productos se encuentran principalmente en etapas de desarrollo y promoción, entonces todavía no se percibe una demanda alta del producto localmente (Obs. Personal). En los mercados locales de semillas de los territorios tampoco se encuentra comercialización de este producto, cómo si sucede con otras especies del BST actualmente (ej.: Guáimaro, Corozo, Cañandong, Ciruelas, Níspero, Zapote etc.). También hay que tener en cuenta que debe haber un desplazamiento grande de los cosechadores para conseguir grandes cantidades de este PFMN, debido que tendrían que visitar varios árboles, y la distancia entre un pequeño grupo de árboles y otro puede ser de varios kilómetros. Esto hace que se incremente el precio del producto, más aún si hay desplazamientos fluviales involucrados, por ejemplo, en épocas de inundación. En la Figura 50 se evidencia la cosecha de un recolector en la zona de El Banco, quien manifestó que no ha podido vender su producto hace varios meses porque no hay quien lo compre. También

hay que tener en cuenta que la mayor potencial económico y comercial de los productos derivados de este PFNM puede llegar a ser a nivel internacional, donde las empresas transformadoras y comercializadoras poseen información más completa sobre los distintos mercados y productos.



**Figura 50.** Balde con semillas secas de *Lecythis minor*, recolectadas por un poblador local de El Banco, esperando para venderlas a entidades comercializadoras.

### **Componente Político:**

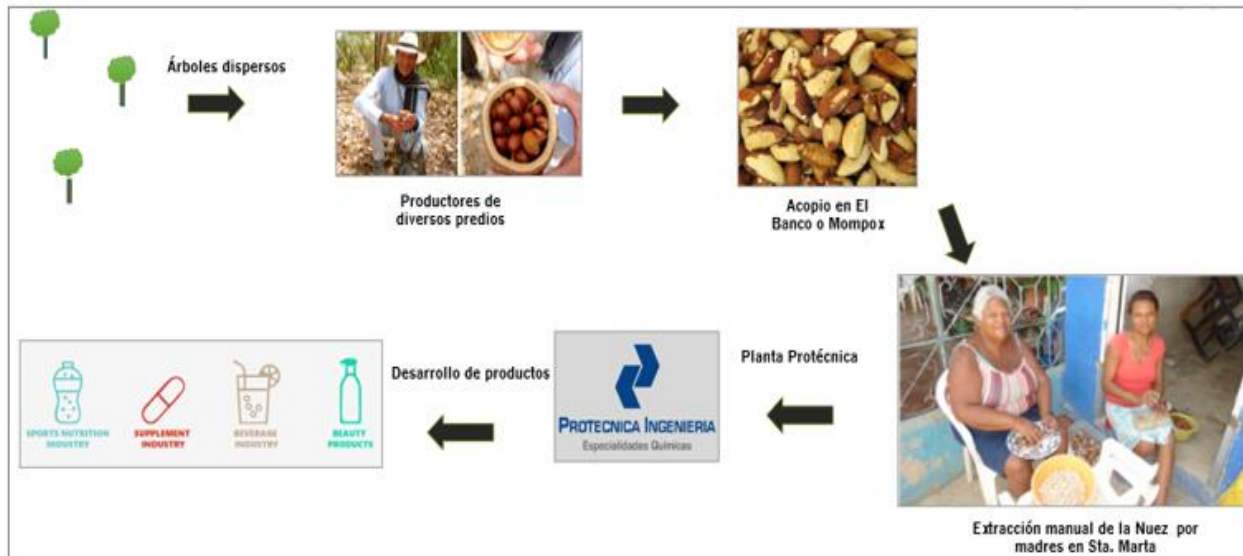
Desde el punto de vista político-administrativo existe un gran reto tanto para los solicitantes del aprovechamiento, como para las autoridades ambientales, a nivel regional y nacional. Debido a la historia natural, biología y patrones de distribución de la especie, los aprovechamientos de semillas de *L. minor* tendrían que ser desarrollados principalmente en fincas, donde los árboles presentan densidades muy bajas y se encuentran aislados por grandes distancias en medio de potreros y/o en las cercas de los linderos. Al realizar los aprovechamientos entre fincas, que a su vez se encuentran distanciadas entre sí, necesariamente se va a ingresar a la jurisdicción de varias corporaciones autónomas regionales (CAR) diferentes. En la Figura 20, se evidencia por ejemplo cómo en localidades cercanas a El Banco, hay puntos de estudio en Jurisdicción de La

Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar (CSB) y la Corporación Autónoma Regional del Magdalena (CORPAMAG). En estas zonas aledañas a El Banco (Magdalena), es fácil cruzar el río y estar en el departamento de Bolívar o Cesar y por ende bajo jurisdicción de por lo menos tres CAR diferentes. Si se piensa que el aprovechamiento tendría que ser en varias fincas de la Depresión Momposina, los compradores del producto fácilmente necesitarán obtener semillas de cosechadores ubicados en la jurisdicción de tres o más CAR, nuevamente debido a la baja densidad de la especie en las fincas y la poca disponibilidad de bosques naturales. Esto requiere la generación de planes especiales para facilitar el aprovechamiento de este tipo de especies, especialmente cuándo son árboles aislados, que se distribuyen en muchos predios diferentes, y bajo la jurisdicción administrativa de distintas autoridades ambientales.

