

**Protocolo de manejo sostenible de frutos de agraz (*Vaccinium meridionale*) en la
Jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR**

**Sustainable Management Protocol for Andean berry fruits (*Vaccinium meridionale*) in the
Jurisdiction of the Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR**

Proyecto "Cadenas de valor de Productos Forestales No Maderables - PPNM"

Convenio de Colaboración No. 0004-2023 y (23-139 numeración Instituto Humboldt), celebrado
entre Fundación Swisscontact y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander
von Humboldt

Presentado por:

Samanta Castro Sanabria

Ingeniera Forestal, Investigadora Asistente Centro Colecciones y Gestión de Especies del
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt,
scastro@humboldt.org.co

Supervisora: María Claudia Torres Romero, Investigadora Adjunta, Centro Colecciones y
Gestión de Especies del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von
Humboldt

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Fundación
Swisscontact

Bogotá, D.C., 2024

Participación

Manifestamos un reconocimiento y agradecimiento a todas las personas que mediante sus valiosos aportes y guianza hicieron posible el presente trabajo: Parmenio Buitrago, Alejandro Valencia, Jairo Cortés, Myriam Ordoñez, Pedro Sierra, María Emma Páez, Gloria Triana, Luz Marina Martínez, Leopoldina Martínez, Benedicta Nova, Misaelina Palacios, Edgar Duarte, Andrés Castillo, Adenis Castillo, Jairo Quiroga, Alba González, Fernando Rodríguez, Jaime Castro, Ricardo Umaña, Brayan Piza, Edgar Edilson Pachón, Kevin González, Ana Florinda Castro, Carlos Moreno, Blanca Rojas, Julio Bolívar, Sofía Moscoso, Daniela Delgado, Blanca Gómez, Martín Nova, Nohora Arango, Dinora Sánchez, Fernando Morera, Marco Eli Caldas, Alberto Gutiérrez, Roberto Guzmán, María Alejandra Rodríguez, María Paula Rodríguez, Santiago Afanador, Johan Urrea y Cindy Vargas.

Trabajo de campo

En el desarrollo del trabajo de campo, destacamos la participación de María Alejandra Rodríguez, María Paula Rodríguez, Brayan Piza, Santiago Afanador, Andrés Castillo, Johan Urrea y Cindy Vargas.

En la recolección de frutos agradecemos de manera especial la disposición y colaboración de Yeisson Rodríguez, Leopoldina Martínez, Adenis Castillo, Jairo Quiroga, Jaime Castro, Brayan Piza, Kevin González y Blanca Rojas.

Elaboración de cartografía

Cindy Vargas y Samanta Castro Sanabria, Instituto Humboldt

Revisión

María Claudia Torres Romero, Instituto Humboldt

PÁGINA DE FICHA DE CATALOGACIÓN EN LA FUENTE

Catalogación en la fuente.

Castro Sanabria, Samanta

Protocolo de manejo sostenible de frutos de agraz (*Vaccinium meridionale*) en la Jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR = Sustainable Management Protocol for Andean berry fruits (*Vaccinium meridionale*) in the Jurisdiction of the Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR / Samanta Castro Sanabria. – Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2024.

82 páginas

Incluye bibliografía, tablas, mapas, fotos a color

1. Andes – 2. Manejo sostenible. – 3. Arbusto. – 4. Colombia. – 5. Conservación. – 6. Cosecha. – 7. Flora. – 8. Frutos. – 9. PFMN. I. Samanta Castro-Sanabria II. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Catalogación en la fuente – Biblioteca Francisco Javier Matís.

Cómo citar este documento:

Castro-Sanabria, S. (2024). Protocolo de manejo sostenible de frutos de agraz (*Vaccinium meridionale*) en la Jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR = Sustainable Management Protocol for Andean berry fruits (*Vaccinium meridionale*) in the Jurisdiction of the Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Resumen

Históricamente, los bosques andinos en Colombia han sufrido procesos de fragmentación, degradación y pérdida de hábitat. Con el objetivo de contrarrestar esta tendencia surge el manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables como una alternativa que no solo genera beneficios económicos para las comunidades locales, sino también contribuye a la conservación de los bosques y otros ecosistemas naturales. El manejo sostenible de estos productos permite mantener los ecosistemas como son, en lugar de transformarlos en otros tipos de coberturas o usos del suelo. En vista de lo anterior y en el marco del proyecto “*Fortalecimiento del manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables*” suscrito entre la Fundación Swisscontact y el Instituto Humboldt, se priorizó la elaboración del Protocolo de Manejo Sostenible de los frutos de agraz (*Vaccinium meridionale*) en la Jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR con el propósito de implementar lo establecido en el Decreto 690 de 2021. Este protocolo constituye un instrumento técnico clave, que recopila información primaria y secundaria obtenida mediante estudios previos, salidas de campo, entrevistas semiestructuradas y observación participante. La información abarca aspectos relacionados con los rasgos de la historia de vida del agraz, su distribución, caracterización poblacional, producción de la parte a cosechar y aspectos sociales y comerciales de su cadena productiva. Además, incluye recomendaciones de seguimiento y monitoreo que permitieron definir los lineamientos de manejo sostenible más adecuados para esta especie en la jurisdicción de la CAR.

Palabras clave: Andes, arbusto, Colombia, conservación, cosecha, flora, frutos, manejo sostenible, PFNM.

Abstract

Historically, Andean forests in Colombia have undergone processes of fragmentation, degradation, and habitat loss. In order to counteract this trend, sustainable management of wild flora and non-timber forest products has emerged as an alternative that not only generates economic benefits for local communities but also contributes to the conservation of forests and other natural ecosystems. The sustainable management of these products helps to maintain ecosystems in their natural state, rather than transforming them into other types of land cover or land uses. In this context, and within the framework of the project “*Fortalecimiento del manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables*” signed between Fundación Swisscontact and Instituto Humboldt, priority was given to the development of the Sustainable Management Protocol for agraz fruit (*Vaccinium meridionale*) in the jurisdiction of the Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), with the aim of implementing the provisions of Decree 690 of 2021. This protocol is a key technical instrument that compiles primary and secondary information obtained through previous studies, field visits, semi-structured interviews, and participatory observation. The information includes aspects related to the life history traits of agraz, its distribution, population characterization, harvestable parts production, and social and commercial aspects of its value chain. Additionally, it includes recommendations for monitoring and follow-up that helped define the most suitable sustainable management guidelines for this species in the CAR jurisdiction.

Keywords: Andes, Colombia, conservation, flora, fruits, harvest, NTFP, shrub, sustainable management.

Contenido

Resumen	4
Abstract	4
1. Introducción, justificación y objeto del Protocolo	10
1.1. Introducción	10
1.2. Justificación	10
1.3. Objeto del Protocolo	11
2. Caracterización general de la especie	12
2.1. Descripción de la especie <i>V. meridionale</i> Sw.	12
2.2. Distribución global y nacional	16
2.3. Rasgos de historia de vida relevantes para la especie proveedora de PFNM	16
3. Metodología de elaboración del protocolo	24
3.1. Identificación de actores de la cadena productiva del PFNM	25
3.2. Identificación preliminar de áreas y ecosistemas objeto de manejo sostenible de la especie en la jurisdicción de la CAR	26
3.3. Estrategia de participación	30
3.4. Métodos para la elaboración de inventarios y análisis de información	33
4. Caracterización de las poblaciones de la especie objeto de manejo sostenible	43
4.1. Distribución de la especie y áreas de manejo en la jurisdicción de la autoridad ambiental	43
4.2. Abundancia de la especie en el área de estudio	44
4.3. Estructura poblacional en el área de estudio	46
4.4. Producción de la parte a cosechar	53
5. Caracterización de la cosecha y el manejo actual	60
5.1. Épocas de cosecha y equivalencia entre lo cosechado y el producto final	60
5.2. Descripción del proceso de cosecha y transformación	62
5.3. Prácticas de manejo	65
6. Régimen de uso y gobernanza sobre los recursos objeto de manejo sostenible	66
7. Evaluación de la sostenibilidad	68
7.1. Descripción y valoración del impacto de la cosecha	68
7.2. Aspectos de la cadena productiva y factores externos que pueden afectar la sostenibilidad	70
8. Lineamientos para el manejo sostenible	71
9. Seguimiento y monitoreo	72
10. Referencias bibliográficas	72

Figuras

Figura 1. Individuos de agraz con ramificación densa y copa amplia (A), tallo y corteza desprendible en placas delgadas con algunos líquenes superficiales (B), inflorescencias axilares racimosas (C) y frutos verdes y maduros (D), Frutos maduros de agraz (E), frutos maduros de agraz donde evidencia la cicatriz del cáliz a manera de “ombbligo” (E). Tomadas de Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022).	13
Figura 2. Frutos y mermelada de agraz. Tomadas de Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022.	15
Figura 3. Distribución global y nacional de agraz (V. meridionale). Fuente: registros biológicos de GBIF.org (2023) revisados y curados por Rodríguez-Morales (2024), registros obtenidos de herbarios y expertos de la especie a nivel nacional y división político-administrativa de Colombia del DANE (2020).	16
Figura 4. Individuos de agraz rastreros con evidencia de órganos reproductivos (señalados con flecha amarilla). Con flores (A), frutos inmaduros (B) y frutos maduros (C).	17
Figura 5. Rebrotos subterráneos de agraz que provienen de un tallo principal (Señalados en amarillo). ..	18
Figura 6. Individuos que, aunque cercanos, no se pudo establecer si había conexión, por lo que se consideraron independientes. B: individuos cercanos sin conexión aparente y considerados como individuos independientes. C: individuos 1 y 3 adultos y cercanos, e individuo 2 plántula que, aunque cercanos, no se evidenció una conexión clara y se consideraron individuos independientes. Tomadas de Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022).	18
Figura 7. Individuo adulto de agraz donde es posible observar múltiples tallos (ramets o lignotubérculos) (Luteyn, 2002) de amplio diámetro (señalados con un punto amarillo). También es posible observar la amplia regeneración que se da en la base del parental (rebrotos con cogollos rojos).	19
Figura 8. Abundancia de flores de agraz (A) Abeja realizando polinización en flores de agraz. Tomada de Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) (B)	21
Figura 9. Boñiga de mirla (A), conocedora local colectando boñiga de mirla para obtención de semillas de agraz y siembra en vivero (B), semillas de agraz hallada en boñiga de mirla señalada en color amarillo (C).	21
Figura 10. Diferentes estados reproductivos en individuo de agraz. Tomada por Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022)	22
Figura 11. Fenología de agraz a lo largo del año en el altiplano Cundiboyacense.	22
Figura 12. Plántulas de agraz obtenidas de boñiga de mirla (A) y plántulas de agraz trasplantadas en bolsas (B).	24
Figura 13. Metodología para elaboración del PMS de agraz (Vaccinium meridionale). Fuente: López-Camacho, et al., en proceso de publicación.	24
Figura 14. Mapas de ocurrencias y modelo preliminar del agraz. Ocurrencias de registros de agraz obtenidos de GBIF y Herbarios Nacionales (A) y Modelo de distribución preliminar (B) 1. Fuente: Rodríguez-Morales (2024).	27
Figura 15. Cartografía participativa con actores relacionados con agraz en el área de estudio.	28
Figura 16. Taller de socialización del proyecto "Cadenas de valor de PFSM" en Bogotá.	31
Figura 17. Talleres de socialización del proyecto en Guachetá (A y B) y San Miguén de Sema (C y D) .	32
Figura 18. Vista desde arriba del arbusto de agraz para visualizar el centro de su copa que forma una circunferencia proyectada (A). Individuos en el límite de la parcela. La distancia debe ser medida desde los centros (Centro de la parcela a centro del individuo) (B).	35
Figura 19. Corrección por pendiente con visual positiva (A) y visual negativa (B). Tomado de Ideam (2021).	35
Figura 20. Variables registradas por individuo de agraz.	37
Figura 21. Estados fenológicos detallados del agraz.	38

Figura 22. Inventarios de agraz realizados en diferentes municipios de la jurisdicción CAR.	38
Figura 23. Modelo de distribución del agraz (V. meridionale) en la jurisdicción CAR. Fuente: Rodríguez-Morales (2024).	44
Figura 24. Agrupación de los tipos de suelos obtenidos a partir de categorías descriptivas del suelo (Tono rosado) y representación simultánea con los sitios (Todo morado).	58
Figura 25. Tamaño del fruto por tipo de suelo.	60
Figura 26. Presentación de frutos en medio kilogramo de agraz. Se pueden observar frutos en diferentes estados de maduración, tamaños y presencia de hojas.	62
Figura 27. Hombres y mujeres cosechando el arbusto de agraz. Tomada de Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022.	63
Figura 28. Recolección manual de frutos maduros. Tomada de Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022.	64
Figura 29. Frutos sin escoger (A), frutos verdes y picados (B), frutos maduros apartados de los verdes y picados (C y D). Tomada de Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022)	64
Figura 30. Residuos producto de la limpieza de un kilogramo de agraz (A) y frutos de agraz con pedicelo adherido (B).	65
Figura 31. Cadena productiva del agraz en la jurisdicción de la CAR.	70

Tablas

Tabla 1. Especies que pueden ser confundidas con el agraz (V. meridionale). Fuente: Observaciones en campo y conocedores locales.	14
Tabla 2. Información general y experiencia relacionada con agraz.	26
Tabla 3. Información bibliográfica clave para identificación de áreas en Jurisdicción CAR.....	27
Tabla 4. Salidas de reconocimiento y talleres de socialización para identificación de áreas de manejo sostenible de agraz.....	28
Tabla 5. Tipos de coberturas donde crece el agraz en la región cundiboyacense. Tomada de Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022).....	30
Tabla 6. Áreas donde puede hallarse el agraz en estado silvestre.	33
Tabla 7. Ventajas y desventajas de parcelas cuadradas y circulares para muestreo de individuos de agraz.	34
Tabla 8. Características del inventario para el PMS y para interesados en presentar solicitud una vez el PMS es adoptado por la CAR.....	36
Tabla 9. Visión general de los estados fenológicos del arbusto de agraz.	37
Tabla 10. Inventarios de agraz realizados en diferentes municipios de la jurisdicción de la CAR. Las veredas fueron ubicadas y nombradas y ubicadas de acuerdo con el Esquema de Ordenamiento Territorial de cada municipio.....	39
Tabla 11. Detalle de parcelas por cobertura, intensidad de cosecha y tipo de predio en la jurisdicción de la CAR.....	39
Tabla 12. Porcentaje de área a inventariar con respecto al área de la unidad de manejo como alternativa cuando no se cumple con el error de muestreo.....	40
Tabla 13. Densidad promedio de individuos totales e individuos productivos discriminado por tipo de cobertura.....	45
Tabla 14. Densidad promedio de individuos totales y productivos de agraz por municipio.	46
Tabla 15. Agrupación de coberturas que no presentan diferencias significativas para la variable altura total (m).	46
Tabla 16. Análisis de alturas totales para definición de clases de tamaño de V. meridionale.....	47
Tabla 17. Categorías generales de tamaño del agraz de acuerdo con el tipo de cobertura donde se encuentren los individuos.	48
Tabla 18. Estructura poblacional de agraz en el grupo 1 de coberturas (Herbazales y pastos limpios).	49
Tabla 19. Estructura poblacional de agraz en el grupo 2 de coberturas (Arbustales y mosaico de pastos con espacios naturales).....	50
Tabla 20. Estructura poblacional de agraz en el grupo 3 correspondiente a robledales.	51
Tabla 21. Comparación de estructura poblacional de agraz (V. meridionale) y la realizada por Granados-Zarate (2013).	53
Tabla 22. Altura (m) mínima y en la que el 75% de los individuos de agraz inician su producción.	53
Tabla 23. Definición de escenarios de cosecha de agraz durante el año.	54
Tabla 24. Regresiones lineales establecidas entre el área de copa (m ²) y el peso promedio mensual cosechado (gr) de agraz. Fuente: Celis-Tarazona y Asociación Asotorres (2023).....	55
Tabla 25. Fórmula y ejemplo para el cálculo del área de copa (m ²) por individuo.	56
Tabla 26. Fórmulas y ejemplos para el cálculo del peso anual cosechado (kg) por individuo para cada escenario (Tabla 23).	56
Tabla 27. Fórmula y ejemplo para el cálculo del peso promedio anual cosechado (kg).	56
Tabla 28. Rangos de tamaño de agraz a partir del área de copa (m ²) y valor mínimo, promedio y máximo de peso anual cosechado (kg).	57

Tabla 29. Tipos de suelo obtenidos a partir de ACM.....	59
Tabla 30. Tamaño promedio, mínimo y máximo de fruto por tipo de suelo.	59
Tabla 31. Épocas de cosecha en los municipios de la Jurisdicción CAR. En tono morado claro los meses de cosecha principal y en tono azul la cosecha traviesa.....	61
Tabla 32. Factores que determinan las épocas de cosecha de agraz en la jurisdicción de la CAR.	61
Tabla 33. Equivalencias entre peso de frutos de agraz y productos transformados. Tomado de Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022.	62
Tabla 34. Frutos que puede ser cosechados de agraz (pintones y maduros).	62
Tabla 35. Actuales prácticas de manejo para el agraz en la jurisdicción CAR.	66
Tabla 36. Régimen de uso y gobernanza sobre el agraz en la jurisdicción CAR.	68
Tabla 37. Descripción y valoración del impacto de la cosecha de agraz en la jurisdicción de la CAR.	70
Tabla 38. Aspectos de la cadena productiva y factores externos que pueden afectar la sostenibilidad de la cosecha de agraz.....	71
Tabla 39. Lineamientos para el manejo sostenible de agraz en la jurisdicción CAR.....	72
Tabla 40. Variables para el monitoreo por parte de usuarios a los que se les haya otorgado el acceso al manejo sostenible de agraz.....	73
Tabla 41. Ejemplo del registro de variables de monitoreo (Tabla 40) para un usuario con acceso al manejo sostenible de agraz.....	73

1. Introducción, justificación y objeto del Protocolo

1.1. Introducción

Colombia es considerado un país megadiverso por contar con aproximadamente el 10% de la biodiversidad terrestre mundial (Ruíz, et al., 2007) esto le confiere una amplia variedad de Productos Forestales No Maderables, en adelante PFNM, destinados a un sinnúmero de usos (alimenticios para humanos y animales, medicinales, artesanales, como materiales para construcción y otros). Los PFNM se definen como “*bienes de origen biológico distintos de la madera y la fauna, que se obtienen de las variadas formas de vida de la flora silvestre, incluidos los hongos, y que hacen parte de los ecosistemas naturales*” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, 2021) y han sido reconocidos internacionalmente como un elemento clave para el desarrollo sostenible y el desarrollo de la silvicultura tropical, además de ser una alternativa contra la deforestación e imperante degradación de los bosques (López-Camacho y Murcia-Orjuela, 2020). Recientemente, los PFNM han adquirido un protagonismo importante debido a su alto potencial como ingredientes naturales en las industrias alimenticias, farmacéuticas, cosméticas, entre otras, posicionándose como una oportunidad económica para comunidades locales que viven en zonas boscosas u otros ecosistemas naturales. En vista de lo anterior, garantizar un aprovechamiento y uso sostenible de estos productos, es clave para su conservación y el de los ecosistemas donde se encuentran presentes.

En este contexto, en el marco del proyecto “*Fortalecimiento del manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables*” ejecutado por el Instituto Humboldt y suscrito con la Fundación Swisscontact, se busca mejorar la competitividad de las cadenas de valor de seis especies proveedoras de PFNM a nivel nacional las cuales son corozo (*Bactris guineensis*), naidí (*Euterpe oleracea*), cacay (*Caryodendron orinocense*), moriche (*Mauritia flexuosa*), agraz (*Vaccinium meridionale*) y camu camu (*Myrciaria dubia*) a través de la realización de los Protocolos de Manejo Sostenible para cada una de ellas en la jurisdicción de cinco Autoridades Ambientales: Corporación Autónoma Regional del Cesar - Corpopesar, Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó - Codechoco, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico - CDA, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía - Corpoamazonia respectivamente.

El Protocolo de Manejo Sostenible, en adelante PMS, es el documento técnico que contiene los lineamientos para el manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables y debe ser adoptado por cada una de las Autoridades Ambientales de acuerdo con lo establecido en el Decreto 690 de 2021. El presente documento es el PMS elaborado para los frutos de la especie agraz (*Vaccinium meridionale*) en la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR y es un instrumento técnico que busca recopilar el conocimiento asociado a esta especie a través de información primaria y secundaria, observaciones y trabajo de campo en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá bajo la jurisdicción de esta Corporación. Este PMS incluye la caracterización de sus poblaciones naturales, producción silvestre de frutos, caracterización de la cosecha, recomendaciones de manejo, evaluación de la sostenibilidad y el seguimiento y monitoreo requerido para garantizar la provisión, conservación e ingresos económicos a los diferentes actores de la cadena de valor asociada a este PFNM.

1.2. Justificación

La región Andina de Colombia ubicada entre las tres cordilleras (Oriental, Central y Occidental) ocupa un área aproximada de 283.000 km² del territorio nacional y sus bosques poseen una alta diversidad de fauna y flora gracias a la variedad de pisos térmicos que en ella se encuentran. Sin embargo, esta región concentra el 56,7% de los habitantes del país (Baena-Salazar et al., 2020), lo cual ha sometido sus bosques, principalmente, los de alta montaña o altoandinos ubicados al interior de las cordilleras (Acuña-Cabanzo, 2013) a procesos significativos de degradación, pérdida de hábitat y fragmentación (Armenteras et al., 2003) afectando uno de los principales centros de biodiversidad del mundo (Etter y Villa, 2000) y por ende, la

funcionalidad y servicios ecosistémicos derivados tales como la regulación hídrica, sumidero de carbono, barreras de erosión (Acuña-Cabanzo, 2013) y la provisión de bienes como los productos forestales maderables y no maderables, entre otros (López-Camacho et al., 2016).

Históricamente los bosques andinos han suministrado gran variedad de PFNM a las comunidades locales para diferentes usos, de hecho, López y Cavelier (2007) citado por López-Camacho et al., (2016) estiman que en estos bosques se han identificado cerca de 651 especies de plantas vasculares proveedoras de PFNM. Algunas especies destacadas proveedoras de PFNM en estos bosques son las quinás (*Cinchina* spp.), gaita (*Rhipidocladum geminatum*), chusques (*Chuquea* spp.), mopa-mopa (*Elaeagia pastoensis*), chochos (*Ormosia* spp. y *Erythrina* spp.), trompeto (*Bocconia frutescens*), nogal (*Juglans neotropica*), esparto (*Juncus ramboi*), entre otras. El uso de los productos obtenidos ha sido un medio para conservar la gran diversidad de flora de estos ecosistemas, además de proporcionarles un valor, ya que son percibidos como una oportunidad para la generación de ingresos y empleos. De hecho, en muchos casos, son los medios de vida principales y/o complementarios para los campesinos.

En este orden de ideas, iniciativas que promuevan el uso y manejo sostenible de la biodiversidad de los bosques andinos son claves para conservar y garantizar la provisión de sus bienes y servicios, tal es el caso de los frutos del agraz (*Vaccinium meridionale*), producto con un alto potencial y tradicionalmente cosechado por comunidades locales de la región altoandina del país. Según Ligarreto, (2009) esta especie se encuentra distribuida con una amplia representatividad en dos zonas del país, una en el norte del departamento de Antioquia en los municipios de Santa Rosa de Osos, Don Matías, Entreríos, Belmira y San José de la Montaña y otra, en los departamentos de Boyacá en los municipios de Tinjacá, Ráquira, Chiquinquirá y San Miguel de Sema y en Cundinamarca, en los municipios de Guachetá y Machetá. En estas zonas se encuentra de manera silvestre en áreas de rastrojos, bordes de bosques andinos y robledales (Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022; López-Camacho y Murcia-Orjuela, 2020).

Debido a lo anterior, en los últimos años, los frutos del agraz han sido más conocidos y apreciados. De hecho, en los últimos años, se ha generado una creciente demanda nacional de los mismos y otros productos derivados, que poseen un alto potencial para exportación (López-Camacho y Murcia-Orjuela, 2020). Por esta razón, surge la necesidad de elaborar el Protocolo de Manejo Sostenible de los frutos de agraz para una de las regiones con mayor representatividad de la especie y mayor importancia a nivel comercial (Quevedo-Rubiano, 2020), en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, específicamente en los municipios del altiplano cundiboyacense bajo la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR.

El PMS de agraz contendrá los lineamientos para el manejo sostenible del agraz y una vez adoptado, por un lado, facilitará el acceso legal por parte de los productores a la cosecha de sus frutos ante la CAR, dando cumplimiento a lo establecido en el Decreto 690 de 2021 (MADS, 2021) por medio del cual se modifica y adiciona al Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015 en lo relacionado con el manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables y por otro, garantizará y fomentará su conservación, uso sostenible y por ende, la actividad económica asociada.

1.3.Objeto del Protocolo

Elaborar el Protocolo de Manejo Sostenible para los frutos de la especie agraz (*Vaccinium meridionale*) en la jurisdicción de la CAR en el marco de la implementación del Decreto 690 de 2021.

2. Caracterización general de la especie

2.1. Descripción de la especie *V. meridionale* Sw.

Nombres comunes: Globalmente conocida como Colombia blueberry, Jamaican billberry y Andean blueberry. En Colombia como agraz en Antioquia, Boyacá y Cundinamarca, Mortiño en Antioquia y Nariño (Pedraza-Peñalosa, 2023), agraz coronel en los alrededores de Villapinzón (Boyacá), guarapita en la Sierra Nevada de Santa Marta y teta de bruja en el Valle del Cauca (Chaparro de Valencia y Becerra de Lozano, 1995).

Estado de conservación: *V. meridionale* no se encuentra reportada bajo ninguna categoría de amenaza en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), ni en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres – CITES. A nivel nacional su estado de conservación es No Evaluada (Pedraza-Peñalosa, 2023).

Descripción: Especie nativa perteneciente a la familia Ericaceae. Según Ávila-Rodríguez et al., (2007) puede alcanzar una altura hasta de 8 metros dependiendo la cobertura donde se encuentre. **Tallo** usualmente muy ramificado (**Figura 1A**), **corteza** fisurada desprendible en placas delgadas, es de color gris y en la cual es común hallar líquenes creciendo (**Figura 1B**), **copa**, usualmente irregular y amplia dependiendo de la cantidad de ramas que posea el arbusto, sus **hojas** son simples con margen crenado a aserrado (**Figura 1C**) y sus dimensiones varían entre los 2 y 3 cm de largo y entre 1 y 1,15 cm de ancho con disposición es alterna.

Es una especie monoica, es decir, una misma planta presenta flores de ambos sexos ya que sus **inflorescencias** son bisexuales, racimosas (**Figura 1D**) y axilares. Sus bractéolas son verdes a rosadas en la parte de abajo del pedicelo, su cáliz es verde claro a rosado terete con cinco lóbulos (Granados-Zarate, 2013), su corola es delgada y membranosa, rosada pálida a blanca y tiene forma de campana con unas dimensiones que varían entre 7 y 12 mm de longitud. Con respecto a su gineceo posee **un ovario ínfero** (Miranda-Montero, 2021) con numerosos óvulos y respecto a su androceo posee estambres iguales y filamentos proporcionalmente largos a la longitud de la antera, sus anteras son dehiscentes por hendiduras intrínsecas en los túbulos, los cuales tienen más de 1 mm de longitud. Sus flores son bastante longevas (Rodríguez, et al., 2015) lo que incrementa la atracción a variedad de polinizadores (Miranda-Montero, 2021). Sus **frutos** son bayas verdes y se tornan de color morado oscuro cuando están maduros (Luteyn, 1991), y en los cuales posible observar la cicatriz del cáliz (**Figura 1E y Figura 1F**), sus **semillas**, son pequeñas y numerosas, de hecho, Sierra-Escobar, et al. (2020) estiman que pueden ser más de 500, respecto a su tamaño, poseen de largo 1,5 mm y de ancho 1,0 mm. Otro estudio realizado por De Valencia y Ramírez, (1993) hallaron que frutos con diámetro de 8 mm poseen entre 2 y 25 semillas y frutos entre 10 y 12 mm poseen entre 10 y 37 semillas. Además, de acuerdo con Ligarreto (2011), sus semillas requieren luz para germinar, son de tipo ortodoxo y según Suárez-Ballesteros et al., (2018) soportan la falta de agua hasta en un 5% de contenido de humedad, permitiéndoles ser conservadas a bajas temperaturas en condiciones *ex situ*, claves para la generación de bancos de germoplasma (Miranda-Montero, 2021).

