



El ambiente
es de todos

Minambiente



Trabajando por la biodiversidad

Caracterización de poblaciones y producción silvestre de frutos de chamba (*Campomanesia lineatifolia* Ruiz & Pav.) en los municipios de San Eduardo y Berbeo, Boyacá: bases para su protocolo de manejo sostenible en la región del río Lengupá

Characterization of populations and wild production of chamba fruits (*Campomanesia lineatifolia* Ruiz & Pav.) in the municipalities of San Eduardo and Berbeo, Boyacá: bases for its sustainable management protocol in the Lengupá river region

**Proyecto "Promoviendo los Productos Forestales No Maderables
Partnerships For Forest-P4F"**

Convenio 19-169, celebrado entre Palladium International Limited y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Presentado por:

Blanca Luz Caleño Ruiz

Ingeniera Forestal, Investigadora Asistente II Ciencias Básicas de la Biodiversidad – Especies de Interés del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt,
bcaleno@humboldt.org.co

Caleño-Ruiz, B. L., <https://orcid.org/0000-0001-7607-8160>

Supervisora: María Claudia Torres Romero, Investigadora Adjunta, Ciencias Básicas de la Biodiversidad – Especies de Interés del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Asociación Nacional de Empresarios de Colombia-ANDI, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Partnerships For Forests-P4F y Gobierno del Reino Unido

Bogotá, D.C., 2022



Participación

Manifestamos un reconocimiento y agradecimiento especial a todas las personas que colaboraron con el desarrollo del presente trabajo dentro de las que se incluyen Alcira Martínez, Alirio Barreto, Álvaro Roa, Ana Cecilia Roa, Beatriz Cortés, Belén Sánchez, Blanca Flor Bohórquez, Blanca Leguizamo, Brauben Quintero, Cecilia Cortés, Desiderio Lesmes, Desiderio Pinto Plazas, Diocelina Hernández, Domingo Pinzón, Elfa Moreno, Eugenio Buitrago, Fabio Gordillo, Federico Esquivel, Felipe Rodríguez, Ferlín Arenas, Gilberto Bohórquez, Gilberto Buitrago, Graciela Buitrago, Graciela Vásquez, Hermelindo Sánchez, Herminda Bohórquez, Hermogeno Gordillo, Hugo Acevedo, Inés Fernández, Irena Huerta, Jorge Arenas, José Cárdenas, José Galindo, José Martín Rodríguez, José Rincón, Julio Eduardo Alvarado, Julio Parra, Leonardo Ovalle, Luis Antonio Bermúdez, Luis Eduardo Rodríguez, Luz Estela Muñoz, Luz Herminda, Luz Yanira Morales, Margarita Amaya Parra, María de Jesús Fernández de Vargas, Marinela Bohórquez, Mauricio Huertas, Mercedes Ballesteros, Milton José Vargas Ramírez, Mirta Ramos, Misael Alba, Octavio Cendales, Orlando Sánchez, Otoniel Melo, Pedro Fernández, Ramiro López, Rigoberto Sánchez, Rosalba Ortiz, Virginia Rivera, Wilder Muñoz, Wilson Rodríguez.

Trabajo de campo

En el desarrollo del trabajo de campo, destacamos la participación de:

Orlando Sánchez Parada, cosechador integrante de Asofrulen
Ricardo Hernández, cosechador de chamba
Rigoberto Sánchez, cosechador integrante de Asofrulen
Luis Antonio Bermúdez, cosechador integrante de Asofrulen
Wilson Rodríguez, cosechador integrante de Asofrulen

En el seguimiento a producción de frutos agradecemos la disposición y colaboración de:

Alba Ovalle, cosechadora de chamba
Dany Yulieth Sánchez Victoria, cosechadora de chamba
Andrea Ovalle Zamora, cosechadora de chamba
Marco Fernández, cosechador integrante de Asofrulen
Rigoberto Sánchez, cosechador integrante de Asofrulen

Elaboración de cartografía

Blanca Luz Caleño Ruiz, Investigadora Asistente II, Instituto Humboldt

Revisión

María Claudia Torres Romero, Investigador Adjunto, Instituto Humboldt

PÁGINA DE FICHA DE CATALOGACIÓN EN LA FUENTE

Caleño Ruiz, Blanca Luz

Caracterización de poblaciones y producción silvestre de frutos de chamba (*Campomanesia lineatifolia* Ruiz & Pav.) en los municipios de San Eduardo y Berbeo, Boyacá: bases para su protocolo de manejo sostenible en la región del río Lengupá = Characterization of populations and wild production of chamba fruits (*Campomanesia lineatifolia* Ruiz & Pav.) in the municipalities of San Eduardo and Berbeo, Boyacá: bases for its sustainable management protocol in the Lengupá river region / Blanca Luz Caleño Ruiz. – Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2022.

54 páginas.

Incluye bibliografía, tablas, mapas, fotos a color

1. Andes. – 2. Árbol. – 3. Bosque subandino. – 4. Colombia. – 5. Conservación. – 6. Cosecha. – 7. Flora. – 8. Frutos. – 9. Manejo. – 10. PFTM. I. Blanca Luz Caleño Ruiz. II. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Catalogación en la fuente – Biblioteca Francisco Javier Matís.

Cómo citar este documento:

Caleño-Ruiz, B. L. (2022). Caracterización de poblaciones y producción silvestre de frutos de chamba (*Campomanesia lineatifolia* Ruiz & Pav.) en los municipios de San Eduardo y Berbeo, Boyacá: bases para su protocolo de manejo sostenible en la región del río Lengupá = Characterization of populations and wild production of chamba fruits (*Campomanesia lineatifolia* Ruiz & Pav.) in the municipalities of San Eduardo and Berbeo, Boyacá: bases for its sustainable management protocol in the Lengupá river region. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Resumen

El manejo sostenible de productos forestales no maderables es una actividad con potencial de sostenibilidad debido a que genera ingresos y promueve la conservación de áreas forestales; sin embargo, se requiere información técnica para su manejo adecuado. Se recolectó y analizó información sobre biología, ecología y proceso de aprovechamiento de la chamba (*Campomanesia lineatifolia*) para evaluar y planificar su uso sostenible. Se muestrearon individuos de los municipios Berbeo y San Eduardo, Boyacá, para evaluar la abundancia y estructura poblacional de chamba. Todos los individuos fueron marcados, georreferenciados y se midió el diámetro de todos los tallos (cm), altura total y fustal (m), diámetro de copas (m) y características de aprovechamiento. Se instalaron 62 trampas de 0,5x0,5 m en 31 individuos para realizar seguimiento a la producción de frutos totales y aprovechables durante octubre-noviembre de 2020. La caracterización de la actividad de aprovechamiento fue realizada a través de entrevistas semiestructuradas y observación participante. Se registraron 2657 individuos con una abundancia promedio de 16 ± 24 individuos/ha para el área evaluada. Los individuos fueron agrupados en 560 plántulas, 1139 juveniles, 852 adultos y 11 etapas de vida. La estructura de la población tuvo una baja proporción de plántulas que pueden representar una disminución futura del tamaño poblacional y la mayoría de individuos se concentró en las etapas juveniles. Para cada individuo, se realizaron en promedio 11 eventos de cosecha con una recolección promedio de 138,2 kg de frutos totales y 116,2 kg de frutos aprovechables que varían con el tamaño del árbol.

Palabras clave: Andes, árbol, bosque subandino, Colombia, conservación, cosecha, flora, frutos, manejo, PFNM.

Abstract

The use of non-timber forest products is an activity with potential for sustainability because it generates income and promotes the conservation of forest areas. However, technical information is required for its proper management. Information about biology, ecology and harvesting process of the chamba (*Campomanesia lineatifolia*) was collected and analyzed to evaluate and plan its sustainable use. Individuals from the Berbeo and San Eduardo municipalities, Boyacá, were sampled to evaluate the abundance and population structure of chamba. All individuals were marked, georeferenced and the diameter of all stems (cm), total and fustal height (m), crown diameters (m) and harvest characteristics were measured. 62 traps of 0.5x0.5 m were installed in 31 individuals of chamba to monitor the production of total and harvestable fruits during October-November 2020. The harvesting activity was characterized through semi-structured interviews and participant observation. 2657 individuals were recorded with an average abundance of 16 ± 24 individuals/ha for the evaluated area. The individuals were grouped into 560 seedlings, 1139 juveniles, 852 adults and 11 life stages. The population structure had a low proportion of seedlings that may represent a future decrease in population size, and most of the individuals were concentrated in the juvenile stages. For each individual, an average of 11 harvest events were carried out with an average collection of 138.2 kg of total fruits and 116.2 kg of harvestable fruits that varies with the size of the tree.

Keywords: Andes, Colombia, conservation, flora, fruits, harvest, management, NTFP, sub-Andean forest, tree.

Contenido

Resumen	4
Abstract	5
1. Introducción	10
2. Objetivos	11
Objetivo general	11
Objetivos específicos	11
3. Área de estudio	11
4. Métodos	14
4.1. Preparación	14
4.2. Trabajo de campo	15
4.3. Análisis de información y construcción de la caracterización de poblaciones y producción de frutos de chamba	17
4.4. Socialización de resultados	18
5. Información sobre la especie y las poblaciones de chamba	18
5.1. Descripción de la especie <i>Campomanesia lineatifolia</i> Ruiz & Pav.	18
5.2. Distribución global y nacional	19
5.3. Usos y propiedades	20
5.4. Polinización y propagación	22
5.5. Distribución de la especie en el área de estudio	23
5.6. Abundancia de chamba en el área de estudio	26
5.7. Estructura poblacional de chamba en el área de estudio	28
5.7.1. Etapas del ciclo de vida	28
5.7.2. Representación de individuos por etapas de vida	30
5.8. Fenología, épocas de cosecha y productividad de frutos	31
6. Caracterización de la cosecha y el manejo	36
6.1. Descripción del proceso de cosecha	36
6.2. Equivalencia entre lo cosechado y el producto final	38
6.3. Prácticas de manejo	40
6.4. Propiedad de la tierra, formas de acceso al recurso y compatibilidad de uso para su aprovechamiento	41

6.5. Impacto de la cosecha	43
6.6. Cadena productiva	44
7. Potencial de sustentabilidad	46
8. Recomendaciones de manejo	48
9. Seguimiento y monitoreo	49

Figuras

Figura 1. Área de estudio dentro del municipio San Eduardo, Boyacá. Fuente mapa base: Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE, 2017 y comunidad rural de San Eduardo y Berbeo.	14
Figura 2. Paisaje general del área de estudio.	15
Figura 3. Socialización con las comunidades que realizan aprovechamiento de chamba en el municipio de San Eduardo, Boyacá.	16
Figura 4. Cosechadores de chamba identificando áreas de distribución natural de chamba (A) y cartografía obtenida con la distribución de chamba en achurado verde y veredas donde se realiza cosecha con símbolos rojos (B).	17
Figura 5. Marcación de individuos (A), medición del diámetro de ramificaciones (B) y diámetro de copas (C). Elaboración (D) e instalación (E, F) de trampas de frutos de chamba.	18
Figura 6. Porte (A), corteza (B), hojas (C), flores (D), frutos verdes (E), semillas (F), plántula (G) y frutos maduros (H) de chamba (<i>C. lineatifolia</i>).	20
Figura 7. Distribución global y nacional de <i>C. lineatifolia</i> . Fuente: registros de ejemplares (GBIF.org, 2020) y mapa base del DANE (2017).	21
Figura 8. Jugo (A), crema (B) y pulpa de chamba (C). Congelador para el almacenamiento de pulpa en una de las fincas visitadas (D).	23
Figura 9. Área de distribución natural de chamba en el área de estudio.	25
Figura 10. Distribución natural de chamba en otros municipios.	26
Figura 11. Relación entre la abundancia de individuos de chamba y el tamaño del predio.	29
Figura 12. Grandes categorías en la etapa de vida de la chamba (A). Subcategorías para plántulas (B), juveniles (C) y adultos (D).	31
Figura 13. Representatividad de individuos de chamba por etapas de vida (A) y ajuste del modelo exponencial negativo con base en la marca de clase de cada intervalo (B).	32
Figura 14. Fenología de chamba a lo largo del año.	33
Figura 15. Relación entre la cantidad de frutos cosechados (kg) con la edad (A), diámetro (B) y área de copa (C) de árboles de chamba, según entrevistas realizadas a los cosechadores de la vereda San Pablo en San Eduardo.	34
Figura 16. Variabilidad del tamaño del fruto de chamba.	34
Figura 17. Variabilidad de la cantidad de frutos totales (A) y aprovechables (B) recolectados por cada trampa de 0.25 m ² para los eventos de cosecha realizados cada tercer día.	35
Figura 18. Relación entre la cantidad de frutos totales cosechados por cada árbol con su diámetro (A), altura (B) y área de copa (C), según los registros de trampas de frutos instaladas a individuos de los municipios Berbeo y San Eduardo.	36
Figura 19. Estimaciones de comercialización anual de pulpa de chamba en la planta procesadora de Asofrulen.	37
Figura 20. Frutos verdes y en su punto de maduración (A, C). Cosechador de chamba (B).	39
Figura 21. Árboles de chamba en cafetales.	40

Figura 22. Proceso de despulpado artesanal de chamba. Desinfección con agua caliente (A), despulpado (B, C), residuos del despulpado (D), pulpa licuada (E), empacado (F) y producto final (G).	41
Figura 23. Marmita para realizar el proceso de pasteurización y descalcada (A), empacadora y selladora (B) y cuarto frío (C).	42
Figura 24. Soqueada realizada para promover el desarrollo de brotes nuevos (A) y la regeneración de un individuo completo (B). Árbol de chamba deshojado con alta presencia de guiches (C).	43
Figura 25. Anillado sobre árbol de chamba para impedir transporte de savia e inducir la muerte (A). Residuos de frutos de chamba en el suelo que no fueron cosechados (B).	46
Figura 26. Cadena productiva de agraz para miembros de Asofrulen (A) y comercializadores sin ningún vínculo asociativo (B).	47
Figura 27. Presentación de un litro (~1 kg) de pulpa de chamba artesanal (empaque grande) y presentación de 125 g de pulpa procesada en la planta de Asofrulen (empaque pequeño).	48

Tablas

Tabla 1. Predios visitados y abundancia de individuos para cada uno.	27
Tabla 2. Etapas de vida en el ciclo vital de chamba con la representatividad de individuos y valores promedio de altura total y diámetro del tronco.	30
Tabla 3. Cantidad de frutos cosechados de acuerdo a las etapas de vida de los árboles.	36

1. Introducción

En Colombia existe una gran variedad de productos como frutos, semillas, hojas, fibras, aceites, etc. que pueden ser aprovechados de palmas, árboles, hierbas, bejucos, incluso de plantas acuáticas, que por no haber sido cultivados por el hombre se clasifican como flora silvestre; estos se conocen como productos forestales no maderables (PFNM) y se han cosechado históricamente para cubrir una amplia diversidad de usos como alimento para humanos y animales, materias primas de uso artesanal y materiales para construcción, y, actualmente, también se reconoce su gran potencial como ingredientes naturales para las industrias cosméticas, alimenticia, farmacéutica y de aseo, entre otros usos con mayor valor agregado. El uso sostenible de los PFNM representa una oportunidad de generación de ingresos para las comunidades locales, especialmente en regiones donde hay gran presión por el cambio del uso del suelo (ejemplo de bosques a pastos) y la tala de árboles, ya que contribuye a disminuir la presión hacia los usos ilegales e insostenibles del bosque y otros ecosistemas naturales. Sin embargo, para promover el uso sostenible de los PFNM y de los ecosistemas donde estos se encuentran es necesario conocer sobre la ecología, el aprovechamiento y el manejo de las especies de plantas de las cuales se obtienen, con el fin de orientar las decisiones de todos los actores que intervienen en las respectivas cadenas productivas, como son los recolectores, los transformadores y las autoridades ambientales.

En este contexto, mediante el proyecto “Promoviendo los productos forestales no maderables PFNM en Colombia”, financiado por la iniciativa Partnerships for Forests del Reino Unido (P4F), el Instituto Humboldt generó la caracterización de poblaciones y producción silvestre de frutos o semillas de seis especies en diferentes regiones y ecosistemas del país que tienen potencial para el aprovechamiento de PFNM, estas son naidí (*Euterpe oleracea* Mart.), jagua (*Genipa americana* L.), olla de mono (*Lecythis minor* Jacq.), guáimaro (*Brosimum alicastrum* Sw.), agraz (*Vaccinium meridionale* Sw.) y chamba (*Campomanesia lineatifolia* Ruiz & Pav.). Estas especies fueron priorizadas en conjunto con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), considerando su alta demanda y potencial de uso en la industria cosmética y alimenticia.

Esta caracterización de poblaciones y producción silvestre de frutos se enfoca en una de estas especies, la chamba, también conocida en otras regiones como champo, bichinche, guayabo Anselmo, guayaba de leche o michinche, cuyo uso ha tomado una gran importancia en una de las regiones donde habita naturalmente y que corresponde al área por donde corre el río Lengupá dentro de los municipios Berbeo, Miraflores y San Eduardo, en el departamento de Boyacá. Incluso, en San Eduardo se ha organizado un esquema asociativo entre los cosechadores para la transformación industrial y comercialización de chamba en forma de pulpa hacia la ciudad de Tunja.

La importancia de la chamba deriva del consumo tradicional del fruto, que es ácido y dulce a la vez, el cual se emplea para preparar varios productos entre los que destacan las bebidas en forma de crema o jugo, que los habitantes consumen diariamente y son comercializadas casi en todas las cafeterías de la región. Además, el amplio uso que se le ha dado en la región ha promovido el desarrollo de investigaciones encaminadas a evaluar sus propiedades y posibles aplicaciones alimenticias y cosméticas (Barbosa, 2009; Barrios y Yanquen, 2018; Bonilla et al., 2005; Madalosso et al., 2012; Osorio et al., 2006; Procolombia, 2019), así como para evaluar las

características fisiológicas y organolépticas del fruto (Álvarez et al., 2009; Balaguera-López et al., 2012; Balaguera-López y Herrera-Arévalo, 2012a, 2012b).