Actualmente no existe un permiso ni plan de aprovechamiento formal de PFMN derivados de *Lecythis minor*, por ende, sus poblaciones tampoco han sido monitoreadas, a mediano o largo plazo, y no existen los datos suficientes que evidencien los impactos que un aprovechamiento de sus semillas pueda llegar a tener sobre las poblaciones. Sin embargo, debido al modelo de cosecha propio de las semillas de Olla de Mono, que garantiza metodologías muy poco invasivas con los árboles parentales, es de esperarse que los impactos sobre la población sean mínimos, siempre y cuando se sigan las recomendaciones, se realicen procesos de repoblamiento de la especie, manteniendo unas técnicas y tasas de cosecha razonable del recurso y un monitoreo detallado del comportamiento de las poblaciones.

## **6.6. Cadena productiva**

La cadena productiva alrededor de estas nueces, como PFMN, está en proceso de construcción y fortalecimiento (Figura 51). Los actores involucrados por el momento son: las comunidades locales, que generalmente son de la Depresión Momposina, que están interesadas en cosechar estas semillas y venderlas al comercializador. Protécnica Ingeniería, como principal entidad transformadora y comercializadora del producto, viene desarrollando la investigación de los productos transformados, obtenidos y derivados de las nueces y sus distintos mercados. Por otra parte, están algunas instituciones como la Fundación Neotrópicos, con su Reserva Natural El Garcero, trabajando por la conservación de esta especie y los últimos bosques de la Depresión Momposina, y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH), que está generando información científica para tener una línea base para el aprovechamiento de las nueces de *L. minor*, con miras a la investigación, conservación y manejo sostenible de la especie.



**Figura 51.** Diagrama de flujo de la cadena productiva existente y propuesta entre la empresa Protécnica y los pobladores locales.

## 7. Discusión y recomendaciones de manejo

Es un hecho que la información científica sobre la obtención de PFM a partir de *Lecythis minor* sigue siendo escasa. Sin embargo, existe abundante bibliografía sobre un PFM que es pariente suyo, también de la familia Lecythidaceae: la nuez del Brasil (*Bertholletia excelsa*). La “Nuez del Brasil” (*B. excelsa*) es sin duda una de las especies más apetecidas, de mayor importancia económica y por ende más investigadas de PFM a nivel mundial (López, 2020). Por ello vale la pena considerar la nuez del Brasil como un referente de información y aprendizaje para los modelos de aprovechamiento que se pretendan realizar de Olla de Mono, más aún cuando ambas especies comparten varias características: son árboles longevos, de la misma familia, con densidades poblacionales bajas (uno por su historia natural, el otro por la transformación antrópica de su hábitat), a los cuales se les está aprovechando el mismo recurso (Nuez). Por ejemplo, Zuidema & Boot (2002) y Zuidema (2003) han encontrado que existe variación en las estructuras poblacionales de *B. excelsa* dependiendo del lugar de aprovechamiento, mientras que Scoles & Gribel (2011) evidencian que la estructura de dos poblaciones de *B. excelsa* cambia dependiendo de la historia de uso del suelo de cada lugar. Estos cambios en la estructura poblacional, relacionados a las distintas localidades, evidentemente afectan también la productividad de las especies, coincidiendo con lo encontrado sobre la variación en la productividad de frutos de *L. minor* por localidad de estudio. Por ende, debe evaluarse la abundancia y estructura poblacional específica de las distintas áreas de aprovechamiento, ya que esto influye directamente en su productividad. También hay que tener en cuenta que las tasas altas de aprovechamiento en especies longevas, suele afectar en mayor medida sus poblaciones, cuando estas tienen bajas densidades y/o una producción de frutos (o semillas) relativamente pequeña (López, 2020).

Sobre la densidad, abundancia y estructura poblacional de *L. minor*, existe poca información en la literatura, y es difícil conocer con certeza cómo fueron sus poblaciones originales, en bosques prístinos, ya que todas las áreas de su distribución original han sufrido procesos de intervención (Colonización) desde hace varios siglos. Por esta gran transformación de sus ecosistemas

originales, la gran mayoría de individuos que sobreviven de la especie, se encuentran dispersos en zonas muy intervenidas. En algunas áreas ni siquiera se sabe si las poblaciones siguen siendo viables, principalmente debido a la baja tasa de germinación y reclutamiento de plántulas y nuevos individuos juveniles de la especie en potreros (Obs. Personal). Hasta el momento las poblaciones de Olla de Mono más saludables encontradas son las de la Reserva El Garcerero, al sur de Bolívar, y las de los límites entre Atlántico y Bolívar, donde la especie aún presenta densidades y estructuras poblacionales aparentemente viables y una productividad de semillas y nueces ~ 10 veces mayor que en potreros de fincas con árboles aislados (Tabla 6). Es necesario entonces encontrar más localidades como estas, con poblaciones viables y saludables de la especie, donde se observe un adecuado reclutamiento de la misma. Adicionalmente es importante poder continuar monitoreando los bosques en buen estado de Conservación encontrados hasta la fecha, especialmente en la Reserva El Garcerero, donde ya hay 30 parcelas levantadas para poder monitorear la especie a largo plazo, y obtener mejores datos de abundancia, estructura y dinámica poblacional para *L. minor*.