Una descripción práctica para identificar la especie en campo es: Arbustos con corteza desprendible en placas delgadas (**Figura 1B**). Hojas simples, alternas, suculentas, con borde crenado a aserrado (**Figura 1C**), hojas juveniles se tornan de color rojo, sin estípula, inflorescencia axilar y racimosa, sus flores tienen forma de campana blancas a rosadas (**Figura 1D**), frutos en bayas lisas (sin pelos) verdes cuando están inmaduros y morados cuando maduran y presentan la cicatriz del cáliz a manera de “ombliigo” (señalada en la **Figura 1F** con la flecha amarilla) estos poseen varias semillas.



Figura 1. Individuos de agraz con ramificación densa y copa amplia (A), tallo y corteza desprendible en placas delgadas con algunos líquenes superficiales (B), inflorescencias axilares racimosas (C) y frutos verdes y maduros (D), Frutos maduros de agraz (E), frutos maduros de agraz donde evidencia la cicatriz del cáliz a manera de “ombligo” (E). Tomadas de Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022).

En la **Tabla 1**, se detallan especies que poseen frutos similares y con las cuales es posible confundir el agraz (*V. meridionale*) teniendo en cuenta información dada por los cosechadores.



Nombre común	Nombre científico	Foto
Agracillo/Mortiño	<i>Vaccinium floribundum</i>	
Reventadera o mortiño	<i>Gaultheria anastomosans</i>	
Agraz (En el municipio de Saboyá)	<i>Gaylussacia</i> sp.	
Mortiño	<i>Hesperomeles</i> sp.	
Reventadera	<i>Pernettya prostrata</i>	 Fuente: Alex Monro (https://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000396045)
Tague o Tagua	<i>Gaiadendron punctatum</i>	 Fuente: Catalogo virtual de flora de alta montaña. Universidad EIA https://catalogofloraaltamontana.eia.edu.co/species/321
Ruque	<i>Viburnum</i> sp.	-

Tabla 1. Especies que pueden ser confundidas con el agraz (*V. meridionale*). Fuente: Observaciones en campo y conocedores locales.

Usos

La parte más utilizada de *V. meridionale* son sus frutos ya que se consideran un alimento funcional y nutraceutico. Según Abreu et al., (2014), Zapata et al., (2016) son consumidos en fresco o para preparar vinos, mermeladas, helados, jugos, aromáticas, yogurt o productos de repostería (Rodríguez, et al., 2015). Debido a la presencia de ácido cítrico, málico y ascórbico, así como, el alto contenido de vitaminas, minerales y ácidos polifenólicos como flavonoides y antocianinas (Ávila-Rodríguez et al., 2007; Garzón et al., 2010; Gaviria-Montoya et al., 2009; Gaviria et al., 2012; Maldonado et al., 2017; Su, 2012) sus frutos poseen un alto contenido de metabolitos secundarios con propiedades antioxidantes (Medina, et al., 2009) que proveen a los frutos de esta especie de alta importancia y reconocimiento.

Diversos autores como Agudelo et al., (2017), Agudelo et al., (2018), González et al., (2017), Lopera et al., (2013), Maldonado-Celis et al., (2014), Quintero-Quiroz et al., (2019), Shen et al., (2018), Zapata et al., (2016, 2015) y Medina, et al., (2009) reportan que los antioxidantes polifenólicos presentes en los frutos de agraz tienen propiedades cardio-protectoras y anticancerígenas evaluadas a nivel experimental en animales. Asimismo, tienen la capacidad de prevenir y reducir el proceso de evolución de enfermedades degenerativas, el Alzheimer y el envejecimiento prematuro (Joseph et al., 1999) atribuyéndole de un alto potencial como ingrediente anti-edad y también antimicrobiana según Bernal et al., (2014), Bravo et al. (2016) y Maldonado-Celis et al. (2017). Otros autores como Torres, et al. (2018) y Halliwell et al., (1995) han reportado efectos positivos sobre la presión sanguínea, restablecimiento del azúcar en la sangre (Zapata et al., 2018), control del sobrepeso, disminución en los niveles de colesterol y enfermedades urinarias. Además de las propiedades medicinales de sus frutos, otros autores señalan que la alta concentración de antocianinas en el exocarpo de sus frutos es un insumo potencial para la elaboración de tintes naturales (Chaparro de Valencia y Becerra de Lozano, 1995) o colorantes utilizados para activar células solares sensibles a colorantes y de esta manera generar energía fotovoltaica (Díaz-Uribe, et al., 2019).

Por otro lado, según Zapata et al. (2015) sus hojas también contienen importantes concentraciones de antioxidantes y han sido utilizadas medicinalmente como anticancerígenas tomadas en forma de té. De igual manera, según Guzmán y Cortázar (2011) citado por Granados-Zarate (2013) otros compuestos presentes en sus hojas presentan un efecto de protección y cuidado para la piel, teniendo un alto potencial de uso para la industria cosmética.

En vista de las propiedades anteriormente mencionadas, se han realizado diversas investigaciones sobre la variedad de productos transformados de agraz, como, por ejemplo, Ochoa-Agudelo (2014) y Barragán (2011) investigaron la producción de vinagre y conservas como mermelada y láminas deshidratadas a partir de los frutos de esta especie. De igual manera, existen estudios que demuestran las bajas pérdidas de las propiedades del fruto al conservarlo en pulpa congelada o liofilizada, presentando esta última, mejores resultados (Franco, et al., 2016) o la estabilidad de antocianinas en jugos o concentrados de agraz, donde se obtuvo como resultado que las antocianinas se pierden más fácilmente cuando se almacena en forma de jugo (Martínez, et al., 2011). De manera específica, las comunidades del altiplano cundiboyacense comercializan el agraz en fresco o en menor medida en productos transformados como mermeladas, vinos, entre otros (**Figura 2**).



Figura 2. Frutos y mermelada de agraz. Tomadas de Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022.

2.2. Distribución global y nacional

A nivel global el agraz (*V. meridionale*) se encuentra reportada en Jamaica, Venezuela y Colombia (Pedraza-Peñalosa, 2023); Luteyn y Pedraza-Peñalosa, 2023) entre los 2200 y 3200 msnm (Ligarreto, 2011). En Colombia se encuentra en la región andina en las tres cordilleras en los departamentos Antioquia, Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Huila, Meta, Nariño, Tolima, Santander y en la Sierra Nevada de Santa Marta (Figura 3) (Pedraza-Peñalosa, 2023; GBIF.org, 2020 citado por Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022).

Es importante resaltar que debido a la importancia comercial que ha adquirido este fruto se han establecido cultivos para su producción en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Huila y Santander, en estos dos últimos en menor proporción (Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022).

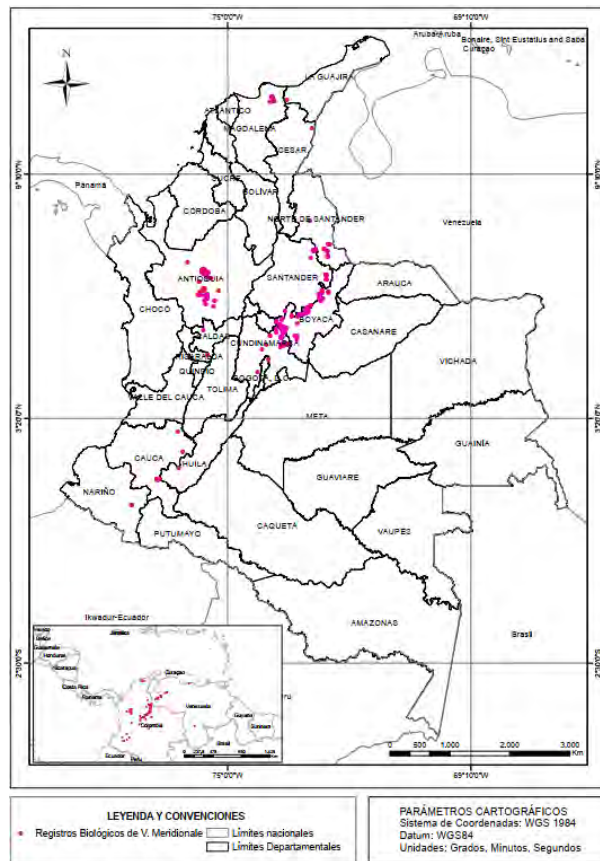


Figura 3. Distribución global y nacional de agraz (*V. meridionale*). Fuente: registros biológicos de GBIF.org (2023) revisados y curados por Rodríguez-Morales (2024), registros obtenidos de herbarios y expertos de la especie a nivel nacional y división político-administrativa de Colombia del DANE (2020).

2.3. Rasgos de historia de vida relevantes para la especie proveedora de PFNM

Ciclo de vida

De acuerdo con Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) el ciclo de vida de esta especie comprende tres grandes etapas: plántulas, juveniles y adultos. Sin embargo, la definición de los rangos de tamaño para cada etapa es compleja, ya que el agraz presenta alta variabilidad en su tamaño dependiendo de la disponibilidad de luz y las características del suelo de la cobertura donde se encuentre (Tabla 5). Debido a lo anterior, individuos **productivos** pueden presentar un bajo porte y ser **equivocadamente** clasificados como juveniles

o plántulas cuando no presentan estructuras reproductivas y que si bien, estos son fundamentales para la actividad económica desarrollada entorno al agraz, también **aportan tallos (ramets) y/o semillas viables para el crecimiento poblacional** de la especie (**Figura 4**) (Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022). Las categorías de tamaño de agraz fueron determinadas a partir de la **altura total** y **estado fenológico** y se encuentran detalladas en la **sección 4.3** del presente documento en la ***Cualquier** individuo con evidencias de órganos reproductivos (botones florales, flores o frutos) debe ser incluido en esta categoría de tamaño.

Tabla 17.



Figura 4. Individuos de agraz rastreros con evidencia de órganos reproductivos (señalados con flecha amarilla). Con flores (A), frutos inmaduros (B) y frutos maduros (C).

Crecimiento

Según Ávila, et al. (2009) esta especie posee un crecimiento tanto sexual (semilla) como vegetativo (tallos o ramets). No obstante, al igual que otras especies del género *Vaccinium* el crecimiento que prevalece en hábitats naturales es **vegetativo**, ya que posee la capacidad de desarrollar individuos clonales (Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022) a partir de **tallos o ramets nuevos** que nacen de rebrotes subterráneos del tallo principal de un mismo individuo denominados técnicamente como **lignotubérculos** que presentan en su interior zonas meristemáticas y pueden alcanzar hasta 1 metro de diámetro (Luteyn, 2002) (**Figura 7**).

Este tipo de crecimiento, según Tolvanen (1995) es un producto fenotípico de las especies en respuesta a las condiciones ambientales de su entorno y que de acuerdo con las observaciones en campo responden de forma importante a la disponibilidad de luz (**Figura 5**), de hecho, según Luteyn (2002) y Ligarreto, et al. (2011) este crecimiento provee al género *Vaccinium* una **alta capacidad para adaptarse** a distintas condiciones microambientales, por esta razón, es posible observar el agraz en áreas totalmente expuestas a la luz solar, colonizando hábitats abiertos producto de perturbaciones naturales o antrópicas y también en áreas bajo sombra parcial y en claros del dosel. Es importante mencionar que parte de la alta adaptabilidad de la especie a suelos pobres es **gracias a la presencia de micorrizas** en sus raíces, las cuales le permiten adquirir nutrientes aún en este tipo de suelos (Granados-Zarate, 2013; Mosquera, et al., 2009; Smith y Read, 1997).



Figura 5. Rebotes subterráneos de agraz que provienen de un tallo principal (Señalados en amarillo).

En vista de lo anterior, en las poblaciones silvestres de agraz donde sus individuos crecen de manera espontánea, abundante y aleatoria es difícil identificar de manera independiente los individuos (**Figura 6**), debido a que varios tallos se encuentran conectados a una misma raíz que proviene de un tallo principal en la profundidad del suelo y se hallan bastante alejados de él (Wilbur y Luteyn, 2008 y Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022). Por esta razón, es importante precisar que para este estudio se consideraron individuos independientes los arbustos que, aunque con una conexión aparente, no era posible confirmarla o definirla.



Figura 6. Individuos que, aunque cercanos, no se pudo establecer si había conexión, por lo que se consideraron independientes. **B:** individuos cercanos sin conexión aparente y considerados como individuos independientes. **C:** individuos 1 y 3 adultos y cercanos, e individuo 2 plántula que, aunque cercanos, no se evidenció una conexión clara y se consideraron individuos independientes. Tomadas de Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022).



Figura 7. Individuo adulto de agraz donde es posible observar múltiples tallos (ramets o lignotubérculos) (Luteyn, 2002) de amplio diámetro (señalados con un punto amarillo). También es posible observar la amplia regeneración que se da en la base del parental (rebrotos con cogollos rojos).

El suelo en el crecimiento del agraz

Diferentes autores concluyen que el agraz crece bien en suelos ricos en materia orgánica, elevados contenidos de aluminio cercano al 75%, bien drenados, sueltos y con buena porosidad, esto permite la adecuada expansión superficial del sistema radicular de esta especie (Echeverri-Gómez y Toro-Murillo, 2009; Díaz-Ayala, 2021; Mosquera et al., 2009). Adicionalmente, según Mosquera et al., (2009) el pH es el principal factor que limita el crecimiento de diferentes especies del género *Vaccinium*, por tanto, su crecimiento óptimo se da en suelos ácidos (*i.e.* pH entre 4,2 y 5,2) y poco fértiles, con presencia de horizontes compactados y en algunos casos hasta con procesos erosivos (Díaz-Ayala, 2021), lo cual refleja la baja exigencia de su sistema radicular para desarrollarse y su adaptabilidad, factor que se ve altamente influenciado por la presencia de micorrizas en sus raíces (Luteyn, 2002), lo que le permite adquirir nutrientes de suelos pobres (Granados-Zarate, 2013) y facilitar su absorción (Mosquera et al., 2009).

Adicionalmente, según Luteyn (2002) las Ericaceae requieren de la presencia de comunidades de Briofitas (*i.e.* musgos, hepáticas) en el suelo para acondicionar la **acidez y humedad** necesarias para el crecimiento de sus plántulas, las cuales conforme van creciendo requieren de **abundante luz** para lograr establecerse.

Gremio

De acuerdo con Luteyn (2002) y Granados-Zarate (2013) las especies del género *Vaccinium* poseen una alta capacidad de colonizar hábitats abiertos, perturbados o perturbados abandonados con abundante luz, probablemente por su capacidad de crecimiento rizomatoso, producción abundante de frutos con semillas pequeñas dispersadas por las aves grandes distancias y semillas tolerantes a factores y fluctuaciones ambientales como extremos de sequedad y humedad, alta insolación o temperaturas diurnas variables. Teniendo en cuenta lo anterior y la definición de gremios ecológicos de las especies forestales dada por Linares-Prieto (2000), el agraz (*V. meridionale*) podría considerarse una especie **heliófita**, sin embargo, son necesarios estudios más detallados relacionados con su banco y viabilidad de semillas en el suelo, tasas de crecimiento, entre otros, para establecer si pertenece al gremio de heliófitas efímeras o durables.

Longevidad e inicio de producción

Según conocedores locales y observación en campo el agraz es una especie de vida larga o longeva que pueden tener un ciclo de vida mayor a los 50 años manteniendo su producción continua. Hasta el momento ningún conocedor local refiere una edad en la que la especie detenga su producción de frutos.

Con respecto a la edad de inicio de producción, Medina, et al. (2015) determinaron que el tiempo que tarda un individuo de agraz proveniente de semilla hasta la maduración del fruto es de 1663 días, es decir, 4,62 años y un individuo proveniente de estacas es de 1367 días, es decir, 3,8 años, siendo este tiempo la edad de producción estimada del agraz.

Sexualidad y polinización

El agraz es una especie monoica (*i.e.* posee flores de ambos sexos en la misma planta) con flores hermafroditas. Adicionalmente, posee un sistema reproductivo mixto, es decir, puede producir frutos por polinización cruzada, autopolinización y apomixis (Rodríguez, et al., 2015):

Polinización cruzada: Este tipo de polinización sucede cuando se presenta intercambio de polen **entre individuos** de la misma especie. También se le denomina heterogamia y es clave ya que permite el intercambio de genes entre individuos de la misma especie, por tanto, **depende exclusivamente** de los polinizadores y mantiene la variación genética de las especies, esto contribuye a su resistencia a cambios climáticos y enfermedades (Rodríguez, et al., 2015).

Autopolinización: Se refiere a que el polen producido por una flor es el mismo que la fecunda (UNLPam, 2023), es decir, la transferencia de polen se realiza al estigma de la **misma flor** o entre flores de la **misma planta**. También se denomina autogamia y suele suceder en especies con floración abundante donde los polinizadores al hallar muchas flores transfieren el polen entre flores de la misma planta, sin embargo, la polinización **no depende exclusivamente** de los polinizadores (Rodríguez, et al., 2015).

Apomixis: Esta especie también posee la capacidad de formar frutos con semillas sin fecundación (*i.e.* no recibe polen de ella misma ni de otra flor para producir frutos) (UNLPam, 2023), este tipo de reproducción le permite a la planta “clonarse” y por lo tanto, sus descendientes serán genéticamente idénticos a la planta madre (Rodríguez, et al., 2015).

El hecho que el agraz tenga la capacidad de producir frutos por medio de autopolinización y apomixis le confiere la posibilidad **de asegurar su reproducción** cuando los polinizadores sean escasos o fallen, no obstante, según el estudio realizado por Rodríguez, et al. (2015) con este tipo de reproducción **más de la mitad del porcentaje de frutos producidos fueron abortados**, hallando que los frutos formados a partir de polinización cruzada son retenidos por mucho más tiempo por la planta y confirmando la dependencia del agraz de polinizadores.

Con respecto a sus polinizadores, sus flores son visitadas por abejas, avispas, moscas, mariposas y polillas. De acuerdo con observaciones en campo y estudios realizados por Pinilla-Gallego y Nates-Parra (2015); Rodríguez, et al. (2015) sus principales visitantes florales para recolectar néctar y transportar polen (Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022) son las abejas solitarias de colores metalizados (familia Halictidae), abejas comunes (*Apis mellifera*), abejas solitarias (*Thygater* sp.) y abejorros (*Bombus atratus*, *B. hortulanus*, *B. melaleucus* y *B. rubicundus*) (**Figura 8**).



Figura 8. Abundancia de flores de agraz (A) Abeja realizando polinización en flores de agraz. Tomada de Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) (B)

Dispersión

Esta especie presenta dispersión por zoocoría, principalmente realizada por avifauna (Miranda-Moreno, 2021 y Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022). De acuerdo con Echeverri-Gómez y Toro-Murillo (2009), observaciones en campo y el conocimiento de los cosechadores las mirlas, torcazas, copetones, babaguyes y gueregüeres son aves que se encargan de la dispersión de las semillas de agraz, además de tórtolas, pavas, guacharacas, palomas, carriquies y tucanes. Adicionalmente es fuente de alimento de otros animales como las ardillas. Durante las salidas de campo se identificó una conocedora local en Guachetá, que propaga las semillas de agraz obtenidas de la moñiga de estas dos aves dejada en rocas o cercas (**Figura 9**).



Figura 9. Boñiga de mirla (A), conocedora local colectando boñiga de mirla para obtención de semillas de agraz y siembra en vivero (B), semillas de agraz hallada en boñiga de mirla señalada en color amarillo (C).

Fenología

En términos generales las fases vegetativas y fenológicas del agraz comprenden: la formación de brotes vegetativos nuevos, inflorescencia, desarrollo floral y formación de frutos (Medina-Cano, et al., 2019). De manera específica, según Rodríguez, et al. (2015) y Chamorro y Nates-Parra (2015) las fases fenológicas de *V. meridionale* son i) Botón foral, ii) Antesis o apertura floral y iii) Desarrollo del pistilo y estambres. Desde la apertura de la flor hasta la caída de la corola transcurren aproximadamente entre 6 y 10 días.

La floración y fructificación del agraz ocurre por lo general dos veces al año y un aspecto a resaltar es que su floración, fructificación y maduración de frutos es **escalonada o asincrónica** (Caleño-Ruíz y Torres-

Romero, 2022), por tanto, es posible, observar todos los estados reproductivos en el individuo al mismo tiempo (**Figura 10**).



Figura 10. Diferentes estados reproductivos en individuo de agraz. Tomada por Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022)

Debido a la **producción escalonada** de esta especie, la época de cosecha no es **exactamente la misma en todos los municipios**, de hecho, algunos conocedores locales refieren que la época de cosecha cambia a nivel veredal y lo relacionan con condiciones climáticas y ambientales como la altitud y las lluvias; por ejemplo, indican que esta especie inicia su cosecha en las partes altas y con mayor precipitación y luego va bajando progresivamente.

Debido a la variabilidad anteriormente expuesta, se realizó un calendario fenológico para una cosecha general de acuerdo con observaciones en campo y reporte bibliográfico (Ligarrerto, et al., 2011; Chaparro y Becerra, 1995; Maldonado-Celis, et al., 2018). Donde el inicio de la primera floración ocurre entre enero y febrero, iniciando la primera cosecha a finales de marzo y terminando en junio y la segunda floración inicia en julio y su respectiva fructificación en septiembre y termina en diciembre. Como se puede observar en la **Figura 11** la fructificación puede extenderse hasta por tres meses.

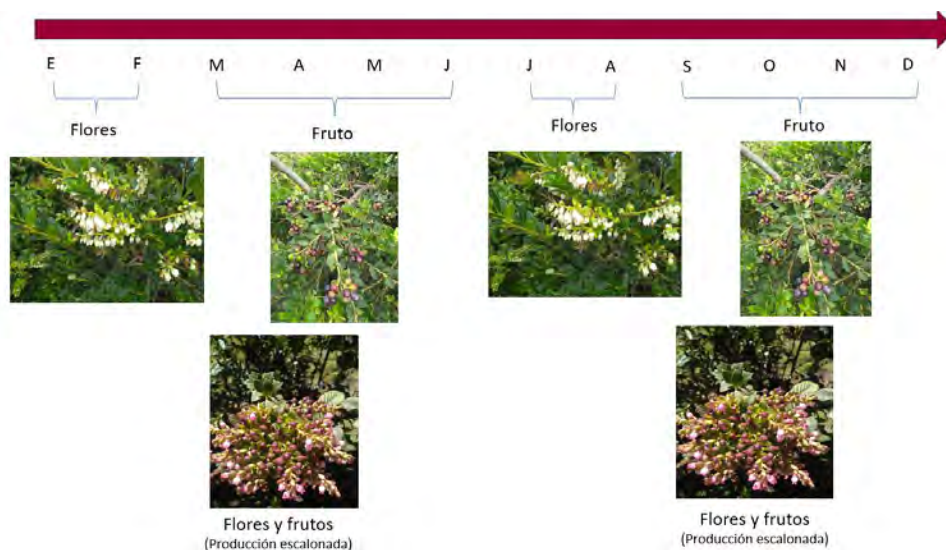


Figura 11. Fenología de agraz a lo largo del año en el altiplano Cundiboyacense.

Propagación

Varios estudios se han realizado sobre la propagación tanto sexual como asexual del agraz, algunas son las realizadas por Ávila-Díaz-Granados et al., (2009), Castrillón et al., (2008), Castro-Restrepo y Álvarez-Guzmán, (2013) quienes han demostrado que la aplicación de hormonas enraizantes como el ácido naftalenacético y el ácido indol butírico en concentraciones entre 200 y 400 mg/L promueven la formación de raíces y disminuyen el ataque de hongos sin la aplicación de micorrizas.

Sobre la reproducción sexual, diversos autores han desarrollado protocolos de germinación de semillas, por ejemplo, Castro et al. (2012) establecieron que las mejores condiciones para la germinación fueron *in vitro*, con agua destilada, una temperatura de 18 °C y luz continua en semillas extraídas del fruto con menos de una semana y empleando como sustrato mantillo molido. Otra forma de propagación fue propuesta por Ligarreto, et al. (2011) quienes establecieron que las semillas debían ser extraídas de frutos maduros (Buitrago, et al., 2015) y secarlas a la sombra, posteriormente colocarlas sobre papel absorbente húmedo en cajas Petri o bandejas plásticas con sustrato compuesto en proporciones iguales por suelo orgánico, escoria y turba o suelo orgánico más arena de río. Las semillas no deben taparse ya que requieren de luz para germinar. Adicionalmente, determinaron que las semillas grandes usualmente germinan mejor y producen plántulas más vigorosas que las pequeñas; si se mantiene la humedad constante bajo estas condiciones se alcanzarán tasas de germinación superiores al 90% a partir del día 25. Concordando parcialmente con lo hallado por Chaparro y Ramírez, (1993) y Buitrago et al., (2015) quienes determinaron que el tiempo de germinación de las semillas de *V. meridionale* es de 20 días después de la siembra y de 30 días para la emergencia de la radícula, hipocótilo y cotiledones y obtuvieron un porcentaje de germinación del 53% en agua destilada y del 70% empleando 200 mg/L de ácido giberélico.

Otros autores como Durán, et al. (2008) investigaron los factores que determinan la germinación de esta especie y reportaron como temperatura óptima de germinación 14°C con un porcentaje de 61,66%. Adicionalmente, debido al comportamiento ortodoxo de las semillas de agraz, Hernández, et al. (2009) estudiaron la remoción de la latencia presentada en sus semillas con la aplicación de ácido giberélico durante 24 horas en concentraciones de 500, 1000 y 2000 mg/L, a una temperatura de 20 °C y un régimen constante de luz blanca.

Por otro lado, García y Ligarreto (2014) han identificado que durante la etapa juvenil del individuo existe una relación directa entre el tamaño del fruto y el tamaño de la planta en términos de su altura y longitud de hojas, aspecto que puede ser considerado para la selección de material parental para ensayos de propagación (Caleño-Ruíz & Torres-Romero, 2022).

Experiencias exitosas de propagación:

En los municipios de Ráquira y Guachetá existen experiencias exitosas de propagación de agraz a partir de semillas. Una cosechadora local siembra la boñiga de la mirla y torcaza en bandejas de plástico con sustrato orgánico hidratado y en ocasiones con cascarilla de arroz, obteniendo plántulas en buen estado y listas para trasplantar posteriormente en bolsas y cuando alcanzan 30 cm en terreno (**Figura 12**).



Figura 12. Plántulas de agraz obtenidas de boñiga de mirla (A) y plántulas de agraz trasplantadas en bolsas (B).