En este documento se hace una descripción de las actividades de aprovechamiento de chamba que actualmente se desarrollan en los municipios de Berbeo, Miraflores y San Eduardo, y del estado actual de las poblaciones y su productividad, con el fin de recopilar información biológica y ecológica de utilidad para todos los actores relacionados con el uso y la regulación del aprovechamiento de sus frutos, como producto no maderable de la flora silvestre, todo lo anterior, con el propósito de hacer de esta una actividad sostenible.

2. Objetivos

Objetivo general

Recolectar y analizar información sobre la biología, la ecología y el proceso de aprovechamiento de la chamba con el fin de evaluar y planificar su uso sostenible.

Objetivos específicos

- ✓ Realizar revisión de literatura para identificar áreas de recolección y obtener información secundaria sobre la especie.
- ✓ Evaluar la distribución, abundancia, estructura poblacional y productividad de la especie para identificar su estado actual e impactos.
- ✓ Caracterizar la actividad de aprovechamiento a partir de la información ecológica obtenida y la información brindada por los cosechadores.

3. Área de estudio

Este estudio fue realizado en los municipios de San Eduardo y Berbeo, Boyacá, los cuales se ubican al sur oriente del departamento a 122 km de la ciudad de Tunja y a 212 km de la ciudad de Bogotá D.C (Figura 1). Ambos municipios cubren un área de 171,7 km² con elevaciones que van desde 1100 en el extremo occidental del municipio Berbeo hasta 3400 m en el extremo norte del municipio de San Eduardo; la temperatura promedio es de 18 °C en el municipio de San Eduardo y de 23 °C en el municipio Berbeo; el régimen de lluvias es mono modal con precipitaciones concentradas entre marzo a noviembre que superan los 300 mm mensuales entre junio y agosto (Alcaldía de Berbeo, 2019; Alcaldía de San Eduardo, 2017).

De la extensión total de los municipios, solamente cerca del 50 % posee las características ambientales para la distribución natural y producción de *C. lineatifolia*. De acuerdo con esto, el área de estudio abarcó únicamente estas áreas (polígono rojo de la Figura 1). De acuerdo con la comunidad rural, el límite ambiental donde crece la chamba se puede fijar por debajo de los 1700 m s.n.m. y corresponde al sector sur de ambos municipios en las veredas Bombita, Libertad, San Pablo y Villanueva de San Eduardo y las veredas Jotas, Medios, San Fernando, Centro, Higuerón, Rodeo, Bombita y Batatal del municipio Berbeo (Figura 1). Esta área se ubica dentro del Oroboma Subandino de la vertiente llanera de la cordillera oriental dentro del Zonobioma Húmedo Tropical que está representado por un agroecosistema cafetero de clima templado semihúmedo y principalmente dominado por paisajes de montaña y relieve de lomas y colinas, suelos oxidantes

poco evolucionados y ricos en bases de clases taxonómicas Andic dystrodepts, Humic dystrodepts y Typic Eutrodepts (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM, 2017). Las coberturas principales del área de estudio están dominadas por pastos, cafetales y un conjunto de mosaicos entre cultivos, pastos y espacios naturales de fragmentos de bosques de galería principalmente (Figura 2). Entre los cultivos de café y caña es común observar, junto con la chamba, ceibos o cámbulos (*Erythrina* sp.), ocobos (*Tabebuia rosea* (Bertol.) A.DC.), cafeteros (*Trichanthera gigantea* (Humb. & Bonpl.) Nees), cedros (*Cedrela odorata* L.), entre otros.

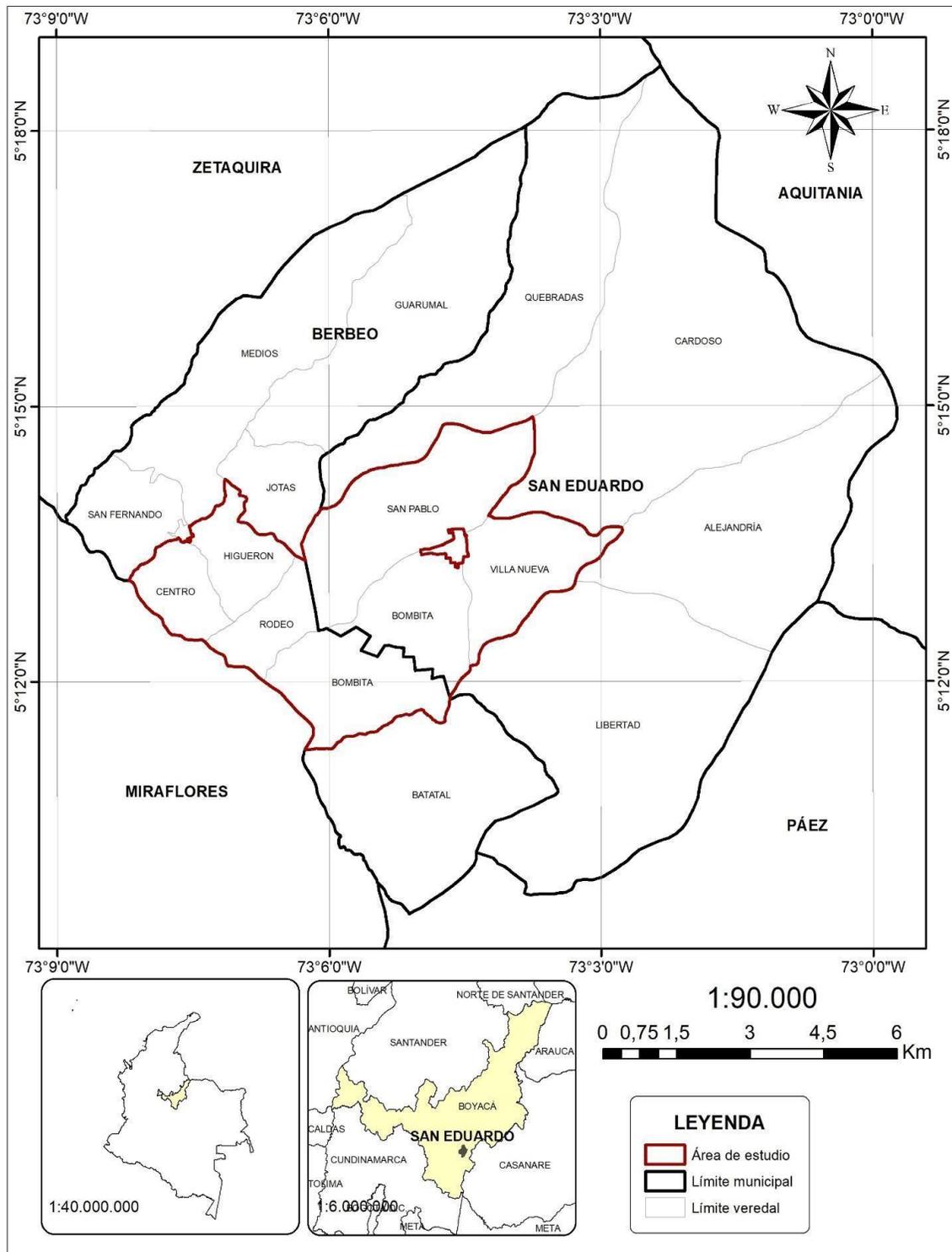


Figura 1. Área de estudio dentro del municipio San Eduardo, Boyacá. Fuente mapa base: Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE, 2017 y comunidad rural de San Eduardo y Berbeo.



Figura 2. Paisaje general del área de estudio.

San Eduardo cuenta con una población total de 1701 habitantes de los cuales el 56,97 % corresponde a población rural y de centros poblados con un 11,55 % de la población total en necesidades básicas insatisfechas, principalmente en el área rural; Berbeo cuenta con una población total de 1596 de los cuales el 74,56 % corresponde a población rural y de centros poblados con un 15,05 % de la población total en necesidades básicas insatisfechas, al igual que en San Eduardo, principalmente en el área rural (DANE, 2019). Las actividades económicas más importantes de los dos municipios son el cultivo de café y caña y la ganadería de vacunos, pero también se cultiva maíz, frijón, yuca y plátano y se crían aves, cerdos y peces. Finalmente, otras actividades relevantes en esta región son el cultivo de frutales como pitahaya, granadilla, tomate de árbol, lulo y mango.

4. Métodos

Esta investigación fue realizada en cuatro fases que comprenden la planificación, el trabajo de campo, el análisis de la información y la socialización de resultados. A continuación, se describen los métodos empleados en cada una de las fases:

4.1. Preparación

Esta fase consistió en la revisión de literatura en bases de datos especializadas (Elsevier, ScienceDirect, Scopus, Scielo, entre otras) sobre distribución, biología, ecología, usos y propiedades de *C. lineatifolia* con el propósito de establecer el estado de arte para esta especie. Para la distribución se consultaron además los registros del Herbario Nacional Colombiano, Herbario Forestal Gilberto Emilio Mahecha y Herbario Federico Meden Bogotá y del catálogo de la vida del Global Biodiversity Information Facility (GBIF.org, 2020; Species 2000 y ITIS Catalogue of Life, 2019) y, para la identificación de la población de chamba y actividades de aprovechamiento se realizó una búsqueda de empresas que emplean esta especie dentro de sus productos, a través de internet y de la Asociación Nacional de Industriales (ANDI).

4.2. Trabajo de campo

Una vez se identificó la población de chamba y la comunidad rural que realiza su aprovechamiento en los municipios de San Eduardo y Berbeo, se realizó una salida de campo para el primer acercamiento con miembros de la Asociación Campesina de Frutos de Lengupá (Asofrulen) con el propósito de socializar el proyecto, mostrar los alcances de la investigación, el papel de los cosechadores de chamba y sus beneficios dentro del proyecto (Figura 3). En la reunión, a través de preguntas orientadoras, se discutió sobre la actividad de aprovechamiento de chamba y las condiciones socioeconómicas de los cosechadores. Además, mediante cartografía participativa se identificaron áreas de población natural de chamba y áreas de cosecha actual (Figura 4) que, para la posterior construcción de la cartografía definitiva, se complementó con información de límites municipales, veredales y curvas de nivel ya que, de acuerdo con los cosechadores, la chamba no crece en tierra fría por encima de los 1700 m s.n.m.



Figura 3. Socialización con las comunidades que realizan aprovechamiento de chamba en el municipio de San Eduardo, Boyacá.



Figura 4. Cosechadores de chamba identificando áreas de distribución natural de chamba (A) y cartografía obtenida con la distribución de chamba en achurado verde y veredas donde se realiza cosecha con símbolos rojos (B).

Posterior a la socialización del proyecto se realizó un recorrido por fincas de las veredas Bombita, Libertad, San Pablo y Villanueva del municipio San Eduardo y las veredas Bombita, Higuerón, Centro, Rodeo y Batatal del municipio Berbeo con el fin de registrar los individuos de chamba dentro de cada una. Para esto, por cada finca se registró la vereda, nombre del predio, área del predio y propietario, y se midieron las siguientes variables estructurales en todos los árboles de chamba presentes: coordenadas con GPS digital, altura total y fustal (m) empleando un hipsómetro digital, número de ramificaciones, diámetro del tronco o ramificación a 1,3 m de altura (cm) empleando una cinta diamétrica, diámetro de copas en las coordenadas norte-sur y oriente-occidente (m) empleando decámetro, estado fenológico, clase de tamaño e información sobre la actividad de cosecha (Figura 5). De acuerdo con el conocimiento de los cosechadores acompañantes, cuando fue posible, se registró la edad (años) y producción aproximada (kg) de cada árbol.



Figura 5. Marcación de individuos (A), medición del diámetro de ramificaciones (B) y diámetro de copas (C). Elaboración (D) e instalación (E, F) de trampas de frutos de chamba.

Para cuantificar la producción de frutos, se instalaron 62 trampas en 31 árboles distribuidos en los municipios de Berbeo y San Eduardo (Stevenson y Vargas, 2008). Dos trampas fueron instaladas por cada árbol en los extremos opuestos debajo de cada copa (Figura 5). Se realizó el registro de frutos en cada trampa cada tercer día y se cuantificaron los frutos aprovechables y no aprovechables. Para la caracterización de la actividad de aprovechamiento se empleó observación participante y entrevistas semiestructuradas en varias de las fincas visitadas, con preguntas orientadoras sobre la edad de producción de chamba, las épocas de cosecha, la producción en cada época, las calidades del fruto, las especies asociadas, las actividades de manejo, los requerimientos de la especie, la frecuencia de recolección, la transformación, el tiempo empleado en la recolección, el medio de transporte a las áreas de cosecha y la forma de venta.

4.3. Análisis de información y construcción de la caracterización de poblaciones y producción de frutos de chamba

Para evaluar la abundancia de chamba, se emplearon métricas descriptivas para el tamaño de las fincas evaluadas y la cantidad de individuos en cada una. Con el fin de evaluar la relación entre el tamaño de la finca y el número de árboles de chamba presentes se realizó un análisis de correlación de Spearman y regresión empleando el paquete stats (R Core Team, 2020).

Para determinar las etapas dentro del ciclo de vida de chamba se utilizaron todas las variables estructurales medidas para construir conglomerados jerárquicos a través de componentes principales empleando el paquete FactoMineR (Lê et al., 2008). Inicialmente, se agrupó la

población en tres grandes etapas: plántulas juveniles y adultos y dentro de cada una se definieron subetapas empleando como variables discriminantes el diámetro y la altura. Con base en la clasificación obtenida se realizó una evaluación de la estructura poblacional a partir de las clases diamétricas y la proporción de individuos dentro de cada una. Para esto, se empleó el coeficiente Gini del paquete reldist (Handcock, 2016) y se evaluó el ajuste de un modelo exponencial negativo empleando el paquete stats (R Core Team, 2020) con el fin de establecer si las clases de tamaño son desproporcionadas y siguen una distribución exponencial negativa asociada a poblaciones relativamente estables con alta regeneración (Bernucci et al., 2011; Weiner y Solbrig, 1984). Valores del coeficiente de Gini cercanos a cero sugieren que todos los individuos de la población tienen el mismo tamaño, o cercanos a uno que la biomasa tiende a ser concentrada en una pequeña proporción de la población o en unos pocos individuos (Weiner y Solbrig, 1984).

Para conocer la cantidad de frutos por kilogramo se contabilizaron los frutos de 9 muestras de 1 kg que fueron posteriormente promediados y el valor obtenido fue empleado para estimar el peso de frutos en los análisis realizados. Para relacionar la cantidad de frutos estimada por los cosechadores y la cantidad de frutos recolectados en las trampas de frutos con las variables estructurales de los árboles, se emplearon regresiones con el paquete stats (R Core Team, 2020).

4.4. Socialización de resultados

Al final de la investigación, se realizó una reunión con la comunidad rural que realiza aprovechamiento de chamba con el fin de mostrar los resultados obtenidos con énfasis en las recomendaciones sobre el seguimiento, las actividades de manejo y los datos disponibles para el proceso de solicitud del permiso de aprovechamiento.

5. Información sobre la especie y las poblaciones de chamba

5.1. Descripción de la especie *Campomanesia lineatifolia* Ruiz & Pav.

Esta especie se conoce con el nombre de chamba en la región de estudio, y con otros nombres como campo, guayabo campo, guayabo cimarrón, guayabo Anselmo, guayabo de leche, chiga, michinche o palillo, en otras regiones del país (Bernal et al., 2017). Es un árbol de porte bajo que alcanza entre 8 a 10 m de altura, es caducifolio entre diciembre y febrero, el tronco suele estar ramificado a una altura menor de 1.3 m, la corteza es de color gris a amarillo, ligeramente fisurada y desprendible en tiras delgadas; la copa es globosa y densa con hojas ovadas, atenuadas y opuestas, venas marginales no diferenciadas, 3 a 4 pares de venas laterales más bajas cercanamente agrupadas y en la parte superior cada vez más distantes; las flores son de color blanco a crema, solitarias, axilares, con bractéolas nunca foliáceas ni persistentes, con 5 lóbulos o sépalos libres membranáceos en anthesis y en botón floral, ovario con 3 a 18 lóculos y 4 a 20 óvulos por lóculo, filamentos filiformes y anteras no sagitadas; el fruto es una baya achatada de color amarillo al madurar, con cáliz persistente, con 1 a 4 semillas por fruto, capa de las semillas membranácea, embriones mirtoideos con cotiledones angostos de igual o menor longitud que el hipocótilo, que en ocasiones aparenta una forma de “C” (McVaugh, 1956; Parra, 2014).



Figura 6. Porte (A), corteza (B), hojas (C), flores (D), frutos verdes (E), semillas (F), plántula (G) y frutos maduros (H) de chamba (*C. lineatifolia*).

5.2. Distribución global y nacional

C. lineatifolia ha sido registrada en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador y Perú hasta los 1850 m. s.n.m. (Bernal et al., 2019) (Figura 7). En Colombia tiene una distribución amplia y ha sido registrada en los departamentos de Amazonas, Antioquia, Boyacá, Cauca, Caquetá, Chocó, Cundinamarca, Guaviare, Nariño, Putumayo, Santander y Vaupés (Bernal et al., 2019; GBIF.org, 2020) (Figura 7). Entre las regiones de distribución, además de Colombia, el uso y consumo de *C. lineatifolia* ha sido documentado en Brasil y Perú, especialmente en la región amazónica, donde se le conoce con el nombre local de palillo (Perú) o guabiraba (Brasil) (Da Silva Severino Lima et al., 2016; González-Coral, 2007).