Únicamente se encontró árboles de Olla de Mono en tres (de las 10 parcelas totales muestreadas en Becerril (Ver Fernández-Lucero, 2021), precisamente en algunas de las que tuvieron los índices de perturbación más elevados. En las parcelas que se hicieron en los bosques primarios, muy poco intervenidos, de los cañones de la quebrada Socomba, no hubo presencia de la especie, esto se debe posiblemente a que, por su historia natural, *L. minor* prefiere valles de inundación, y no cañones de bosque primario con pendientes elevadas. Al parecer la especie no crece en zonas de cañones pedregosos, y se limita a habitar llanuras y zonas con baja pendiente, generalmente áridas. Las tres parcelas donde hubo registros de Olla de Mono en Becerril fueron ecosistemas con alta intervención antrópica, sin embargo, que corresponden al ecotono entre los valles y las tierras bajas de Becerril, y las ondulaciones leves de las primeras estribaciones de la Serranía del Perijá. Debido a esto no se tuvo en cuenta el área total de las 10 parcelas (para los cálculos de densidad y abundancias), si no únicamente las 3 subparcelas donde se encontró la especie, ya que las otras 7 estuvieron fuera de su hábitat y rango de distribución natural (*i.e.*, en cañones con pendientes pronunciadas), y al incluir esta área adicional en los cálculos se estaría subestimando la densidad de la especie.

Según la evidencia recopilada en esta investigación, los modelos evidencian que existe una correlación positiva, estadísticamente significativa, entre el tamaño de los individuos y sus frutos (*i.e.*, DAP y Diámetro de Copa; Altura fruto, diámetro tapa etc.) y la productividad de frutos y semillas de la especie respectivamente (Ver 5.8). Sin embargo, en esta correlación el tamaño del árbol parece no explicar un gran porcentaje de la variación en la productividad ( $r^2$  pequeños). Por ende, se infiere que las variables ambientales, y/o microclimas locales parecen estar teniendo mayor incidencia en la productividad de frutos de la especie que el tamaño de los árboles, pues se ve una fuerte variación en la producción de los frutos, dependiendo de la localidad (Figura 38). Como comenta Torres (2014) en años recientes se han registrado cambios en los patrones climáticos de la Depresión Momposina, quizá este sea uno de los factores que pueda estar afectando la productividad de los árboles en algunas localidades. Se requiere hacer seguimientos fenológicos más extensos, y obtener datos meteorológicos y/o ambientales de las zonas de aprovechamiento, para poder entender mejor los patrones de productividad de esta especie a lo largo del tiempo.

La productividad de una especie puede ser fácilmente subestimada o sobreestimada (este último es el más común de los casos) al tomar datos puntuales de unos individuos y extrapolarlos a toda la especie, pues cada individuo dependiendo de su desarrollo, edad vigor, diámetro, etc. y su interacción con el ambiente puede cambiar su productividad a lo largo de su ciclo de vida o

inclusive no tener productividad alguna (Arias-G. & Cárdenas-López, 2007). Hasta el momento, la evidencia indica que, de las localidades muestreadas, la productividad de frutos fue significativamente mayor y estuvo concentrada en “Caimanes”, al norte de la Serranía de San Lucas” (durante la temporada de estudio). Vale la pena confirmar con monitoreos permanentes si este patrón se debe a factores geográficos, climáticos y/o de legado de la especie. También se estima que la productividad de un bosque natural sería casi 10 veces mayor (~14,37 kg/año de nuez seca por hectárea de BST) que la de los potreros de las fincas (~1,7 kg/año nuez seca por hectárea de potrero) (Tabla 6). Debido a la baja densidad de localidades con matrices de BST continuas, los datos obtenidos sobre la especie deben ser manejados con mucho tacto, ya que corresponden a una interpretación parcial, que requiere ser soportada con más datos, de poblaciones más saludables en estado natural, que, debido a las circunstancias mencionadas, no son precisamente fáciles de encontrar.

Un factor determinante para este aprovechamiento es que no todas las nueces, ni todos los individuos de *L. minor* tienen las mismas concentraciones de Selenio, y se requiere una concentración mínima de este elemento para que las nueces sean aprovechables (Protécnica, 2020). Es decir, aproximadamente el 30% de las semillas recolectadas cumplen los parámetros de concentración de Selenio requeridos por la empresa para sus productos (Protécnica, 2020). Esto hace que la productividad neta de semillas por hectárea disminuya considerablemente, pues no todas las semillas sirven para ser aprovechadas por Protécnica. Cabe resaltar que en la reserva El Garcerero se ha observado una predominancia de árboles de *L. minor* en las zonas de “Playón”, donde la abundancia de la especie podría estar ligada a las concentraciones de sedimentos y metales arrastrados por el río (Comment. Personal Miguel Ángel Díaz, 2021). Para estudios posteriores se recomienda hacer análisis de concentración de Selenio en los suelos y semillas de este tipo de ambientes, y contrastarlos con los de las poblaciones de ecosistemas más secos (menos inundables) como es el caso de Becerril, Luruaco, Santa Catalina y Piojó. Quizá la abundancia de Individuos acumuladores de Selenio (y por ende aprovechables) esté relacionada con el tipo de ambiente y/o de suelo en el que crecen.