3. Metodología de elaboración del protocolo

La metodología detallada de elaboración del PMS del agraz (*Vaccinium meridionale*) se presenta en la Figura 13:

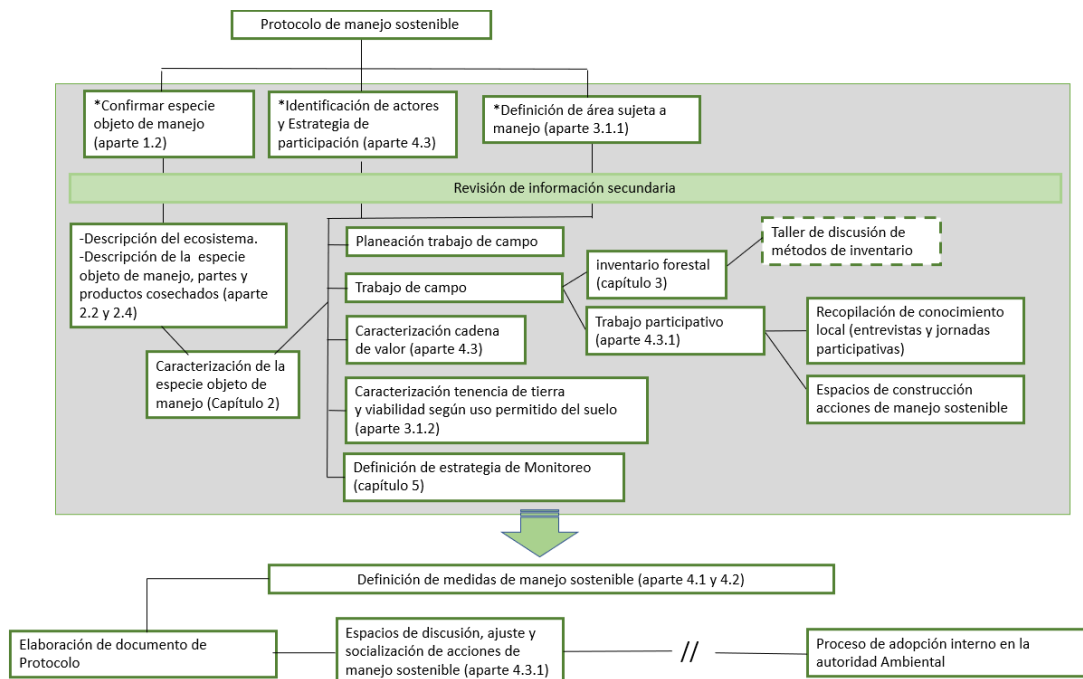


Figura 13. Metodología para elaboración del PMS de agraz (*Vaccinium meridionale*). Fuente: López-Camacho, et al., en proceso de publicación.

En términos generales, la metodología de elaboración del PMS se desarrolló en cuatro fases: i) Fase de preparación, ii) Trabajo de campo, iii) Análisis de la información y iv) socialización del PMS, estas se describen a continuación:

i. Fase de preparación

Esta fase tuvo como objetivo recopilar la mayor cantidad de información primaria y secundaria del agraz disponible en el área de estudio. Inicialmente, se realizó la revisión de literatura e investigaciones sobre la especie en bases de datos especializadas como ScienceDirect, Scielo, Elsevier, Scopus entre otras, y repositorios Institucionales del Instituto Humboldt, Universidad Nacional de Colombia y Agrosavia, con el fin de obtener información general sobre su distribución, biología, ecología, etc. Posteriormente, se realizaron talleres de socialización del proyecto con diferentes actores clave como profesionales de la CAR, investigadores locales o pertenecientes a Instituciones como Agrosavia, Universidad Nacional de Colombia y Universidad Javeriana, botánicos expertos en la familia, cosechadores y transformadores de agraz, entre otros, con el fin de consolidar información primaria de la especie.

ii. Trabajo de campo

Esta fase incluyó la realización de dos pre-salidas en los meses de octubre y noviembre de 2023 al área de estudio y con el acompañamiento de investigadoras de la Universidad Javeriana se identificaron **poblaciones representativas de agraz y actores clave** para la realización de inventarios. Adicionalmente, se realizaron las respectivas colectas botánicas para la identificación de la especie objeto de manejo en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca bajo la jurisdicción de la CAR depositadas en el Herbario de la Universidad Javeriana (HPUJ) y duplicados en el herbario FMB.

En la sección 3.4 del presente documento se detallan los métodos del inventario estadístico realizado desde el mes de diciembre de 2023 hasta junio de 2024 en áreas veredales de los municipios de Ráquira, Guachetá, San Miguel de Sema, Chiquinquirá, Lenguazaque y Machetá.

Es importante resaltar, que la fase de campo también incluyó espacios de socialización con cosechadores de agraz de diferentes localidades y la realización de entrevistas semiestructuradas y observación participante para documentar acciones relacionadas con la comercialización del fruto, épocas de cosecha, frecuencia de recolección, procesos de transformación, medidas de manejo implementadas, entre otros aspectos.

3.1. Identificación de actores de la cadena productiva del PFSM

La identificación de actores de la cadena productiva de los frutos del agraz en la jurisdicción de la CAR es fundamental para recopilar información primaria sobre la especie, teniendo en cuenta el conocimiento y experiencia de los cosechadores, transformadores, intermediarios, entre otros. Así mismo, para identificar sus perspectivas y expectativas tanto del manejo sostenible como de la actividad económica derivada de su cosecha y comercialización en la región.

En términos generales, los actores identificados corresponden a concededores locales, productores y comercializadores de agraz asociados e independientes, empresas compradoras y transformadoras de agraz como Crepes & Waffles, Asofromit, Vinos San Miguel, investigadores de distintas instituciones como la Universidad Javeriana, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Agrosavia, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – UPTC, profesionales de la CAR, entre otros.

La identificación de los actores anteriormente mencionados inició con la consolidación de una base de datos que incluía información general de cada actor (**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Nombre y apellidos	Institución/ Asociación	Teléfono de contacto	Correo electrónico	Departamento	Municipio	Experiencia directa con agraz - Breve ¿qué está haciendo? ¿Donde?	Experiencia indirecta con agraz - Breve ¿qué está haciendo? ¿Donde?
--------------------	-------------------------	----------------------	--------------------	--------------	-----------	---	---

Tabla 2. Información general y experiencia relacionada con agraz.

Adicionalmente, la base de datos también fue nutrida con actores identificados en las salidas de campo y en tres talleres de socialización realizados en Bogotá, Guachetá, San Miguel de Sema y Ráquira. La agenda y participantes de estos talleres se detallan en la sección 3.3 del presente documento. La base de datos consolidada para el agraz en la jurisdicción CAR se encuentra como **Apéndice A**.

El **Apéndice A** se presentan dos pestañas, la primera denominada “Actores activos” donde se relacionan los actores que asistieron a los diferentes talleres realizados y/o jornadas de campo para realización de inventarios, y la segunda denominada “Otros actores” quienes se identificaron teniendo en cuenta investigaciones realizadas, intermediarios y comercializadores de productos elaborados con agraz.

3.2. Identificación preliminar de áreas y ecosistemas objeto de manejo sostenible de la especie en la jurisdicción de la CAR

Métodos

Las fases desarrolladas para la identificación de áreas de manejo sostenible de agraz (*V. meridionale*) en la jurisdicción de la CAR fueron:

a. Revisión de información secundaria:

Esta fase incluyó la revisión de bibliografía relacionada con estudios e investigaciones de agraz en la región cundiboyacense con el fin de identificar la ocurrencia de la especie en los diferentes municipios de la jurisdicción CAR y sus requerimientos biológicos y ecológicos.

Información bibliográfica clave para identificación de áreas de manejo sostenible en Jurisdicción CAR		
Nombre	Fuente	Municipios reportados
Variabilidad morfológica en agraz o mortiño (<i>Vaccinium meridionale</i> Swartz) en la zona altoandina de Colombia	Medina, et al., 2009	Chiquinquirá, Ráquira, Guachetá
Perspectivas del cultivo de agraz o mortiño (<i>Vaccinium meridionale</i> Swartz) en la zona altoandina de Colombia	Mosquera, et al., 2009	Chiquinquirá, Ráquira, Guachetá y Machetá
Phenotypic plasticity of <i>Vaccinium meridionale</i> (Ericaceae) in wild populations of mountain forests in Colombia	Ligarreto, et al., 2011	Machetá, Chiquinquirá, Ráquira
Evaluación del estado de conservación de las poblaciones de <i>Vaccinium meridionale</i> Swartz (Ericaceae) ubicadas en el nororiente del departamento de Cundinamarca	Granados-Zarate, 2013	Machetá, Chocontá y Guachetá
Effect of fruit size on the growth and development of andean blueberry (<i>Vaccinium meridionale</i> Swartz) seedlings from four locations in the Colombian Andes	García y Ligarreto, 2014	San Miguel de Sema, Guachetá
Caracterización bajo el enfoque SIAL y análisis de la competitividad sistémica: el caso del agraz de las provincias de Occidente y Ricaurte (Boyacá - Colombia)	Quevedo-Rubiano, 2020	Municipios de las provincias de Occidente y Ricaurte (Ráquira, Tinjacá, Chiquinquirá, San Miguel de Sema)
Productos Forestales no maderables – PFMN en Colombia. Consideraciones para su desarrollo	López-Camacho y Murcia, 2020	Chiquinquirá, Ráquira, Guachetá y Machetá

Caracterización de poblaciones y producción silvestre de frutos de agraz (<i>Vaccinium meridionale</i> Sw.) en Ráquira, Boyacá: bases para su protocolo de manejo sostenible en el Altiplano Cundiboyacense	Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022	Ráquira, Guachetá, San Miguel de Sema, Chiquinquirá, Saboyá
Informe de estudio técnico para el manejo sostenible del agraz (<i>Vaccinium meridionale</i>) con la Asociación de Productores de la Vereda Torres del municipio de Ráquira, Boyacá – ASOTORRES (en adelante Asociación ASOTORRES) en Ráquira, Boyacá	Castro-Sanabria, 2023a	Ráquira
Informe de estudio técnico para el manejo sostenible del agraz (<i>Vaccinium meridionale</i>) con productora independiente en Ráquira, Boyacá	Castro-Sanabria, 2023b	Ráquira

Tabla 3. Información bibliográfica clave para identificación de áreas en Jurisdicción CAR.

b. Priorización de municipios:

Con el fin de tener una visión más amplia de las posibles áreas de manejo sostenible de agraz en la jurisdicción CAR, paralelamente a la revisión de información secundaria con el acompañamiento de la investigadora Alejandra Rodríguez de la Universidad Javeriana fueron listados los municipios bajo la jurisdicción que tuvieran registros biológicos para la especie reportados en herbarios nacionales como Herbario Nacional Colombiano (COL), Herbario Federico Meden Bogotá (FMB), Herbario Pontificia Universidad Javeriana (PUJ), Herbario de la Universidad de Antioquia (HUA), Herbario del Jardón Botánico de Bogotá (JBB), Herbario de la Universidad Distrital (UDBC) y Herbario de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) e internacionales como el Herbario del Real Jardín Botánico de Madrid (MA) y el Herbario del Missouri Botanical Garden (MO) y en el catálogo de la vida Global Biodiversity Information Facility (GBIF) (Species, 2000 y ITIS Catalogue of Life, 2019 citado por Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) que además cumplieran con las condiciones ambientales (altitud, temperatura, humedad, precipitación, suelos, entre otras) y coberturas (presencia de bosques y áreas próximas a páramos) requeridas por la especie. Esta información fue consolidada y analizada en un modelo de distribución preliminar realizado por Rodríguez-Morales (2024), este fue la base para la priorización de municipios a visitar en la fase de campo.

Una vez realizado este ejercicio, de los 104 municipios bajo la jurisdicción CAR fueron priorizados 45 para validación con expertos académicos, conocedores locales y visitas de reconocimiento (**Figura 14**).

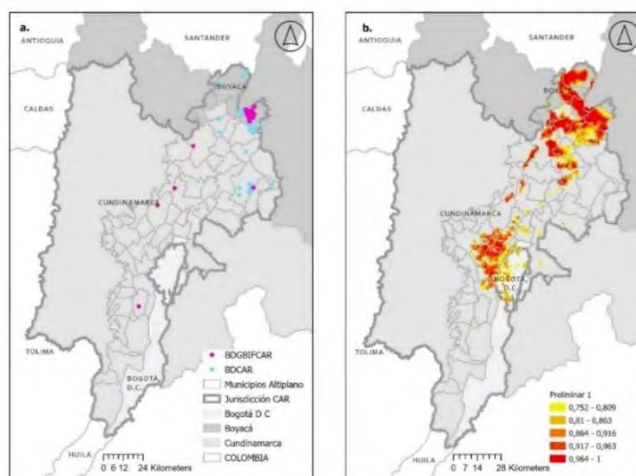


Figura 14. Mapas de ocurrencias y modelo preliminar del agraz. Ocurrencias de registros de agraz obtenidos de GBIF y Herbarios Nacionales (A) y Modelo de distribución preliminar (B) 1. Fuente: Rodríguez-Morales (2024).

c. Salidas de reconocimiento y talleres de socialización:

De acuerdo con la información obtenida en las fases anteriores, en total se realizaron cinco salidas de reconocimiento y dos talleres de socialización del proyecto (**Tabla 4**) con el fin de validar la presencia de **poblaciones representativas de agraz** y generar contactos con actores locales relacionados con la especie para la realización de inventarios. Los municipios visitados se describen a continuación:

Salida	Fecha	Región CAR	Municipios visitados
1	Octubre de 2023	Chiquinquirá y Ubaté	Saboyá, Chiquinquirá, Simijaca
2	Noviembre de 2023	Ubaté	Susa, Fúquene, Ubaté, Cucunubá, Carmen de Carupa, Lenguazaque
3	Diciembre de 2023	Chiquinquirá, Ubaté, Almeidas y Guatavita	San Miguel de Sema, Ráquira, Guachetá, Chocontá, Machetá
4	Febrero de 2024	Chiquinquirá y Ubaté	Chiquinquirá
5	Junio de 2024	Ubaté	Lenguazaque

Tabla 4. Salidas de reconocimiento y talleres de socialización para identificación de áreas de manejo sostenible de agraz.

Durante las salidas de reconocimiento y talleres de socialización se realizaron entrevistas semiestructuradas para indagar y documentar la presencia de agraz en los municipios, su abundancia y se incluyeron imágenes de referencia de la especie con el fin de evitar confusiones con otras especies similares (**Tabla 1**), adicionalmente, se realizaron ejercicios de cartografía participativa con cosechadores, conocedores locales y transformadores de agraz con el fin de precisar las localidades con presencia de poblaciones naturales de la especie (**Figura 15**).



Figura 15. Cartografía participativa con actores relacionados con agraz en el área de estudio.

Áreas de manejo sostenible de agraz




Las poblaciones naturales de agraz (*V. meridionale*) se encuentran distribuidas en la región altoandina de los departamentos de Antioquia, Nariño, Santander, Boyacá y Cundinamarca (Medina et al., 2009). Estos dos últimos departamentos constituyen la región altoandina cundiboyacense que representa una de las áreas de distribución y producción nacional más importantes de este fruto (Quevedo-Rubiano, 2020). Según Luteyn, (2002) es posible hallarla de manera espontánea en bosques de niebla y altoandinos, en el piso montano entre los 2200 y 3400 msnm (Ligarreto, 2011; Rodríguez-Morales, 2024). Así mismo, Rodríguez-Morales (2024) establece que esta especie presenta una distribución potencial alta en el Orobioma Andino Altoandino.

La presencia de extensas áreas con vegetación natural propia de bosques de alta montaña o altoandinos como el laurel (*Morella parvifolia* (Benth.), ruque (*Viburnum* sp.), aliso (*Alnus acuminata* Kunth), mosquito (*Bejaria* sp.), tuno esmeraldo (*Miconia squamulosa* Triana), uva de anís (*Cavendishia bracteata*

(J.St.Hil.) Hoerold), angelito (*Monochaetum myrtoideum* Naudin), mortiño (*Hesperomeles* sp.), cucharo (*Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br.ex Roem. & Schult.), tagua (*Gaiadendron punctatum* G. Don) entre otras, en buen estado de conservación, así como, bosques dominados por roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) y rastrojos (López-Camacho y Murcia-Orjuela, 2020) o bosques secundarios recolonizados por vegetación arbustiva densa (Acuña-Cabanzo, 2013) permiten la ocurrencia natural, altamente abundante y dominante de esta especie (Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022), aunque también es posible hallarla bajo individuos de especies exóticas como eucalipto y pinos (Rodríguez-C et al., 2015) y en bordes de caminos y carreteras (Ligarreto, 2011). En todas las localidades el modo de acceso a las poblaciones naturales de agraz es terrestre.

Según Medina et al. (2009), información dada por cosechadores locales y observaciones en campo, las plantas prosperan en zonas tropicales frías, suelos bien drenados, ácidos con pH de 4 a 5,2 y con abundante material orgánico (entre 10 y 15%), adicionalmente es posible observar cómo se establece en “claros” y suelos expuestos o intervenidos por el hombre. Por tanto, también es posible hallarla en arbustales abiertos y pastos limpios, mosaico de pastos con espacios naturales y mosaico de pastos con cultivos y herbazales densos de tierra firme no arbolados (Castro-Sanabria, 2023a y 2023b) de acuerdo con el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2017).

De manera detallada, se presentan los tipos de cobertura donde crece el agraz en la región cundiboyacense (Tabla 5):

Tipo de cobertura	Descripción	Imagen de referencia
<p>Pastos limpios</p>	<p>Son amplias áreas, desprovistas de vegetación nativa. Los arbustos de agraz se han dejado para realizar la cosecha de sus frutos y se encuentran inmersos en una matriz dominada por pastos y en la mayoría de los casos con presencia de helecho marranero (<i>Pteridium</i> sp.). Es común observar pastoreo rotativo ovino o caprino.</p>	
<p>Mosaico de pastos y espacios naturales</p>	<p>Áreas cubiertas en >50% de su superficie total por pastos y en las cuales se evidencian áreas naturales significativas como robledales o arbustales. No es común hallar los arbustos de agraz en el centro del pastizal, en estas áreas suelen encontrarse en la transición entre el espacio natural y los pastos. El uso del suelo en estas áreas suele estar destinado al pastoreo ovino y caprino.</p>	
<p>Herbazal</p>	<p>Áreas naturales provenientes de un proceso de regeneración natural o achaparradas con menos de 1,5 m de altura. Es posible observar arbustos de agraz de bajo porte acompañados de helecho marranero (<i>Pteridium</i> sp.), reventadera (<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.), mosquito (<i>Bejaria</i> sp.), angelito (<i>Monochaetum myrtoideum</i> (Bonpl.) Naudin), chite (<i>Hypericum</i> sp.) y gamón (<i>Eccremis coarctata</i> (Ruiz & Pav.) Baker). Debido al porte de la vegetación, en estas áreas no se realiza ningún otro tipo de actividad productiva diferente a la cosecha de agraz.</p>	



<p>Arbustal</p>	<p>Áreas naturales resultantes de un proceso de regeneración natural cercano a los 50 años o en otros casos asociadas a transiciones a bosques de roble. Se pueden evidenciar un dosel abierto o cerrado, con arbustos de agraz y otras especies con una altura entre 2,5 y 3 metros. Algunas especies presentes son laurel (<i>M. parvifolia</i>), aliso (<i>A. acuminata</i>), cucharo (<i>M. coriacea</i>), tuno esmeraldo (<i>Miconia squamulosa</i> (Sm.) Triana), mortiño (<i>Hesperomeles</i> sp.), mosquillo (<i>Bejaria</i> sp), ruque (<i>Viburnum</i> sp), y de menor porte como angelito (<i>M. myrtoideum</i>) y uva de anís (<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J.St.Hil.) Hoerold). Debido al porte de la vegetación no se realizan otras actividades productivas en estas áreas diferentes a la cosecha de agraz.</p>	
<p>Robledal</p>	<p>Áreas naturales dominadas por roble (<i>Q. humboldtii</i>) que impiden el crecimiento de otras especies debido a la hojarasca depositada en el suelo. Es común observar los arbustos de agraz en el borde del robledal donde es posible la entrada de luz y en presencia de otras especies como cucharo (<i>M. coriacea</i>), ruque (<i>Viburnum</i> sp.), mosquillo (<i>Bejaria</i> sp.) y tuno esmeraldo (<i>M. squamulosa</i>).</p>	

Tabla 5. Tipos de coberturas donde crece el agraz en la región cundiboyacense. Tomada de Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022).

3.3. Estrategia de participación

Teniendo en cuenta que el PMS considera el conocimiento empírico y tradicional de los actores locales sobre el agraz (*V. meridionale*), su uso, requerimientos ecológicos y biológicos, así como, su participación activa en la identificación de áreas para el manejo sostenible, trabajo de campo (inventarios, jornadas de observación participantes, seguimientos fenológicos, experimentos de cosecha, etc), hasta la fecha se han realizado cuatro talleres o espacios de socialización; sus memorias se describen a continuación:

Socialización de proyecto “Cadenas de valor de Productos Forestales No Maderables”

Este taller fue desarrollado el día 2 de octubre de 2023 en la sede Venado de Oro del Instituto Humboldt y tuvo como objetivo socializar con los actores relacionados con el manejo de agraz en el altiplano Cundiboyacense (Jurisdicción CAR) el proyecto "Cadenas de valor de Productos Forestales No Maderables", con especial énfasis en la elaboración del **Protocolo de Manejo Sostenible** (PMS). Esta socialización buscó involucrar a los diferentes actores y dar inicio a las actividades establecidas en el Convenio. A continuación, se presenta un resumen de la agenda del taller:

Antecedentes proyecto “Promoviendo los Productos Forestales No Maderables en Colombia”

La líder del proyecto María Claudia Torres proporcionó un contexto de las actividades realizadas por el Instituto Humboldt en el marco del proyecto “Promoviendo los PFMN en Colombia” ejecutado entre el 2019 y 2023, donde incluyó:

- Apoyo del Instituto en el desarrollo de instrumentos normativos para el manejo sostenible de la flora silvestre y de los PFMN a través del Decreto 690 de 2021.

- Caracterización de poblaciones y producción silvestre de frutos de agraz (*Vaccinium meridionale* Sw.) en Ráquira, Boyacá: bases para su protocolo de manejo sostenible en el Altiplano Cundiboyacense (Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022).
- Elaboración de dos estudios técnicos para la especie agraz (*Vaccinium meridionale*). Uno para la Asociación ASOTORRES y otro para una productora independiente de agraz de la vereda Mirque en Ráquira, Boyacá (Castro-Sanabria, 2023a y 2023b).
- Implementación de un piloto de monitoreo participativo de agraz con asociados de la Asociación ASOTORRES, donde se realizó la selección y seguimiento fenológico de 40 individuos de agraz y remediación de 20 parcelas de monitoreo establecidas por el Instituto Humboldt en el 2020.

Socialización del Decreto 690 de 2021 e Investigaciones realizadas por el IAvH (Figura 16)

María Claudia Torres socializó con los asistentes el Decreto 690 de 2021 sobre el manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables (PFNM), así como, la importancia de los **Protocolos de Manejo Sostenible**.

Posteriormente, Samanta Castro del Instituto Humboldt socializó el trabajo de “*Caracterización poblacional y producción silvestre de frutos de agraz en el altiplano cundiboyacense: bases para su protocolo de manejo sostenible*” realizado por Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) y los Estudios Técnicos adelantados con la Asociación ASOTORRES y la productora independiente en el municipio de Ráquira, Boyacá.



Figura 16. Taller de socialización del proyecto "Cadenas de valor de PFNM" en Bogotá.

Socialización ruta interna de adopción de PMS por parte de la CAR

Joseph Romero profesional de la CAR socializó la ruta interna para la adopción del Protocolo de Manejo Sostenible por parte de esta Corporación, explicando los roles y responsabilidades de la Dirección de Evaluación, Seguimiento y Control Ambiental – DESCAs y la Dirección de Recursos Naturales – DRN.

Socialización de investigaciones con agraz en la región cundiboyacense

En el taller se socializaron dos investigaciones relacionadas con agraz en la región Cundiboyacense, una denominada “Distribución y uso de *Vaccinium meridionale* (Ericaceae) en la jurisdicción CAR del Altiplano Cundiboyacense” por María Alejandra Rodríguez de la Pontificia Universidad Javeriana y “Evaluación del agraz (*Vaccinium meridionale* Sw.) como un negocio verde para la asociación comunitaria ASOTORRES en Ráquira, Boyacá” por parte de Jorge Urrego de la Universidad Distrital. Lo anterior, con el fin de aunar esfuerzos para alimentar la información técnica del PMS.

Socialización Instituto Humboldt – profesionales CAR sobre metodología de inventarios y cálculos de producción de agraz

Esta socialización fue desarrollada el día 31 de octubre de 2023 en la sede de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR y tuvo como objetivo socializar la metodología de inventarios y capacidad de producción de agraz, teniendo en cuenta las investigaciones realizadas previamente por el Instituto Humboldt. En este taller Samanta Castro socializó la metodología para el cálculo de abundancia y estructura poblacional y formatos para el registro de variables por individuos, así como, los métodos para los cálculos de producción de agraz (Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022; Castro-Sanabria, 2023a) y relación entre el tamaño de frutos y coberturas/suelo.

Socialización de proyecto “Cadenas de valor de Productos Forestales No Maderables” y dialogo de saberes con conocedores locales en Guachetá y San Miguel de Sema

Estas socializaciones se llevaron a cabo en los municipios de Guachetá (**Figura 17A** y **Figura 17B**) y San Miguel de Sema (**Figura 18C** y **Figura 18D**), los días 2 y 3 de diciembre de 2023 respectivamente. Además de socializar el proyecto con cosechadores y transformadores locales de agraz, el taller incluyó un espacio para realizar cartografía participativa e identificar áreas potenciales para inventarios y un dialogo de saberes donde los asistentes dieron a conocer la efectividad de algunas medidas de manejo que han implementado a lo largo del tiempo en el agraz, así como, estrategias de propagación de la especie, datos de producción, relación producción/clima, entre otros.



Figura 17. Talleres de socialización del proyecto en Guachetá (A y B) y San Miguel de Sema (C y D)

Taller de socialización del protocolo de manejo sostenible de agraz (*Vaccinium meridionale*) y retroalimentación por parte de actores relacionados

El día 24 de agosto del 2024 se realizó la socialización del Protocolo de manejo sostenible - PMS de frutos de agraz en la jurisdicción de la CAR a los diferentes actores relacionados con la cosecha, transformación, comercialización e investigación de la especie. En el marco de este taller se realizó una retroalimentación y comentarios por parte de los actores relacionados con el agraz en la jurisdicción de esta Corporación, con miras a generar un PMS participativo y acorde a las prácticas realizadas actualmente por la comunidad local, además que incluya el conocimiento de estos relacionado con la efectividad de prácticas de manejo, viabilidad en su implementación, así como las acciones de seguimiento y monitoreo.

3.4. Métodos para la elaboración de inventarios y análisis de información

En estado silvestre es posible encontrar el agraz en dos tipos de áreas descritas a continuación (**Tabla 6**):

	Área de agraz disperso	Área de agraz agrupado
Descripción	Son áreas en las que se presentan individuos de agraz en una baja densidad (pocos individuos), aunque por lo general cercanos entre sí. Aplica para áreas específicas como bordes de cultivo y potreros.	Áreas donde el agraz crece de manera agrupada, es posible observar varios arbustos en un continuo de vegetación.
Imagen de referencia		
Método de inventario o censo	Realización de censo Cuento y medición de todos los individuos de agraz en la unidad de manejo	Realización de parcelas Muestreo estadístico con parcelas a partir de las cuales se extrapola al área total con agraz en la unidad de manejo (finca)

Tabla 6. Áreas donde puede hallarse el agraz en estado silvestre.

Trabajo de campo

Para áreas donde el agraz se encuentra disperso

En este caso se presentan por lo general **pocos individuos** dispersos en borde de cultivos y potreros se debe realizar el conteo y medición **uno a uno** de los arbustos de agraz.

Para áreas donde el agraz se encuentra agrupado

Debido a la distribución agregada del agraz presente en diferentes tipos de coberturas el diseño de muestreo definido es **aleatorio estratificado**.