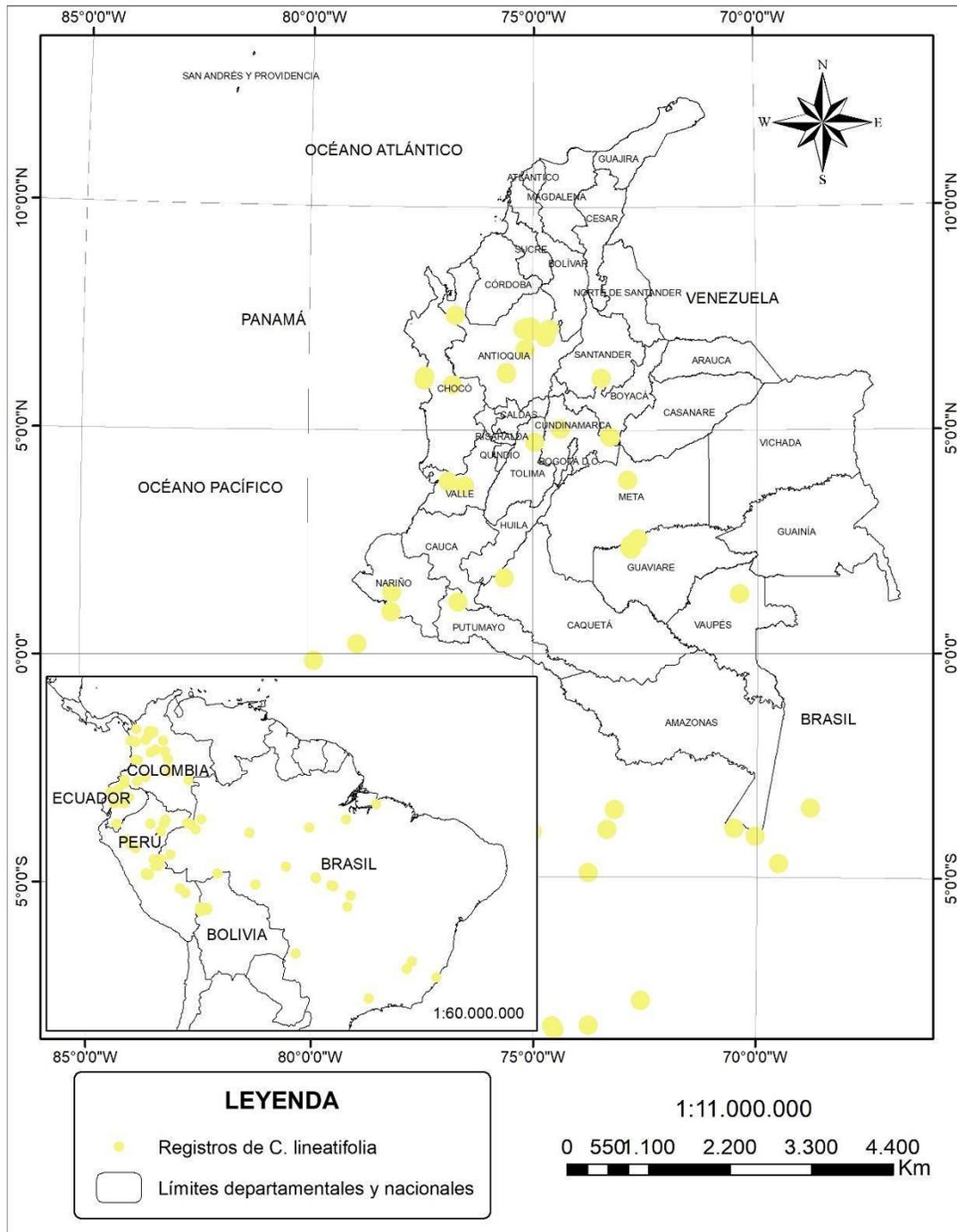


Figura 7. Distribución global y nacional de *C. lineatifolia*. Fuente: registros de ejemplares (GBIF.org, 2020) y mapa base del DANE (2017).

5.3. Usos y propiedades

El fruto es la parte más utilizada de esta especie y se comercializa ampliamente como fruta fresca en la región de Lengupá durante la época de cosecha. En esta región es muy común que se realice el proceso de extracción de pulpa por parte de sus habitantes, bien sea de forma artesanal o industrial, para su posterior almacenamiento en congeladores caseros o industriales debido a que

el consumo de chamba es bastante amplio, tradicional y con una alta demanda local (Figura 8). Además, el hecho de que sea un fruto altamente perecedero y que un alto porcentaje de la cosecha se pierda por esta razón, ha motivado la búsqueda de alternativas para su almacenamiento debido a que los ingresos derivados de la venta del fruto juegan un papel importante en la economía de varios habitantes de esta región.

La chamba es un fruto climatérico dulce y ácido, altamente perecedero a temperatura ambiente, que puede perder masa y firmeza rápidamente por lo que el periodo de duración para la comercialización es de solo cuatro días después de cosechado (Álvarez et al., 2009). Se usa generalmente para preparar bebidas típicas de la región como jugo o crema de chamba, pero también se emplea para una amplia variedad de productos como dulces, mermeladas, sabajón, postres, entre otros, que son comercializados principalmente en el municipio de Miraflores. Usos como estos también han sido reportados en Perú, en donde, además del consumo de la fruta fresca, también se preparan helados y mermeladas (González-Coral, 2007).

Existe una variedad de investigaciones que han explorado las propiedades del fruto y de las hojas de chamba con el fin de identificar su aplicación en productos alimenticios, medicinales y cosméticos. Dentro de los componentes identificados se encuentran azúcares como fructosa, glucosa y sacarosa (contenido en una mayor proporción dentro del fruto), además de ácidos orgánicos como el cítrico, el succínico, el málico y oxálico que están asociados al sabor ácido y dulce de la fruta (Álvarez-Herrera et al., 2009; Balaguera-López y Herrera-Arévalo, 2012b). Además, posee un alto contenido de sólidos solubles totales, compuestos de azúcares en un 80 a 95 %, que hace que la chamba sea un fruto con potencial para la elaboración de jugos industriales (Balaguera et al., 2009). En el año 2005 se lograron aislar tres pigmentos β -tricetonas conocidos como champanones A, B y C, en su momento nuevos para la ciencia, a partir de los extractos de las semillas de chamba, los cuales tienen potencial como agentes antimicrobianos (Bonilla et al., 2005) y se encargan de darle el olor y sabor característico a esta fruta (Osorio et al., 2006).

Asimismo, se conoce que los extractos de hojas y pulpa del fruto de chamba tienen un alto contenido de fenoles, taninos y flavonoides que poseen actividad antioxidante (Barbosa, 2009; Da Silva Severino Lima et al., 2016; Muñoz et al., 2015) con potencial de aplicación en productos alimenticios procesados para alargar su vida útil (Barrios y Yanquen, 2018; Otálvaro-Álvarez et al., 2017). Además, polifenoles identificados en extractos de hojas de chamba como la catequina y la quercitrina han demostrado tener actividad gastro protectora contra afectaciones como la úlcera gástrica debido a sus propiedades antioxidantes (Lescano et al., 2019; Madalosso et al., 2012).

Se ha comprobado también que los extractos de la pulpa de chamba en concentraciones desde 0,3 mg/kg tienen efecto anti-fúngico que puede alcanzar valores inhibitorios entre 48,4 y 74,2 % sobre hongos de mora (*Rubus glaucus* Benth.) como *Botrytis cinerea* y *Rhizopus stolonifer* (Camacho-Téllez y Nieto-Gómez, 2017). Además, los extractos etanólicos de las semillas también funcionaron como bio-herbicidas en la inhibición de la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de cerraja (*Sonchus oleraceus* (L.) L.) (Martínez, 2019).

Por otro lado, debido a los avances en investigación sobre las propiedades de esta especie, la empresa Waliwa ha adelantado investigación para el uso de pulpa y semillas de chamba como ingredientes naturales para cremas faciales y corporales, champú, lociones bronceadoras y cosméticos para el cuidado del sol, en los que las β -tricetonas conocidas como champanones actúan como protectores solares y antioxidantes que aumentan la viabilidad celular; incluso, se ha incluido

a la cera y el extracto de las semillas dentro de la Nomenclatura Internacional de Ingredientes Cosméticos (INCI, por sus siglas en inglés) (Castro-Lozano, 2017; Procolombia, 2019).

De otra parte, en la región de Lengupá también emplean la madera de los árboles de chamba como leña, la cual es considerada de alta calidad. Adicionalmente, este árbol es empleado como sombrío para el café y generalmente se observa dentro de los cafetales que se han establecido en las fincas.



Figura 8. Jugo (A), crema (B) y pulpa de chamba (C). Congelador para el almacenamiento de pulpa en una de las fincas visitadas (D).

5.4. Polinización y propagación

Debido al olor aromático que expiden las flores de chamba, hay una variedad importante de visitantes florales como mariposas, cucarrones, avispas, abejas solitarias, moscas y, con una mayor abundancia e importancia gracias a que intervienen en la polinización de sus flores, las abejas comunes (*Apis mellifera*) y sin aguijón (*Melipona*, *Partamona* y *Trigona*) que fomentan la formación y cuajado del total de frutos en un árbol de chamba (Rodríguez et al., 2015). De esta manera, es fundamental resaltar la importancia de las abejas para la producción de frutos de chamba en el área de estudio y promover la conservación de estos insectos a través del establecimiento de colmenas que pueden tener un doble propósito productivo en la obtención de fruta y miel.

Por otro lado, existe poca información sobre la propagación de chamba y en el área de estudio la mayoría de pobladores no realiza esta actividad. Sin embargo, algunos cosechadores afirman que la germinación de las semillas de chamba es bastante baja y es poco frecuente observar plántulas en las fincas debido a que las prácticas agropecuarias realizadas pueden impedir su establecimiento. De acuerdo con su experiencia, la única forma de lograr la germinación es depositar y cubrir las semillas con residuos orgánicos como cáscaras de frutas y hojarasca y, una vez la plántula alcanza cierta altura, realizar su traslado al sitio de siembra definitivo que esté protegido de pisoteo de ganado y deshierbe.

En otras especies del género se han obtenido resultados viables en la propagación de esquejes sin necesidad de emplear hormonas enraizantes como es el caso de *Campomanesia aurea* O. Berg (Emer et al., 2016; Emer et al., 2018) y se ha comprobado que la germinación de semillas de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg tuvo mejores resultados en sustrato de arena y no fue necesario emplear tratamientos pre germinativos; sin embargo, debido al lento crecimiento de las plántulas, es necesario usar un bioestimulante que lo acelere (Quintão-Scalon et al., 2009; Ressel et al., 2014).

5.5. Distribución de la especie en el área de estudio

De acuerdo con la información proporcionada por los cosechadores de chamba, la distribución de esta especie no ocurre en toda el área de los dos municipios visitados ya que en los sectores más elevados no crece. El límite para el crecimiento natural de la chamba es por debajo de los 1700 msnm, la cual corresponde a 74,5 km² entre los municipios Berbeo y San Eduardo (Figura 9). En otro estudio realizado en el municipio de San Eduardo, se estimó una distribución de 18,3 km² para las veredas Villanueva, San Pablo, Bombita y Quebradas por debajo de los 1560 m s.n.m. (Cruz, 2014). Sin embargo, para el presente estudio se evidenció una distribución un poco más amplia hasta los 1700 m s.n.m. abarcando cerca de la mitad de municipio de San Eduardo hacia el costado suroccidental. No obstante, se debe aclarar que el área de crecimiento óptimo para la especie se localiza en sitios más cálidos sobre el valle del río Lengupá que se encuentra principalmente en el municipio Berbeo.

Por otro lado, la chamba también se puede encontrar en otros municipios cercanos al área de estudio dentro de las provincias Neira y Lengupá en donde también se realiza su aprovechamiento y comercialización (Figura 10). Es importante señalar que el río Lengupá es un referente clave para definir la distribución natural de la chamba, pues los sectores por debajo de los 1700 m s.n.m. donde circula este río coinciden con la presencia de chamba, específicamente desde el municipio Zetaquirá hasta San Luis de Gaceno, en donde desemboca en el río Utría, pasando por los municipios Berbeo, San Eduardo, Miraflores, Páez, Campohermoso y Santa María (Figura 10). Además, según los habitantes del área de estudio, la chamba no se da en zonas muy calientes como los Llanos Orientales por lo que se cree que es poco frecuente encontrar a esta especie en los departamentos vecinos como Casanare y Meta.

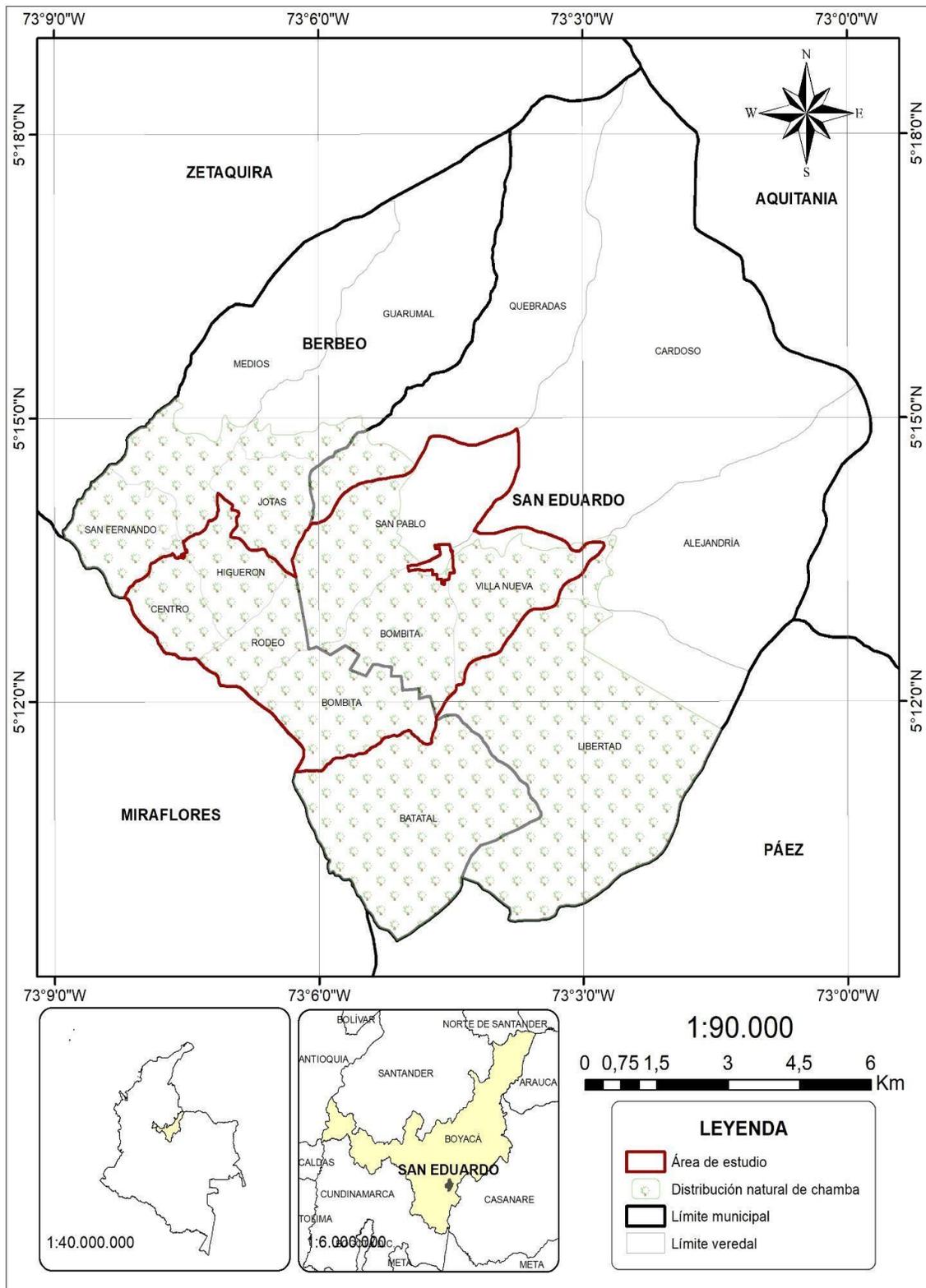


Figura 9. Área de distribución natural de chamba en el área de estudio.