Algunos retoños o “chupones” de 3 cm de DAP, que crecen a partir de los tocones de individuos que fueron talados por su madera, aparentemente pueden producir pequeños frutos. Sería bueno comprobar si estos frutos miniatura realmente son producto del stress del individuo ante la tala del fuste principal, si las pequeñas semillas producidas contienen Selenio y si son viables reproductivamente. Por el momento se sigue considerando que los Adultos (A) son la clase de tamaño mínima productiva, para que un individuo de *L. minor* empiece a fructificar, de forma natural. Esto debido a que el DAP mínimo productivo encontrado fue un individuo de 11,1 cm de DAP.

Los datos reportados en esta investigación corresponden a una ventana temporal estrecha para un estudio fenológico, por consiguiente, son una aproximación a la producción total de la especie. Para tener una idea más detallada de la fenología de *L. minor* en Colombia, se debe hacer un seguimiento de mayor duración, que incluya la productividad anual, y en el mejor de los casos determine posibles efectos climáticos y factores de legado de las cosechas anteriores, que pueden afectar la productividad de las poblaciones entre diferentes años. También hace falta indagar varios aspectos de la Historia Natural de la especie *L. minor*. Respecto a la biología reproductiva de la especie, podemos decir que la polinización y dispersión son elementos fundamentales para esclarecer, con el fin de entender la red de interacciones existentes con otras especies y cómo puede esta llegar a ayudar o afectar las mismas, ante un eventual aprovechamiento de las nueces del Olla de Mono. También es imprescindible encontrar

poblaciones naturales donde exista mayor reclutamiento de plántulas de *L. minor*, ya que hasta el momento se han registrado muy pocas plántulas, con excepción de la localidad de El Garcero (Figura 52).

Ante la carencia de figuras como Parques Nacionales Naturales en la zona, Las Reservas Naturales de la Sociedad Civil, como El Garcero, Los Rosales, El Palomar, El Ceibal etc. juegan un rol fundamental para la conservación de esta especie y su ecosistema en el Caribe colombiano, no solo por sus poblaciones, si no por toda la valiosa información de este ecosistema original, que puede estar a punto de desaparecer para siempre. Sería ideal poder fortalecer proyectos de conservación investigación y monitoreo de las poblaciones de Olla de Mono a largo plazo en este tipo de Bosques Secos Tropicales, especialmente en la llanura aluvial del Magdalena, donde los bosques son cada día más escasos.



**Figura 47.** Una de las pocas plántulas de *L. minor* encontrada en la localidad de Palmas, se encontró fuera de las parcelas de estudio.



## 8. Seguimiento y Monitoreo

Los planes de monitoreo son imprescindibles para corroborar si los procesos de aprovechamiento de las especies proveedoras de PFNM están siendo realmente sostenibles, sin degradar la estructura poblacional de la especie (López, 2020). Debido a la falta de información existente sobre aprovechamientos de semillas de *L. minor*, a que sus poblaciones se encuentran muy aisladas, y a que, en algunas localidades, todavía no se tiene certeza si estas poblaciones siguen siendo viables, es altamente recomendable que el aprovechamiento de las nueces de esta especie vaya acompañado de un minucioso seguimiento de sus poblaciones. Es importante consultar en detalle todas las experiencias previas reportadas en la literatura sobre aprovechamientos de especies similares como la nuez del Brasil o la nuez de Sapucaia, y lograr establecer un sistema de monitoreo riguroso, a largo plazo, mediante la implementación de parcelas permanentes, que permitan obtener los datos y evidencia suficientes, para tomar decisiones informadas sobre futuros aprovechamientos. Para tal fin, es imprescindible que se generen asociaciones y/o grupos líderes de cosechadores, y lograr una articulación sólida y clara entre las empresas que aprovecharán el recurso, las posibles asociaciones de cosechadores y las autoridades ambientales competentes, así como los Institutos de investigación biológica. Esto con el fin de tener modelos de aprovechamiento y monitoreos de las nueces de Olla de Mono, exitosos a largo plazo.

Para que los seguimientos al aprovechamiento de las nueces de *L. minor* sean exitosos, se necesita mantener una relación respetuosa entre ciencia y conocimiento tradicional. Por ende, es fundamental contar con el apoyo y articulación de alguna organización, asociación o líder-es locales. También resulta eficiente realizar monitoreos (e.g., fenologías) mediante herramientas virtuales con los coinvestigadores locales. Para esto se necesita: 1. Trabajo en conjunto presencial (inicialmente), 2. buena articulación con los líderes locales, 3. brindar equipos, materiales y formatos de trabajo adecuados (rigurosos, prácticos y fáciles de llenar) y 4. mantener coordinación y comunicación constante. En la medida de lo posible hay que tratar de completar fenologías de dos a tres años por lo menos, que puede llegar a ser muy económico y eficiente bajo este modelo, ya que se genera una apropiación del conocimiento en los pobladores locales, mediante los formatos y metodologías establecidas (Figura 54).

Debido a que no hay mucha información ni experiencia previa disponible sobre el aprovechamiento de PFNM derivados de esta especie, es importante realizar experimentos de cosecha controlada, para generar datos que permitan calibrar las tasas de aprovechamiento más detalladamente al igual que el comportamiento de la especie y su ecosistema ante los aprovechamientos. Para realizar estos ejercicios de aprovechamiento y monitoreo experimentales, es indispensable buscar las mejores poblaciones y bosques de *L. minor*, al igual que fortalecer las poblaciones existentes, pensando a largo plazo.