Por un lado, el **muestreo aleatorio simple** es pertinente para especies con un patrón agregado, ya que garantiza que todos los individuos de una población tengan la misma probabilidad de ser muestreados, y por otro, el **muestreo estratificado** subdivide la población y agrupa unidades que posean condiciones similares (López-Camacho, et al., en proceso de publicación). Este muestreo es útil para especies que poseen variación entre unidades de muestreo, tal es el caso del agraz, donde es posible hallar áreas sin agraz y otras con abundante agraz. En este orden de ideas, este tipo de muestreo consistió en definir estos dos estratos y en las áreas donde hubiera abundancia de agraz seleccionar una muestra a medir, en este caso, parcelas al azar.

Unidades de muestreo

Las unidades de muestreo pueden ser parcelas circulares de 100,3 m² o cuadradas de 100 m². Esta área es adecuada según (Peyre, 2015) debido a la alta densidad de individuos del agraz y han sido utilizadas en estudios previos en la región cundiboyacense realizados por Granados-Zarate (2013) y (Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022).

Establecimiento de parcelas de muestreo

El proceso de establecimiento detallado de las parcelas consiste en:

1. Se seleccionan las áreas con una buena representatividad de agraz (parches o áreas con arbustos de agraz agrupados. Ver **Tabla 6**) dentro de las fincas o unidad de manejo.
2. Una vez identificadas las áreas se debe ubicar el centro del “parche”, este debe ser seleccionado al azar por una persona y debe estar lejano al borde.

Forma de la parcela

Criterio	Cuadrada	Circular
Dimensiones	10 m x 10 m	Radio = 5,65 m
Área	100 m ²	100,3 m ²
Corrección de pendiente	Requiere	Requiere
Efecto borde	Posee mayor perímetro, por tanto, mayor efecto borde y mayor error debido al cierre de la parcela.	Su perímetro es inferior, por ende, se genera menor efecto borde y menos error para su cierre.
Puntos de referencia y marcación	Se deben tomar cuatro (4) puntos de referencia para cada parcela. Uno en cada vértice.	Solo se requiere tomar un (1) punto de referencia en el centro de la parcela.

Tabla 7. Ventajas y desventajas de parcelas cuadradas y circulares para muestreo de individuos de agraz.

Teniendo en cuenta las ventajas y desventajas detalladas en la **Tabla 7** para los inventarios estadísticos de agraz se **recomienda realizar parcelas circulares de radio 5,65 m**. No obstante, a continuación, se describe el proceso que se debe llevar a cabo para realizar el montaje de parcelas tanto cuadradas como circulares.

Montaje de parcelas cuadradas

Una vez seleccionado el centro del “parche”, este corresponderá al vértice 1 de la parcela, a partir de este se trazan 10 metros al Norte y será el vértice 2, posteriormente, 10 metros al Este y será el vértice 3, 10 metros hacia el sur y será el vértice 4. Finalmente, del vértice 4 al vértice 1 se cierra la parcela. Durante el establecimiento de la parcela debe considerarse si es necesaria la corrección de pendiente (este cálculo se detalla adelante), la cual puede realizarse con el uso de un clinómetro o segmentando los 10 metros trazados.

Cada uno de los vértices se dejan marcados con un tubo de ½” pulgada. Con el fin de identificar el punto de inicio de la parcela (vértice 1) este posee un identificador realizado con cinta flagging adherida en su extremo. Adicionalmente, cada tubo es marcado con placas de aluminio indicando el vértice y el número de parcela al que corresponde.

Montaje de parcelas circulares (Ideam, 2021)

Una vez seleccionado el centro del parche, este corresponderá al centro de la parcela en donde se situará la brújula. A partir de este punto, se localiza la dirección norte (0°), seguida, en sentido de las manecillas del reloj, del punto este (90°), después el punto sur (180°) y finalmente, punto oeste (270°).

Para los arbustos de agraz que se encuentran en el borde, debe validarse la distancia horizontal ($r = 5,65$ m) o el radio que aplique si debe realizarse corrección de pendiente (este cálculo se detalla adelante) hasta el centro de la circunferencia que proyecta el conjunto de tallos que conforma al individuo (**Figura 18A y B**).

El punto central de la parcela se deja marcado con un tubo de ½” pulgada con un identificador realizado con cinta flagging adherida a su extremo y marcado con una placa de aluminio con el número de la parcela.

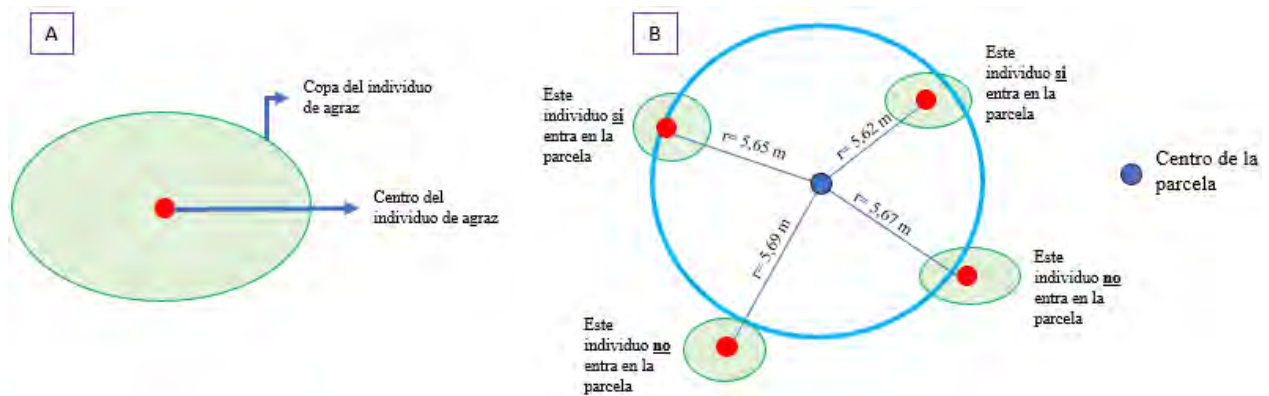


Figura 18. Vista desde arriba del arbusto de agraz para visualizar el centro de su copa que forma una circunferencia proyectada (A). Individuos en el límite de la parcela. La distancia debe ser medida desde los centros (Centro de la parcela a centro del individuo) (B).

Corrección de pendiente

Para corregir la pendiente puede hacerse uso del clinómetro, este mide el ángulo de inclinación del terreno (pendiente en grados). El clinómetro se debe ubicar a la misma altura de un punto de referencia. El punto de referencia debe ser la altura del ojo de la persona que está utilizando el clinómetro. Esta altura debe estar marcada en un tubo que se ubica a una distancia horizontal conocida en la dirección de corrección de la pendiente (**Figura 19**).

La distancia inclinada con la pendiente ajustada se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$Di = \frac{Dh}{\cos \alpha}$$

Di: Distancia inclinada

Dh: Distancia horizontal

α : Ángulo de inclinación del terreno (pendiente) en grados ($^{\circ}$).

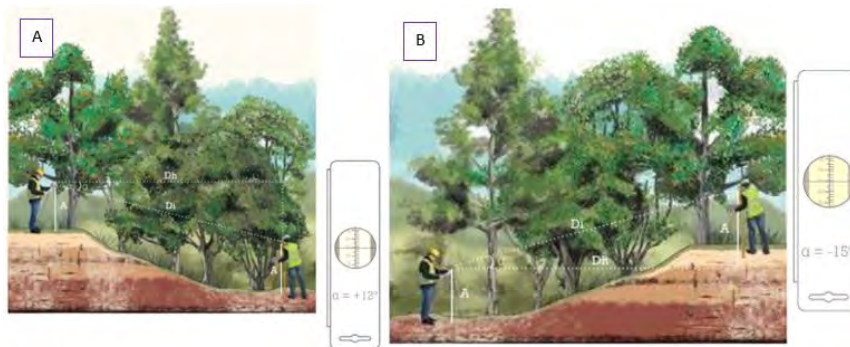


Figura 19. Corrección por pendiente con visual positiva (A) y visual negativa (B). Tomado de Ideam (2021).

Ejemplo para corrección de pendiente con visual positiva (ejemplo Figura 19A):

Este ejemplo se realizará para la dimensión de la parcela circular, es decir, una longitud de 5,65 metros. Teniendo en cuenta el ángulo dado por el clinómetro en la **Figura 19A**.

$$Di = \frac{Dh}{\cos \alpha}, \text{ entonces } Di = \frac{5,65 \text{ m}}{\cos(12^\circ)}, Di = 5,77 \text{ m}$$

Una distancia horizontal de 5,65 metros en una pendiente positiva de 12° corresponde a una distancia inclinada de 5,77 metros.

Individuos por medir y registrar en cada parcela

En la **Tabla 8** se presentan las características del inventario para el protocolo de manejo sostenible y para interesados en presentar la solicitud de acuerdo con el tipo de usuario definido en el Decreto 690 de 2021.

Inventarios del PMS	Inventarios de interesados una vez el Protocolo de Manejo Sostenible es adoptado por CAR		
	Pequeño usuario	Mediano usuario	Gran usuario
En cada parcela se deben marcar, medir y registrar los individuos de agraz incluyendo plántulas, juveniles y adultos según corresponda.	En cada parcela se deben marcar, medir y registrar todos los individuos cosechables* de agraz.	En cada parcela se deben marcar, medir y registrar todos los individuos cosechables* de agraz. Adicionalmente en el 10 % de las parcelas se deben medir y registrar todos los individuos incluyendo plántulas, juveniles y adultos.	En cada parcela se deben marcar, medir y registrar todos los individuos cosechables* de agraz. Adicionalmente en el 20 % de las parcelas se deben medir y registrar todos los individuos incluyendo plántulas, juveniles y adultos.

*Para el caso de agraz, los individuos cosechables corresponden a los individuos adultos que ya han producido o producen frutos.

Tabla 8. Características del inventario para el PMS y para interesados en presentar solicitud una vez el PMS es adoptado por la CAR.

Categorías de tamaño (plántulas, juveniles y adultos)

Durante la realización de los inventarios para este estudio, se tuvieron en cuenta las categorías de tamaño establecidas a partir de los inventarios realizados en Ráquira, Boyacá (Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022; Castro-Sanabria, 2023a y 2023b), sin embargo, una vez realizados los inventarios en otras localidades de la jurisdicción de la CAR **estas fueron ajustadas** tal como se presentan en la **sección 4.3** del presente documento.

Variabes registradas por individuo

Estas variables fueron tomadas para todos los individuos de agraz independientemente del área (agrupada o dispersa – ver **Tabla 6**) donde se encuentren (**Figura 20**).

Protocolo de manejo sostenible de agraz (<i>Vaccinium meridionale</i>) en la jurisdicción CAR															
Fecha:	Vereda y municipio:								Pedio privado: ___ o público: ___						
Nombre del predio:				Área del predio:											
Nombre del propietario:				Tipo de propiedad:					CAP (cm): Circunferencia del tallo o rama más gruesa						
Nombre del Investigador:									POM (cm): Altura de medición del CAP						
Coinvestigador 1:									FASES FENOLÓGICAS: Botón floral, flor abierta, inicio de fruto, fruto verde, fruto pintón y fruto maduro.						
Coinvestigador 2:									ESTADO FENOLÓGICO: Indicar el porcentaje (%) de las diferentes fases fenológicas presentes en el arbusto. La sumatoria de los porcentajes debe dar 100%.						
Coinvestigador 3:									LEYENDA CLASE DE TAMAÑO Pl: Plantula, Ju: Juvenil, Ad: Adulto						
Especie:															
Ind	Número de tallos	Altura total (m)	Altura de la copa (m)	Diámetro copa 1 (m) N-S	Diámetro copa 2 (m) O-O	Estado fenológico (%)					Clase de tamaño	Productivo (Si/No)	Cosechado (Si/No)	Observaciones	
						Botón floral	Flor abierta	Inicio de fruto	Verdes	Pintonas					Maduros
1	4	1,5	1	1,53	1,4		60				40	Ad	Si	Si	

Figura 20. Variables registradas por individuo de agraz.

Las variables estructurales por individuo se detallan a continuación:

- **ID del individuo:** Hace referencia al identificador del arbusto (1, 2, 3, ...)
- **Número de tallos:** Corresponde al número de tallos con conexión aparente al arbusto parental.
- **Altura total (m):** Corresponde a la altura desde el nivel del suelo hasta la última hoja del arbusto. Su medición se puede realizar con la cinta métrica o una vara de 3 m dependiendo de su altura.
- **Altura de la copa (m):** Corresponde a la altura comprendida entre la primera y última hoja del arbusto. Esta altura también puede ser realizada con la cinta métrica o una vara de 3 m.
- **Diámetro de las copas (m):** Se debe tomar el diámetro de las copas en las coordenadas norte-sur y oriente-occidente, proyectando la copa en el decámetro o cinta métrica.
- **Estado fenológico:** En esta sección se debe indicar el porcentaje (%) de las diferentes fases fenológicas (**Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **Figura 21**) presentes en el arbusto. La sumatoria de los porcentajes debe dar 100%. Si el individuo se encuentra infértil se omitió esta sección del formulario.
- **Clase de tamaño:** Este puede ser plántula, juvenil o adulto (ver **sección 4.3**)
- **Productivo:** Debe diligenciarse como “sí” o “no” de acuerdo con la información dada por el cosechador.
- **Cosechado:** Debe diligenciarse como “sí” o “no” de acuerdo con la información dada por el cosechador.
- **Observaciones:** Describir si el arbusto presenta ramas secas, cortadas, signos o síntomas de alguna enfermedad o plaga, etc.





Infértil (In)	En floración (Fl)	En floración y fructificación (Fl+Fr)	En fructificación (Fr)
			

Tabla 9. Visión general de los estados fenológicos del arbusto de agraz.



Figura 21. Estados fenológicos detallados del agraz.

Inventarios estadísticos

Con el fin de robustecer el análisis de información sobre las poblaciones naturales de agraz en jurisdicción de la CAR se tuvieron en cuenta los datos y parcelas realizadas por Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022), para un total de **60 parcelas**, 39 parcelas realizadas por Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) y 21 parcelas realizadas en el marco del presente proyecto entre los meses de diciembre de 2023 y junio de 2024 (**Figura 22**). El detalle de la ubicación de las parcelas se presenta en el **Apéndice B**. En las **Tabla 10** y **Tabla 11** se presentan las parcelas totalizadas por municipios, veredas, coberturas, intensidad de cosecha y tipos de predios.

Es importante resaltar que las veredas fueron ubicadas y nombradas de acuerdo con el Plan Básico o Esquema de Ordenamiento Territorial de cada municipio. Esta aclaración aplica particularmente para la vereda **Gachetá Alto del municipio de Guachetá**, la cual según el Marco Geoestadístico Nacional (DANE, 2020) se encuentra ubicada en el municipio de Ráquira, pero según los Esquemas de Ordenamiento Territorial de estos dos municipios (Alcaldía municipal de Guachetá, 2023), esta vereda hace parte de la jurisdicción de Guachetá.



Figura 22. Inventarios de agraz realizados en diferentes municipios de la jurisdicción CAR.

Departamento	Municipio	Vereda	Cantidad	Fuente
Boyacá	Ráquira	Mirque	3	Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022
		Ollerías	1	
		Torres	24	

	San Miguel de Sema	Valero	3	Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022 Presente estudio
		Quintoque	2	
		El Charco	3	
		Peña Blanca	1	
Chiquinquirá	Arboledas	2	Cundinamarca	
Guachetá	Gachetá Alto	11		
	Peñas	3		
	Ranchería	2		
Lenguazaque	La Cuba	1		
	Chirvaneque	1		
	Espinal Alisal	1		
Machetá	San Bernabe	1		
	Guina Alto	1		
Total			60	

Tabla 10. Inventarios de agraz realizados en diferentes municipios de la jurisdicción de la CAR. Las veredas fueron ubicadas y nombradas y ubicadas de acuerdo con el Esquema de Ordenamiento Territorial de cada municipio.

Departamento	Municipio	Cobertura	Intensidad de cosecha	Tipo de predio*	Número de parcelas
Boyacá	Ráquira	Arbustal	Alta	Otros predios	4
			Baja	Reservas	2
		Herbazal	Alta	Otros predios	5
			Baja	Reservas	4
		Mosaico de pastos-espacios naturales	Alta	Otros predios	1
			Baja	Otros predios	3
		Pastos limpios	Alta	Otros predios	6
		Robledal	Alta	Otros predios	3
	Baja		Reservas	3	
	San Miguel de Sema	Herbazal	Alta	Otros predios	2
			Baja	Otros predios	1
		Mosaico de pastos-espacios naturales	Alta	Otros predios	2
		Pastos limpios	Alta	Otros predios	1
	Chiquinquirá	Arbustal	Alta	Otros predios	1
Robledal		Baja	Otros predios	1	
Cundinamarca	Guachetá	Arbustal	Alta	Otros predios	3
			Baja	Otros predios	5
			Baja	Reservas	1
		Herbazal	Alta	Otros predios	3
			Baja	Reservas	2
			Baja	Otros predios	2
	Lenguazaque	Arbustal	Baja	Otros predios	2
		Herbazal	Baja	Otros predios	1
	Machetá	Herbazal	Alta	Otros predios	1
		Pastos limpios	Alta	Otros predios	1
TOTAL					60

*Para el tipo de predio se consideraron como “Reservas” la Reserva Municipal de Ráquira y la Reserva Forestal Protectora El Robledal ubicada en límites del municipio de Ráquira y Guachetá, los demás predios fueron denominados “Otros predios”.

Tabla 11. Detalle de parcelas por cobertura, intensidad de cosecha y tipo de predio en la jurisdicción de la CAR.

Error de muestreo

Siguiendo lo indicado en el Decreto 690 de 2021 el inventario estadístico del PMS debe tener un nivel de confianza del 95% y un error estadístico menor o igual (\leq) al 20% para cualquier variable morfológica **o en su defecto** cumplir con la intensidad de muestreo señalada en la ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..

Área de estudio	% de área a inventarear con respecto al área de la unidad de manejo	
	Especies con distribución no agregada (< 100 individuos cosechables/ha)	Especies con distribución agregada (\geq 100 individuos cosechables/ha)
Hasta 20	50%	10%
Mayor a 20 y menor o igual a 50	30%	5%
Mayor a 50 y menor o igual a 100	20%	2%
Mayor a 100 y menor o igual a 500	5%	0,5%
Mayor a 500 y menor o igual a 1000	2%	0,2%
Mayor a 1000	1%	0,15%
Diseño de muestreo recomendado para reducir la variabilidad y el error de muestreo. Nota: se debe tener en cuenta que la selección del diseño de muestreo depende de la distribución espacial de la especie dentro del área de cosecha a solicitar		
Aleatorio simple		X
Aleatorio estratificado	X	X
Sistemático		X
Censo	X	

Tabla 12. Porcentaje de área a inventarear con respecto al área de la unidad de manejo como alternativa cuando no se cumple con el error de muestreo.

Para el caso del agraz, con el número de parcelas realizadas (*i.e.* 60 parcelas) **se cumplió con el error de muestreo establecido** en el Decreto 690 de 2021 para las variables No. De individuos (17,4%) y Diámetro promedio de copas (13,5%).

Análisis de la información

- a. **Análisis Exploratorio de los datos:** Para iniciar, se realizó la consolidación de las parcelas y datos tomados por Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) y los tomados en este estudio. Esta base de datos incluyó información sobre la localización y fecha de montaje de parcela. Para cada individuo se relacionó su altura total (m), diámetro de copa sentido Norte-Sur (N-S) y sentido Oriente-Occidente (O-O) (m) y otros cálculos adicionales como radios (m) y áreas de copas (m²). Además, para los individuos muestreados durante el presente estudio se decidió incluir dos variables relacionadas con el crecimiento del agraz que son el número de tallos y altura de copa (m) con el fin de evaluar su relación con la producción de frutos. Finalmente, se incluyó la forma de la parcela, ya que los inventarios incluyen parcelas cuadradas (área 100 m²) y circulares (área 100,3 m²). Seguido de esto, se procedió a sacar las medidas de tendencia central, prueba de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) para abundancia y cada una de las variables morfológicas que compartían el conjunto de datos (altura total, diámetro de copa N-S, diámetro de copa O-O).

Luego de esto, en el software estadístico R, se realizó la prueba no paramétrica de comparación de medianas Wilcoxon-Mann-Withney para dos muestras independientes, para determinar si había diferencias significativas entre la abundancia y las variables morfológicas y la forma de la parcela.

Obteniendo como resultado que **no hay diferencia significativa** ($pvalue > 0.05$) **entre la abundancia y la forma de la parcela**, permitiendo unificar todos los datos tomados independientemente de la forma de la parcela para el posterior análisis y cálculo del error de muestreo.

- b. Cálculo del error de muestreo:** El cálculo del error de muestreo se realizó siguiendo el proceso documentado por López-Camacho, et al. (en proceso de publicación).
- c. Abundancia:** Los datos de abundancia no son normales (Prueba Kolmogorov-Smirnov, $pvalue < 0.05$) y fueron comparados en términos de densidad (individuos/hectárea). Para su análisis se utilizó la prueba de comparación de medianas para múltiples grupos (*i.e.* tres o más) Kruskal-Wallis en el programa estadístico R y la prueba post-hoc de Dunn para la comparación de densidad de individuos totales y densidad de individuos productivos entre municipios y tipos de coberturas. Por otro lado, para la comparación de densidad de individuos totales y densidad de individuos productivos entre diferentes intensidades de cosecha (alta-baja) y tipos de predios (reservas y otros predios) se realizó la prueba de comparación no paramétrica para dos grupos U de Mann-Whitney.
- d. Análisis de número de tallos:** Debido al crecimiento vegetativo del agraz, también se realizó un análisis de abundancia de tallos. Este análisis se realizó teniendo en cuenta los datos tomados por Castro-Sanabria (2023a y 2023b) y los datos tomados en este estudio. Para este análisis se determinaron las diferencias significativas entre la abundancia de tallos de todos los individuos y de los individuos productivos con respecto a los tipos de cobertura. En vista de que los datos de abundancia de tallos no son normales (Prueba Kolmogorov-Smirnov, $pvalue < 0.05$), el análisis de comparación se realizó con la prueba Kruskal-Wallis y la prueba post-hoc de Dunn para determinar si había diferencias estadísticamente significativas. Así mismo, se decidió comparar el número total de tallos por clase de tamaño con el fin de determinar si había o no diferencias significativas entre ellas para el análisis de la estructura poblacional de la especie.
- e. Análisis de alturas totales:** Los datos de altura no son normales (Prueba Kolmogorov-Smirnov, $pvalue < 0.05$), por tanto, para su análisis se utilizó la prueba de comparación de medianas para múltiples grupos (*i.e.* tres o más) Kruskal-Wallis del programa estadístico R. Se comparó la altura total entre los tipos de coberturas obteniendo que hay diferencias significativas ($pvalue < 0.05$), por esta razón, se procedió a hacer la prueba Dunn, una prueba post-hoc complementaria a la prueba de Kruskal-Wallis con el fin de obtener información más precisa sobre las coberturas que presentan alturas totales con diferencias. Este análisis de alturas fue la base para **agrupar las coberturas en grupos** que no presentaran diferencias significativas para esta variable entre sí y proceder a definir las respectivas categorías de tamaño y la estructura de la población de agraz en la jurisdicción de la CAR. El **grupo 1** agrupó las coberturas de arbustal y mosaico de pastos y espacios naturales (Prueba Dunn $p_{adj} > 0.05$), el **grupo 2** agrupó las coberturas de herbazal y pastos limpios (Prueba Dunn $p_{adj} > 0.05$) y en el **grupo 3** la cobertura de robledales. Esta agrupación de coberturas también fue contrastada de manera gráfica con un análisis mediante boxplots.
- f. Categorías de tamaño:** La definición de las clases de tamaño (plántulas, juveniles y adultos) se realizó en dos análisis. El primero consistió en agrupar los individuos por **clases de tamaño de altura total** empleando la regla de Sturges para cada uno de los grupos de coberturas anteriormente descritos, seguido de esto, se procedió a identificar si había diferencias significativas entre cada clase de tamaño por medio de la prueba Kruskal-Wallis y la prueba post-hoc de Dunn. Una vez obtenidos estos resultados, se agruparon las clases de tamaño que no presentaban diferencias significativas entre sí y se dejaron independientes aquellas que sí presentaban diferencias. El segundo análisis fue mediante boxplots para cada grupo de coberturas con el fin de visualizar la distribución y agrupación de las alturas de los individuos productivos y no productivos y de esta

manera se tuviera en cuenta **la presencia o ausencia de estructuras reproductivas** en la categorización de los tamaños. Por último, los dos análisis fueron contrastados y ajustadas las clases de tamaño para agraz (*V. meridionale*).

- g. Producción de la parte a cosechar:** Para el cálculo de la producción de la parte a cosechar se tuvieron en cuenta los estudios realizados por Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) y Celis-Tarazona y la Asociación ASOTORRES (2023) en el marco de un ejercicio de monitoreo participativo realizado con el Instituto Humboldt entre 2022 y 2023. Los resultados de estos estudios permitieron establecer una relación entre el peso promedio mensual cosechado de agraz (gr) y el área de copa (m²), esta relación se presenta detallada en la **sección 4.4** de este documento. A partir de esta relación se obtuvo un peso anual cosechado de agraz (kg) para cada individuo inventariado. Esta información es clave para la definición posterior de rangos de tamaño (área de copa) y capacidad de producción de los individuos de agraz. Un ejercicio práctico para el cálculo de la producción de la parte a cosechar se presenta en el **Anexo 1**.
- h. Definición de rangos de tamaño y producción:** Para iniciar la definición de los rangos de tamaño de los individuos de agraz se realizó aplicando la regla de Sturges, una vez agrupados los datos en clases de tamaño se determinó que los datos de áreas de copa no eran normales (prueba Kolmogorov-Smirnov $p < 0.05$) y por esta razón, se procedió a realizar la prueba no paramétrica de Kruskal-wallis y post hoc de Dunn para determinar si habían diferencias significativas entre las clases de tamaño halladas con la regla de Sturges y teniendo en cuenta los reportes de producción tomados en estudios previos y productores locales. Tras este análisis, se determinaron **tres rangos** de área de copa (m²) con su respectivo peso anual cosechado (kg) (ver **sección 4.4**).
- i. Relación entre el tamaño de fruto y suelos:** Como análisis adicional al tamaño de frutos realizado por Caleño-Ruíz y Torres-Romero, (2022) se decidió realizar una caracterización descriptiva de los suelos para indagar la relación con el tamaño de los frutos. Para la caracterización se diseñó y diligenció un formato de recolección de información con 6 variables descriptivas del suelo (color del suelo, dureza, estructura, piedras, retención de agua y actividad biológica), cada una con tres descripciones. En cada sitio caracterizado se seleccionaron 10 individuos a los cuales se les tomó una muestra de 10 frutos para medir su tamaño (Diámetro polar en mm) y calcular su diámetro ecuatorial a partir de la relación hallada por Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) y así, estimar su tamaño a partir de la obtención del diámetro promedio (mm). Para este análisis se tuvieron en cuenta 14 sitios distribuidos en los municipios de Chiquinquirá, Guachetá, Ráquira y San Miguel de Sema los cuales estuvieron en cosecha en junio de 2024. Para explorar la relación entre las características de suelos y agruparlas para generar diferentes tipos de suelos, se realizó un análisis de correspondencias múltiples (ACM). Las variables de suelos se agruparon por cuadrantes y con el objetivo de asociar cada sitio a un tipo de suelo, se realizó una representación simultánea de los 14 sitios y el ACM con las características de los suelos. Esta información fue consolidada en una base de datos, los cuales se organizaron y se les realizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk y posteriormente, se realizó la prueba de comparación de medianas Kruskal-Wallis y la prueba post-hoc de Dunn para determinar si hay diferencias significativas ente los tamaños de los frutos y los tipos de suelo hallados. Los resultados se encuentran detallados en la **sección 4.4**.
- j. Encuestas semiestructuradas sobre el manejo sostenible de agraz:** Se realizaron 20 encuestas semiestructuradas a actores relacionados con el manejo sostenible del agraz, estas encuestas incluían información sobre el grado de conocimiento de la especie, producción de frutos y cosecha, usos, comercio y prácticas de manejo. Estas últimas fueron recopiladas de manera conjunta con María Paula Rodríguez, tesista de la Universidad Javeriana quien adelanta el proyecto denominado “Manejo y diversidad genética de poblaciones de agraz (*Vaccinium meridionale* Sw.) en el

Altiplano Cundiboyacense”. La información recopilada en las encuestas fue incluida en las diferentes secciones del presente documento.