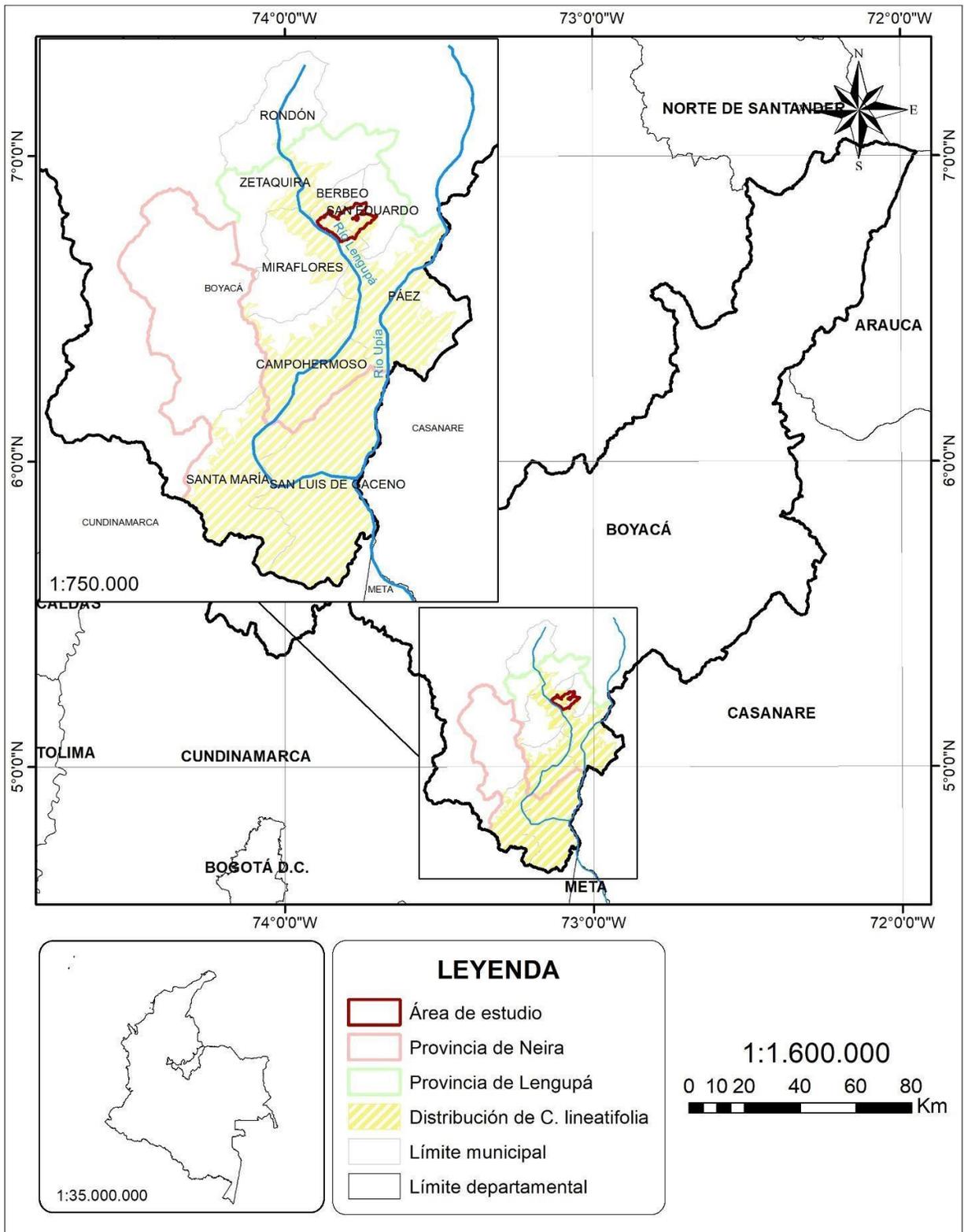


Figura 10. Distribución natural de chamba en otros municipios.

5.6. Abundancia de chamba en el área de estudio

Se realizó visita a un total de 65 predios que tuvieron un tamaño promedio de 4 ha con una amplia variabilidad de individuos de chamba en cada uno. Se registró un total de 2657 individuos con un promedio de 41 ± 55 individuos por finca y una densidad promedio de 16 ± 24 individuos/ha para toda el área de estudio (Tabla 1). Esta última cifra contrasta con lo reportado por Cruz (2014) para el municipio de San Eduardo, quien reportó 0,6 individuos/ha haciendo referencia únicamente a los individuos productivos reportados en entrevistas a los productores del municipio en donde posiblemente no se incluyeron plántulas e individuos juveniles. De esta manera, los resultados encontrados para esta investigación señalan que la abundancia del recurso es mayor aun cuando los registros de plántulas fueron bajos puesto que representaron cerca de 200 individuos del total registrado (2657). Esto sugiere que una gran proporción de árboles de chamba presentes en el área de estudio son productivos y pueden representar una alta producción de frutos.

Tabla 1. Predios visitados y abundancia de individuos para cada uno.

Municipio	Vereda	Propietario	Predio	Área (ha)	No. Individuos	Individuos /ha
Berbeo	Bombita	Gilberto Buitrago	El Milagro	4	85	21,25
		Eugenio Buitrago	Las Meseticas	0,32	11	34,38
		Brauben Quintero	El Triunfo	10,24	101	9,86
		Luz Herminda	El Crucero	0,64	23	35,94
		Gilberto Bohórquez	La Cuadrada	1	27	27,00
		Elfa Moreno	El Crucero	0,64	66	103,13
		Herminda Bohórquez	La Palma	6,4	50	7,81
		Alirio Barreto	San José	9,6	34	3,54
		Hermogeno Gordillo	El porvenir	1,92	12	6,25
	Fabio Gordillo	El Crucero	1	6	6,00	
	Centro	Ana Cecilia Roa	Valparaíso	1,92	13	6,77
		Felipe Rodríguez	La Cuadra	0,64	47	73,44
		Jorge Arenas	Pedro	5	161	32,20
		Irena Huerta	Ana Lucia	6,4	194	30,31
		Ferlín Arenas	La Esperanza	1,28	54	42,19
		Rigoberto Sánchez	La Floresta	2	24	12,00
		Higuerón	Hugo Acevedo	San Luis	5,12	15
	Desiderio Lesmes		Los Cafetales	3	71	23,67
	Graciela Vásquez		San Juan	5,76	28	4,86
Medios	Otoniel Melo	Valparaíso	11,52	39	3,39	
Rodeo	Graciela Buitrago	Las Naranjas	0,64	23	35,94	
	Mauricio Huertas	La Playa	1,92	44	22,92	
	Misael Alba	La Esperanza	1,92	92	47,92	
	Wilder Muñoz	El Recreo	1,92	11	5,73	
	Virginia Rivera	La Esperanza	4,9	36	7,35	
	José Rincón	El Triangulo	0,64	7	10,94	
	José Cárdenas	La Escuadrada	11	19	1,73	

		Luz Estela Muñoz	La Tobasia	1,92	29	15,10
Miraflores	Miraflores	Federico Esquivel	La Playa	1,92	262	136,46
		Rosalba Ortiz	La Primavera	6	173	28,83
		Wilson Rodríguez	La Esperanza	3,84	7	1,82
		José Martin Rodríguez	El Consuelo	5,12	12	2,34
		José Martin Rodríguez	El Recuerdo	5,12	8	1,56
		Beatriz Cortés	La Venecia	3,2	73	22,81
		Desiderio Pinto Plazas	El Recuerdo	16	24	1,50
		Blanca Leguizamo	La Palma	3	12	4,00
		Octavio Cendales	El Triunfo	6,5	17	2,62
		Álvaro Roa	Los Cajones	1,92	25	13,02
		Mirta Ramos	Nápoles	1,92	5	2,60
		Luis Eduardo Rodríguez	La Esperanza	9,6	11	1,15
		Margarita Amaya Parra	Llano largo	0,64	2	3,13
	San Pablo	Ramiro López	El Recreo	3,2	13	4,06
		Mercedes Ballesteros	El Limonero	3,84	153	39,84
		Blanca Flor Bohórquez	La Ilusión	6	18	3,00
		Luis Antonio Bermúdez	El Rosal	1	8	8,00
		Luis Antonio Bermúdez	La Primavera	1	4	4,00
		Cecilia Cortés	Guadalquivir	1,92	5	2,60
San Eduardo		Pedro Fernández	El Porvenir	0,64	8	12,50
		María de Jesús Fernández de Vargas	Balmoral	7,68	35	4,56
		Inés Fernández	El Porvenir	1,28	9	7,03
		Inés Fernández	Guadalquivir	1,28	7	5,47
		Luz Yanira Morales	Guadalquivir	0,96	7	7,29
		Milton José Vargas Ramírez	El Higuero	4,5	6	1,33
		Julio Parra	La Unión	4	10	2,50
		Alcira Martínez	Alsacia	3,84	6	1,56
		Orlando Sánchez	La Mochilera	5	19	3,80
		Marinela Bohórquez	Campo Alegre	11	24	2,18
		Belén Sánchez	El Jazmín	3	55	18,33
		Hermelindo Sánchez	La Libertad	2	22	11,00
	Villanueva	Julio Eduardo Alvarado	El Cajón	5,76	5	0,87
		José Galindo	El Alto Del Hoyo	10	223	22,30
		Leonardo Ovalle	Bellavista	4	7	1,75
		Domingo Pinzón	El Pomaroso	2,56	14	5,47
		Diocelina Hernández	San Antonio	4,48	6	1,34
		Orlando Sánchez	San Eduardo	2,56	40	15,63
		Promedio		4,0	40,9	16,04
		Desviación estándar		3,3	55,4	23,63

Máximo	16	262	136,46
Mínimo	0,32	2	0,87

La abundancia de árboles de chamba presentes en cada finca tuvo una relación negativa con el tamaño de la misma ($F(1,63) = 6,34, p = 0,014$), pero el tamaño de la finca solo explicó el 9% de la variabilidad del número de individuos ($R^2 = 0,09$). De esta manera, aunque pueden existir otras variables que influyen, las fincas con una menor área tienden a tener un mayor número de individuos de chamba, lo cual puede indicar que en estas fincas habrá una mayor oferta de frutos gracias a la cantidad de individuos disponibles para cosechar. Esto puede deberse a que la mayoría de predios grandes emplea las áreas para pastoreo eliminando los árboles de chamba presentes e impidiendo su regeneración debido al pisoteo de ganado. Al contrario, predios pequeños son destinados generalmente al cultivo de café en donde se dejan árboles de chamba para su sombrío, lo cual hace que su abundancia sea mayor en estas áreas. Adicionalmente, los predios de menor tamaño suelen tener cultivos variados y entre estos realizan siembra o mantenimiento de árboles de chamba ya existentes.

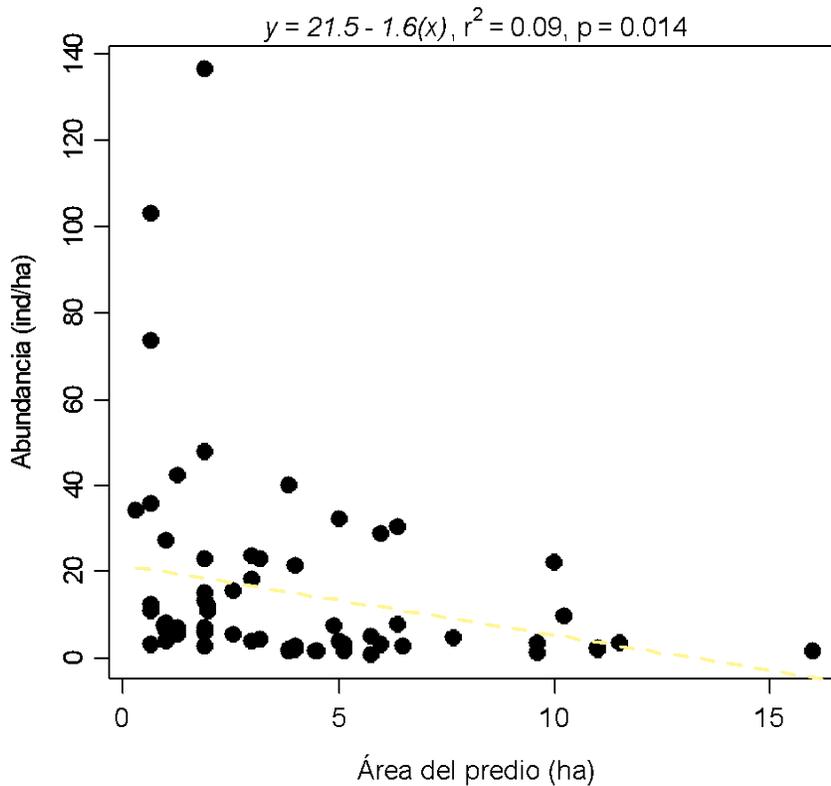


Figura 11. Relación entre la abundancia de individuos de chamba y el tamaño del predio.

5.7. Estructura poblacional de chamba en el área de estudio

5.7.1. Etapas del ciclo de vida

A partir de los muestreos realizados se obtuvo un registro de 2657 individuos silvestres y cultivados. Debido a que 106 de estos individuos correspondían a tocones o árboles descopados,

no fueron considerados dentro del análisis estructural. Para determinar las etapas del ciclo de vida de los 2551 individuos de chamba restantes se emplearon inicialmente las variables diámetro del tallo, altura total, diámetros de copa y fenología para separar los individuos en tres grandes clases: (1) 560 plántulas, (2) 1139 juveniles y (3) 852 adultos (Figura 12A). Posteriormente, para refinar estas clases con el fin de analizar la representación de individuos dentro de cada una se empleó el diámetro y la altura total obteniendo once subetapas como se muestran en la Tabla 2 y Figura 12. Según la información suministrada por los cosechadores, el tiempo estimado para la producción de frutos es cuando los árboles alcanzan 3 o 4 años de edad (entre 5 y 13 cm de DAP y entre 4 y 6 m de altura total), lo que significa que los árboles de chamba son productivos desde la subetapa Juveniles I y representan 1991 árboles de los 2552 registrados para el análisis estructural en este estudio (78,02% de la población total). Sin embargo, se debe señalar que la productividad de frutos de los árboles que están iniciando su reproducción es muy baja si se compara con la productividad de un árbol de mayor edad (Tabla 3).

Tabla 2. Etapas de vida en el ciclo vital de chamba con la representatividad de individuos y valores promedio de altura total y diámetro del tronco.

Clase	Individuos	DAP (cm)	Altura total (m)
Plántulas I	258	0,59 ± 0,63	0,92 ± 0,51
Plántulas II	127	3,67 ± 1,32	2,99 ± 0,79
Plántulas III	175	7,06 ± 2,35	4,56 ± 0,93
Juveniles I	340	9,80 ± 2,02	6,51 ± 0,64
Juveniles II	154	11,50 ± 2,77	4,88 ± 0,59
Juveniles III	390	15,17 ± 2,04	6,58 ± 0,49
Juveniles IV	255	17,34 ± 2,91	7,80 ± 0,60
Adultos I	459	19,90 ± 2,88	7,32 ± 0,73
Adultos II	174	22,19 ± 3,56	9,41 ± 0,70
Adultos III	167	29,78 ± 4,57	7,82 ± 0,99
Adultos IV	52	32,41 ± 7,82	11,74 ± 2,43

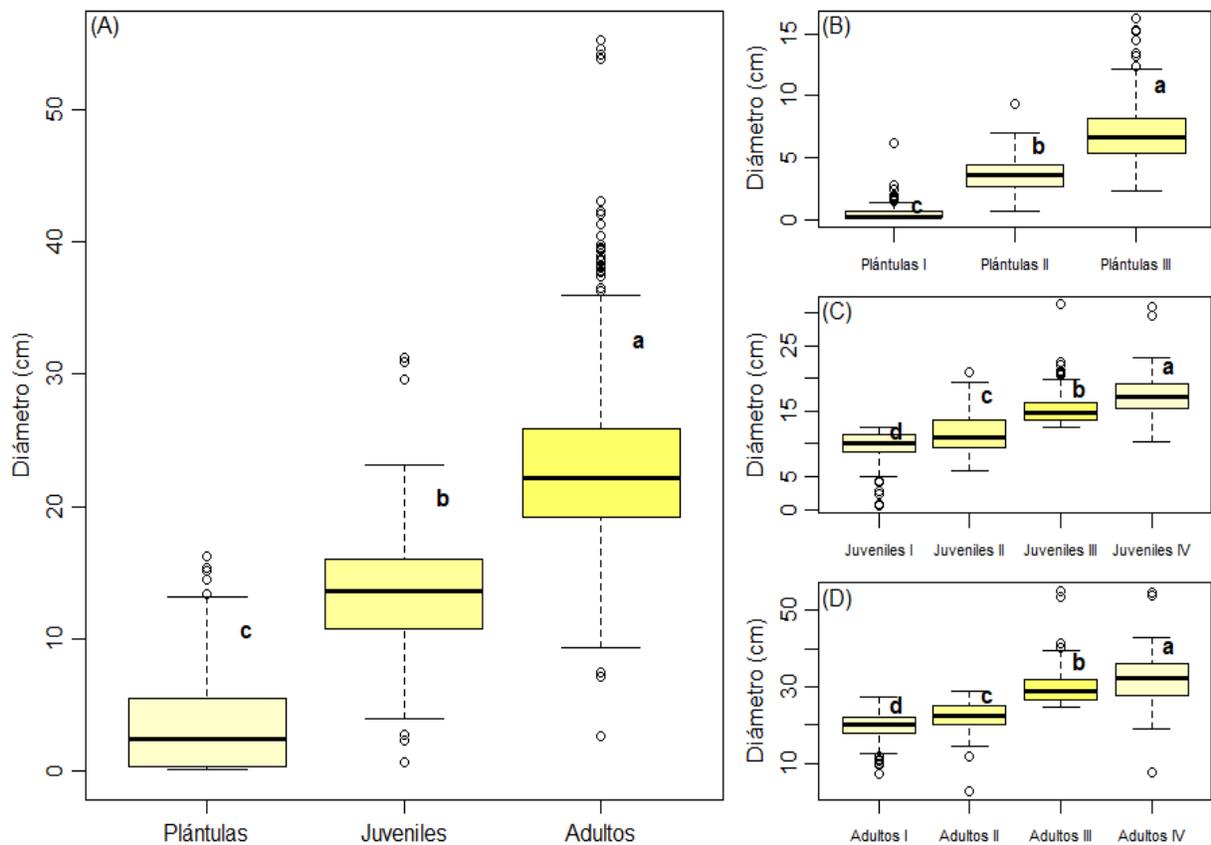


Figura 12. Grandes categorías en la etapa de vida de la chamba (A). Subcategorías para plántulas (B), juveniles (C) y adultos (D).

5.7.2. Representación de individuos por etapas de vida

El coeficiente de Gini, con un valor mucho más cercano a cero, sugiere que existe una representación equitativa de individuos entre las distintas etapas de vida, el cual se evidencia por la agrupación de individuos más o menos semejante entre las etapas juvenil y adulto, aunque con una baja representación en la etapa de plántulas (Figura 13). Esto último es un aspecto crítico para la población ya que implica un riesgo futuro para su viabilidad debido a un bajo reclutamiento de nuevos individuos que podría reducir su tamaño poblacional y puede estar asociado muy posiblemente a aspectos de manejo y prácticas agropecuarias realizadas dentro de los predios (deshierbe, pisoteo de ganado, aplicación de herbicidas, por ejemplo). En el caso de los árboles juveniles y adultos, los cosechadores generalmente realizan podas para disminuir el crecimiento en altura del individuo y aumentar el número de ramificaciones (hasta 9 tallos por individuo, por ejemplo) con el fin de facilitar la cosecha manual e incrementar la producción de frutos, lo cual puede explicar la concentración de individuos en la categoría de juveniles. En el caso de las plántulas, su baja representatividad puede deberse al deshierbe realizado con guadañadora dentro de los predios y a la aplicación de herbicidas en donde se eliminan las plántulas de chamba, también, puede deberse al pisoteo del ganado dentro de potreros que impide su sobrevivencia. Adicionalmente, los cosechadores manifestaron que la germinación de las semillas de chamba es

baja posiblemente porque las condiciones del suelo acondicionado para otro tipo de actividades productivas generan limitaciones para este proceso, lo cual dificulta aún más el reclutamiento de plántulas y el crecimiento futuro de esta población.