Un reto importante que surge para los monitoreos, principalmente para el control ejercido por las Autoridades ambientales, es el de garantizar la trazabilidad del origen de las semillas cosechadas. Esto ya que al no haber una cosecha directamente del árbol parental, es muy fácil perder la contabilidad y monitoreo de la producción de cada individuo (pues las semillas se recolectan principalmente del suelo (Figura 53), y eventualmente las nueces podrían llegar a ser traídas de otras áreas distintas a las zonas autorizadas para el aprovechamiento.



**Figura 53.** Fruto de Olla de Mono muy fresco, acabado de caer al suelo y en estado ideal de cosecha. Se puede ver su respectiva semilla en detalle, con el característico arilo (blanco) que es la recompensa para sus dispersores.



**Figura 54.** Medición y marcaje de árboles productivos para su seguimiento y monitoreo con la comunidad.

## 9. Conclusiones

El aprovechamiento de las nueces de *L. minor* se hace mediante la recolección de sus semillas del suelo (como si los cosechadores fueran consumidores secundarios). Esto hace que sea un modelo de aprovechamiento de PFM bastante viable y, si se maneja adecuadamente, seguramente tendrá impactos ecológicos mínimos tanto en la especie como en su ecosistema. El mismo modelo de aprovechamiento indirecto del recurso, garantiza que no sea posible cosechar el 100% de la oferta del árbol, ya que los consumidores primarios y presuntos dispersores (e.g., murciélagos), van a haber consumido parte de las semillas en las copas de los árboles, antes de que caigan al suelo. Por el momento se sigue observando que la tala y la pérdida del hábitat, siguen siendo las principales amenazas para esta especie, que, aunque evidencia ser resiliente, necesita un fortalecimiento de sus poblaciones en el Caribe, mediante viveros de propagación y enriquecimiento forestal en las zonas más degradadas.

Se debe evaluar muy bien cada localidad de aprovechamiento con sus características particulares, pues cómo se ha visto puede haber variaciones en la estructura poblacional y en la productividad de *L. minor* entre distintas localidades. No es lo mismo hablar de la productividad de nueces que puede haber en un bosque continuo y bien conservado (donde la densidad de árboles es mucho mayor), que los potreros, pastizales y cercas de fincas donde los individuos que sobreviven crecen aislados, muchas veces esperando alcanzar un tamaño adecuado para ser talados por su madera. Por esto los planes de manejo deben estar muy bien estructurados según las características de cada zona de aprovechamiento.

Se evidencia que es necesario buscar soluciones para el modelo de aprovechamiento en el caso de los árboles aislados, ya que generalmente hay bajas densidades de individuos, distribuidos en muchos predios. Esto hace que los trámites de solicitud formal de los aprovechamientos sean mucho más complejos ante las autoridades ambientales y puede desmotivar a las empresas y/o los cosechadores interesados en comercializar este recurso. La idea es precisamente que se pueda facilitar este tipo de trámites, para que la recolección de semillas se pueda hacer legalmente, y se puedan realizar monitoreos que garanticen la sostenibilidad del recurso.

Según los resultados, la productividad de la especie tiene una relación directamente proporcional y significativa con el DAP y la Copa del árbol. No existe una relación significativa entre la altura de los individuos y su productividad. En general las correlaciones encontradas entre las diversas variables de tamaño de los árboles, y su productividad respectiva no son muy estrechas, pues no explican en gran porcentaje el comportamiento de la productividad. Parece razonable que la productividad de frutos y semillas de esta especie esté muy relacionada con factores ambientales, climáticos y/o factores de legado (e.g., efectos de cosechas anteriores por individuo), sin embargo, para comprobar estas hipótesis se necesita llevar a cabo un monitoreo constante de las poblaciones, por lo menos durante un ciclo bianual completo, que ojalá se extienda por varios años. Involucrar las comunidades locales como co-investigadores los motiva, y es lo único que puede garantizar un buen modelo de aprovechamiento y la calidad y continuidad en los monitoreos (Figura 55).

Para dilucidar completamente las características actuales de abundancia y estructura poblacional de *Lecythis minor* en el Caribe colombiano, se requiere mayor investigación, con un cubrimiento espacial y temporal de gran envergadura, donde se tenga información de varios años sobre el monitoreo de las poblaciones y su productividad. También es indispensable identificar y proteger urgentemente las pocas poblaciones saludables que quedan de esta especie (i.e., árboles maduros en matrices de bosque continuas, donde se pueda evidenciar la germinación y establecimiento de nuevos individuos), ya que, hasta el momento, no se refleja una buena

situación de germinación y establecimiento para plántulas y juveniles de Olla de Mono en las zonas intervenidas. Por ende, hay varios casos donde no se sabe si las poblaciones de árboles, que crecen aislados en potreros, siguen siendo viables reproductivamente.