4. Caracterización de las poblaciones de la especie objeto de manejo sostenible

4.1. Distribución de la especie y áreas de manejo en la jurisdicción de la autoridad ambiental

Para determinar la distribución de la especie en la jurisdicción de la CAR se tuvieron dos fases. La primera consistió en realizar salidas de reconocimiento a diferentes municipios de la jurisdicción para identificar poblaciones representativas de agraz, validar registros de ocurrencia e integrar nuevos registros de la especie. Esta fase se realizó de manera conjunta con la investigadora de la Universidad Javeriana María Alejandra Rodríguez, quien en el marco de su tesis de maestría denominada “Distribución y uso de *Vaccinium meridionale* (Ericaceae) en la jurisdicción CAR del Altiplano Cundiboyacense” realizó el modelo de distribución potencial actual de esta especie con una resolución de 1 km² (**Figura 23**).

La segunda fase correspondió al análisis de la información recopilada para la construcción del modelo. Esta fase fue desarrollada por la investigadora María Alejandra Rodríguez y la metodología consistió en cinco pasos: (1) Obtener y validar registros de ocurrencia, (2) definición del área de predicción o área M, (3) selección de variables pertinentes, (4) estimación de modelos de máxima entropía (Maxent) y (5) determinación de un modelo final estadísticamente robusto y validado con conocimiento experto (Rodríguez-Morales, 2024).

Como resultado se obtuvo que la distribución de esta especie se encuentra concentrada principalmente en la zona nororiental de la jurisdicción de la CAR, correspondiente a las direcciones regionales de Chiquinquirá, Ubaté y Almeidas y Guatavita, con una alta probabilidad de ocurrencia y representatividad en los municipios de **Ráquira, San Miguel de Sema, Guachetá y Chiquinquirá**, adicionalmente, de acuerdo con las visitas de campo realizadas y estudios ecológicos previos de la especie como Granados-Zarate (2013), se destaca también la ocurrencia y representatividad media de la especie en los municipios de **Lenguazaque, Chocontá y Mchetá**.

Rodríguez-Morales (2024) estima que el agraz (*V. meridionale*) está presente en 321,13 km², correspondiente al 1,72% del área total de la jurisdicción CAR. Según esta misma autora, su distribución está determinada a áreas con baja precipitación, fuerte estacionalidad en la temperatura, pendientes moderadas y coberturas arbustivas como paisajes colindantes en el Oroboma Alto Andino dentro del rango altitudinal de 2200 y 3400 msnm.

Adicionalmente, el porcentaje de representatividad del modelo en áreas protegidas de la jurisdicción es del 3% y los municipios con representatividad alta y media de la especie descritos anteriormente poseen entre un 64 y 99% de **frontera agrícola** no condicionada, donde es posible desarrollar actividades agrícolas (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria - UPRA, 2023) y hallar poblaciones naturales de esta especie. En la jurisdicción de la CAR se reportan **cultivos** de esta especie en los municipios de Ráquira, Chiquinquirá y San Miguel de Sema.

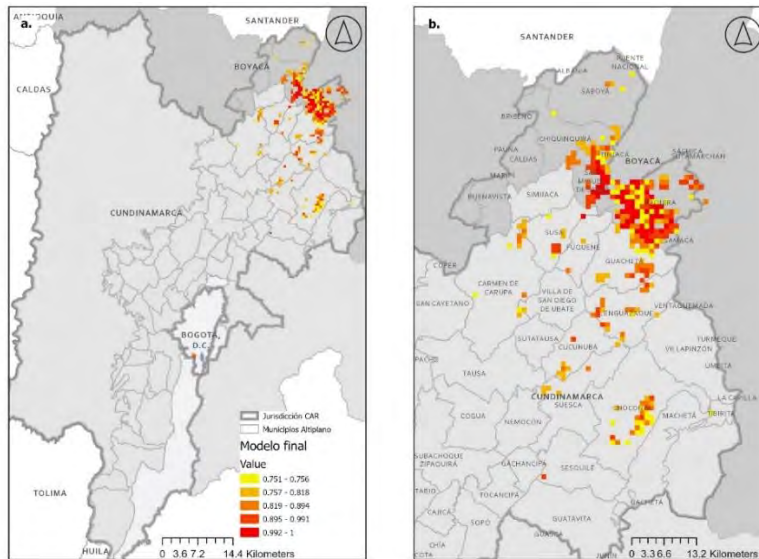


Figura 23. Modelo de distribución del agraz (*V. meridionale*) en la jurisdicción CAR. Fuente: Rodríguez-Morales (2024).

4.2. Abundancia de la especie en el área de estudio

Teniendo en cuenta el muestreo realizado en un área total de $6000 \text{ m}^2 \approx 0,6 \text{ ha}$ en los municipios de Chiquinquirá, Guachetá, Lenguaque, Machetá, Ráquira y San Miguel de Sema, la densidad promedio de individuos de agraz en la jurisdicción de la CAR es de **3077 individuos/hectárea**. Se registraron un total de 1848 individuos de todas las clases de tamaño (*i.e.* Plántulas, juveniles y adultos) y 1405 individuos productivos (*i.e.* adultos) correspondiente al 76% del total de individuos muestreados.

Análisis de abundancia por tipo de coberturas:

Al evaluar la densidad de individuos totales de agraz y el tipo de cobertura se obtuvo que pueden **oscilar entre 985 y 4258 individuos por hectárea** dependiendo de la cobertura donde se encuentre.

En la **Tabla 13** se puede observar que las mayores densidades se presentan en las **áreas con predominio de cobertura herbácea y pastos limpios**, tal cual lo reportado por Caleño-Ruiz y Torres Romero (2022), Granados-Zarate (2013) y Luteyn (2002) quienes establecen que la densidad de esta especie **es mayor en sitios disturbados** abandonados y en estados sucesionales iniciales (Dalling, 1994). Esta tendencia se mantiene también para la abundancia de los individuos productivos.

Adicionalmente, según el análisis estadístico realizado se encontró que **exclusivamente hay diferencias significativas entre las densidades de individuos y número de tallos de agraz en herbazales y robledales** (Prueba Dunn $p \text{ value adj.} < 0.05$). Esta diferencia se debe a la abundante presencia de luz y espacio disponible para colonizar (Tolvanen, 1995) en los herbazales y en contraste, su abundancia e incluso dominancia se ve **restringida en áreas con poca disponibilidad de luz** y presencia de otras especies acompañantes como es el caso de los robledales.

Tipo de cobertura	Densidad Promedio (ind/ha)	
	Individuos Totales	Individuos Productivos
Arbustal	2647 ± 1887	2186 ± 1619
Mosaico de pastos y espacios naturales	2848 ± 1648	2174 ± 1229

Herbazal	4258 ± 1919	2990 ± 1365
Pastos limpios	3297 ± 2554	2573 ± 1727
Robledales	985 ± 578	885 ± 533

Tabla 13. Densidad promedio de individuos totales e individuos productivos discriminado por tipo de cobertura.

Finalmente, cabe resaltar que la alta variación en las densidades de agraz se debe a la alta **plasticidad morfológica** que poseen las especies del género *Vaccinium*, es decir, son capaces de adaptarse rápidamente a condiciones ambientales cambiantes y pueden crecer de manera óptima entre el bosque (*i.e.* robledales) generando tallos compactos de crecimiento vertical y en hábitats abiertos (*i.e.* pastos limpios, herbazales, entre otros) generando tallos con ángulos más amplios y de crecimiento horizontal (Tolvanen, 1995).

Análisis de abundancia por municipios:

De acuerdo con el muestreo realizado y estudios previos reportados como el realizado por Granados-Zarate (2013) se obtuvo que la mayor densidad promedio de individuos totales de agraz (*i.e.* plántulas, juveniles y adultos) **oscila entre 2000** (Granados-Zarate, 2013) **y 4312 individuos/hectárea**.

Comparando las densidades halladas por Granados-Zarate (2013) para el municipio de Guachetá (4860 individuos/ha) se evidencia que este valor es mucho mayor que el hallado en el presente estudio (3327 individuos/ha), esta diferencia probablemente se debe a que su método de muestreo contempló el censo total de tallos (ramets), mientras que el muestreo para este estudio permitió asociar un conjunto de tallos a un mismo individuo parental de acuerdo con el conocimiento de los cosechadores e indagando en el suelo el origen y conexión de los tallos subterráneos; otra razón, podría estar relacionada con la cobertura donde este autor muestreó el agraz, que de acuerdo con su descripción son áreas con presencia de abundantes claros que fomentan la colonización del agraz, además que la mayoría de sus parcelas en este municipio fueron establecidas en un área de reserva (Reserva Forestal El Robledal) donde predominan sitios abandonados y con incipiente actividad antrópica con amplio espacio para el establecimiento de esta especie (Luteyn, 2002).

Por otro lado, para el municipio de Machetá este autor encontró densidades bajas (1180 individuos/ha) en comparación con este estudio, donde la densidad en este municipio fue de 3200 individuos/ha, al igual que en Guachetá, esta diferencia puede estar relacionada con la cobertura donde fue muestreado el agraz, que para este municipio correspondió a zonas con una alta heterogeneidad vegetal, donde, la dominancia de agraz era mucho menor, a diferencia del presente estudio, donde la mayoría de agraz fue muestreado en herbazales y pastos limpios con una alta abundancia y dominancia de la especie.

Sin embargo, a pesar de las diferencias anteriormente descritas, **estadísticamente no se encontraron diferencias significativas en las abundancias de los individuos totales e individuos productivos entre los municipios** (Dunn: p value adj.>0.05) (**Tabla 14**), pues en todos los municipios es evidente la **distribución agregada del agraz** producto de su crecimiento clonal (Cáceres y Rada, 2011; Medina Cano et al., 2019).

Municipio	Densidad Promedio (ind/ha)	
	Individuos Totales	Individuos Productivos
Ráquira	2603 ± 2023	1868 ± 1347
Chiquinquirá	4312 ± 2358	2517 ± 1182
San Miguel de Sema		

Guachetá	3327 ± 1924	3091 ± 1616
Lenguazaque	3230 ± 2072	4312 ± 2358
Machetá		2572 ± 1971
Chocontá (Tomado de Granados-Zarate, 2013)	2000	-

Tabla 14. Densidad promedio de individuos totales y productivos de agraz por municipio.

Análisis de abundancia por intensidades de cosecha y tipo de predio

En el muestreo realizado **no se encontraron** diferencias significativas entre la abundancia de individuos totales y productivos de agraz y los sitios con diferentes intensidades de cosecha (alta y baja) ($p\text{-value}>0.05$) y tampoco con los tipos de predios (Reservas y otros predios) ($p\text{-value}>0.05$).

4.3. Estructura poblacional en el área de estudio

Selección de variables morfológicas para las categorías de tamaño de agraz

Ligarreto, et al. (2011) indican que existe una correlación positiva entre el diámetro del tallo y la altura de los individuos de agraz que puede ser explicada por la edad de la planta. Sin embargo, también hallaron que estos **dos rasgos morfológicos son altamente variables en diferentes poblaciones de agraz** (Medina y Lobo, 2004), con coeficientes de variación superiores al 50% (CV de altura de la planta: 56,86% y CV para diámetro del tallo de 68,13%). Esto se debe principalmente al crecimiento tipo clonal (vegetativo) del agraz y a la respuesta de la especie a condiciones ambientales contrastantes como la disponibilidad de luz y tipo de suelo.

Teniendo en cuenta la alta variabilidad de estos dos rasgos, se decidió tomar a **la altura total como variable determinante de la edad o clases de tamaño del agraz**, debido a que presenta el menor coeficiente de variación. Adicionalmente, también ha sido seleccionada en estudios previos como el realizado por Granados-Zarate (2013) para la caracterización de poblaciones de agraz en el nororiente de Cundinamarca.

Análisis de alturas

Debido a la alta variabilidad de este rasgo morfológico se realizó un análisis detallado para las alturas de los individuos de agraz descrito en la **sección 3.4.** del presente documento, el cual permitió concluir que hay diferencias significativas entre las alturas totales de los individuos de agraz y algunas de las coberturas donde se encuentran (Kruskal-Wallis $p\text{value}<0.05$), por esta razón, se decidió **agrupar las coberturas en grupos** que no presentaran diferencias significativas para esta variable entre sí y así calcular las categorías de tamaño y posteriormente caracterizar la estructura poblacional del agraz. Los grupos de coberturas se presentan en la siguiente tabla:

Grupo	Tipo de cobertura
1	Arbustal y mosaico de pastos y espacios naturales
2	Herbazal y pastos limpios
3	Robledales

Tabla 15. Agrupación de coberturas que no presentan diferencias significativas para la variable altura total (m).

Categorías de tamaño definidas para agraz (*V. meridionale*)

La definición de las clases de tamaño se realizó a partir de dos análisis (**Tabla 16**):

Análisis 1: Agrupamiento de los individuos por clases de tamaño de altura a partir de la regla de Sturges.

Análisis 2: Se agruparon los datos a partir de boxplots y se determinó la altura total donde los individuos eran productivos y no productivos.

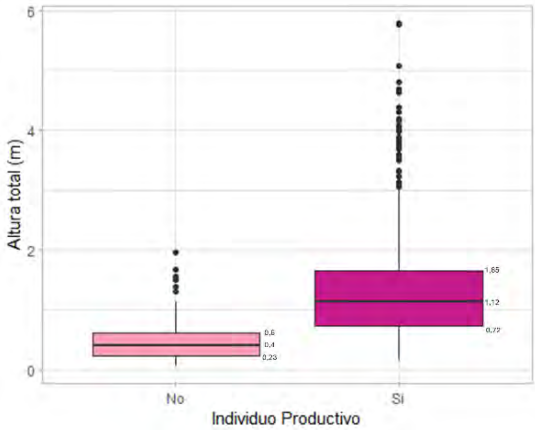
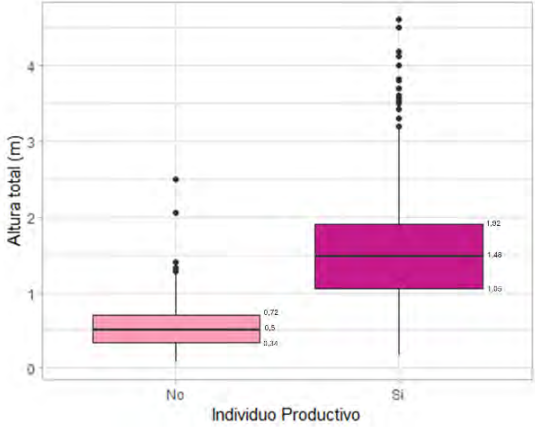
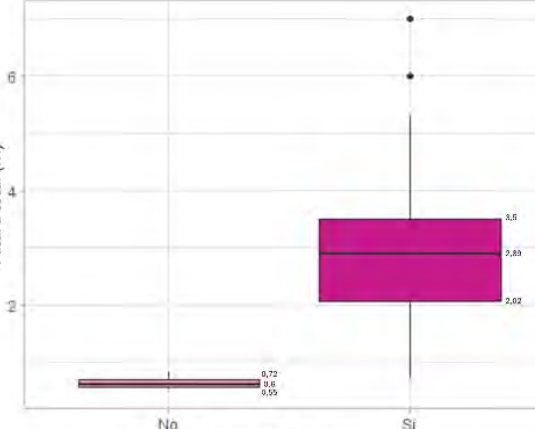



Grupo	Clases de tamaño a partir del Análisis 1	Clases de tamaño a partir de Análisis 2
1	Se obtuvieron 13 clases de tamaño con intervalos de clase de 0,48 metros.	
2	Se obtuvieron 12 clases de tamaño con intervalos de clase de 0,41 metros.	
3	Se obtuvieron 8 clases de tamaño con intervalos de clase de 0,81 metros.	

Tabla 16. Análisis de alturas totales para definición de clases de tamaño de *V. meridionale*.

Para determinar las clases de tamaño finales por grupo de coberturas, se unificaron las clases de tamaño definidas por Sturges que no tuvieran diferencias significativas entre sí y los valores de altura donde se agrupaban entre el 50 y 75% de los individuos no productivos y productivos. Las categorías generales de tamaño de tamaño de agraz se presentan en la **Tabla 17**.

Grupos de coberturas	Categorías generales de tamaño definidas a partir de la altura total (m)		
	Plántula	Juvenil	Adulto*
Grupo 1 (Herbazales y pastos limpios)	Menor o igual (\leq) que 0,52	Mayor ($>$) que 0,52 y menor o igual (\leq) que 0,72	Mayor que ($>$) 0,72
Grupo 2 (Arbustales y mosaico de pastos con espacios naturales)	Menor o igual (\leq) que 0,49	Mayor ($>$) que 0,49 y menor o igual (\leq) que 0,9	Mayor que ($>$) 0,9
Grupo 3 (Robledales)	Menor o igual (\leq) que 0,81	Mayor ($>$) que 0,81 y menor o igual (\leq) que 2,13	Mayor que ($>$) 2,13
Imagen de referencia			

*Cualquier individuo con evidencias de órganos reproductivos (botones florales, flores o frutos) debe ser incluido en esta categoría de tamaño.

Tabla 17. Categorías generales de tamaño del agraz de acuerdo con el tipo de cobertura donde se encuentren los individuos.

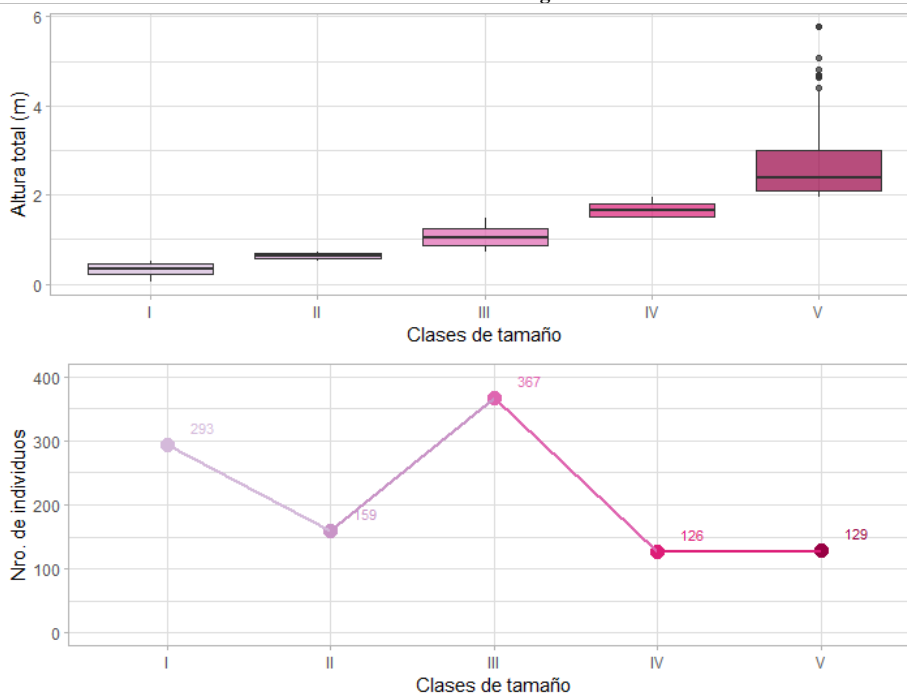
Estructura poblacional de agraz (*V. meridionale*)

En las **Tabla 18**, **Tabla 19** y **Tabla 20**, se presentan las categorías de tamaño detalladas y estructura poblacional para cada grupo de coberturas.

Agraz (<i>V. meridionale</i>) en cobertura de herbazales y pastos limpios (Grupo 1)					
Densidad promedio (Ind/ha)			Herbazal: 4258 \pm 1919 Pastos limpios: 3297 \pm 2554		
Clases de tamaño/edad					
Categoría de tamaño	Intervalo de clase de altura (m)	Estructuras reproductivas	Nro. De individuos	Representatividad en la población (%)	Promedio Nro. De tallos
I	Mayor o igual (\leq) que 0,52	-	293	27,3	14,6 \pm 33,6
II	Mayor ($>$) que 0,52 y menor o igual (\leq) que 0,72	-	159	14,8	12,6 \pm 14,5

III	Mayor (>) que 0,72 y menor o igual (\leq) que 1,48	Presencia de órganos reproductivos (Flores y frutos)	367	34,2	37,6 \pm 27,8
IV	Mayor (>) que 1,48 y menor o igual (\leq) que 1,96		126	11,7	10,9 \pm 10,9
V	Mayor que (>) 1,96		129	12	9,7 \pm 16,7
Total			1074	100	

Gráficos de distribución de categorías de edad



Descripción de la estructura poblacional

El tipo de distribución observada en estas coberturas es de **tipo II** (Peters, 1994), donde las plántulas presentan un establecimiento irregular o esporádico, con un buen nivel de regeneración que permite mantener la población, en este caso, la clase I asociada a las plántulas presenta la segunda clase con más alta representatividad en la población (27%), muy relacionado con que en estas dos coberturas (herbazales y pastos limpios) hay **abundante disponibilidad de luz y espacio para la colonización** de esta especie (Luteyn, 2002 y Granados-Zarate, 2013). De manera específica en los **pastos limpios** esta colonización se ve favorecida por el espacio y entrada permanente de luz, y por otro lado, en los **herbazales**, por causa del estado de sucesión temprana de esta cobertura, lo que promueve una alta regeneración (Caleño-Ruiz y Torres-Romero, 2022).

Así mismo, según Peters (1994) en este tipo de distribución es posible observar “valles” y “picos” en ciertas clases de tamaño, donde se destaca el “pico” y alta representatividad de clase de tamaño III asociada a adultos jóvenes (34%) que también presenta el mayor número promedio de tallos, aportando a la regeneración de la población tanto con frutos, como con tallos subterráneos, probablemente debido a que una vez se establecen los individuos juveniles en estas coberturas su crecimiento y colonización del área se acelera.

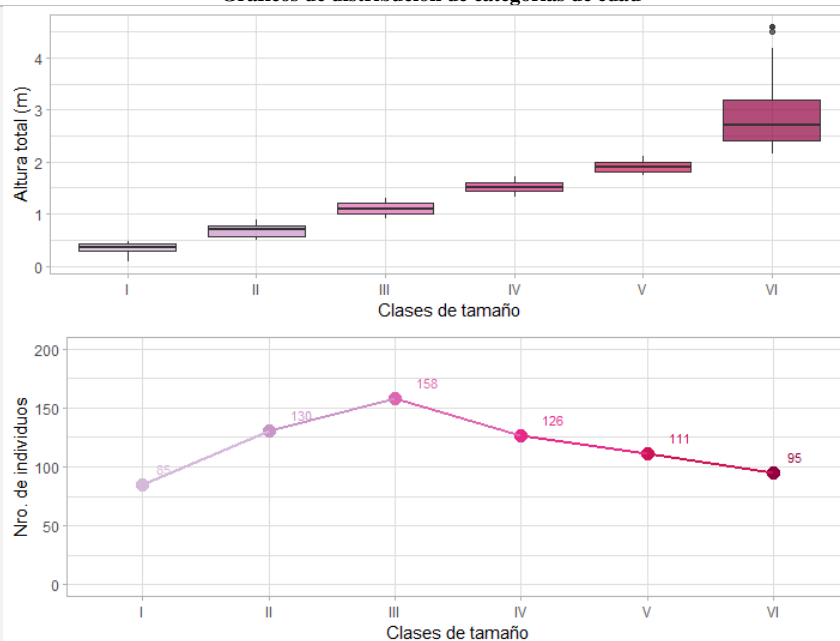
Finalmente, en relación con los “valles” observados para las clases de tamaño II, IV y V, pueden deberse a condiciones externas, por ejemplo, para el caso de la cobertura de **pastos limpios**, podrían estar relacionados con la **compactación del suelo**, que limita el reclutamiento de plántulas y algunos adultos jóvenes, pues en esta cobertura además de la cosecha de agraz puede presentarse pastoreo rotativo de ganado. Por otro lado, para el caso de los **herbazales**, los valles podrían estar relacionados con la **competencia**, pues en esta cobertura es usual observar una abundante y dominante presencia del helecho marranero (*Pteridium* sp.) creciendo sobre los individuos de agraz y limitando su acceso a la luz.

Tabla 18. Estructura poblacional de agraz en el grupo 1 de coberturas (Herbazales y pastos limpios).

Agraz (<i>V. meridionale</i>) en cobertura de arbustales y mosaico de pastos con espacios naturales (Grupo 2)					
Densidad promedio (Ind/ha)			Arbustales: 2647 \pm 1887		
			Mosaico de pastos con espacios naturales: 2848 \pm 1648		
Clases de tamaño/edad					
Categoría de tamaño	Intervalo de clase de altura (m)	Estructuras reproductivas	Nro. De individuos	Representatividad en la población (%)	Promedio Nro. De tallos
I	Mayor o igual (\leq) que 0,49	-	85	12,1	-
II	Mayor (>) que 0,49 y menor o igual (\leq) que 0,9	-	130	18,4	-

III	Mayor (>) que 0,9 y menor o igual (\leq) que 1,31	Presencia de órganos reproductivos (Flores y frutos)	158	22,4	5,4 \pm 6,3
IV	Mayor (>) que 1,31 y menor o igual (\leq) que 1,72		126	17,9	-
V	Mayor (>) que 1,72 y menor o igual (\leq) que 2,13		111	15,7	9,9 \pm 8,6
VI	Mayor que (>) 2,13		95	13,5	48 \pm 52,8
Total			705	100	

Gráficos de distribución de categorías de edad



Descripción de la estructura poblacional

Según Odum (1972) una **población estable** comprenderá una distribución uniforme de las clases de tamaño, con una predominancia de las clases de edad adultas, tal como sucede en este caso con el agraz en las coberturas de arbustales y mosaico de pastos con espacios naturales donde cerca del 70% de la población está representada por las clases de tamaño adultas (III en adelante). Para el caso puntual de la cobertura de **arbustal**, esta distribución también podría estar relacionada con su patrón estructural, pues según Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022), esta cobertura puede considerarse un estado climácido avanzado (sucesión de más de 50 años) donde sus poblaciones ya experimenten un estado de equilibrio natural con mayor proporción de adultos y menor abundancia de plántulas reclutadas.

Así mismo, relacionado con la baja representatividad de plántulas (12%) en la población, es importante mencionar que estas coberturas pueden presentar un dosel denso o cerrado, lo cual **limita el acceso de luz**, además de ser las coberturas que presentan la mayor diversidad florística (Granados-Zarate, 2013), **restringiendo** el espacio de colonización del agraz y, por ende, el establecimiento de sus plántulas. No obstante, cabe destacar que en esta cobertura la última categoría de tamaño (VI) presenta la mayor cantidad de número promedio de tallos clonales (48 \pm 52,8) que también son parte fundamental de la regeneración de esta especie (Ligarreto, et al., 2011).