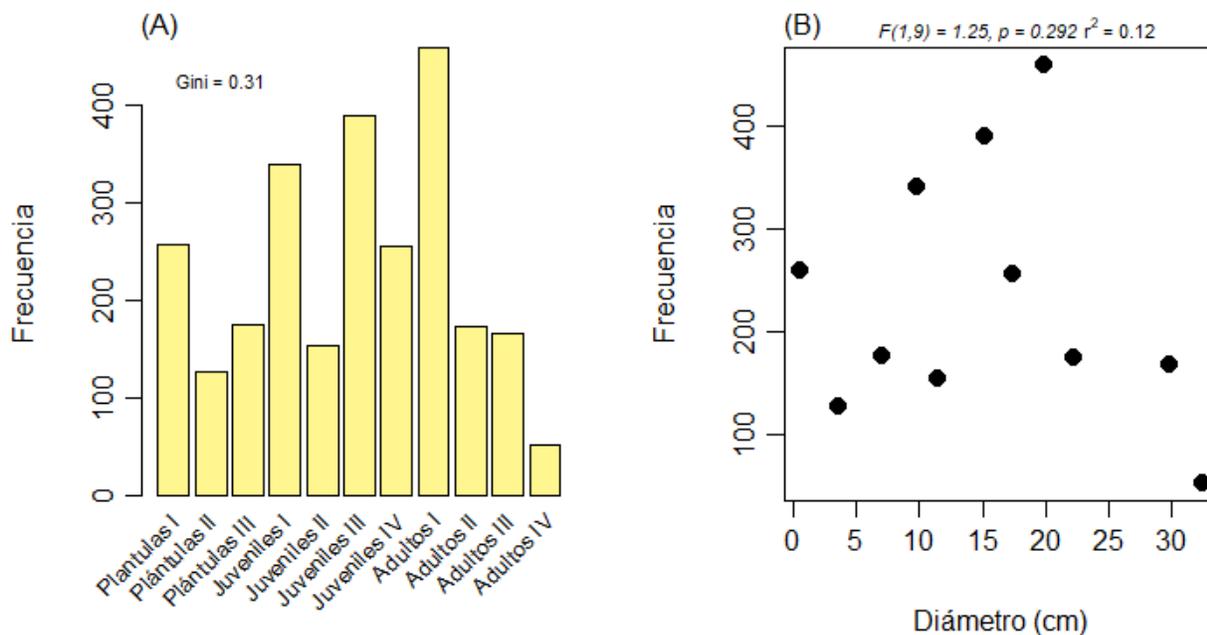


Figura 13. Representatividad de individuos de chamba por etapas de vida (A) y ajuste del modelo exponencial negativo con base en la marca de clase de cada intervalo (B).

5.8. Fenología, épocas de cosecha y productividad de frutos

De acuerdo con los cosechadores del área de estudio, los árboles de chamba solamente producen frutos una vez al año entre agosto y octubre u octubre a noviembre si el período seco anual se extiende. La floración inicia desde febrero a abril con las primeras lluvias del año para dar inicio a la formación de frutos después de abril (Figura 14). En contraste, en Perú se reconocen dos periodos de producción que van de diciembre a marzo y de agosto a septiembre con los mayores picos en febrero-marzo y septiembre, respectivamente (González-Coral, 2007). Según Balaguera et al. (2009), la floración tiene una duración de 45 días, la formación de frutos desde la floración hasta la cosecha tarda entre 145 y 160 días (Balaguera et al., 2009) y la duración de la cosecha en un árbol es cercana a los 15 días.

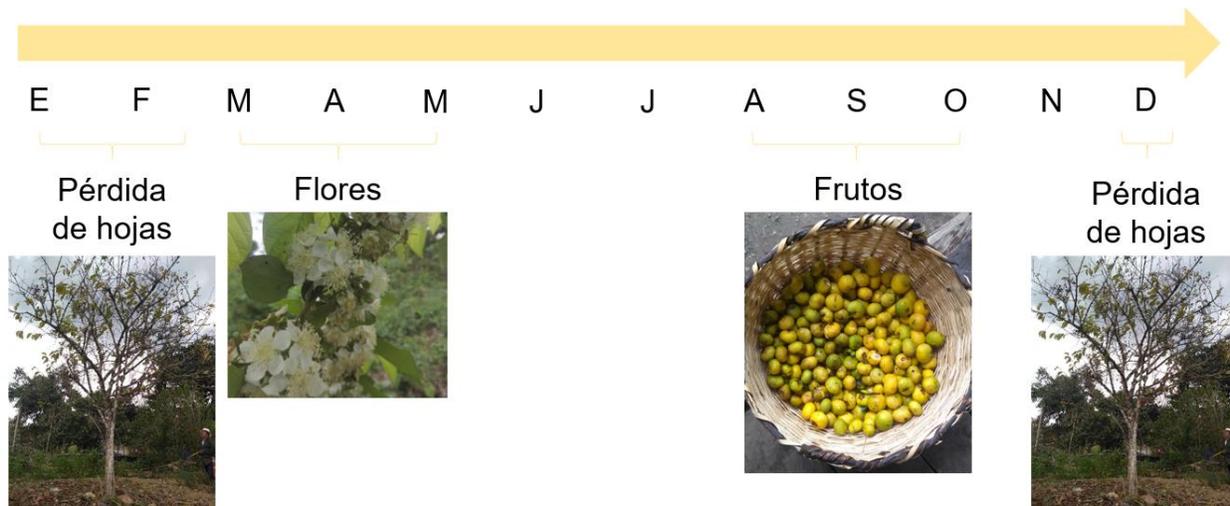


Figura 14. Fenología de chamba a lo largo del año.

De acuerdo con la información proporcionada por la comunidad de la vereda San Pablo sobre la cantidad estimada de frutos que es cosecha de cada árbol registrado, se obtuvo una relación positiva entre los kilogramos cosechados y variables estructurales como la edad ($F(1,53) = 47,14, p < 0,001, R^2: 0,47$), el diámetro del tronco ($F(1,55) = 52,88, p < 0,001, R^2: 0,49$) y el área de la copa ($F(1,55) = 25,14, p < 0,001, R^2: 0,31$) (Figura 15). Esto indica que los árboles de mayores portes y con diámetros superiores a 30 cm son altamente productivos debido a la cantidad de frutos cosechados reportados que puede variar entre 300 y 400 kg, cifras similares a las registradas en el Perú donde se estima una producción entre 400 a 500 frutos por árbol (González-Coral, 2007). Además, es posible que este tipo de árboles produzcan una mayor cantidad de flores y frutos con respecto al total, pues el área de exposición para el desarrollo de estas estructuras es tan amplia como para permitir la visita frecuente de polinizadores y sus ramas estructuralmente resistentes para soportar el peso de todos los frutos formados.

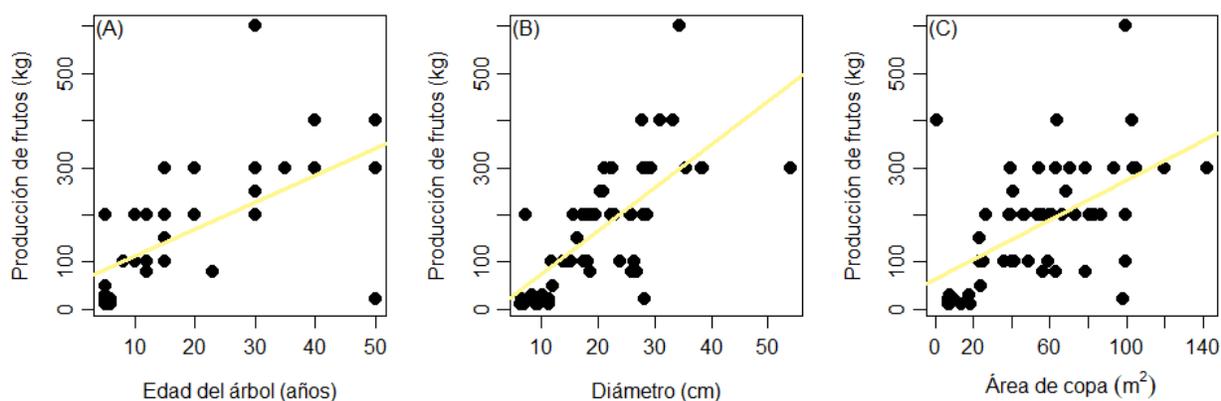


Figura 15. Relación entre la cantidad de frutos cosechados (kg) con la edad (A), diámetro (B) y área de copa (C) de árboles de chamba, según entrevistas realizadas a los cosechadores de la vereda San Pablo en San Eduardo.

El tamaño del fruto dentro de cada árbol puede ser variable entre 3 y 6 cm de diámetro (Figura 16). Árboles de gran porte pueden tener frutos con mayores tamaños, pero este puede ser variable dentro del mismo árbol. De acuerdo con algunos estudios que han realizado el seguimiento de la maduración de chamba, se determinó el punto óptimo para la cosecha de chamba como el estado de maduración en el que el 60 % del fruto es de color verde y 40 % amarillo claro (Álvarez-Herrera et al., 2009), pero, para aumentar la vida útil después de la cosecha hasta por 7,6 días, es recomendable cosechar frutos 100 % verdes que ya hayan alcanzado la madurez fisiológica (Balaguera-López y Herrera-Arévalo, 2012a), la cual ocurre a los 138 días después de la floración (Balaguera-López y Herrera-Arévalo, 2012b).



Figura 16. Variabilidad del tamaño del fruto de chamba.

A partir del seguimiento a la producción de frutos en las trampas de 0,25 m² instaladas en 31 individuos para la época de cosecha del 2020, se registraron entre 10 y 12 eventos de cosecha por individuo que implican una duración de entre 30 y 36 días de cosecha por individuo. Para cada evento de cosecha se recolectaron en promedio $6,5 \pm 6,5$ frutos totales y $5,4 \pm 5,8$ frutos aprovechables por trampa, pero estos valores fueron variables en el tiempo ya que durante los primeros eventos de cosecha se obtuvo cerca de 10 frutos totales y 8 aprovechables por trampa y en los últimos eventos se registró una menor cantidad o incluso ningún fruto (Figura 17).

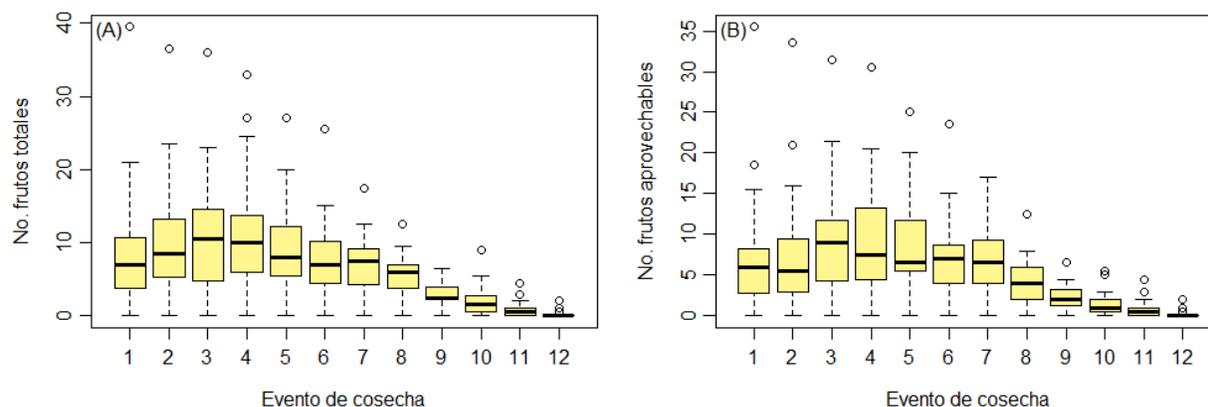


Figura 17. Variabilidad de la cantidad de frutos totales (A) y aprovechables (B) recolectados por cada trampa de 0.25 m² para los eventos de cosecha realizados cada tercer día.

De otra parte, para toda la época de cosecha se recolectaron $75,5 \pm 44,6$ frutos totales y $63,6 \pm 42,5$ frutos aprovechables por trampa y de acuerdo al tamaño de la copa de los árboles, la cual está relacionada con su tamaño y edad, se obtuvo en total un promedio de $5252,4 \pm 4446,6$ frutos totales y $4416,4 \pm 3909,3$ frutos aprovechables por árbol. Teniendo en cuenta que un kilogramo de frutos de chamba tiene en promedio 38 frutos, se estima que estas cantidades equivalen a $138,2 \pm 117$ kg de frutos totales y $116,2 \pm 102,9$ kg de frutos aprovechables por árbol. Sin embargo, se debe tener en cuenta que esta estimación fue realizada para individuos entre 11,7 y 54,6 cm de DAP, 4 a 23 m de altura y 2,8 a 202,3 m² de área de copa por lo cual la producción puede variar de acuerdo al tamaño del árbol. Por ejemplo, al relacionar la cantidad de frutos totales cosechados con el diámetro ($F(1,29) = 13,43, p = 0,001, R^2: 0,32$), altura total ($F(1,29) = 7,1, p = 0,012, R^2: 0,20$) y área de copa ($F(1,29) = 30,09, p = <0,001, R^2: 0,57$) del árbol del cual fueron recolectados (Figura 18), se encontró una relación directa que indica que a mayor tamaño del árbol se obtiene una mayor cantidad de frutos cosechados, lo cual concuerda con la relación obtenida en la Figura 15 que relaciona la cantidad de frutos cosechada por árbol que fue estimada a partir de encuestas realizadas a cosechadores de la vereda San Pablo. De esta manera, en la Tabla 3 se presentan las estimaciones de la producción de frutos según las etapas de vida de los árboles donde se observa una mayor producción para los árboles de mayor tamaño. Esto es acorde con los reportes de Cruz (2014), quien encontró a través de entrevistas a los productores que los árboles de mayor edad, que generalmente tienen los mayores DAP y altura, tienen una mayor producción anual de frutos que varía entre 100 y 800 kg.

Adicionalmente, a partir de los datos registrados en las trampas de frutos se estima que, del total de frutos producido por un árbol de chamba, el $79,3 \pm 16,8$ % es aprovechable debido a que algunos pueden presentar picaduras de pájaros o insectos, hongos, grietas y otras afectaciones que disminuyen su calidad para la comercialización o transformación de pulpa por lo cual son descartados del proceso de cosecha. Sin embargo, la cantidad de frutos aprovechados puede ser aún menor si se considera que un árbol no es cosechado completamente y que no todos los árboles dentro de un predio son cosechados. En ese sentido, el impacto de las actividades de cosecha sobre un árbol de chamba no es elevado ya que se deja cerca del 20 % de frutos disponibles para la regeneración de la población.

Con base en lo anterior, si se tiene en cuenta el total de árboles registrado por cada predio visitado, que cerca del 78 % ya han alcanzado la madurez reproductiva y que en promedio cada árbol puede producir 138,2 kg de frutos totales y 116,2 kg de frutos aprovechables, aunque esta cantidad depende del tamaño del árbol, se estima una producción total anual altamente variable por cada predio de $4411,4 \pm 5983,6$ kg de frutos totales y $3709,2 \pm 5031,1$ kg de frutos aprovechables. Sin embargo, la cantidad real cosechada puede depender de la cantidad de individuos presentes en cada predio y si los cosechadores realizan aprovechamiento de los frutos o no, pues se estima que en el municipio de San Eduardo se realiza un aprovechamiento promedio de solamente 373 kg por año en cada predio (Cruz, 2014).

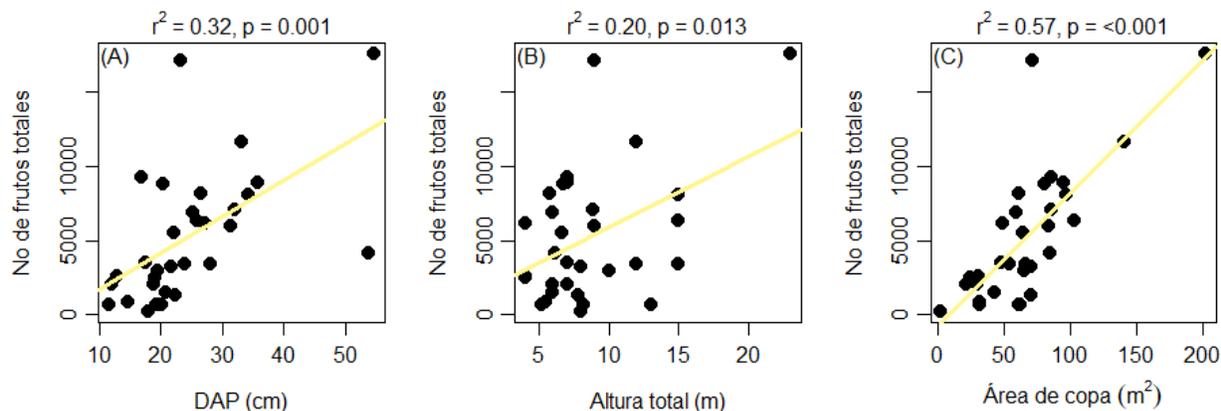


Figura 18. Relación entre la cantidad de frutos totales cosechados por cada árbol con su diámetro (A), altura (B) y área de copa (C), según los registros de trampas de frutos instaladas a individuos de los municipios Berbeo y San Eduardo.