Las llanuras aluviales del Río Magdalena, la depresión Momposina y la mayor parte del área de distribución natural de *Lecythis minor* son zonas de gran importancia histórica, de procesos centenarios de colonización, transformación y cambios en el uso del suelo. A pesar de esto, gran parte de los pobladores de esta región siguen teniendo necesidades básicas insatisfechas (agua, alimentación, educación, energía, alcantarillado etc.), y han tenido que soportar los efectos devastadores del cambio climático (e.g., inundaciones) y de la violencia. Por esta razón, muchos de sus habitantes tienen que recurrir al tradicional modelo extractivista de recursos naturales de lento crecimiento (como la madera de *L. minor*) para solventar sus necesidades. Mediante el aprovechamiento de las nueces de *Lecythis minor*, y el fortalecimiento de las cadenas de valor de sus productos, se puede mejorar la calidad de vida de muchas comunidades ribereñas, mientras se fortalecen los procesos de restauración y conservación de esta emblemática especie del BST en el Caribe colombiano.



**Figura 55.** Colecta de frutos (pixidios) para monitorear su productividad, con la comunidad de Caimanes, Bolívar.

## 10. Referencias bibliográficas

- Aguilera, M. (2016).** Serranía del Perijá: geografía, capital humano, economía y medio ambiente. Documentos de trabajo sobre Economía Regional. Banco de la República, CEER. Cartagena, Colombia. Num 249.
- Arbeláez-Cortés, E. (2013).** Knowledge of Colombian biodiversity: published and indexed. *Biodiversity and Conservation*, volume 22, pages 2875–2906(2013). DOI 10.1007/s10531-013-0560-y.
- Arias-G., J. C., & Cárdenas-López, D. (2007).** Manual de identificación , selección y evaluación de oferta de productos forestales no maderables. Proyecto Manejo Integral y Sostenible de los bosques de Tarapacá (Amazonas). En *Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - Sinchi (SINCHI)*. Bogotá D.C.
- Bernal, R., Galeano, G., Rodríguez, A., Sarmiento, H., & M., Gutiérrez. (2020).** Nombres Comunes de las Plantas de Colombia, Recuperado el 15/01/2020 [www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/nombrescomunes/detalle/ncientifico/24592/](http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/nombrescomunes/detalle/ncientifico/24592/)
- Catorce 6., (2020).** Por primera vez, ingrediente natural colombiano recibe galardón de oro en los In-cosmetic awards 2020. Categoría: Producción Limpia. Publicado: 09 octubre 2020. <https://www.catorce6.com/produccion-limpia/18932-por-primera-vez-ingrediente-natural-colombiano-recibe-galardon-de-oro-en-los-in-cosmetic-awards-2020>.
- Castaña N.; Cárdenas, D., & E., Otavo. (Editores). (2007).** Ecología, aprovechamiento y manejo sostenible de nueve especies de plantas del departamento del Amazonas, generadoras de productos maderables y no maderables. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas –Sinchi-. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia, CORPOAMAZONIA.
- Castellanos-C, C. & A.C., Newton. (2015).** Environmental Heterogeneity Influences Successional Trajectories in Colombian Seasonally Dry Tropical Forests. *BIOTROPICA* 47(6): 660-671 2015.
- Colombia BIO, (2020).** Recuperado el 02/02/2020 en <https://minciencias.gov.co/portafolio/colombia-bio>.
- Dugand A. (1947).** Observaciones taxonómicas sobre las Lecythis del norte de Colombia. *Caldasia*. Vol. 4, No. 20 (Septiembre 1o. de 1947), pp. 411-426.
- Dickson J. D. (1969).** Notes on hair and nail loss after ingesting Sapucaia nuts (*Lecythis elliptica*). *Econ. Bot.* 23(2): 133-134.
- Fernández-Lucero, M. (2021).** Protocolo para el aprovechamiento de las semillas del Guáimaro (*Brosimum alicastrum* Sw.) en los Montes de María y la Serranía del Perijá, Caribe colombiano. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2021.
- Flórez, M.A., & 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. Enero-junio 2019. <https://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v41n1.71307>
- Forero, S.A. (1970).** Estratigrafía del Precretácico en el flanco occidental de la Sierra de Perijá. *Geol. Colombiana* 7:7-77.