Tabla 19. Estructura poblacional de agraz en el grupo 2 de coberturas (Arbustales y mosaico de pastos con espacios naturales).

Agraz (<i>V. meridionale</i>) en cobertura de robledales (Grupo 3)					
Densidad promedio (Ind/ha)			985 \pm 578		
Clases de tamaño/edad					
Categoría de tamaño	Intervalo de clase de altura (m)	Estructuras reproductivas	Nro. De individuos	Representatividad en la población (%)	Promedio Nro. De tallos
I	Mayor o igual (\leq) que 0,81	-	9	13	9,6 \pm 10,1
II	Mayor (>) que 0,81 y menor o igual (\leq) que 2,13	-	15	21,7	24,4 \pm 30,4
III	Mayor (>) que 2,13 y menor o igual (\leq) que 2,94	Presencia de órganos reproductivos (Flores y frutos)	16	23,2	7,2 \pm 5,1
IV	Mayor que (>) 2,94		29	42	3,5 \pm 5,2
Total			69	100	-

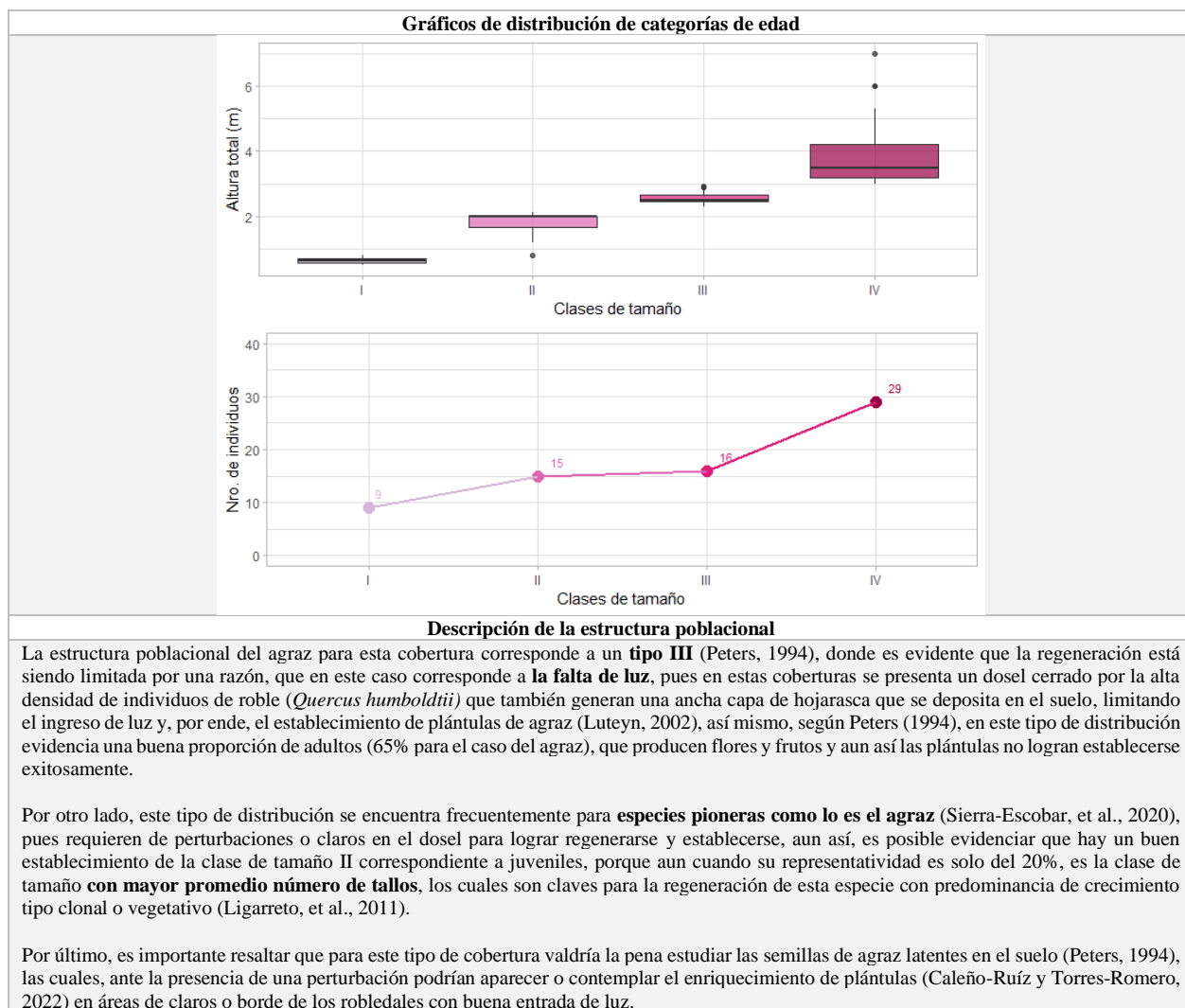


Tabla 20. Estructura poblacional de agraz en el grupo 3 correspondiente a robledales.

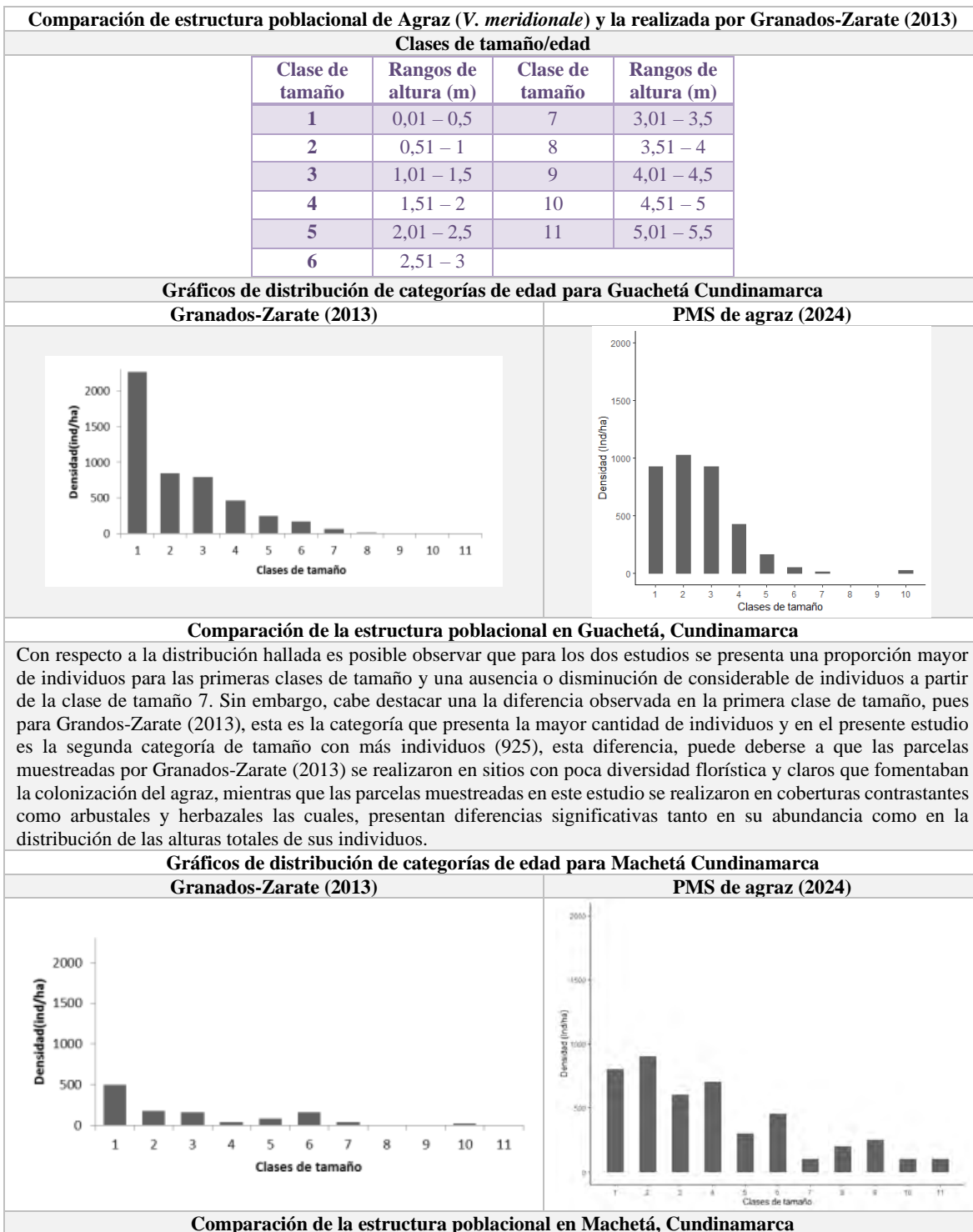
En conclusión, la estructura de la población de agraz en la jurisdicción de la CAR para los tres grupos de coberturas se encuentra estable y saludable, gracias al **crecimiento predominantemente vegetativo** de la especie que le permite regenerarse por medio de semillas y abundantes tallos subterráneos. Por esta razón, el hecho de no ver plántulas o juveniles creciendo en el área no es un indicativo de sobre cosecha de los frutos.

Comparación de estructura poblacional de agraz (*V. meridionale*) y otros estudios previos

Para esta especie se encontraron dos estudios poblacionales realizados previamente en diferentes municipios de la jurisdicción CAR, el primero realizado por Granados-Zarate (2013) en Guachetá, Machetá y Chocontá en el departamento de Cundinamarca y otro realizado por Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) en el municipio de Ráquira, Boyacá.

Estos dos estudios determinaron la estructura poblacional del agraz teniendo en cuenta únicamente variables estructurales como altura total y diámetro del tallo más grueso, sin considerar la presencia o ausencia de estructuras reproductivas para cada clase de tamaño. Adicionalmente, es importante resaltar que la estructura poblacional **no fue comparada** con el estudio de Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022), ya que el análisis a nivel regional parte del muestreo realizado en su estudio.

Para comparar la estructura poblacional obtenida por Granados-Zarate (2013), se realizaron histogramas de frecuencia con las categorías de tamaño definidas a partir de la altura total por este autor (Tabla 21). La comparación se realizó exclusivamente a nivel municipal (Guachetá y Machetá) debido a que este estudio no realizó muestreos en el municipio de Chocontá.



Además de las diferencias observadas en las abundancias (revisar **sección 4.2**) en este municipio, se presentan diferencias en la distribución de las frecuencias de las categorías de tamaño, pues en el estudio de Granados-Zarate (2013), existe una proporción mayor de individuos en las primeras tres categorías y en el presente estudio hay una distribución más balanceada a lo largo de las 11 categorías de tamaño definidas. Esto puede ser debido a que las parcelas realizadas por este autor fueron realizadas en áreas presentaban una alta heterogeneidad vegetal, lo cual restringía el crecimiento del agraz y las parcelas muestreadas en este estudio en el municipio de Guachetá se realizaron en pastos limpios y herbazales, coberturas con diferencias significativas tanto en sus alturas totales como en sus abundancias. Además, es importante tener en cuenta que los resultados obtenidos en el presente estudio, fueron obtenidos a partir del muestreo en tan solo dos parcelas (baja representatividad) realizadas en este municipio.

Tabla 21. Comparación de estructura poblacional de agraz (*V. meridionale*) y la realizada por Granados-Zarate (2013).

4.4. Producción de la parte a cosechar

Según Medina, et al. (2015) los individuos de agraz provenientes de tallos subterráneos inician su producción a los 4 años y los individuos provenientes de semilla a los 5 años aproximadamente.

El agraz presenta una amplia variación en su forma de crecimiento, producto de su propagación tipo clonal (crecimiento vegetativo de esta especie a partir de rizomas o tallos subterráneos) y su alta tasa de adaptabilidad a diferentes microambientes (luz y suelos) (Ligarreto, et al., 2011) por esta razón, es posible observar, individuos **adultos de alto porte productivos** (plantas de hasta 7 m de altura y diámetro de más de 20 cm) principalmente en coberturas con sombra parcial como los robledales e **individuos de bajo porte e incluso rastreros con estructuras reproductivas**, en coberturas con exposición directa a la luz solar como pastos limpios y herbazales (Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022).

Teniendo en cuenta el análisis de alturas presentado en la **sección 4.3**, las alturas en las que los individuos de agraz inician su etapa productiva se presentan en la **Tabla 22** para cada una de las coberturas identificadas:

	Herbazales y pastos limpios	Arbustales y mosaico de pastos y espacios naturales	Robledales
Altura mínima en la que un individuo inicia su producción (m)	0,15	0,18	0,7
Altura en la que el 75% de los individuos inician su producción (m)*	0,72	1,05	2,02

*Esta altura fue determinada a partir del análisis de boxplot presentado en la sección 4.3. Se tomó la altura donde inicia la agrupación del 75% de los individuos productivos.

Tabla 22. Altura (m) mínima y en la que el 75% de los individuos de agraz inician su producción.

Estudios previos para el cálculo de producción de agraz

En el año 2020 Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) realizaron el registro y seguimiento a la producción de agraz en el municipio de Ráquira, a partir del cual se determinó que la variable estructural que mejor predecía la producción de frutos de un arbusto **es el área de copa (m²)** ($r^2=0.54$).

De igual manera, este estudio permitió determinar que la intensidad de cosecha de agraz por arbusto es del **61,1 ± 15,6%**, es decir, que este es el porcentaje cosechado del total de frutos producidos por arbusto, dejando un remanente de frutos destinado tanto para la germinación como para el alimento de fauna asociada a la especie. Estas autoras también documentaron que una **cuarta parte del total de la población (75%)** entran en un período de descanso natural entre los dos periodos de cosecha en el año, tendiendo a realizar una rotación natural.

Por otro lado, en el año 2022 se realizó un ejercicio detallado de monitoreo participativo entre el Instituto Humboldt y 10 productores de la Asociación ASOTORRES quienes llevaron a cabo el registro semanal de

cantidad de frutos en los estados fenológicos descritos en la **Figura 21** y peso cosechado de agraz (gr) de 40 individuos seleccionados durante un periodo máximo de 8 meses. Adicionalmente, se registraron las variables morfológicas de estos individuos como circunferencia de la rama más gruesa (cm), diámetro de copas (m), entre otros (Celis-Tarazona y Asociación ASOTORRES, 2023).

Escenarios de cosecha y cálculos de producción de agraz en la jurisdicción CAR

Teniendo en cuenta los estudios anteriormente mencionados el proceso para el cálculo de producción de agraz consiste en:

Paso 1: Definición de escenarios de cosecha en el año (**Tabla 23**)

	Escenario 1: Cosecha buena (concentrada)	Escenario 2: Cosecha mala (distribuida)
Descripción	Se presentan picos de cosecha marcados en dos temporadas durante el año.	Cosecha distribuida a lo largo del año con dos picos de cosecha menos marcados durante el año.
Aspectos claves para considerar estos escenarios	De acuerdo con los reportes datos por la comunidad y el estudio de Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) en el año 2020 se presentó este escenario, donde la producción de agraz es significativamente mayor con respecto al escenario 2.	Según el estudio realizado por Celis-Tarazona y la Asociación ASOTORRES (2023) durante el periodo de junio de 2022 y marzo de 2023 que se realizó el monitoreo y registro de producción de los arbustos de agraz se presentaron altas lluvias y granizadas que afectan su producción y cosecha. Esta información fue contrastada con datos climáticos dados por el IDEAM (2020 y 2024) para la estación pluviométrica Ráquira [24010180] obteniendo que durante este periodo la precipitación total (mm) en este municipio fue de 1068,4 mm, superando en un 67% el promedio histórico de los últimos 30 años (1991 - 2020) de los mismos meses estimado en 711,8 mm.

Tabla 23. Definición de escenarios de cosecha de agraz durante el año.

Relación entre área de copa y producción de agraz: Se utilizó el área de copa (m²) para inferir el peso promedio mensual cosechado (gr), debido a que esta es la variable estructural que mejor predice la producción total de frutos de agraz según Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022).

En este orden de ideas, se estableció la relación entre el **área de copa** (m²) y **peso promedio mensual cosechado** (gr) a partir de los valores tomados en el estudio de Celis-Tarazona y la Asociación ASOTORRES; estos, a diferencia del estudio de Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) quienes establecieron la relación entre área de copa (m²) y el número total de frutos producidos por arbusto, incluyeron criterios como la cosecha exclusiva de frutos maduros y accesibles al cosechador (frutos en la parte alta de los arbustos **no eran cosechados**), además, por un lado, los arbustos monitoreados estaban a pleno acceso para la fauna asociada que también consume parte del total de frutos producidos por el arbusto y por otro, la cosecha se realizaba una vez por semana, dejando frutos maduros sin recolectar, lo que permitió obtener el valor neto mensual cosechado por la comunidad. En conclusión, los datos de Celis-Tarazona y la Asociación ASOTORRES (2023) **representan una intensidad de cosecha del 61,1%** de acuerdo con lo establecido por Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022).

En la **Tabla 24** se presentan las regresiones lineales establecidas entre el área de copa (m²) y el peso promedio mensual cosechado (gr) con sus respectivas especificaciones metodológicas.

Métodos	Las relaciones de producción fueron establecidas a partir del seguimiento a la producción de 29 individuos entre 2022 y 2023 con el apoyo de 10 cosechadores de la Asociación ASOTORRES. Es importante resaltar que para la regresión fue realizada con datos pertenecientes a 29 de los 40 individuos monitoreados, teniendo en cuenta que los restantes presentaban ausencia de datos o datos muy extremos.
----------------	---

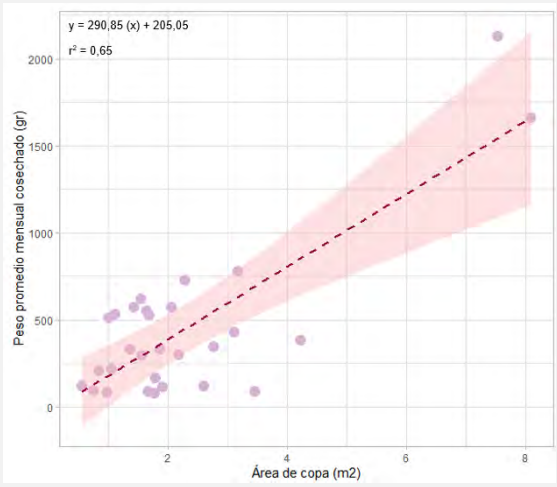
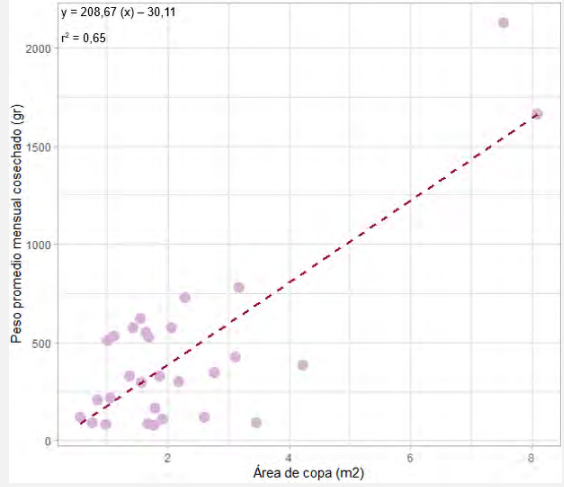
	Nota: Las regresiones contemplan los meses en los que no hubo frutos maduros por cosechar.	
Escenario	Escenario 1: Cosecha buena (concentrada)	Escenario 2: Cosecha mala (distribuida)
	Esta regresión tuvo de base la regresión lineal del escenario dos, sin embargo, fue definida a partir de los valores máximos que puede adquirir el peso promedio mensual cosechado (gr) en un intervalo de confianza del 99% (límite superior del intervalo de confianza del 99%).	Esta regresión fue definida a partir de la relación lineal entre el área de copa (m ²) y el peso promedio mensual cosechado (gr) por los productores de agraz durante el periodo de monitoreo.
Cálculo de peso promedio mensual cosechado (gr)	 <p>Nota: No se tomó en cuenta el límite inferior del intervalo de confianza ya que el peso promedio mensual cosechado (gr) calculado a partir de la regresión en el 66% de los datos daba negativo.</p>	 <p>Nota: Para este escenario fue necesario aplicar un factor de corrección para las copas productivas muy pequeñas (menores a 0,15 m²) ya que reflejan un valor de producción negativo. Esta limitación está probablemente asociada a que el tamaño mínimo de área de copa de los individuos seleccionados para el monitoreo fue 0,56 m².</p> <p>Para el caso de los individuos con copas menores a 0,15 m² el peso promedio mensual cosechado (gr) deber ser multiplicada por cero (0), con el fin de que adquiriera el menor valor positivo posible para la producción de frutos.</p>
	Detalle regresión lineal	$Ppm_E1 = (290,85 * A_c) + 205,05$ <p>Donde: Ppm_E1: Peso mensual cosechado (gr) para escenario 1 A_c: Área de la copa (m²)</p>

Tabla 24. Regresiones lineales establecidas entre el área de copa (m²) y el peso promedio mensual cosechado (gr) de agraz. Fuente: Celis-Tarazona y Asociación Asotorres (2023).

Paso 2: Cálculo de área de copa (m²) por individuo (**Tabla 25**).

Arbusto o individuo	Diámetro de copa (m) Norte -Sur	Diámetro de copa (m) Oriente - Occidente	Área de copa (m²)
			Se calcula a partir de la siguiente formula: $A_c = \pi * \left(\frac{Diam_{N-S}}{2}\right) * \left(\frac{Diam_{O-O}}{2}\right)$ <p>Donde: A_c: Área de la copa (m²) Diam_{N-S}: Diámetro de la copa en sentido norte – sur (m).</p>

			<i>Daíam_{o-o}</i> : Diámetro de la copa en sentido Oriente – Occidente (m).
1	1,38	1,37	1,48
2	0,23	0,24	0,04

Tabla 25. Fórmula y ejemplo para el cálculo del área de copa (m²) por individuo.

Paso 3: Cálculo de peso anual cosechado (kg) por individuo para cada escenario (**Tabla 26**).

Arbusto o individuo	Área de copa (m ²)	Escenario 1		Escenario 2		
		Peso mensual cosechado (gr)	Peso anual cosechado (kg)	Peso mensual cosechado (gr)	Factor de corrección (Detalle en Tabla 24)	Peso anual cosechado (kg)
		Se calcula a partir de la siguiente fórmula: $Pm_{E1} = (290,85 * A_c) + 205,05$ Donde: <i>Pm_{E1}</i> : Peso mensual cosechado (gr) para escenario 1 <i>Ac</i> : Área de la copa (m ²)	Se calcula a partir de la siguiente fórmula: $Pa_{E1} = \frac{(Ppm_{E1} * 12 \text{ meses})}{1000}$ Donde: <i>Pa_{E1}</i> : Peso anual cosechado (kg) para escenario 1	Se calcula a partir de la siguiente fórmula: $Pm_{E2} = (208,67 * A_c) - 30,11$ Donde: <i>Pm_{E2}</i> : Peso mensual cosechado (gr) para escenario 2 <i>Ac</i> : Área de la copa (m ²)	Cero (0): Para áreas de copa menores o iguales a 0,15 m ² Uno (1): Para áreas de copa mayores a 0,15 m ²	Se calcula a partir de la siguiente fórmula: $Pa_{E2} = \frac{(Ppm_{E2} * 12 \text{ meses})}{1000}$ Donde: <i>Pa_{E2}</i> : Peso anual cosechado (kg) para escenario 2
1	1,48	636,93	7,64	279,74	1	3,36
2	0,04	217,66	2,61	-21,06	0	0

Tabla 26. Fórmulas y ejemplos para el cálculo del peso anual cosechado (kg) por individuo para cada escenario (**Tabla 23**).

Paso 4: Cálculo de peso promedio anual cosechado (kg) por individuo para unificar los dos escenarios (**Tabla 27**)

Arbusto o individuo	Área de copa (m ²)	Escenario 1 Peso anual cosechado (kg)	Escenario 2 Peso anual cosechado (kg)	Escenario 1 y Escenario 2 Peso promedio anual cosechado (kg)
				Se calcula a partir de la siguiente fórmula: $Ppac = \frac{(Pac_{E1} + Pac_{E2})}{2}$ Donde: <i>Ppac</i> : Peso promedio anual cosechado (kg) <i>Pac_{E1}</i> : Peso anual cosechado (kg) para escenario 1 <i>Pac_{E2}</i> : Peso anual cosechado (kg) para escenario 2
1	1,48	7,64	3,36	5,5
2	0,04	2,61	0	1,31

Tabla 27. Fórmula y ejemplo para el cálculo del peso promedio anual cosechado (kg).

Definición de rangos de tamaño de copa para cálculo de producción

A partir del análisis descrito anteriormente y teniendo en cuenta el peso promedio anual cosechado (kg) (señalado en color morado en la **Tabla 27**) se definieron tres rangos de tamaño de arbustos de agraz a partir del área de copa (m²) y el peso mínimo, promedio y máximo anual cosechado (kg).

Es importante resaltar que debido a los individuos de agraz presentan altas variaciones en su producción en la **Tabla 28** se presentan los valores mínimos, promedios y máximos del peso anual cosechado (kg) para cada rango de área de copa (m²) para los individuos de agraz.

Estos rangos se definieron para facilitar a los cosechadores el cálculo del peso anual cosechado (kg) por individuo, por tanto, si se utilizan los rangos descritos (**Tabla 28**), **no es necesario** aplicar ninguna de las fórmulas detalladas anteriormente.

Rango de copa	Rangos de área de la copa (m ²)	Peso anual cosechado (kg)		
		Mínimo	Promedio	Máximo
I	Menor o igual que (\leq) 0,15	1,23	1,5	1,51
II	Mayor que ($>$) 0,15 y menor que (\leq) 2,24	1,26	2,91	4,56
III	Mayor que ($>$) 2,24	7,37	15,41	23,45

Tabla 28. Rangos de tamaño de agraz a partir del área de copa (m²) y valor mínimo, promedio y máximo de peso anual cosechado (kg).

Paso 5: Cálculo del peso anual cosechado (kg) en **toda el área de manejo sostenible** (finca o predio) para presentar en la solicitud por parte del interesado

Para continuar con estos cálculos de producción de agraz se debe establecer el área con agraz en la unidad de manejo (p.e. Finca) y determinar cuánta área corresponde a agraz agrupado y cuánta área o número de individuos corresponde a agraz disperso (**Tabla 6**). El paso a paso y ejemplo práctico para el cálculo total de peso anual cosechado en toda el área de manejo sostenible (finca) a solicitar se presenta en el **Anexo 1**.

NOTA:

1. Los cálculos de producción se realizaron teniendo en cuenta los rangos establecidos en la **Tabla 28**.
2. Los cálculos de producción establecidos en la **Tabla 27**, así como los rangos establecidos en la **Tabla 28** pueden ser aplicados tanto para arbustos de agraz censados (dispersos) o agrupados en áreas naturales. Para mayor detalle revisar **Tabla 6**.

Es importante tener en cuenta que si el cosechador o interesado en solicitar el manejo sostenible de los frutos de esta especie considera que los valores calculados a partir de las fórmulas de la **Tabla 27** o los establecidos en la **Tabla 28** no representan la producción de sus arbustos de agraz, este podrá realizar su propio registro de producción y presentar la solicitud con base en sus resultados. Esto se considera, ya que la productividad de la especie puede estar asociada a prácticas de manejo implementadas, calidad de suelo o sitio, entre otros.

Relación entre el peso anual cosechado (kg) y el tipo de cobertura (Tabla 5)

Tomando como referencia los datos de este estudio, fue posible determinar que hay diferencias significativas (Prueba Dunn p adj < 0.05) entre el peso anual cosechado (kg) y el tipo de cobertura donde se presente el agraz. Es de resaltar que la mayoría de las coberturas (arbustales, mosaico de pastos y espacios naturales, herbazales y pastos limpios) presentan diferencias significativas de peso anual cosechado (kg) con la cobertura de robledal. Este aspecto concuerda con lo informado por lo cosechadores quienes refieren que aun cuando los arbustos de agraz presentes en robledales son los de mayor porte (en comparación con otras coberturas) la producción en esta cobertura es la más baja, así como, la abundancia de arbustos de agraz.