Tabla 3. Cantidad de frutos cosechados de acuerdo a las etapas de vida de los árboles.

Clase de Tamaño	DAP (cm)	Altura total (m)	Área copa (m ²)	No. frutos totales	No. frutos aprovechables	Peso frutos totales* (kg)	Peso frutos aprovechables* (kg)
Juvenil II	12,21	5,07	28,06	1756,39	1511,63	46,22	39,78
Juvenil III	16,33	6,50	55,07	4551,14	4035,09	119,77	106,19
Adultos I	19,30	8,13	46,86	2538,28	2257,86	66,80	59,42
Adultos II	23,16	9,18	68,59	5651,72	4793,35	148,73	126,14
Adultos III	29,75	8,62	79,31	7042,87	5860,31	185,34	154,22
Adultos VI	44,59	12,80	119,69	9665,37	7738,44	254,35	203,64

*Estimaciones basadas en un promedio de 38 frutos por kg (ver sección metodología).

Por otro lado, según la información suministrada por Asofrulen, la comercialización de pulpa de chamba no es constante a lo largo del año cuando la planta procesadora se encuentra en funcionamiento debido a que la capacidad de almacenamiento en los cuartos fríos es de 2500 a 3000 kg de pulpa. Esto implica que la cantidad máxima almacenada durante la época de cosecha anual (3000 kg) se comercializa rápidamente en dos o cuatro meses entre diciembre y marzo, con lo cual se detiene la comercialización y el funcionamiento de la planta entre abril y julio para iniciar operaciones nuevamente en la época de cosecha de chamba entre agosto y noviembre (Figura 19).

De esta manera, durante los meses de venta la cantidad comercializada puede variar entre 250 y 1500 kg/mes según la disponibilidad de pulpa para la venta y la demandada por el comprador.

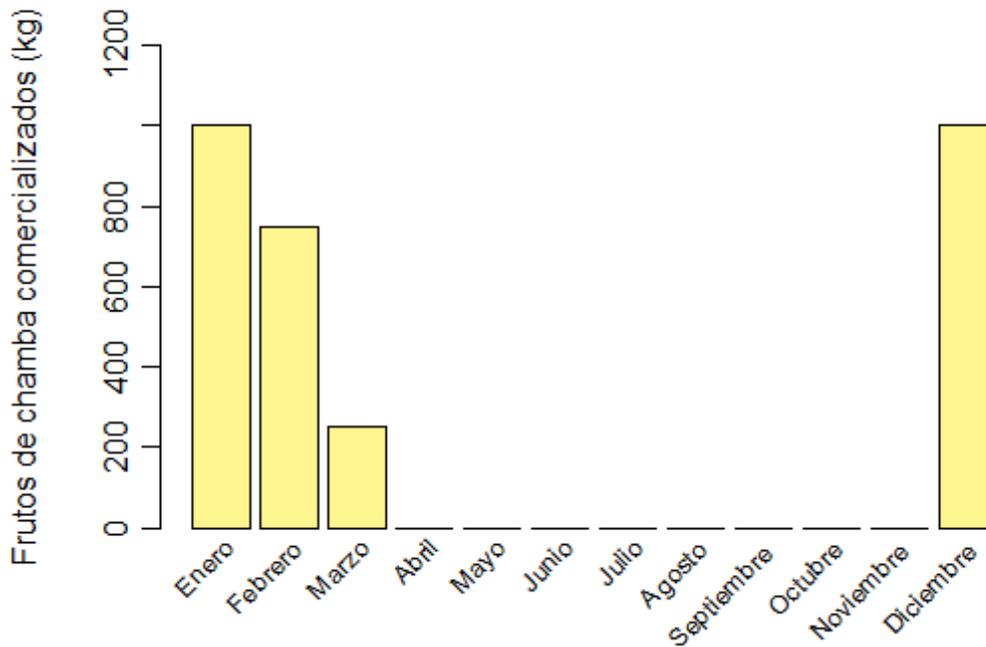


Figura 19. Estimaciones de comercialización anual de pulpa de chamba en la planta procesadora de Asofrulen.

6. Caracterización de la cosecha y el manejo

6.1. Descripción del proceso de cosecha

La cosecha de chamba es realizada una vez al año entre agosto a octubre, pero puede variar iniciando en octubre y terminando en noviembre cuando el periodo anual de sequía se prolonga. De acuerdo con la información suministrada por los recolectores, la cosecha no ocurre de manera uniforme dentro del área de estudio puesto que los árboles de chamba localizados en sectores más cálidos y cercanos al valle del río Lengupá, como el municipio Berbeo y algunos sectores de San Eduardo que limitan con Berbeo, son los que inician la maduración avanzando hacia los sectores menos cálidos. En la actualidad, este aspecto genera inconvenientes entre los recolectores debido a que quienes cosechan primero también comercializan primero agotando la capacidad máxima de acopio en la planta procesadora de Asofrulen, lo cual implica dejar de comprar chamba a los cosechadores que recolectan y venden en los periodos más tardíos de la cosecha. Como consecuencia, algunos miembros de Asofrulen han buscado opciones para procesar y almacenar pulpa para la venta en sus viviendas, mientras otros, desmotivados, han dejado atrás el aprovechamiento de chamba e, incluso, han talado los árboles productivos para abrir paso a otro tipo de actividades. Esto último motivado también por el hecho que, desde hace cerca de dos años, Asofrulen ha dejado de comprar chamba para procesar pulpa debido a que la infraestructura necesaria para realizar este proceso se encuentra averiada y necesita ampliación.

De acuerdo con la información proporcionada por los cosechadores, el punto óptimo para la cosecha de chamba ocurre cuando la mayoría de frutos (>50 %) se encuentran maduros (de color amarillo) y empiezan a caer del árbol (Figura 20B). La maduración de los árboles dentro de un mismo predio ocurre generalmente al mismo tiempo. También, los árboles adultos con más de 20 años de edad (> 20 cm DAP) producen una mayor cantidad de frutos que los juveniles (10-15 cm DAP) debido a que sus copas mucho más amplias tienen mayor capacidad de producir estructuras reproductivas. De esta manera, la cosecha y posterior venta puede ser mucho mayor cuando en las fincas se encuentran árboles adultos y de edades cercanas.

Una vez se identifica un árbol en el punto óptimo (Figura 20), la cosecha inicia con el desplazamiento hasta el árbol que puede ser entre 10 y 20 minutos, según el tamaño de la finca, para iniciar la recolección manual de frutos en el suelo que se encuentran en buen estado y aquellos que aún permanecen en el árbol. En varias ocasiones se emplea una silla o escalera cuando el árbol es de porte bajo, o una vara de guadua o madera cuando los árboles son de porte alto, pero la mayoría de individuos cosechados pertenecen a las categorías de adultos y juveniles II y III que ya han alcanzado la edad reproductiva para dar inicio a la producción de frutos que ocurre entre los 3 y 6 años. También se sacude el árbol para dejar caer los frutos maduros al suelo para su posterior recolección (Cruz, 2014). Los frutos son depositados en un balde, caneca o caja de madera para llevarlos hasta el punto de acopio en la vivienda del cosechador. Este proceso se realiza cada tres o cuatro días al mismo árbol durante un mes o mes y medio, lo que significa que se realizan al menos 10 cosechas (10 pasadas) a un mismo árbol por cada época de cosecha. Según los cosechadores, la cantidad total de frutos cosechada por árbol varía entre 20 y 60 kg, pero puede alcanzar valores de entre 150 y 216 kg cuando estos árboles son de porte alto.

En el sitio de acopio, los cosechadores realizan un proceso de selección para verificar que no se hayan recolectado frutos en mal estado o con picaduras de pájaros o insectos, los cuales son separados y destinados para alimento de ganado vacuno o cerdos. Los frutos seleccionados se destinan para la venta directa en plazas de mercado y centrales de acopio para transformación como la planta procesadora de Asofrulen, o para la transformación en forma de pulpa dentro de la misma vivienda del cosechador, la cual es congelada y almacenada para la venta durante los próximos 12 meses.



Figura 20. Frutos verdes y en su punto de maduración (A, C). Cosechador de chamba (B).

La cosecha de chamba en el área de estudio es realizada principalmente por personas adultas, quienes en su mayoría son mujeres que suman esta tarea a sus quehaceres diarios como la cocina y la cría de animales, pero también es una actividad importante para algunos hombres. El proceso de transformación de frutos a pulpa también es realizado principalmente por mujeres, al igual que el empaclado y almacenamiento, pero en algunas fincas los hombres también participan en épocas en las que no hay cosecha de café, plátano o caña.

Por otra parte, se debe señalar que, aunque la venta de chamba es una forma importante de generar ingresos para la población del área de estudio, no es la única actividad realizada dentro de las fincas. El cultivo de café, de caña para la elaboración de panela y cría de ganado vacuno (Figura 21) son otras actividades complementarias e importantes para los ingresos económicos de la población debido a que la cosecha de chamba no alcanza a suplirlos, ya que ocurre solo una vez al año y los beneficios derivados de la venta de este fruto o la pulpa no se alcanzan a percibir durante un periodo prolongado.



Figura 21. Árboles de chamba en cafetales.

6.2. Equivalencia entre lo cosechado y el producto final

Durante la época de cosecha, la forma de comercialización principal de chamba es el fruto fresco, el cual es altamente perecedero, pero también se comercializa la pulpa congelada en presentaciones artesanales de litro (~1 kg) y medio litro (~0,5 kg) como una alternativa para aumentar su duración y garantizar la disponibilidad de este fruto a lo largo del año. En la planta procesadora de pulpa, este producto se empacla en presentaciones de 125 y 250 g, siendo la de 125 g la más comercializada. El precio de un litro de pulpa artesanal es variable entre \$2.000 y \$4.000, mientras que la pulpa de 125 g procesada en la planta se vende a un precio de \$1.000.

De acuerdo con los cosechadores, para la extracción de una unidad de pulpa es necesario contar con dos unidades de fruta fresca de chamba, lo que significa que para las presentaciones de pulpa

de 125 y 250 g es necesario contar con 250 y 500 g de fruta, respectivamente. En un ejercicio de cosecha realizado en el municipio de Berbeo en el que se cosecharon 8 kg de frutos y fueron posteriormente transformados, se obtuvieron 4,205 kg de pulpa lo cual indica que para obtener la pulpa se requiere el doble de cantidad de frutos. Así, para extraer 1 kg (1 litro) de pulpa es necesario contar con 2 kg de frutos.

El proceso de extracción de pulpa es realizado de manera artesanal en algunas viviendas de los cosechadores y almacenado en neveras o congeladores semi industriales. Para esto, se lavan los frutos con agua fría y jabón y la última lavada es realizada con agua caliente; se realiza un pelado del fruto manual; se realiza el despulpado retirando las semillas con la mano o con ayuda de un colador con hoyo grueso y, según el gusto del comprador, se licua la pulpa y se empaca con ayuda de un embudo dentro de bolsas plásticas (Figura 22).



Figura 22. Proceso de despulpado artesanal de chamba. Desinfección con agua caliente (A), despulpado (B, C), residuos del despulpado (D), pulpa licuada (E), empacado (F) y producto final (G).

De otra parte, la transformación de pulpa también se realiza de forma industrial en la planta despulpadora de Asofrulen (Figura 23). Para este proceso, se realiza un lavado inicial de los frutos con agua fría y posteriormente con agua caliente y se realiza desinfección de los frutos con cloro y agua en una baja proporción. Posteriormente, los frutos se ingresan a una marmita de acero para realizar un proceso que los cosechadores denominan descaldada. Para esto se agrega agua que se calienta a una temperatura entre 70 y 80 °C y se agregan los frutos de chamba dejándolos por 4 minutos. Posteriormente, los frutos son ingresados a la despulpadora que realiza de forma automática la extracción de pulpa alcanzando rendimientos de 700 kg por hora. Una vez despulpados los frutos, se realiza la pasteurización dentro de la marmita para posteriormente proceder al envasado y sellado que es realizado de forma automática. A continuación, se hace un control de calidad del sellado, se depositan las bolsas con la pulpa en recipientes con agua para retirar los residuos exteriores y se empacan en canastillas con capacidad de 12 kg para el almacenamiento en cuarto frío.



Figura 23. Marmita para realizar el proceso de pasteurización y descalcada (A), empacadora y selladora (B) y cuarto frío (C).

6.3. Prácticas de manejo

Las prácticas de manejo realizadas por los cosechadores consisten en la poda de ramas para la formación de copas amplias y la disminución del crecimiento vertical y en altura de los árboles, aunque también se emplea para promover el desarrollo de brotes jóvenes con una mayor capacidad reproductiva. La mayoría de árboles reproductivos muestreados tuvo una altura promedio de 6,9 m que puede estar altamente influenciada por las prácticas de manejo realizadas, ya que, según los cosechadores, estos son los tamaños ideales para recolectar frutos gracias a que pueden ser bajados fácilmente empleando una vara o escalera. También, se realiza lo que se conoce tradicionalmente como “soqueada”, que consiste en cortar uno o más tallos delgados cuando el árbol se ha ramificado con el fin de disminuir el gasto de energía en tallos múltiples y dejar un único tallo encargado de producir frutos. La soqueada también se realiza en árboles adultos que ya no producen la misma cantidad de frutos y consiste en cortar todas las ramas sin dejar copa o todo el árbol dejando un tocón de 0,3 a 1,6 m el cual renueva sus tejidos posteriormente que serán mucho más productivos que los antiguos (Figura 24A y B).

Otra práctica muy común reportada por la mayoría de los cosechadores es la remoción de injerto (*Phoradendron piperoides* (Kunth) Trel.) y guiches (*Guzmania* sp.) que se posan en las ramas de árboles de chamba impidiendo el desarrollo adecuado de hojas y frutos (Figura 24C). Sin embargo, el injerto es quizá el que más afecta los árboles de chamba debido a que consumen la savia del tronco a través de su conexión parasítica disminuyendo los recursos para el desarrollo adecuado del árbol. Por el contrario, los guiches son plantas epífitas que solo se benefician de la superficie del tallo para su establecimiento, pero una alta abundancia de estas plantas en un árbol puede

aumentar la carga y presión sobre las ramas, especialmente en la época de cosecha en la que el árbol debe acarrear un peso considerable debido a la producción de frutos.



Figura 24. Soqueada realizada para promover el desarrollo de brotes nuevos (A) y la regeneración de un individuo completo (B). Árbol de chamba deshojado con alta presencia de guiches (C).

De acuerdo con los cosechadores, los árboles de chamba crecen en cualquier sector del área de estudio sin ningún problema y no son muy exigentes al suelo e, incluso, afirman que este árbol crece mucho mejor en suelos pobres. El único sector en el que se ha evidenciado que la chamba no crece ni produce adecuadamente es en “tierra fría” por encima de los 1700 m s.n.m. En ocasiones, los cosechadores abonan los árboles depositando residuos orgánicos derivados del despulpado de café, gallinaza u hojarasca obtenida en la poda de café.

6.4. Propiedad de la tierra, formas de acceso al recurso y compatibilidad de uso para su aprovechamiento

El área de aprovechamiento de chamba corresponde a predios privados provenientes de compras o herencias y los árboles de chamba allí localizados se han establecido desde hace mucho tiempo y son resultado del manejo y cuidados realizados por los cosechadores quienes los han dejado en sus fincas no solo para recolectar frutos sino también para el sombrío de cafetales o sombrío del ganado entre los potreros. Los cosechadores acceden al recurso únicamente cuando está presente dentro de sus predios y lo hacen a través de recorridos verificando que los árboles ya hayan alcanzado el punto óptimo para iniciar el proceso de cosecha. En algunos casos, los dueños de las fincas con árboles de chamba no realizan la cosecha debido a que no es su principal interés productivo y venden o regalan la cosecha a vecinos con menos recursos para mejorar sus ingresos a través de la venta del fruto fresco o pulpa procesada.

De otra parte, Asofrulen, con miembros del municipio de Berbeo y San Eduardo, cuenta en la actualidad con el permiso de aprovechamiento de 183 árboles distribuidos en diez predios con un volumen de extracción de 10.980 kg de fruto, el cual fue solicitado en el año 2015 (Corpoboyacá,

2015) y aprobado en el 2016 mediante el concepto técnico No 16473 del 07 de junio de 2016 con un periodo de vigencia de 5 años.

En cuanto al ordenamiento del territorio, según el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio de Berbeo, Boyacá (adoptado por el Acuerdo 009 de mayo 18 de 2006), los usos recomendados en la mayoría de la superficie donde se distribuye naturalmente la chamba son compatibles con el aprovechamiento de frutos de chamba siempre y cuando sea realizada sin remover ni modificar la cobertura de los individuos de la especie. En áreas destinadas exclusivamente a la protección y conservación como los nacimientos y rondas hídricas y el bosque protector, las cuales están presentes en todas las veredas del municipio donde se distribuye naturalmente la chamba, se considera como uso condicionado el aprovechamiento de PFMN, pero se recomienda la restauración de la vegetación con especies forestales donde el enriquecimiento con árboles de chamba podría aportar a la protección de estas áreas siempre y cuando su enfoque sea netamente restaurativo (no como cultivo) con lo cual se puede aportar paralelamente a la regeneración y crecimiento poblacional de esta especie. En las áreas forestales protectoras productoras presentes en las veredas Jotas, Higuerón, Bombita y Batatal, el uso principal es la conservación y establecimiento forestal y dentro de los usos condicionados se permite el aprovechamiento sostenible de especies forestales siempre y cuando se regule su uso. Sin embargo, este uso hace referencia principalmente a especies maderables con un grado de impacto más alto que el aprovechamiento de frutos de chamba debido a que implica la remoción del individuo, por lo cual la cosecha de frutos de chamba tiene ventajas comparativas debido a que contribuye a la sostenibilidad generando ingresos económicos y beneficios sociales aportando a la conservación. De otra parte, en las áreas para usos agropecuarios tradicionales, sistemas agroforestales y agricultura tradicional se recomienda mantener una cobertura forestal del 20 % y algunas actividades de restauración en donde el enriquecimiento con árboles de chamba y el posterior aprovechamiento de sus frutos puede tener gran potencial, así como el establecimiento de arreglos agroforestales o silvopastoriles con este mismo fin.