- GBIF, (2020).** GBIF Occurrence Download. Recuperado el 20/01/2020 en: [https://www.gbif.org/occurrence/map?has\\_coordinate=true&has\\_geospatial\\_issue=false&axon\\_key=2984660](https://www.gbif.org/occurrence/map?has_coordinate=true&has_geospatial_issue=false&axon_key=2984660).
- Giraldo, B., Vargas, G., Zubieta, M., Barrera J., Montero I., Henker J., Ochica P., Oidor M., Caicedo F., Coy M, Espinoza W., García A, Lucena A. & Sánchez, D. (2013a).** Investigación en Sistemas productivos Sostenibles en la Amazonia norte colombiana (arreglos agroforestales, arreglos de enriquecimiento forestal), Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - Sinchi. 314 pág.
- Google LLC. (2020).** Google Earth Pro, recuperado enero-noviembre de 2020.
- Heubach, K., Wittig, R. Nuppenau, E.A., & Hahn, K. 2011.** The economic importance of non-timber forest products (NTFPs) for livelihood maintenance of rural west African communities: A case study from northern Benin. *Ecological Economics*. Volume 70, Issue 11,15 September 2011, Pages 1991-2001. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.05.015>.
- Hooper, E., Legendre, P. and R., Condit. (2005).** Barriers to forest regeneration of deforested and abandoned land in Panama. *Journal of Applied Ecology* (2005) 42, 1165–1174. doi: 10.1111/j.1365-2664.2005.01106.x,
- IAVH-Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2019).** Estudio poblacional de *Aspidosperma polyneuron* en el Santuario de Flora y Fauna Los Colorados, San Juan de Nepomuceno - Bolívar. 666 registros, aportados por: Castellanos, C. (Contacto del recurso). Muñoz, K. (Creador del recurso, Proveedor de los metadatos). [http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=a-polyneuron\\_2019](http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=a-polyneuron_2019).
- IDEAM, 2018. Barreto-Silva, J.S., Ramírez-Echeverry, S., Peña, M.A., Capachero, C., Barbosa, A.P., Panev, M., Phillips, J.F., Moreno, L.M. (2018).** Manual de Campo Inventario Forestal Nacional de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM-. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Colombia. Bogotá. <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/inventario-forestal-nacional>.
- Iqbal, M. (1993).** International Trade in Non-Wood Forest Products. An Overview. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Jackson G.C. & Salas. J. B. (1965).** Insect visitors of *Lecythis elliptica*. H.B.K. J. Agric. Univ. Puerto Rico 49: 133-141.
- Jacquin N.J. (1763).** Selectarum-stirpium Americanarum historia / in qua ad Linnaeanum systema determinatae descriptaeque sistuntur plantae illae, quas in insulis Martinica, Jamaica, Domingo, alliisque, et in vicinae continentis parte, observavit rarioris: adjectis iconibus in solo natali delineates. Vol. 1: 168-169. Vol. 2: CIX. Vindobonae: Ex officina Krausiana.
- Kerdel-Vegas F. (1966).** The depilatory and cytotoxic actions of 'Coco de Mono' (*Lecythis ollaria*) and its relationship to chronic selenosis. *Economic Botany* 23, 133–134.
- Lafont J.J., Calle E.A. & Durango L. C. (2013).** Composición Química del Aceite de Almendras producidas por el Árbol Olleto (*Lecythis minor*). *Información Tecnológica*, 24(1), 59–68. doi:10.4067/s0718-07642013000100008.
- Lepsch-Cunha N., & Mori S.A. (1999).** Reproductive phenology and mating potential in a low density tree population of *Couratari multiflora* (Lecythidaceae) in central Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*, 15(1), 97 121. doi:10.1017/s0266467499000693.
- López-Camacho, René. (2008).** Productos Forestales no Maderables: Importancia e Impacto de

- López-Camacho, René. (2020).** Guía de elaboración de estudios técnicos para el aprovechamiento de Productos Forestales No Maderables. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- MADS (Ministerio del Medio Ambiente), Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar, Corantioquia, Corpamag, Corpomojana & CVS. (2002).** Plan de Manejo Integral de los Humedales, Subregión de la Depresión Momposina y Cuenca del Río Sinú. Magangué, Colombia.
- Marulanda L.O., Uribe A., Velásquez P., Montoya M.Á., Idárraga Á., López M.C. y López J. M. (2003).** Estructura y composición de la vegetación de un fragmento de bosque seco en San Sebastián, Magdalena (Colombia) I. Composición de plantas vasculares. *Actualidades Biológicas* 25 (78): 17-30.
- Meriño Stand, N. Rodríguez, F.J. Pérez. (2019).** “Caracterización del aceite extraído de la almendra de *Lecythis minor* Jacq. para ser utilizado con fines cosméticos”, *Prospectiva*, Vol 17, N° 2, 13-17, 2019.
- Mori, S.A. (1968).** The genus *Lecythis* in Central America M.S. thesis, University of Wisconsin, Madison.
- Mori, S.A. (1970).** The ecology and uses of the species of *Lecythis* in Central America. *Turrialba* 20: 344-350.
- Mori S.A & Kallunki J.A. (1976).** Phenology and Floral Biology of *Gustavia superba* (Lecythidaceae) in Central Panama. *Biotropica*, Vol. 8, No. 3 (Sep., 1976), pp. 184-192.
- Mori, S.A. & Prance, G.T. (1981).** The "sapucaia" group of *Lecythis* (Lecythidaceae). *Brittonia* 33:70-80. 1981.
- Mori S.A. & Prance, G.T. (1990).** Taxonomy, ecology, and economic botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.: Lecythidaceae). *Advances in Economic Botany* 8: 13D-150. 1990.
- Mori, S.A. & Prance, G.T. (1990).** Lecythidaceae – Part II. The zygomorphic-flowered New World genera (*Couroupita*, *Corythophora*, *Bertholletia*, *Couratari*, *Eschweilera*, & *Lecythis*). *Flora Neotropica Monograph* 21:1–376.
- Mori, S.A., Smith, N.P., Cornejo, X. & Prance, G.T. (18 March 2010 onward).** The Lecythidaceae Pages (<http://sweetgum.nybg.org/lp/index.php>). The New York Botanical Garden, Bronx, New York.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B., & Kent, J. (2000).** Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. volume 403, pp. 853–858.
- Negret, P.J., Sontera, L., Watson, J.E.M., Possingham, H.P., Jones, K.R., Suarez, C., Ochoa-Quintero, J.M., & M, Maron, (2019).** Emerging evidence that armed conflict and coca cultivation influence deforestation patterns. *Biological Conservation*, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.07.021>.
- Németh, A. & M. Dernovics. (2015).** Effective selenium detoxification in the seed proteins of a hyperaccumulator plant: the analysis of selenium-containing proteins of monkeypot nut (*Lecythis minor*) seeds. *JBIC Journal of Biological Inorganic Chemistry* volume 20, pages 23–33. <https://doi.org/10.1007/s00775-014-1206-6>.