Teniendo en cuenta lo anterior, es posible establecer una relación entre la cobertura y la producción (peso anual cosechado) por hectárea, ya que esta última es relativa al manejo del área, calidad sitio específico, condiciones del suelo y en mayor medida a la disponibilidad de luz que fomenta la producción de frutos.

Relación del tipo de suelo y tamaño del fruto

Definición de tipos de suelos

La definición de los tipos de suelos se realizó a partir de la evaluación descriptiva de 14 sitios distribuidos en los municipios de Chiquinquirá, San Miguel de Sema y Guachetá. En la **Figura 24**, se presenta el Análisis de Correspondencias Múltiples (en adelante, ACM) realizado a partir de las características de los suelos

donde se encuentran los arbustos de agraz, para realizar posteriormente los análisis de relación entre el suelo y el tamaño de los frutos.

Según Parra (1996) el ACM permite estudiar las relaciones entre distintas variables categóricas como las características del suelo y teniendo en cuenta estas relaciones agrupar los suelos con características similares. Adicionalmente, el ACM permite reducir la cantidad de variables por analizar para hacer un estudio global de ellas. En términos generales **la actividad biológica** ($r^2= 0,86$ y $pvalue<0.05$), **retención** ($r^2= 0,75$ y $pvalue<0.05$) y **color del suelo** ($r^2= 0,58$ y $pvalue<0.05$) contribuyeron a la dimensión 1 que explica el mayor valor de varianza correspondiente a 27,2% y las **pedras** ($r^2= 0,56$ y $pvalue<0.05$), **el color** ($r^2= 0,52$ y $pvalue<0.05$) son variables características de la dimensión 2 que representa el 19,3% de la varianza.

En vista de lo anterior, se decidieron agrupar las características del suelo que se encuentran más próximas entre sí, teniendo en cuenta el cuadrante donde están representadas en el ACM y así generar 4 grupos de suelos (**Figura 24**). Las características de cada tipo de suelo se detallan en la **Tabla 29**. Finalmente, con el fin de asociar cada sitio a un único tipo de suelo, se realizó una representación simultánea entre los sitios y las características del suelo (**Figura 24**).

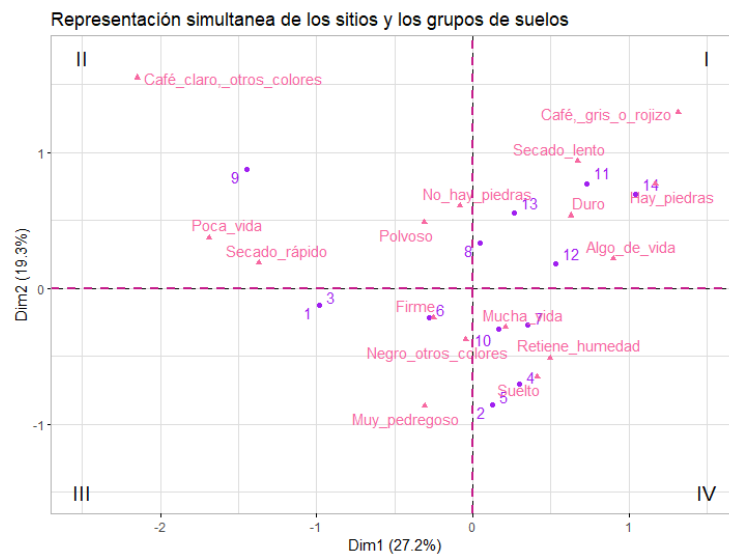


Figura 24. Agrupación de los tipos de suelos obtenidos a partir de categorías descriptivas del suelo (Tono rosado) y representación simultánea con los sitios (Todo morado).

Tipo de suelo	Características
I	El suelo es color café, gris o rojizo, duro, denso o sólido. No se puede deshacer entre dos dedos, hay pedras, pero no estorban en el manejo del área, tiende a secarse lentamente sólo durante una temporada seca y se ve algo de vida en el suelo (musgo, lama, hormigas, etc.)
II	El suelo es color café claro, amarillo claro, anaranjado, gris claro, o casi blanco, suelto, formado por terrones pequeños que se pueden desmenuzar y que se deshacen fácilmente, se seca demasiado rápido después de una lluvia, no hay pedras y se ve poca vida en el suelo (poco musgo, lama, hormigas, etc.).
III	El suelo es color negro, café oscuro o gris oscuro, firme y se quiebra entre dos dedos con fuerza moderada, es muy pedregoso.
IV	El suelo está suelto, formado por terrones pequeños que se pueden desmenuzar y que se deshacen fácilmente, retiene muy bien la humedad, absorbe y drena agua fácilmente y se ve mucha vida en el suelo (poco musgo, lama, hormigas, etc.).

Tabla 29. Tipos de suelo obtenidos a partir de ACM.

Relación de tipo de suelo y tamaño del fruto

En cada uno de los 14 sitios se tomó una muestra de 100 frutos (*i.e.* 10 frutos por individuo para 10 individuos). Los frutos fueron medidos y su diámetro promedio se utilizó como variable descriptiva de su tamaño. Cada muestra de fruto se asoció a un sitio obteniendo los siguientes tamaños por tipo de suelo (**Tabla 30**).

Tipo de suelo	Tamaño mínimo de fruto (mm)	Tamaño promedio de fruto (mm)	Tamaño máximo de fruto (mm)
I	1,5	8,7 ± 1,2	12,1
II	6,8	9,1 ± 0,9	11,6
III	6,5	9 ± 1,1	12,9
IV	5,9	9 ± 1,1	12,3

Tabla 30. Tamaño promedio, mínimo y máximo de fruto por tipo de suelo.

El análisis realizado permitió determinar que **no existen diferencias significativas entre el tamaño de los frutos y los tipos de suelos II, III y IV** que agrupan el 64% de los datos tomados (**Figura 25**), de hecho, la **Tabla 30** permite evidenciar las similitudes en tamaño promedio de frutos entre los tipos de suelo mencionados. Esta tendencia es consistente con lo hallado por Ligarreto, et al. (2011) y Mosquera, et al. (2009) quienes establecieron que el tamaño del fruto **se ve afectado por factores genéticos y ambientales** (*i.e.* polinización, regímenes de riego o incluso la altitud) o relacionado **con el tamaño de la planta** durante su etapa juvenil (García y Ligarreto, 2014), y no por las características del suelo.

Por otro lado, cabe resaltar que el tamaño de los frutos del tipo de suelo I **presentó diferencias significativas** con los otros tres tipos de suelos (Prueba Dunn: p adj value < 0.05), posiblemente asociado a que en el momento del muestreo ya estaba pasando la época de cosecha en el 60% de los sitios donde este tipo de suelo fue registrado, esto concuerda con lo mencionado por Chaparro y Becerra (1995), quienes indican que existe una **relación directa entre el tamaño de los frutos y el momento de cosecha**. El tamaño de los frutos a finales de la cosecha es menor que el registrado en plena cosecha, esto es posible evidenciarlo en la **Figura 25**, pues la variación de tamaños de frutos para el tipo de suelo I fue mayor en comparación con los otros grupos, además de la presencia de un valor atípico correspondiente a un fruto con diámetro promedio de 1,5 mm.

Finalmente, es relevante mencionar que el análisis de suelos en este estudio fue netamente descriptivo y vale la pena que sea complementado con una caracterización física y química detallada de los suelos, ya que de acuerdo con información dada por los cosechadores de agraz factores como la acidez y presencia de diferentes minerales son claves para el crecimiento de los frutos de agraz.

Tabla 31. Épocas de cosecha en los municipios de la Jurisdicción CAR. En tono morado claro los meses de cosecha principal y en tono azul la cosecha travesía.

A continuación, se describen los factores que determinan las épocas de la cosecha de acuerdo con las entrevistas realizadas (**Tabla 32**):

Factor	Descripción
Clima	Un verano muy extenso (más de dos meses) genera que la planta aborte las flores justo antes de iniciar la formación del fruto. Refieren que el agraz necesita de lluvias regulares para que florezca en abundancia y por ende, de una buena cosecha.
	Fuertes lluvias y granizadas desprenden las flores y frutos en proceso de maduración afectando la cantidad de fruto cosechado.
	Indican que la cosecha inicia en las partes altas y con mayor precipitación del municipio y luego va bajando progresivamente.
Cosecha en el año	Algunos cosechadores establecen que en el año se dan dos cosechas, la más abundante es la de final de año y la otra es denominada “mitaquita” o “travesía”.
Periodos de descanso	Todos los años no producen las mismas plantas , entran en un periodo de descanso y tienden a “rotar naturalmente”, esto también fue reportado por Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) quienes estimaron que los adultos en descanso pueden comprender una cuarta parte del total de adultos productivos.
Edad y acceso a luz	La cantidad de agraz producido y cosechado también se ve determinado por la edad de las plantas y el acceso a la luz , pues algunos refieren que las plantas más jóvenes con acceso de luz producen más.
	El agraz es una especie muy longeva , plantas muy antiguas (más de 50 años) siguen produciendo agraz de manera constante ubicadas al borde de robledales, arbustales o mosaico de pastos y espacios naturales.
Plantas que no producen frutos	Algunos cosechadores refieren que aun cuando todas las plantas producen flores, no todas producen frutos , es decir, hay plantas que se encargan exclusivamente de la producción de polen, por tanto, su producción de frutos es muy baja o casi nula.
Cuidado	Algunos cosechadores hacen referencia que el cuidado condiciona la cosecha , si la planta fue lastimada al momento de la cosecha, en la siguiente no producirá o producirá mucho menos fruto, porque esta “resentida”.

Tabla 32. Factores que determinan las épocas de cosecha de agraz en la jurisdicción de la CAR.

Equivalencia entre lo cosechado y el producto final

El principal producto comercializado por los cosechadores de agraz en la jurisdicción de la CAR es **el fruto en fresco** en la unidad de venta de kilogramo a diferentes intermediarios de la región. No obstante, existen algunos cosechadores (asociados o independientes) que lo comercializan a empresas o clientes directos (independientes o en plazas de mercado en Bogotá) en otras unidades de venta como canastillas, cajas o bolsas de 20 a 25 kg o empaques de plástico de 125 gr, 250 gr o 1 kg. Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) establecieron la relación entre el peso (g) y número de frutos, estimando que un kilogramo de agraz tiene en promedio 2845,5 frutos.

Dependiendo de las exigencias del cliente (principalmente empresas) se realiza un proceso de selección de fruto que implica separar los frutos picados, inmaduros o dañados por razones de calidad, Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022), estimaron que esta **selección disminuye la cantidad cosechada en un promedio del 18,7%**, dejando entonces disponible el 81,3% del total cosechado (**Figura 26**).



Figura 26. Presentación de frutos en medio kilogramo de agraz. Se pueden observar frutos en diferentes estados de maduración, tamaños y presencia de hojas.

Adicionalmente, es importante destacar que en la jurisdicción de la CAR existen emprendimientos locales que realizar transformación del fruto de agraz en jugos, mermeladas y vinos. En este caso Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) estimaron las siguientes equivalencias (**Tabla 33**):

Producto	Unidad de venta	Cantidad de agraz requerida (gr)
Mermelada	255 cm ³	125
Vino	1000 ml	Entre 750 y 1000

Tabla 33. Equivalencias entre peso de frutos de agraz y productos transformados. Tomado de Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022.

5.2. Descripción del proceso de cosecha y transformación

La producción **escalonada** del agraz implica que se puedan tener diferentes etapas de desarrollo (*i.e.* flores, frutos inmaduros, frutos maduros) en un mismo momento e individuo, por tanto, es posible realizar una cosecha semana a semana con varias “pasadas” sobre el mismo arbusto conforme sus frutos van alcanzando la madurez. Los frutos pueden ser cosechados en los estados de la **Tabla 34**.



Tabla 34. Frutos que puede ser cosechados de agraz (pintones y maduros).

El estado del fruto (pintón o maduro) a cosechar depende del tiempo y distancia que van a recorrer los frutos para llegar al cliente o consumidor final. Por tanto, frutos que son solicitados para sitios lejanos al altiplano cundiboyacense son cosechados en estado pintón (epidermis o cáscara mitad verde mitad morado) y a sitios cercanos son cosechados en estado maduro, que puede identificarse cuando han engrosado lo suficiente y

su epidermis se torna de color morado o morado oscuro, lo cual dependiendo del cliente también es un **criterio de calidad para la comercialización** (Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022 y Castro-Sanabria, 2023a).

La cosecha inicia con el desplazamiento de los cosechadores hasta las áreas donde se encuentran los arbustos, los cuales pueden estar dispersos o en áreas densas ubicados en cualquier tipo de cobertura anteriormente descrita (**Tabla 5**) aledaños a sus viviendas o entre 10 y 30 minutos de distancia. Por lo general, el acceso al área de cosecha es terrestre y a pie, sin embargo, en algunos casos también puede emplearse el uso de motocicletas para llegar a las áreas de cosecha que están más alejadas de las viviendas.

Los frutos son cosechados **de forma manual directamente del arbusto por hombres y mujeres mayores de 35 años y/o de la tercera edad (Figura 27)**, quienes ponen ambas manos encada una de las ramas que poseen frutos maduros y los cuales son desprendidos con ayuda de los dedos (**Figura 28**). Los frutos cosechados se van almacenando en recipientes plásticos que las personas cargan o cuelgan en su cintura o cuello. Dependiendo de abundancia de fruto pintón o maduro, número de arbusto o área de cosecha. Las personas pueden dedicar entre medio o un día entero al proceso de cosecha. Según la información dada por los cosechadores, las áreas de cosecha no han cambiado con el tiempo, sin embargo, algunos refieren una reciente predilección de los pájaros por este fruto, relacionándolo con la disminución de áreas naturales para alimentarse de otras plantas.

La cantidad de pasadas por individuo puede variar, dependiendo principalmente del tiempo y la cantidad de personas dedicadas a la actividad en la época de cosecha que puede variar entre 1 y 4. Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022), estimaron que se pueden realizar entre 3 y 10 pasadas por individuo y la cantidad cosechada por pasada por individuo puede oscilar entre 3 y 1300 gr con un promedio de 199,7 gr. Adicionalmente, según las encuestas realizadas, en época de cosecha concentrada con dos picos marcados en el año (Escenario 1) una persona puede llegar a cosechar entre 6 y 90 kg/semana y en época de cosecha distribuida a lo largo del año (Escenario 2) menos de 5 kg/semana. Es importante resaltar que estos valores dependen del área de cosecha y número de arbustos de agraz, sin embargo, es posible estimar que la cosecha en el **escenario 2 representa aproximadamente el 42% de la cosecha en el escenario 1 (ver Tabla 23)**.



Figura 27. Hombres y mujeres cosechando el arbusto de agraz. Tomada de Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022.



Figura 28. Recolección manual de frutos maduros. Tomada de Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022.

Una vez se termina el proceso de cosecha las personas se trasladan hasta sus viviendas donde realizan el acopio de los frutos para posteriormente ser vendido a intermediarios que pasan dependiendo de la abundancia de fruto durante la época de cosecha cada 8 o 15 días. Para este tipo de cliente, no existen parámetros de calidad y por lo general el agraz es vendido sin ningún proceso de limpieza o selección a intermediarios de la región. Para los clientes que exigen mayor calidad para la compra del agraz como restaurantes para fabricación de pulpa o repostería, se realiza un **proceso de limpieza, selección** y ocasionalmente el “**despitonado**”.

El proceso de **limpieza** consiste en retirar hojas y palitos que vienen consigo durante el proceso de cosecha, el **de selección** consiste en separar los frutos que no estén completamente maduros, presenten daños por efecto de las heladas o picaduras de insectos o pájaros. Según Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) el porcentaje hallado de estos frutos corresponde al $18,7 \pm 19,2\%$ del total cosechado en cada pasada (**Figura 29**), finalmente, el proceso de “**despitonado**” consiste en retirar manualmente el pedicelo de los frutos que se presenta adherido a algunos frutos después del proceso de cosecha (**Figura 30**).

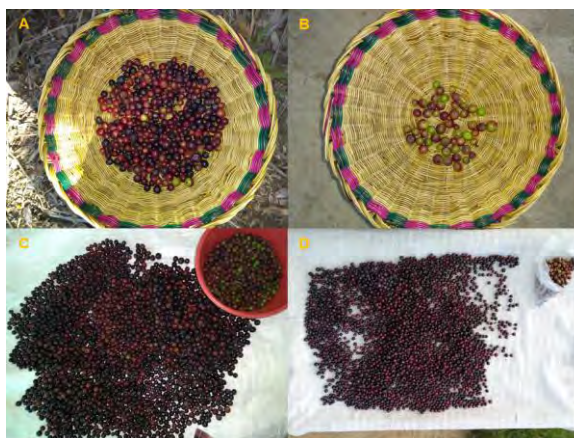


Figura 29. Frutos sin escoger (A), frutos verdes y picados (B), frutos maduros apartados de los verdes y picados (C y D). Tomada de Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022)



Figura 30. Residuos producto de la limpieza de un kilogramo de agraz (A) y frutos de agraz con pedicelo adherido (B).

Finalmente, cabe destacar que la cosecha de agraz es una **actividad ocasional y complementaria de otras** (Rodríguez-Morales, 2024), pues varios cosechadores alternan sus actividades de cosecha con actividades agropecuarias (cultivos de papa y maíz, pastoreo de ovejas, cabras, vacas) recolección de miel y jornaleo en minas de carbón (Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022).

5.3. Prácticas de manejo

A partir de las 20 entrevistas realizadas se documentaron diferentes prácticas de manejo implementadas por los cosechadores de agraz silvestre. Estas prácticas se describen a continuación (**Tabla 35**).

Prácticas necesarias	
Práctica de manejo	Detalle
Advertencia de cuidado	Los cosechadores hacen referencia a acciones de cuidado como: No romper las ramas cuando se cosechan los frutos porque la planta se “resiente” y no produce igual; también de manera intencional llevan a pastear las vacas lejos de las plantas de agraz para protegerlas. Es importante destacar que la implementación de esta práctica puede verse limitada cuando las poblaciones de agraz se encuentran alejadas de las viviendas de los cosechadores, donde es difícil hacer control y garantizar la protección y gobernanza sobre las plantas, ya que es común que recolectores externos a las viviendas incursionen en los predios para recolectar agraz sin permiso del propietario, generando daños en los individuos.
Cosecha de individuos de tamaños específicos	Esta práctica de manejo se ve condicionada por la altura de los individuos. Los recolectores refieren que dejan sin cosechar los frutos que se encuentran a una altura mayor a los 2 metros de altura, pues sus ramas son muy altas e inaccesibles con comodidad.
Prácticas complementarias	
Protección contra radiación solar intensa	Dejar la vegetación aledaña ayuda a que las plantas de agraz no se sequen en época de verano intenso o en días con radiación solar muy intensa. Para esta práctica algunos recolectores reportan que han sembrado especies arbóreas nativas (por ejemplo, guamo de tierra fría y roble) cercanas a las plantas de agraz para protegerlas de la luz solar permanente.
Protección de tocones de árboles donde se espera que retoñen plántulas de agraz	Algunos cosechadores reportan que dejan los tocones de los árboles ya que en esta parte se posan las mirlas o torcazas y deja su moñiga, la cual en este ambiente por lo general húmedo y con presencia de musgo provee el ambiente necesario para que las semillas de agraz (presentes en la moñiga) germinen. Una vez germinan y adquieren un tamaño de

	aproximadamente 5 cm o más de alto son llevadas a bandejas para que continúen su germinación.
Cercamiento	Se realiza por lo general con cercado en alambre o alambre con electricidad donde toda el área natural (p.e. arbustales y herbazales) con presencia de agraz se encierra para evitar la entrada de ganado.
Rotación del ganado	Esta práctica aplica para el agraz ubicado en zonas de pastos limpios, para el caso de para ganado bovino, caprino y ovino se observó la presencia de individuos de agraz adultos de edad avanzada con un porte robusto (altura más de 2 metros) completamente establecidos, donde se alterna la actividad de cosecha con el pastoreo.
Propagación / Enriquecimiento / Cultivo <i>ex situ</i>	Propagación por semillas: Las semillas para enriquecimiento o <i>cultivo ex situ</i> pueden ser obtenidas de la moñiga de las torcazas y mirlas que se posan en rocas o cercas y posteriormente las lleva a semilleros. Otros cosechadores licúan los frutos de agraz y posteriormente cueplan las semillas, estas son sembradas en bandejas con tierra negra o en suelo de mantillo de robledal (obtenido del mismo predio donde hay presencia de robledales), que retiene muy bien la humedad.
	Propagación vegetativa: Esta práctica consiste en doblar algunas ramas largas (aprox. 1 metros), por lo general las más próximas al suelo, retirarles las hojas y enterrarlas en el suelo sin separarlas del tallo parental, con el fin de que generen raíces y su crecimiento sea mayormente horizontal.
	Enriquecimiento: Esta práctica es adelantada por algunos cosechadores principalmente en las coberturas de herbazales y bordes de arbustales, las plántulas son sembradas en terreno definitivo cuando alcanzan aproximadamente entre 10 y 20 cm de altura.
	Algunas personas han realizado experimentos de enriquecimiento con plántulas obtenidas de tallos, sin embargo, refieren que estacas o esquejes de aproximadamente 20-30 cm de longitud, directamente llevados al terreno no han prosperado, deben pasar por etapa de siembra en bolsa y cuando retoñen si llevar a terreno.
	Cultivo <i>ex situ</i>: Se identificaron cultivos de pequeña escala (<1000 plantas) en los municipios de Chiquinquirá y Ráquira, la mayoría del material vegetal proveniente de semillas y en San Miguel de Sema la mayoría de material proveniente reproducción vegetativa (acodos). Los cultivos tienen 2 m entre planta y planta y 2,50 metros entre surco y surco.
	Algunos cosechadores realizan otras prácticas en este tipo de cultivos como doblar los tallos más juveniles de arbustos adultos (más de 1,5 metros de altura) para promover su crecimiento horizontal y tener mayor facilidad de acceso a los frutos.
	Cabe destacar que este cultivo debe ser registrado ante la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca para adelantar su respectivo trámite de legalidad.
Trasplante o rescate de plántulas	Algunas personas que han trasplantado plántulas que crecen en potreros a otros sitios cercanos a sus viviendas enuncian que es difícil que la plántula se establezca (25% de las sembradas logran establecerse) porque al retirarla se lástima mucho la raíz o en los casos en los que si se establece no produce frutos por esta misma razón. Recomiendan retirarla con una buena porción de suelo para luego trasplantar en huecos de 70 cm. Se realiza el trasplante de las plántulas cuando alcanzan una altura entre 15 y 20 cm.
Establecimiento de colmenas	Los cosechadores establecen que la presencia de colmenas si evidencia un aumento en la cantidad de inflorescencias en el arbusto de agraz y, por ende, una mayor producción de frutos.

Tabla 35. Actuales prácticas de manejo para el agraz en la jurisdicción CAR.

6. Régimen de uso y gobernanza sobre los recursos objeto de manejo sostenible

De acuerdo con las áreas definidas la **sección 4.1** del presente documento y las localidades visitadas en campo, en la **Tabla 36** se presentan las diferentes formas de acceso a poblaciones representativas de agraz en la jurisdicción de la CAR como áreas protegidas y otras herramientas de zonificación.

Tipo de predio	Propietario	Forma de propiedad	Uso de productos forestales no maderables
Predios privados	Dueños particulares	Falsa tradición o propiedad privada	Permitido Gobernanza: Media
Áreas protegidas			
Distrito Regional de Manejo Integrado Complejo Lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacios (CAR, 2018)	Administrado por CAR	Público	En zona de restauración: Condicionado , es decir, su uso está supeditado a permisos y/o autorizaciones por parte de la CAR Gobernanza: Media
Reserva Forestal Protectora Regional El Robledal (CAR y Universidad Militar Nueva Granada, 2009)			En zona de producción sostenible: Permitido Gobernanza: Media
Reserva Forestal Protectora Regional Páramo de El Frailejón			No presenta plan de manejo ambiental Gobernanza: Media
Reserva Forestal Protectora Nacional El Hortigal			
Reserva Forestal Protectora Regional Cuchilla El Choque			
Reserva Forestal Protectora Productora de la Cuenca alta del río Bogotá			
Zonas de reserva			
Reserva Municipal de Ráquira	Alcaldía de Ráquira	Público	Permitido Gobernanza: Baja
Otras herramientas de zonificación			
Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Medio y Bajo Suárez (CAR, s.f.)	-	Público y privado	En áreas de uso sostenible: Permitido
Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río bajo Suárez (CAR, 2017)	-		En áreas de conservación y protección ambiental: Condicionado (POMCA Río bajo Suarez)
Plan Básico de Ordenamiento Territorial Chiquinquirá (Alcaldía de Chiquinquirá, 2000)	-		En zonas de bosque protector, áreas forestales protectoras, áreas silvopastoriles: Condicionado
Plan Básico de Ordenamiento Territorial Chocontá (Alcaldía de Chocontá, 2002)	-		En áreas para la conservación y protección del medio ambiente y los recursos naturales (páramo y subpáramo, áreas forestales protectoras, áreas forestales protectoras-productoras), en zonas de restauración morfológica y rehabilitación: Condicionado En zonas agropecuarias (tradicionales): Compatible

Esquema de Ordenamiento Territorial Guachetá (Alcaldía de Guachetá, 2000)	-	En zonas de protección (Forestales protectoras-productoras, forestales productoras, páramos y subpáramos), en zonas de restauración morfológica y rehabilitación: Condicionado En zonas agropecuarias (tradicionales) y en zonas de restauración y rehabilitación ecológica: Compatible
Plan de Ordenamiento Territorial Lenguazaque (Alcaldía de Lenguazaque, s.f.)	-	En zona protectora (Zona de RFP del Páramo de Rabanal, Páramos y Subpáramos, áreas de bosque protector): Condicionado En zona productora (suelos de uso agropecuario tradicional): Compatible
Esquema de Ordenamiento Territorial San Miguel de Sema (Alcaldía de San Miguel de Sema, 2009)	-	En zonas de protección (páramos y subpáramos, áreas de bosque protector, áreas forestales protectoras): Condicionado
Esquema de Ordenamiento Territorial Machetá (Alcaldía de Machetá, 2001)	-	En zonas agropecuarias (tradicionales): Compatible
Esquema de Ordenamiento Territorial Ráquira (Alcaldía de Ráquira, 2009)	-	Áreas de infiltración para recarga de acuíferos: Principal En áreas para la conservación y protección (páramo y subpáramo, áreas forestales protectoras, áreas forestales protectoras-productoras, área forestal productora), en zonas de restauración morfológica y rehabilitación: Condicionado En zonas agropecuarias (tradicionales): Compatible

Tabla 36. Régimen de uso y gobernanza sobre el agraz en la jurisdicción CAR.

7. Evaluación de la sostenibilidad

7.1. Descripción y valoración del impacto de la cosecha

Esta valoración se realizó considerando diferentes características de los rasgos de vida de la especie que permiten valorar y determinar el impacto de la cosecha (**Tabla 37**).