Por otro lado, de acuerdo con el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de San Eduardo, Boyacá (no se dispone de un Acuerdo de adopción), la mayoría de usos potenciales identificados en el área de distribución natural de chamba corresponden a cultivos semipermanentes o permanentes y tierras para pastoreo en los que se ha sugerido mantener una cobertura forestal de protección o para sombrío disperso de cultivos y ganado en el cual la siembra de árboles de chamba en arreglos silvopastoriles podría tener un potencial elevado considerando sus ventajas para la conservación de cobertura, conectividad ecológica y generación de beneficios económicos y sociales para la población rural. Para las zonas forestales protectoras localizadas en las veredas Bombita, Libertad y Villanueva y las áreas de nacimientos y rondas hídricas el uso potencial es exclusivamente la conservación y recuperación debido a que son áreas susceptibles a procesos de remoción en masa y degradación ambiental, por lo cual el aprovechamiento de frutos de chamba debe estar condicionado exclusivamente al enriquecimiento de individuos para la regeneración de la especie y el crecimiento poblacional. No obstante, pese a que se dispone de un EOT para este municipio, la información del documento diagnóstico y usos potenciales identificados que se describieron anteriormente deben ser considerados cuidadosamente debido a que esta información no cuenta con un Acuerdo vigente en el que se especifique la zonificación, compatibilidad y recomendación de usos del suelo a nivel municipal. Además, el municipio de San Eduardo sufrió en el 2018 un proceso de remoción en masa que afectó gran parte de las veredas Villanueva y Libertad por lo cual los usos potenciales identificados en el año 2000 en el EOT

podrían no coincidir con la realidad de esta parte del territorio y deben ser tenidos en cuenta durante el manejo de la actividad de aprovechamiento de chamba.

6.5. Impacto de la cosecha

La mayoría de individuos muestreados se encontraron en buen estado sin evidencia de daños causados por actividades de cosecha. Se observó que algunas prácticas como la poda y la soqueada fueron aplicadas de forma drástica, lo cual puede fomentar la aparición de enfermedades, daños mecánicos o una menor productividad cuando se elimina el follaje desproporcionadamente, por lo cual se debe evaluar la efectividad de estas actividades y las consecuencias de su aplicación.

En cuanto a la cosecha de frutos, no se evidenció que esta actividad tuviera un impacto significativo sobre los individuos o sobre la población de la especie, ya que no se cosecha el total producido por árbol. En los muestreos realizados con trampas de frutos se estimó que la cantidad de frutos aprovechables fue de $79,3 \pm 16,8\%$ al realizar cosechas cada tercer día y al total de frutos producidos por un árbol durante la época de cosecha anual. Sin embargo, la cosecha realizada por los pobladores no siempre se realiza cada tercer día y no siempre se cosechan todos los árboles del predio, lo cual puede representar un porcentaje de aprovechamiento mucho menor. De esta manera, debido a que se dejan frutos disponibles para la regeneración de la especie es posible afirmar que la cosecha es poco impactante para la población. No obstante, según la información de los cosechadores, la germinación de las semillas de esta especie es bastante limitada lo cual puede estar disminuyendo el reclutamiento de nuevos individuos que se evidencia por la baja abundancia de plántulas. Por otra parte, el reclutamiento de plántulas puede estar siendo limitado por actividades como deshierbe y fumigación de cultivos, lo cual debe ser evaluado a futuro como parte del manejo de esta especie.

Por otro lado, existe un impacto causado no por las actividades de cosecha, sino por la desmotivación de varios cosechadores, que no pueden recolectar y comercializar los frutos de chamba debido a que no son comprados por Asofrulen, no tienen otra fuente de comercialización y no cuentan con congeladores en su hogar para almacenar y comercializar la pulpa artesanal. De esta manera, se ven obligados a talar los árboles mediante anillado (Figura 25A) para establecer otro tipo de actividades productivas evitando la pérdida de fruta y la generación de residuos que afectan sus cultivos, ya que cada árbol de chamba produce una cantidad considerable de frutos que queda depositada en el suelo (Figura 25B).



Figura 25. Anillado sobre árbol de chamba para impedir transporte de savia e inducir la muerte (A). Residuos de frutos de chamba en el suelo que no fueron cosechados (B).

6.6. Cadena productiva

La comercialización de chamba se realiza principalmente a escala local dentro de los municipios donde se distribuye naturalmente esta especie y, algunas veces, la pulpa congelada es llevada hasta la ciudad de Tunja, a través de Asofrulen, para el consumo en restaurantes; sin embargo, desde hace dos años Asofrulen dejó de comprar chamba y de comercializar la pulpa debido a que no cuentan con la infraestructura eléctrica para poner en marcha su proceso de extracción y almacenamiento. Bajo esta situación, la comercialización actual de chamba se reduce a la venta de fruta fresca en los mercados durante la única época de cosecha anual o a la venta de pulpa que ha sido procesada artesanalmente y almacenada en congeladores que muy pocos habitantes de la región poseen.

En el municipio de Miraflores se vende una variedad importante de productos elaborados con chamba y es quizá el sitio con mayor comercio tradicional. Incluso, en el mes de octubre de cada año se celebra el festival provincial de la chamba en el que se busca dar a conocer la fruta y todos los productos derivados, así como promover su comercialización.

La cadena productiva puede ser vista desde dos escenarios: cosechadores miembros de Asofrulen y aquellos que no cuentan con ningún vínculo asociativo (Figura 26). Para los primeros, los frutos obtenidos en el proceso de cosecha se destinan generalmente para la transformación realizada por Asofrulen, que compra la fruta fresca, la transforma y la comercializa de acuerdo con pedidos realizados por restaurantes de la ciudad de Tunja (proceso que dejó de hacerse hace dos años);

también, el cosechador vende la fruta directamente al consumidor o a intermediarios que la llevan hasta los mercados para vender al consumidor final. Además, puede ocurrir que el cosechador realiza la transformación artesanal en pulpa y la vende al consumidor final cuando cuenta con congeladores para su almacenamiento. Por otra parte, los cosechadores sin ningún vínculo asociativo venden la fruta fresca directamente al consumidor o a intermediarios que la llevan a los mercados para su comercialización, o transforman la fruta en pulpa o en una variedad de productos (sabajón, dulce, mermelada, etc.) que se pueden vender directamente al consumidor o a intermediarios que poseen puestos para la venta final al consumidor. Para la comercialización de la pulpa, el precio es variable entre \$2.000 y \$4.000 por cada litro de pulpa artesanal (~1 kg de pulpa) que es la presentación que manejan los cosechadores miembros o no de Asofrulen. Para el caso de la pulpa procesada en la planta de Asofrulen que tiene una presentación de 125 g, el precio de venta es fijo y corresponde a \$1.000 (Figura 27).

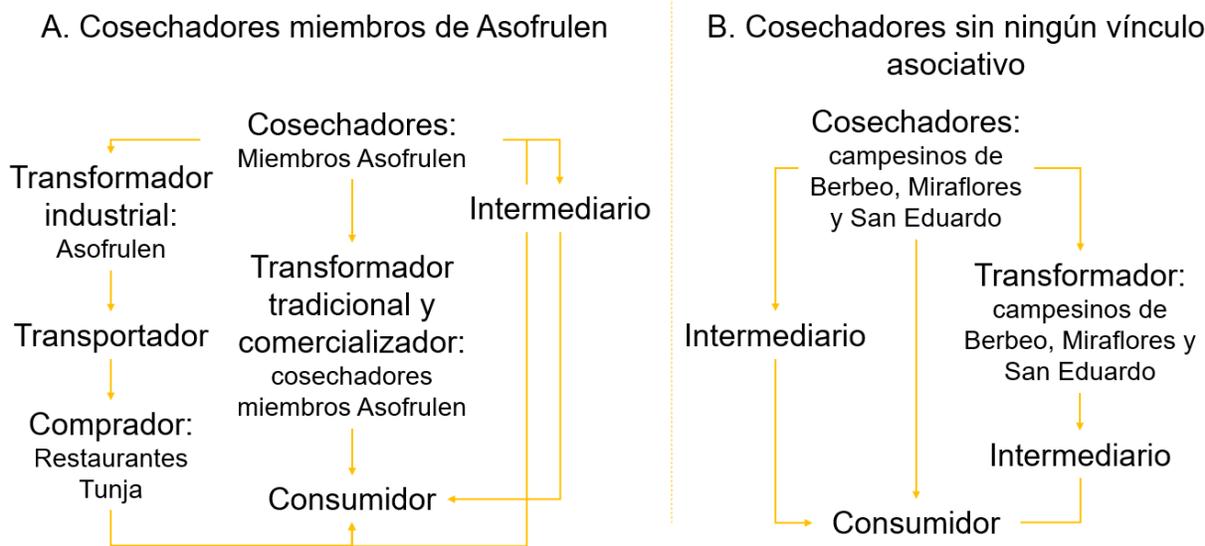


Figura 26. Cadena productiva de agraz para miembros de Asofrulen (A) y comercializadores sin ningún vínculo asociativo (B).



Figura 27. Presentación de un litro (~1 kg) de pulpa de chamba artesanal (empaque grande) y presentación de 125 g de pulpa procesada en la planta de Asofrulen (empaque pequeño).

7. Potencial de sustentabilidad

De acuerdo con Stockdaley et al. (2019), la sustentabilidad del aprovechamiento de un PFSM no solo debe incluir la evaluación del recurso mismo y su ecología, sino también la evaluación de aspectos sociales, políticos y económicos relacionados que también hacen parte de las características que definen su sustentabilidad. Con base en esto, se presenta un análisis de la sustentabilidad de aprovechamiento de chamba abordando estos aspectos.

En cuanto al potencial de la especie, su abundancia en el área de estudio es intermedia y altamente dependiente de las preferencias de los cosechadores frente a dejar o no estos árboles para sombrero de ganado o cafetales y/o para la cosecha del fruto, lo cual hace que la densidad de árboles por superficie sea variable entre 0,9 y 136,5 individuos/ha. La distribución de la chamba es amplia en el área de estudio y se extiende a lo largo de los valles del río Lengupá que tienen características adecuadas para su hábitat y reproducción. La única limitante identificada tanto para el crecimiento como para la producción de frutos es la elevación y condiciones ambientales ya que por encima de los 1700 m s.n.m. los árboles no producen y tienden a no crecer bien. Sin embargo, se observó muy poca regeneración en las áreas muestreadas que pueden estar relacionadas con una baja germinación de semillas y deshierbe de plántulas realizado durante las labores de mantenimiento de las fincas.

La chamba es un árbol con flores hermafroditas y su patrón de reproducción es anual en el que se producen flores y frutos una vez al año con lo que se garantiza una alta probabilidad de renovación. Su propagación ocurre a partir de semillas y muy poco se conoce sobre posibles formas de reproducción asexual, aunque en especies del género se ha tenido éxito con esquejes (Emer et al., 2016, 2018); sin embargo, según lo manifiestan los cosechadores, la germinación de semillas es

difícil y bastante baja y son poco frecuentes las plántulas, lo cual puede limitar el crecimiento poblacional y la viabilidad de la población en el tiempo. La polinización es realizada por insectos y principalmente por abejas solitarias y sin aguijón, y la dispersión es realizada por aves que consumen sus frutos, ambos abundantes en el área de estudio y no representan una limitante para la especie. Además, la producción de flores y frutos en cada árbol es altamente abundante, lo cual representa una ventaja para la reproducción de la especie.

De acuerdo con lo anterior, el potencial ecológico de la especie para llevar a cabo actividades de aprovechamiento es bueno, pero existen factores críticos como la baja germinación de semillas y abundancia de plántulas que están limitando la viabilidad futura de la población y deben ser evaluados para proponer estrategias que alivien dichas limitaciones. Para esto, se recomienda considerar los aspectos discutidos en los capítulos 8 y 9 de este documento. Adicionalmente, la oferta del recurso es alta a pesar de que la densidad de árboles es variable, lo cual es un aspecto favorable para la sustentabilidad de esta actividad.

En cuanto al potencial de sustentabilidad social, hace unos años la actividad de aprovechamiento de chamba tuvo una buena acogida entre los cosechadores permitiendo la creación de Asofrulen con 27 socios y la puesta en marcha de la planta despulpadora de frutos, pero a la fecha las relaciones entre miembros se perciben fragmentadas, poco estables y con bajo interés de participación en la toma de decisiones internas. Adicionalmente, existe una alta desmotivación de los cosechadores en la continuación con las actividades de aprovechamiento que ha promovido incluso a que talen los árboles de chamba en sus predios debido a que la comercialización es escasa desde que la planta despulpadora de Asofrulen cesó sus actividades y debido a que muy pocos cuentan con congeladores para el almacenamiento de la pulpa que puedan procesar. Estos aspectos hacen desfavorable el poder de organización y el carácter de la comunidad para dar a conocer sus valores y prácticas tradicionales a pesar de que localmente los frutos de chamba, su consumo y comercialización son ampliamente reconocidos e identificados como prácticas tradicionales de la región. De otra parte, la tenencia de la tierra y acceso al recurso son aspectos claros dentro del área de estudio ya que corresponden a predios privados claramente delimitados en donde los dueños realizan la cosecha de los árboles que se encuentran en su interior. Además, un aspecto bastante favorable para la sustentabilidad de esta actividad es que los usos recomendados del suelo para las áreas de distribución natural de la especie y áreas donde actualmente realizan la cosecha son compatibles con el aprovechamiento de frutos e incluso esta actividad aporta a procesos de conservación, restauración y recuperación ambiental. También, algunos predios cuentan con permiso de aprovechamiento vigente sobre un total de 183 árboles, lo cual promueve la legalidad de esta actividad. De esta manera, la actividad de aprovechamiento de chamba en términos sociales tiene una sustentabilidad moderada a baja que debe mejorar con la solución de aspectos débiles descritos anteriormente, en especial en lo relacionado con consolidar una asociación más organizada, motivada, participativa y vinculante.

De otra parte, las debilidades sociales también impactan la sustentabilidad política debido a la baja organización, liderazgo y autonomía que dificultan la participación en la toma de decisiones sobre el manejo del recurso a escala municipal y departamental. Adicionalmente, no fueron observados incentivos locales para el manejo de la chamba y dentro del municipio y no existen políticas que apoyen el manejo de este tipo de recursos o fomenten la protección del medio ambiente a través de su aprovechamiento sostenible pese a que esta actividad ha sido sugerida en los EOT de ambos municipios. Sin embargo, se evidenciaron varias colaboraciones entre la comunidad y empresas

como Waliwa para incentivar el aprovechamiento de chamba o el mejoramiento de la calidad del fruto procesado por parte de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), la Secretaría de Estado para Asuntos Económicos del Gobierno de Suiza (SECO) y el Programa de Transformación Productiva (PTP) del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MINCIT), lo cual aumenta la visibilidad del recurso y puede promover la generación de políticas de manejo futuras. En ese sentido, es necesario mejorar la organización, relaciones y participación de los cosechadores de chamba para optimizar las condiciones actuales de la actividad de aprovechamiento y promover su sustentabilidad a través del reconocimiento como práctica tradicional y autóctona.

Finalmente, debido al cese de actividades de la planta procesadora de pulpa de Asofrulen, el potencial económico de la actividad se debilitó por el poco acceso a mercados que se traduce únicamente a las ventas locales por parte de algunos cosechadores al consumidor final o a intermediarios. Esto ha llevado a un alto incremento de pérdidas del fruto durante la cosecha y al deterioro de la experiencia comercial que se había adquirido al momento de la creación de Asofrulen y la planta procesadora de pulpa. Además, no existen iniciativas de emprendimiento alrededor del aprovechamiento de chamba diferentes a las que fueron desarrolladas en su momento por Asofrulen y en algunos casos se ha optado por sustituir la cosecha de chamba por otras actividades como el cultivo de café o la ganadería. A pesar de esto, se deben resaltar las ventajas comerciales de este fruto debido a su sabor particular y al camino que aún falta por recorrer para darlo a conocer a un público mucho más amplio; además, sus propiedades son altamente promisorias tanto para productos alimenticios como medicinales y cosméticos que no han sido suficientemente explorados. Adicionalmente, el precio del mercado que se maneja a la fecha (\$2.000-\$4.000 por kg de pulpa) es bastante accesible para compradores con bajos ingresos. De esta manera, los aspectos sociales y económicos descritos son los más críticos después de los ecológicos y están estrechamente relacionados, puesto que si no se resuelven los conflictos y organización comunitaria es poco probable que se busquen nuevos mercados y se posicione el aprovechamiento de chamba como una actividad importante y sustentable para la región.

8. Recomendaciones de manejo

De acuerdo con la estructura poblacional de chamba en el área de estudio, existe una baja proporción de plántulas debido principalmente a las actividades de mantenimiento agropecuario realizadas por los pobladores que limitan la supervivencia de nuevos individuos de esta especie (deshierbe, aplicación de herbicidas y pisoteo de ganado, por ejemplo) luego de superar la germinación que es baja, según lo manifestaron varios cosechadores. Esta situación representa un riesgo para la viabilidad futura de la población ya que si no hay una regeneración adecuada es posible que a futuro se reduzca drásticamente el tamaño poblacional con el consecuente agotamiento del recurso que se aprovecha en la actualidad. En esa medida, es recomendable realizar actividades de manejo de las plántulas como rescate, cercado y seguimiento, y ensayos de propagación de semillas para garantizar la variabilidad genética de la población y con esto su sostenibilidad en el tiempo. También, enriquecer las poblaciones con la siembra de plántulas obtenidas en las fincas donde actualmente se realiza cosecha para favorecer el cuidado de las mismas.