- Peñas, D.E. (1986).** La orfebrería Momposina: el aprendizaje de la paciencia, Boletín Cultural y Bibliográfico, N° 7, Biblioteca Luis Ángel Arango, Bogotá.
- Peñas, D.E., & Arquez, O. (1994).** *Espacio, poblamiento y sociedad en la región momposina*, Ediciones Malibú, Mompox.
- Prance, G.T. & Mori S.A. (1978).** Observations on the fruits and seeds of neotropical Lecythidaceae. *Brittonia* 30: 21-33. 1978.
- Protécnica Ingeniería, (2020).** Magdalena River Nuts. Consultado feb/2020 en <http://www.magdalenarivernuts.com/>.
- Radelli, L. (1962).** Acerca de la geología de la Serranía de Perijá entre Codazzi y Villanueva. *Geología Colombiana* N° 1 pp.23 – 41.
- Raichlen, D.A., Wood, B.M., Gordon, A.D., Mabulla, A.Z. P., Marlowe, F.W. & Pontzer, H. (2014).** Evidence of Lévy walk foraging patterns in human hunter–gatherers. *PNAS*, January 14, 2014 111 (2) 728-733; <https://doi.org/10.1073/pnas.1318616111>.
- R Core Team. (2020).** *R: A language and environment for statistical computing*. Retrieved from <https://www.r-project.org/>.
- Rivera-Díaz, O. (2001).** Caracterización florística y fitogeográfica de la Serranía de Perijá, departamentos de Cesar y La Guajira, Colombia. Tesis Magíster Biología, Universidad Nacional de Colombia; 324 pp.(inéd.).
- Rivera-Díaz, O. & J.L. Fernández-Alonso. (2003).** Análisis corológico de la flora endémica de la Serranía de Perijá, Colombia. *Anales. Jard. Bot. Madrid* 60(2): 347-369.
- Rincón-Ruiz, A., & Kallis, G. (2013).** Caught in the middle, Colombia's war on drugs and its effects on forest and people. *Geoforum*, Volume 46, May 2013, Pages 60-78. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2012.12.009>.
- Sands, W.N. (1925).** Sapucaia nuts. *Malayan Agr. Journ.* 13: 309 – 311. S. 1925. No. 9. *Lecythis usitata*.
- Schaeffer, L.R., Mendenhall, W.& Ott, R.L. (1986).** *Elementos de Muestreo*. Grupo Editorial Iberoamericana, México, D.F.
- Scoles, R. & 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.
- Stevenson, P.R. (2004).** Phenological patterns of woody vegetation al Tinigua Park, Colombia: Methodological comparisons with emphasis on fruit production. *Caldasia* 26(1):125–150.
- Stockdale, M. & López, C. Binnqüist (coords.), Jutta Blauert, Martha Miranda Jiménez, Erick Arancibia y Fabrice Edouard. (2019).** Manejo comunitario sustentable de Productos Forestales No Maderables. ISBN: 978-607-502-790-6
- Ticktin, T. (2004).** The Ecological Implications of Harvesting Non-Timber Forest Products. *J. Appl. Ecol.* 41(1):11–21. doi: 10.1111/j.1365- 2664.2004.00859.x.
- Torres, M.C. (2014).** Impacto de la cosecha y manejo de la palma sará (*Copernicia tectorum*) para uso artesanal en la Región Caribe de Colombia. Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de: Magister en Ciencias-Biología. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias, Departamento de Biología Maestría en Ciencias – Biología Bogotá, Colombia.

- Torres M.C. & Casas L. (Eds.). (2014).** Protocolos de aprovechamiento para flora silvestre no maderable. Metodología, estudios de caso y recomendaciones técnicas. Fondo Biocomercio. Fundación Natura. Bogotá, D.C., Colombia. 141p. Aguilera, M. 2013. Montes de María: Una sub región de economía campesina y empresarial. Documentos de trabajo sobre Economía Regional. Banco de la República, CEER. Cartagena, Colombia. Num 195.
- Valencia-Díaz, S., Flores-Palacios, A., & Castillo-Campos, G. (2012).** Tamaño poblacional y características del hábitat de *Mammillaria eriacantha*, una cactácea endémica del centro de Veracruz, México [Population size and habitat characteristics of *Mammillaria eriacantha*, an endemic cactus from central Veracruz, Mexico]. *Botanical Sciences*, 90, 195–202.
- Viana, V.M., R.A. Mello, L.M. Moraes, and N.T. Mendes. (1998).** Ecología e manejo de populações 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.
- Walter, S. (2001).** Non-Wood Forest Products in Africa. A Regional and National Overview. Les produits forestiers non ligneux en Afrique. Un aperçu régional et national. Working Paper/Document de Travail FOPW/01/1. Food and Agriculture Organization, Forestry Department, Rome, Italy.
- Pérez, J.F. (2017).** El comercio colonial en el puerto fluvial de Santa Cruz de Mompox: estudio comparativo de sus evidencias arqueológicas, históricas y arquitectónicas (1530 –1823). II Simposio internacional de Historia Marítima. Banco de la República. Fundación Proyecto Navío, Universidad de Granada, España.
- Zuidema, P. A. & R. G. Boot. (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.