Por otro lado, es necesario que se evalúe la forma en que se está realizando la poda y soqueada a los individuos adultos ya que en algunas ocasiones es bastante drástica y puede generar perjuicios en el individuo, tales como enfermedades, daños mecánicos y disminución de la productividad, en lugar de los beneficios principalmente productivos que se buscan obtener. Para esto, se requieren orientaciones técnicas sobre los distintos tipos de poda o tala, y cuándo, cómo y por qué se aplican en un árbol frutal, con el fin de que sean realizadas de forma objetiva buscando el mayor beneficio para la producción y sobrevivencia del individuo.

Según la información recopilada con las trampas de frutos, la cantidad de frutos aprovechables fue del $79,3 \pm 16,8\%$ del total producido por un árbol, pero esta puede ser menor debido a que no siempre se cosechan todos los árboles ni toda la producción de un árbol durante la época de cosecha. De esta manera, el porcentaje de aprovechamiento puede ser menor. Según los cosechadores, la recolección de frutos por cada árbol es cercana a la mitad del total producido y corresponde principalmente a frutos que van cayendo al suelo, por lo cual aquellos ubicados en la parte más alta de la copa no son cosechados y son aprovechados como alimento de pájaros que visitan el árbol o simplemente caen al suelo para ser transformados en residuos orgánicos. De esta manera, el aprovechamiento del 50 al 80 % de la producción total de frutos no representa una actividad impactante sobre los individuos o la población, pues no alteran su sistema de reproducción ni su estructura. A diferencia de esto, la poca abundancia de plántulas y, en cierta medida, la baja germinación de semillas deben ser vistas como una situación preocupante en términos de sostenibilidad de la población pues, aunque hay una cantidad importante de frutos que caen al suelo y sus semillas quedan disponibles para germinar, las condiciones ambientales, del suelo y las prácticas agropecuarias realizadas por los pobladores limitan la germinación e impiden el reclutamiento de plántulas poniendo en riesgo la renovación poblacional. De esta forma, es necesario que las actividades de manejo para esta especie sean orientadas hacia la mejora de este aspecto (cercado y rescate de plántulas, por ejemplo) que quizá es el más crítico para la población y es posible resolverlo enriqueciendo con plántulas obtenidas de procesos de germinación sexual o rescate de plántulas.

De otra parte, según los reportes de los cosechadores y de acuerdo al estudio realizado por Rodríguez et al. (2015), para la producción de frutos de chamba es fundamental garantizar la visita de sus polinizadores principales que son las abejas comunes (*Apis mellifera*) y sin aguijón (*Melipona*, *Partamona* y *Trigona*). De esta manera, podría evaluarse la implementación de panales doble propósito que contribuyan con la polinización y formación de frutos de chamba, a la vez que producen miel que puede ser extraída y comercializada por parte de los cosechadores como un producto adicional derivado del proceso de aprovechamiento de chamba.

En términos de la ordenación del territorio, se deben tener en cuenta las recomendaciones de uso del suelo propuestas en los EOT de Berbeo y San Eduardo, donde el aprovechamiento sostenible de los frutos de chamba tiene un potencial de aplicación compatible para la mayoría de usos empleando estrategias como el enriquecimiento de áreas de protección o restauración o estableciendo arreglos agrosilvopastoriles en áreas productoras protectoras o de uso agropecuario con lo cual se aporta a la sustentabilidad ambiental del territorio.

9. Seguimiento y monitoreo

A pesar de que el aprovechamiento de frutos es considerado de bajo impacto ya que encontramos que el porcentaje de cosecha se encuentra entre el 50 y el 80% del total de frutos, existe una baja abundancia de plántulas que está muy posiblemente asociada a la limitación en el reclutamiento debida a prácticas agropecuarias realizadas dentro de las fincas y a la baja germinación de semillas que ha sido reportada por los cosechadores. Es por esto que, se recomienda realizar rescate y manejo de las plántulas y estudios que expliquen las variables que actualmente limitan la germinación con el fin de identificar estrategias para mejorar la tasa de renovación poblacional desde esta categoría de tamaño.

Adicionalmente, es necesario realizar las mediciones de producción de frutos en por lo menos dos épocas de cosecha (dos años) para evaluar su variación en el tiempo debido a que los cosechadores manifestaron que las cantidades varían de un año al otro. Para esto, se puede emplear la misma metodología utilizada en este estudio con trampas de frutos (Stevenson y Vargas, 2008) en una cantidad considerable de árboles ubicados aleatoriamente dentro del área de estudio. También, es necesario verificar experimentalmente la variabilidad de frutos destinada a la cosecha en relación con la producción total del árbol con el fin de identificar la proporción de aprovechamiento por individuo y con esto evidenciar su impacto sobre el aporte de propágulos para el crecimiento poblacional. Esta medición también puede ser realizada para cuantificar la cantidad de frutos que es aprovechada para alimento de fauna, la cantidad que cae al suelo y la proporción de frutos que aportan realmente a la germinación y renovación de la población teniendo en cuenta factores ambientales que actualmente afectan este último proceso con el fin de identificar condiciones viables de germinación.

Sumado a lo anterior, sería deseable verificar el impacto de la cosecha de frutos sobre la demografía de la especie a diferentes intensidades con el fin de evaluar la viabilidad de una tasa de aprovechamiento mayor a lo que actualmente se cosecha (50-80%) y que sea sostenible. Para esto, es necesario evaluar a largo plazo la tasa de recambio poblacional en cada una de las diferentes etapas de vida, aunque para la chamba las dos etapas más críticas son los juveniles y adultos que producen frutos y semillas, y las plántulas que deberían regenerarse a partir de los frutos no cosechados. Esto también aportaría a la explicación de la baja regeneración de plántulas que fue identificada en el análisis de la estructura de la población.

Referencias

- Alcaldía de Berbeo. (2019). Alcaldía Municipal de Berbeo en Boyacá. Recuperado el 15 de abril de 2020, de <http://www.berbeo-boyaca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Alcaldía de San Eduardo. (2017). Nuestro Municipio. Recuperado el 15 de abril de 2020, de <http://www.saneduardo-boyaca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Álvarez-Herrera, J. G., Galvis, J. A., y Balaguera-López, H. E. (2009). Determinación de cambios físicos y químicos durante la maduración de frutos de champa (*Campomanesia lineatifolia* R. & P.). *Agronomía Colombiana*, 27(2), 253–259. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/11207>
- Álvarez, J. G., Balaguera, H. E., y Cárdenas, J. F. (2009). Caracterización fisiológica del fruto de champa (*Campomanesia lineatifolia* Ruiz & Pavón) durante la poscosecha. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 12(2), 125–133. <https://doi.org/10.31910/rudca.v12.n2.2009.698>
- Balaguera, H. E., Álvarez, J. G., y Bonilla, D. C. (2009). Crecimiento y desarrollo del fruto de champa (*Campomanesia lineatifolia* Ruiz & Pavón). *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 12(2), 113–123.
- Balaguera-López, H. E., Arévalo, A. H., y Cortés-Moreno, D. (2012). Growth of champa fruit under agroecological conditions of Miraflores, Boyacá, Colombia. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 47(12), 1722–1730. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012001200007>
- Balaguera-López, H. E., y Herrera-Arévalo, A. (2012a). Determining optimal harvest point for champa (*Campomanesia lineatifolia* R. & P.) fruit based on skin color. *Ingeniería e Investigación*, 32(1), 88–93.
- Balaguera-López, H. E., y Herrera-Arévalo, A. (2012b). Estudio de algunos cambios bioquímicos durante el crecimiento y hasta la cosecha del fruto de champa (*Campomanesia lineatifolia* R. & P. familia MYRTACEAE). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34(2), 460–468. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000200019>
- Barbosa, J. (2009). *Campomanesia lineatifolia* Ruiz e Pav.: estudo fitoquímico e avaliacao da atividade antioxidante [Tesis de maestría, Universidade Federal de Minas Gerais]. Repositorio institucional de la Universidade Federal de Minas Gerais <http://hdl.handle.net/1843/FARD-82XKM7>
- Barrios, J. J., y Yanquen, V. E. (2018). *Evaluación del efecto antioxidante de extracto de champa (Campomanesia lineatifolia) en albóndigas de bagre* [Trabajo de grado, Programa de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad de la Salle]. Repositorio institucional de la Universidad de la Salle <https://doi.org/10.1051/mateconf/201712107005>
- Bernal, R., Galeano, G., Rodríguez, Á., Sarmiento, H., & Gutiérrez, M. (2017). Nombres Comunes de las Plantas de Colombia. Recuperado el 21 de abril de 2020, de <http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/>
- Bernal, R., Gradstein, S., y Celis, M. (2019). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia.

Recuperado el 16 de diciembre de 2019, de <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es/>

- Bernucci, C., Martins, F. R., Tamashiro, J. Y., y Maës dos Santos, F. A. (2011). Is size structure a good measure of future trends of plant populations? an empirical approach using five woody species from the Cerrado (Brazilian savanna). *Acta Botanica Brasilica*, 25(3), 593–600. <https://doi.org/10.1590/s0102-33062011000300012>
- Bonilla, A., Duque, C., Garzón, C., Takaishi, Y., Yamaguchi, K., Hara, N., y Fujimoto, Y. (2005). Champanones, yellow pigments from the seeds of champa (*Campomanesia lineatifolia*). *Phytochemistry*, 66, 1736–1740. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2005.05.025>.
- Camacho-Téllez, G. E., y Nieto-Gómez, K. V. (2017). *Evaluación de la capacidad antifúngica del extracto de champa sobre Botrytis cinerea y Rhizopus stolonifer en mora (Rubus glaucus)* [Trabajo de grado, Programa de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad de la Salle]. Repositorio institucional de la Universidad de la Salle <http://repository.lasalle.edu.co/handle/10185/24791>
- Castro-Lozano, J. C. (2017). Biocosmetics : platform for sustainable economic development in Colombia. *International Journal of Phytocosmetics and Natural Ingredients*, 4(7), 1–3. <https://doi.org/10.15171/ijpni.2014.07>
- Corporación Autónoma Regional de Boyacá-Corpoboyacá. (2015). *Boletín oficial Corpoboyacá edición No. 130*. Tunja, Boyacá. <https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2016/03/Bolet%C3%ADn-130.pdf>
- Cruz, M. P. (2014). Protocolo de aprovechamiento de la chamba (*Campomanesia lineatifolia*) en San Eduardo (Boyacá). En M. C. Torres Romero y L. F. Casas Caro (Eds.), *Protocolos de aprovechamiento para la flora silvestre no maderable: metodología, estudios de caso y recomendaciones técnicas* (pp. 91–106). Bogotá, D.C., Colombia: Fondo Biocomercio - Fundación Natura.
- Da Silva Severino Lima, J., Carvalho de Castro, J. M., De Sousa Sabino, L. B., Silva de Lima, A. C., y Barros de Vasconcelos Torres, L. (2016). Physicochemical properties of gabioba (*Campomanesia lineatifolia*) and myrtle (*Blepharocalyx salicifolius*) native to the mountainous region of Ibiapaba-Ce, Brazil. *Revista Caatinga*, 29(3), 753–757. <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n327rc>
- Departamento Nacional de Estadística-DANE. (2017). Geoportel DANE. Recuperado el 30 de marzo de 2020, de <https://geoportel.dane.gov.co/servicios/descarga-y-metadatos/>
- DANE. (2019). Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. Recuperado el 30 de marzo de 2020, de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/cuantos-somos>
- Emer, A. A., Schafer, G., Avrella, E. D., Delazeri, M., Veit, P. A., y Fior, C. S. (2016). Influence of indolebutyric acid in the rooting of *Campomanesia aurea* semihardwood cuttings. *Ornamental Horticulture*, 22(1), 94–100. <https://doi.org/10.14295/oh.v22i1.855>
- Emer, A. A., Schafer, G., y Fior, C. S. (2018). Cutting from *campomanesia aurea* O. Berg (Myrtaceae): The collection time of propagules and the effects of auxin. *Revista Brasileirade*

- Ciencias Agrarias*, 13(1), 1–7. <https://doi.org/10.5039/agraria.v13i1a5494>
- Global Biodiversity Information Facility.org-GBIF.org. (2020). *GBIF Occurrence Download*. Recuperado el 14 de abril de 2020, de <https://doi.org/https://doi.org/10.15468/dl.8qycah>
- González-Coral, A. (2007). *Frutales nativos amazónicos patrimonio alimenticio de la humanidad*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP. http://www.iiap.org.pe/archivos/publicaciones/publicacion_1484.pdf
- Handcock, M. (2016). *Relative Distribution Methods*. Retrieved from <https://cran.r-project.org/package=reldist>
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM. (2017). Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia 2017 Versión 2.1. Recuperado el 24 de febrero de 2020, de <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>
- Lê, S., Josse, J., y Husson, F. (2008). FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1–18. <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>
- Lescano, C. H., Freitas de Lima, F., Lima Caires, A. R., y de Oliveira, I. P. (2019). Polyphenols Present in Campomanesia Genus: Pharmacological and Nutraceutical Approach. En R. Ross Watson (Ed.), *Polyphenols in Plants* (2^a ed., pp. 407–420). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-813768-0.00027-x>
- Luteyn, J., y Pedraza-Peñalosa, P. (2020). Blueberry Relatives of the New World Tropics (Ericaceae). Recuperado el 1 de abril de 2020, de The New York Botanical Garden website: <http://sweetgum.nybg.org/science/projects/ericaceae/>
- Madalosso, R. C., Oliveira, G. C., Martins, M. T., Vieira, A. E. D., Barbosa, J., Caliari, M. V., ... Tagliati, C. A. (2012). Campomanesia lineatifolia Ruiz & Pav. as a gastroprotective agent. *Journal of Ethnopharmacology*, 139(3), 772–779. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.12.014>
- Martínez, C. A. (2019). *Efecto alelopático del extracto de semillas de chamba (Campomanesia lineatifolia) sobre la germinación y crecimiento de plántulas de cerraja (Sonchus oleraceus L.) en condiciones de laboratorio* [Trabajo de grado para optar al título de Agrónoma, Escuela: Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente, Agronomía, (Universidad Nacional Abierta y a Distancia)]. En el repositorio institucional de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28158/23756142.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- McVaugh, R. (1956). Tropical American Myrtaceae; notes on generic concepts and descriptions of previously unrecognized species. *Fieldiana: Botany*, 29(3), 145–228. <https://archive.org/details/tropicalamerican293mcva/mode/2up/search/Campomanesia>
- Muñoz, W., Chavez, W., Pabón, L., Rendón, M., Chaparro, M. P., y Otálvaro-Álvarez, Á. (2015). Extracción de compuestos fenólicos con actividad antioxidante a partir de Champa (Campomanesia lineatifolia). *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, 46, 38–46.
- Osorio, C., Alarcon, M., Moreno, C., Bonilla, A., Barrios, J., Garzon, C., y Duque, C. (2006).

- Characterization of odor-active volatiles in champa (*Campomanesia lineatifolia* R. & P.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(2), 509–516. <https://doi.org/10.1021/jf052098c>
- Otálvaro-Álvarez, Á. M., Pabón-Baquero, L. C., Rendón-Fernández, M. R., y Chaparro-González, M. P. (2017). Extractos de *Campomanesia lineatifolia* para el control del pardeamiento enzimático en papa mínimamente procesada. *Ciencia y Agricultura*, 14(2), 39–48. <https://doi.org/10.19053/01228420.v14.n2.2017.7147>
- Parra, C. (2014). Sinopsis de la familia Myrtaceae y clave para la identificación de los géneros nativos e introducidos en Colombia. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 38(148), 261–277. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.128>
- Procolombia. (2019). Waliwex Guava Seed. Recuperado el 13 de diciembre de 2019, de <https://catalogo.procolombia.co/es/salud-y-belleza/cosmeticos-jabones-y-cremas/waliwex-guava-seed-2926>
- Quintão-Scalon, S. de P., Alves de Lima, A., Scalon-Filho, H., y Vieira, M. do C. (2009). Germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Campomanesia adamantium* Camb.: Efeito da lavagem, temperatura e de bioestimulantes. *Revista Brasileira de Sementes*, 31(2), 096–103. <https://doi.org/10.1590/s0101-31222009000200011>
- R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. <https://www.r-project.org/>
- Ressel, K., Lima-Ribeiro, M. D. S., y dos Reis, E. F. (2014). Emergência de plântulas de uma matriz de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg, sob diferentes condições. *Biotemas*, 27(4), 29–36. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2014v27n4p29>
- Rodríguez, Á., Chamorro, F. J., Calderón, L. V., Pinilla, M. S., Henao, M., Ospina, R., y Nates-Parra, G. (2015). *Polinización por abejas en cultivos promisorios de Colombia: Agraz (Vaccinium meridionale), Chamba (Campomanesia lineatifolia) y Cholupa (Passiflora maliformis)* (1ª ed). Universidad Nacional de Colombia.
- Species 2000, y ITIS Catalogue of Life. (2019). Catalogue of Life. Recuperado el 16 de diciembre de 2019, de <https://www.gbif.org/es/species/4170835>
- Stevenson, P. R., y Vargas, I. N. (2008). Sample size and appropriate design of fruit and seed traps in tropical forests. *Journal of Tropical Ecology*, 24(1), 95–105. <https://doi.org/10.1017/S0266467407004646>
- Stockdaley, M., López, C., Blauert, J., Miranda, M., Arancibia, E., y Edouard, F. (2019). *Manejo comunitario sustentable de Productos Forestales No Maderables*. La Paz, México: Editorial Ideograma.
- Weiner, J., y Solbrig, O. T. (1984). The meaning and measurement of size hierarchies in plant populations. *Oecologia*, 61(3), 334–336. <https://doi.org/10.1007/BF00379630>