Característica	Impacto bajo	Descripción
Parte utilizada	Fruto	Según Stockdaley, et al. (2019) la cosecha de frutos tiene un impacto relativamente bajo sobre la planta y por tanto, de la población, de hecho el potencial de manejo sostenible es alto para especies proveedoras de PFNM obtenidos de los frutos. Aún más teniendo en cuenta que Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) estimaron que la cosecha de los frutos de agraz corresponde al 61,1% del total de frutos producidos por arbusto, dejando alimento para la avifauna y para la germinación de individuos nuevos.
Crecimiento	Vegetativo y reproductivo	Esta especie puede crecer y desarrollarse bajo condiciones climáticas, microclimáticas y ambientales

		<p>heterogéneas, por tanto, posee unas tasas altas de adaptabilidad permitiéndole crecer y desarrollarse exitosamente en diferentes tipos de coberturas (Ligarreto, et al., 2011, Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022).</p> <p>Posee crecimiento vegetativo y sexual, sin embargo, en hábitats naturales el vegetativo es el que prevalece (Ávila, et al., 2009). Gracias a su crecimiento vegetativo o tipo clonal esta especie es excelente colonizadora que desarrolla rizomas (tallos o ramets) nuevos a partir de tallos subterráneos y lo cual le provee de una alta abundancia principalmente en áreas donde tiene disponibilidad de luz, espacio para colonizar y condiciones de suelo adecuadas (Tolvanen, 1995; Luteyn, 2002; Ligarreto, et al., 2011).</p>
Resiliencia	Alta	Es una especie que posee una alta tasa de adaptabilidad a diferentes condiciones, prosperando en diferentes coberturas (Ligarreto, et al., 2011), adicionalmente, según Luteyn (2002), esta especie tiene una alta capacidad de retoñar después de cortados sus rizomas. Asimismo, según Granados-Zarate (2013) la regeneración de esta especie se ve favorecida en sitios perturbados o perturbados abandonados.
Abundancia	Alta	Como se mencionó anteriormente, debido a su crecimiento vegetativo esta especie posee una alta abundancia, según este estudio su abundancia puede variar entre 985 y 4258 ind/ha dependiendo de la cobertura donde se encuentre.
Capacidad de reproducción	Alta	Es una especie con distribución agregada con una alta tasa de reproducción por medio de rizomas (Luteyn, 2002), según Granados-Zarate (2013) es una especie dominante en diferentes coberturas. Además de su reproducción vegetal también posee reproducción sexual a partir de semillas.
Longevidad	Alta	Es una especie longeva, según información dada por cosechadores el agraz inicia su producción entre los 4 y 5 años de edad y puede extender su edad de productiva hasta los 50 años. Adicionalmente, si su productividad en la edad más avanzada se ve limitada, sigue teniendo la capacidad de generar nuevos retoños vigorosos que en un futuro serán productivos.
Estructura de la población	Población estable y saludable	<p>Como se presentó en la sección 4.3 en las coberturas de arbustales, mosaico de pastos y espacios naturales, herbazales y pastos limpios se evidencia regeneración de la especie y adultos nuevos produciendo semillas y tallos que aportan al crecimiento saludable de la especie.</p> <p>Vale la pena destacar que el impacto sobre las poblaciones de agraz en robledales es medio, ya que el acceso limitado de luz restringe la germinación de semillas, sin embargo, se presentan adultos con un significativo número de tallos que también son claves para la regeneración de la especie.</p>
Sexualidad y polinización	Alta	El agraz es una especie monoica y presenta flores hermafroditas que le permiten tener una alta capacidad productiva. Adicionalmente, según Rodríguez, et al. (2015), posee un sistema reproductivo mixto, ya que no solo puede producir frutos por polinización cruzada sino también por autopolinización y por apomixis.

Productividad de la parte a cosechar	Alta	Su producción tipo escalonada (<i>i. e.</i> reproducción asincrónica) permite extender su cosecha hasta por tres meses (Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022). Asimismo, según el presente estudio a una planta se le puede cosechar entre 1,2 y 23,5 kg de fruto al año dependiendo del área de su copa. Otro aspecto que resaltar, es que aun cuando su capacidad de producción de fruto es muy alta, esta especie posee periodos de descanso natural, ya que no todos los años no producen las mismas plantas y según Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) corresponde a una cuarta parte del total de adultos productivos. Este aspecto disminuye el impacto de la cosecha considerablemente.
Método de cosecha	Recolección manual directamente de las plantas	El método de cosecha de la especie es manual y selectivo directamente de las plantas, además una de las prácticas de manejo más implementadas (45% de los productores entrevistados) es la advertencia de cuidado donde prácticas como no romper las ramas cuando se cosechan los frutos o pastear las vacas lejos de las plantas de agraz, promueve la protección de los arbustos de agraz a largo plazo.
Impacto en el ecosistema	Bajo	De acuerdo con las observaciones en campo de este estudio y estudios previos como el de Granados-Zarate (2013) y Caleño-Ruíz y Torres-Romero (2022) la cosecha de agraz no evidencia cambios negativos en el ecosistema circundante, por el contrario, esta actividad puede promover la conservación de áreas naturales donde el agraz esté presente por su valor económico.

Tabla 37. Descripción y valoración del impacto de la cosecha de agraz en la jurisdicción de la CAR.

7.2. Aspectos de la cadena productiva y factores externos que pueden afectar la sostenibilidad

En la **Figura 31** se presenta la cadena productiva del agraz en la jurisdicción de la CAR:

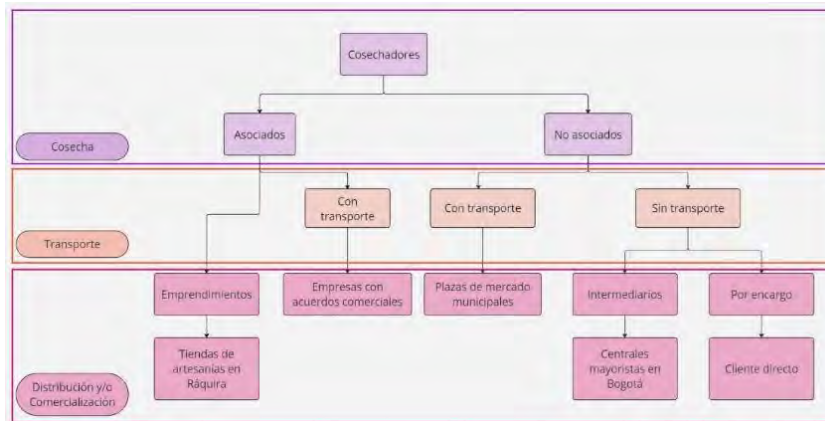


Figura 31. Cadena productiva del agraz en la jurisdicción de la CAR.

Realizando el análisis para la identificación de aspectos de la cadena productiva y factores externos que pueden afectar la sostenibilidad de la especie, se identifican los siguientes (**Tabla 38**):

Relación	Descripción	Detalle
----------	-------------	---------

Cadena productiva	Precio/Estacionalidad	<p>La alta fluctuación del precio del agraz podría considerarse una amenaza para su sostenibilidad, ya que adquirir valores muy extremos, sean bajos (~ \$ 1.500 pesos colombianos) o altos (~ \$ 20.000 pesos colombianos) trae consigo diferentes implicaciones.</p> <p>Por ejemplo, cuando está muy bajo, se contempla la posibilidad de eliminar las plantas de agraz para otros usos que representen mayores ingresos como agrícolas o pecuarios. Por otro lado, cuando está muy alto, las personas tienden a cosechar la mayor cantidad de fruto posible para sacar provecho del precio, tanto de áreas públicas como privadas, cosechando un individuo múltiples veces y en ocasiones bajo malas prácticas de aprovechamiento.</p>
Factor externo	Cambios del uso del suelo	Las poblaciones naturales de agraz se ven amenazadas por la tala de sus individuos para cambiar el uso del suelo a actividades agrícolas o ganaderas (Granados-Zarate, 2013). De hecho, algunos cosechadores establecen que recientemente las aves consumen mayor cantidad de frutos de agraz porque la tala y transformación de las áreas naturales en la región han limitado la oferta de otros frutos para su dieta alimenticia.
	Desconocimiento de la especie	En las áreas donde predominan las actividades ganaderas y mineras con una alta transformación del hábitat y también la presencia personas de otras regiones del país se evidencia una dificultad para reconocer la especie y, por lo tanto, su uso asociado e importancia ecológica, trayendo consecuencias en la valoración de la especie y por ende, amenazando su permanencia (Rodríguez-Morales, 2024).
	Plagas	Algunos cosechadores refieren la presencia de un barrenador (churrusquillo, trozador) que ataca al agraz en áreas naturales, sin embargo, a la fecha no se encuentra plenamente identificado y los reportes han sido aislados en la región.
	Gobernanza/Prácticas destructivas	En predios públicos e incluso en predios privados la gobernanza sobre los individuos de agraz se ve limitada pues se presentan casos en los que recolectores externos incursionan en estos predios sin permiso del propietario y generan daños en los individuos.
	Condiciones climáticas	<p>El incremento de la ocurrencia de eventos extremos (veranos extensos o precipitaciones muy altas) generan afectaciones en el proceso de formación de flores y frutos de agraz.</p> <p>De manera específica, el impacto de altas precipitaciones y granizadas durante la época de cosecha genera que frutos maduros e inmaduros se desprendan de la planta y, por otro lado, eventos de veranos intensos generan que las flores se sequen, marchiten y mueran, restringiendo la posterior formación de frutos.</p>

Tabla 38. Aspectos de la cadena productiva y factores externos que pueden afectar la sostenibilidad de la cosecha de agraz.

8. Lineamientos para el manejo sostenible

A partir del análisis de información que se presenta en las secciones anteriores y teniendo en cuenta las diferentes características biológicas y ecológicas del agraz descritas en la **Tabla 39** que permiten valorar el impacto de la cosecha como bajo, los **lineamientos de manejo para la especie** son:

Lineamiento de manejo	Descripción
Acciones de manejo previas a las labores de cosecha	
Trámites de legalidad	Adelantar el respectivo trámite ambiental para el manejo sostenible de la flora silvestre o de los productos forestales no maderables
Acciones de manejo durante las labores de cosecha	
Advertencia de cuidado	<p>La cosecha de agraz se realiza de manera manual, se deben garantizar acciones de cuidado como no romper o dañar las ramas cuando se coseche y realizar la cosecha selectiva de frutos pintones y maduros (Tabla 34) sin afectar el racimo donde se presentan diferentes estados fenológicos (botones florales, flores abiertas, frutos verdes) debido a la producción escalonada que presenta la especie.</p> <p>Nota: La implementación de esta práctica puede verse limitada cuando las poblaciones de agraz se encuentran alejadas de las viviendas de los cosechadores, donde es difícil hacer control y garantizar la protección y gobernanza sobre las plantas, ya que es común que recolectores externos a las viviendas incursionen en los predios para recolectar agraz sin permiso del propietario, generando daños en los individuos.</p>
Intensidad de cosecha	<p>Cosechar el 61% del total de frutos producidos por arbusto son cosechados (Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022).</p> <p>NOTA: Este valor ya se encuentra incluido en los cálculos de producción realizados y establecidos para cada rango de área de copa definido en la sección 4.4 del presente documento y por ende, el peso de frutos cosechados solicitados ante la CAR ya incluye esta intensidad de cosecha.</p>
Cosecha a individuos de tamaños específicos	Los cálculos de producción realizados y establecidos en la sección 4.4 del presente documento ya incluyen esta medida de manejo, pues son calculados sobre una intensidad de cosecha del 61,1%, dejando frutos remanentes como los ubicados en las partes altas de las copas (más de dos metros) de las plantas de agraz.
No se requiere definir tiempo de rotación para una misma planta o sitio	Esta especie presenta un periodo natural de descanso un cuarto de la población, es decir, el 75% de los individuos están productivos en cada época de cosecha (Caleño-Ruíz y Torres-Romero, 2022)
Eliminación de coberturas naturales	Se prohíbe la remoción de cobertura boscosa en las áreas de manejo sostenible antes, durante o posterior a las actividades de cosecha.
Acciones de manejo post-cosecha	
Sitio de acopio o almacenamiento	Verificar que el sitio de acopio o almacenamiento de frutos se encuentre libre de elementos contaminantes como aceites, plaguicidas o desechos sólidos o de animales.
Cumplimiento a medidas de monitoreo y seguimiento	Asegurar el cumplimiento de las medidas de monitoreo y seguimiento que se indican en el presente documento con miras a recopilar información que permita ajustar o complementar los lineamientos de manejo descritos para la especie.

Tabla 39. Lineamientos para el manejo sostenible de agraz en la jurisdicción CAR.

9. Seguimiento y monitoreo

Con el fin de evaluar la sostenibilidad de la cosecha de frutos de agraz se establece el siguiente plan de monitoreo con el fin de mejorar su capacidad de producción o ajustar y complementar su manejo. Se presenta un monitoreo obligatorio para los usuarios y, además, se plantean otras necesidades de monitoreo necesarias para ampliar el conocimiento sobre la especie.

Monitoreo para usuarios: Los usuarios a los que se les haya otorgado el acceso al manejo sostenible de agraz deben realizar el monitoreo de las variables descritas en la **Tabla 40**.

Variables para monitoreo	Detalle
Registro del peso total cosechado en el área de manejo (finca) por época de cosecha	-
Amenazas	Incluir descripciones de acciones externas que afectan la cosecha como, por ejemplo: presencia o afectación por plagas, incursión de personas externas que cosechan en el área de manejo, entre otras.
Cronograma de actividades de manejo sostenible	Se describen actividades de manejo complementarias realizadas como siembras, limpieas, cercamiento, etc.

Tabla 40. Variables para el monitoreo por parte de usuarios a los que se les haya otorgado el acceso al manejo sostenible de agraz.

Ejemplo de registro de variables de monitoreo (Tabla 41)

Registro de peso total cosechado en el área de manejo (finca)		Amenazas										
Fecha de cosecha	Peso total cosechado (kg) por finca											
3/11/2024	1,5	Se evidencia que personas externas han realizado cosecha en la parte alta de la finca										
10/11/2024	0,5	-										
Total en época de cosecha	2											
Cronograma de actividades de manejo sostenible de agraz												
Actividad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cosecha y despitonado												
Transporte local												
Empaque												
Siembras												
Limpías												

Tabla 41. Ejemplo del registro de variables de monitoreo (**Tabla 40**) para un usuario con acceso al manejo sostenible de agraz.

Otras necesidades de monitoreo

Durante la realización de este protocolo se identificaron oportunidades de investigación útiles para ampliar el conocimiento de la especie y aspectos de su producción. A continuación, se detallan:

- Porcentaje de aporte de semillas al crecimiento poblacional por parte de los individuos adultos. Este aspecto es clave ya autores como Vander-Kloet y Cabilio (1996) han reportado para otras especies del género *Vaccinium* que entre el 27 y 52% de las semillas viables que contribuyen a su crecimiento poblacional provienen únicamente de entre 2 y 6 individuos y los individuos restantes aportan menos del 1%. Y en este orden de ideas, generar también información asociada sobre la tasa de reclutamiento de las plántulas provenientes de semillas.

- Para la cobertura de robledal vale la pena estudiar la latencia de las semillas de agraz en el suelo, con el fin de comprender si ante la presencia de perturbaciones o claros las tasas de regeneración serían mayores.
- **Seguimiento fenológico y registro de producción:** Al menos por dos años consecutivos a individuos de agraz durante el tiempo que dure la cosecha. Donde se relacione el peso total cosechado por individuo. Se sugiere que se seleccionen individuos presentes en todas las coberturas donde se puede hallar el agraz (arbustales, herbazales, mosaico de pastos y espacios naturales, pastos limpios y robledales). Esta investigación permitiría determinar una relación más precisa entre el tamaño del arbusto (área de copa) y el peso total cosechado.

Además, permitiría tener más información sobre los efectos climáticos que influyen en la época de cosecha, ya que como lo refieren los cosechadores de agraz la época de cosecha cambia a nivel veredal y/o municipal, relacionándolo con condiciones climáticas y ambientales.

- Teniendo en cuenta que el análisis de suelos en este estudio fue netamente descriptivo, vale la pena que sea complementado con una caracterización física y química detallada de los suelos, ya que de acuerdo con información dada por los cosechadores de agraz factores como la acidez y presencia de diferentes minerales son claves para el crecimiento de los frutos de agraz y en la presencia de la especie.

10. Referencias bibliográficas

- Abreu, O. A., Barreto, G., y Prieto, S. (2014). *Vaccinium* (ericaceae): Ethnobotany and pharmacological potentials. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 26(7), 577–591. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v26i7.16404>
- Acuña-Cabanzo. (2013). Potencial de regeneración de rastrojos y bosques secundarios en la sabana de Bogotá [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana]. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/17925/AcunaCabanzoAndrea2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Agudelo, C. D., Arango, S., Cortés-Mancera, F., Rojano, B., y Maldonado, M. E. (2017). Antiproliferative and pro-apoptotic effects of Andean berry juice (*Vaccinium meridionale* Swartz) on human colon adenocarcinoma SW480 cells. *Journal of Medicinal Plants Research*, 11(24), 393–402. <https://doi.org/10.5897/jmpr2017.6401>
- Agudelo, C. D., Ceballos, N., Gómez-García, A., y Maldonado-Celis, M. E. (2018). Andean Berry (*Vaccinium meridionale* Swartz) Juice improves plasma antioxidant capacity and IL-6 levels in healthy people with dietary risk factors for colorectal cancer. *Journal of Berry Research*, 8(4), 251–261. <https://doi.org/10.3233/JBR-180312>
- Alcaldía municipal de Chiquinquirá. (2000). Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Chiquinquirá. Recuperado el día 25 de junio de 2024 de <https://www.fonvichiq.gov.co/planes/pbot-chiquinquiray-sus-actualizaciones>
- Alcaldía municipal de Chocontá. (2002). Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Chocontá. Recuperado el día 25 de junio de 2024 de <https://repositoriocdim.esap.edu.co/handle/20.500.14471/12003>
- Alcaldía municipal de Guachetá. (2000). Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Guachetá. Recuperado el día 25 de junio de 2024 de <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/20.500.14471/22770/27103-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alcaldía municipal de Guachetá. (2023). Revisión y ajuste general del Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Guachetá del Departamento de Cundinamarca, con enfoque regional. Recuperado el día 25 de junio de 2024 de https://guachetacundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/guachetacundinamarca/content/files/000711/35528_documento-tecnico-de-soporte--agosto-2023.pdf
- Alcaldía municipal de Lenguazaque. (s.f.). Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Lenguazaque. Recuperado el día 25 de junio de 2024 de <https://es.scribd.com/document/599193359/EOT-lenguazaque>
- Alcaldía municipal de Machetá. (2001). Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Machetá. Recuperado el día 25 de junio de 2024 de <http://www.macheta-cundinamarca.gov.co/planes/esquema-de-ordenamiento-territorial-eot-ajuste-con-acuerdo>
- Alcaldía municipal de Ráquira. (2009). Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Ráquira. Recuperado el día 25 de junio de 2024 de <https://ordenamiento.boyaca.gov.co/planes-y-esquemas-de-ordenamiento-territorial/>
- Alcaldía municipal de San Miguel de Sema. (2009). Esquema de ordenamiento territorial del municipio de

San Miguel de Sema 2001 – 2009. Recuperado el día 25 de junio de 2024 de <https://ordenamiento.boyaca.gov.co/planes-y-esquemas-de-ordenamiento-territorial/>

- Armenteras, D., Gast, F., y Villareal, H. (2003). Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the eastern Andes, Colombia. *Biological Conservation*, 113(2), 245–256. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00359-2](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00359-2)
- Ávila-Díaz-Granados, R. A., Orozco-Silva, O., Ligarreto-Moreno, G., Magnitskiy, S., y Rodríguez, A. (2009). Influence of mycorrhizal fungi on the rooting of stem and stolon cuttings of the colombian blueberry (*Vaccinium meridionale* Swartz). *International Journal of Fruit Science*, 9(4), 372–384. <https://doi.org/10.1080/15538360903378575>
- Ávila-Rodríguez, H. G., Cuspoca-Riveros, J. A., Fischer, G., Ligarreto, G., y Quicazán, M. C. (2007). Caracterización Físicoquímica y Organoléptica del Fruto de Agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) Almacenado 1 a 2°C. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 60(2), 4179–4193. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v60n2/a19v60n2.pdf>
- Baena-Salazar, D., Fuentes-Hernández, J. S., Pino-Reyes, L. T., Marín-Durán, S., Horta-Pérez, S. V., & Fonseca-González, W. C. (2020). Contexto Regional Andina. Observatorio Regional ODS. <http://hdl.handle.net/1992/47782>
- Barragán, A. (2011). Evaluación de procesos para la elaboración de conservas de frutos de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz). [Tesis de especialización]. Universidad Nacional de Colombia.
- Bernal, L. J., Melo, L. A., y Díaz Moreno, C. (2014). Evaluation of the Antioxidant Properties and Aromatic Profile During Maturation of The Blackberry (*Rubus glaucus* Benth) and The Bilberry (*Vaccinium meridionale* Swartz). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 67(1), 7209–7218. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v67n1.42649>
- Bravo, K., Alzate, F., y Osorio, E. (2016). Fruits of selected wild and cultivated Andean plants as sources of potential compounds with antioxidant and anti-aging activity. *Industrial Crops and Products*, 85, 341–352. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.074>
- Buitrago, C. M., Rincón, M. C., Balaguera-López, H. E., y Ligarreto, G. A. (2015). Tipificación de Diferentes Estados de Madurez del Fruto de Agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) Classification of Different Maturity Stages of Agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) Fruit. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 68(1), 7521–7531. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v68n1.47840>.
- Cáceres, Y., & Rada, F. (2010). ¿Cómo responde la especie leñosa *Vaccinium meridionale* a la temperatura en su límite altitudinal de distribución en los Andes tropicales? ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/264194256_Como_responde_la_especie_leñosa_Vaccinium_meridionale_a_la_temperatura_en_su_limite_altitudinal_de_distribucion_en_los_Andes_tropicales
- Caleño-Ruiz, B. L. y Torres-Romero, M. C. (2022). Caracterización de poblaciones y producción silvestre de frutos de agraz (*Vaccinium meridionale* Sw.) en el municipio de Ráquira, Boyacá: bases para su protocolo de manejo sostenible Altiplano Cundiboyacense = Characterization of populations and wild production of agraz fruits (*Vaccinium meridionale* Sw.) in Ráquira, Boyacá: bases for its sustainable management protocol in the Altiplano Cundiboyacense / Blanca Luz Caleño Ruiz. – Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Castrillón, J. C., Carvajal, E., Ligarreto, G., y Magnitskiy, S. (2008). El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) en diferentes sustratos.

- Castro, C., Olarte, Y., Rache, L., y Pacheco, J. (2012). Development of a germination protocol for blueberry seeds (*Vaccinium meridionale* Swartz). *Agronomía Colombiana*, 30(2), 196–203. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652012000200006
- Castro-Restrepo, D., y Álvarez-Guzmán, J. A. (2013). Micropropagación clonal de tres genotipos mortiño, *Vaccinium meridionale* Sw., por proliferación de yemas axiliares. *Actualidades Biológicas*, 35(99), 145–160. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-35842013000200002
- Castro-Sanabria, S. (2023a). Informe de estudio técnico para el manejo sostenible del Agraz (*Vaccinium meridionale*) con la Asociación de Productores de la Vereda Torres del municipio de Ráquira, Boyacá – ASOTORRES en Ráquira, Boyacá. (Informe inédito). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Castro-Sanabria, S. (2023b). Informe de estudio técnico para el manejo sostenible del agraz (*Vaccinium meridionale*) con productora independiente en Ráquira, Boyacá. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
- Celis-Tarazona, A. y Asociación de productores de la vereda Torres Asociación de Productores de la Vereda Torres del municipio de Ráquira, Boyacá – ASOTORRES. (2023). Monitoreo participativo de agraz (*Vaccinium meridionale*) en el municipio de Ráquira Boyacá (Informe inédito). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Chamorro, F. J., y Nates-Parra, G. (2015). Biología floral y reproductiva de *Vaccinium meridionale* (Ericaceae) en los Andes orientales de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 63(4), 1197–1212. <https://doi.org/10.15517/rbt.v63i4.18022>
- Chaparro de Valencia, M., y Becerra de Lozano, N. (1995). Anatomía del fruto del “agraz” *Vaccinium meridionale* Swartz. *Acta biológica colombiana*, 2(9), 159–172.
- Chaparro, M., y Ramírez, F. (1993). Notas Sobre la Morfología, Anatomía y Germinación del Agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz.). *Agronomía Colombiana*, 10(2), 151–159. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/21275>
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. (s.f.). Actualización Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica POMCA Río Medio y Bajo Suárez. Prospectiva & Zonificación. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Bogotá.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. (2017). Actualización Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica POMCA Río Alto Suárez. Informe prospectiva & Zonificación. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Bogotá.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. (2018). Plan de manejo ambiental del Distrito Regional de Manejo Integrado Complejo Lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacio. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Dirección de Gestión de Ordenamiento Ambiental del Territorio – DGOAT. Obtenido de <https://www.car.gov.co/vercontenido/4287>
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR y Universidad Militar Nueva Granada. (2009). Plan de manejo ambiental de la Reserva Forestal Protectora El Robledal. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Universidad Militar Nueva Granada.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2020). Descarga de datos geoestadísticos.

Nivel de referencia de veredas. Recuperado el día 25 de junio de 2024 de <https://www.dane.gov.co/files/geoportal-provisional/>

- Díaz-Ayala, K. (2021). Evaluación de protocolos para la propagación masiva ex vitro de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) a partir de estacas. Tesis de Pregrado. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Bogotá. Colombia.
- Díaz-Uribe, C., Vallejo, W., Camargo, G., Muñoz-Acevedo, A., Quiñones, C., Schott, E., y Zarate, X. (2019). Potential use of an anthocyanin-rich extract from berries of *Vaccinium meridionale* Swartz as sensitizer for TiO₂ thin films – An experimental and theoretical study. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 384, 112050. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2019.112050>
- Durán, S., Teresa, V., Sánchez, M., y Uzcátegui, D. B. (2008). Factores que determinan la germinación del *Vaccinium meridionale* Sw. (Chivacú) del páramo La Culata. *Creando*, 0(0), 19-23–23.
- Echeverri-Gómez, A. y Toro.Murillo, J. (2009). Conozcamos y usemos el mortiño. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. Corantioquia. Tercera Edición. Colombia. 28 p.
- Etter, A., & Villa, L. (2000). Andean forests and farming systems in part of the eastern cordillera (Colombia). *Mountain Research and Development*, 20(3), 236-245. [https://doi.org/10.1659/0276-4741\(2000\)020\[0236:AFAFSI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1659/0276-4741(2000)020[0236:AFAFSI]2.0.CO;2)
- Franco, Y., Rojano, B., Alzate, A. F., Restrepo, C., Rivero, D. M., y Maldonado, M. E. (2016). Efecto del tiempo de almacenamiento sobre propiedades fisicoquímicas y antioxidantes de productos derivados del fruto de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz). *Vitae*, 23(3), 184–193. <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v23n3a04>
- Gamba-Artunduaga, C. E., Torres-Abella, C.A. y Valencia-Orozco, J. A. (2020). Estudio de prefactibilidad para la creación de una planta procesadora de pulpas de fruta en Chocontá- Cundinamarca. Tesis de posgrado. Corporación Universitaria Minuto de Dios. Bogotá. 114 p.
- García M., C. L., y Ligarreto M., G. A. (2014). Effect of fruit size on the growth and development of Andean blueberry (*Vaccinium meridionale* Swartz) seedlings from four locations in the Colombian Andes. *Agronomía Colombiana*, 32(1), 14–21. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v32n1.38714>
- Garzón, G. A., Narváez, C. E., Riedl, K. M., y Schwartz, S. J. (2010). Chemical composition, anthocyanins, non-anthocyanin phenolics and antioxidant activity of wild bilberry (*Vaccinium meridionale* Swartz) from Colombia. *Food Chemistry*, 122(4), 980–986. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.017>
- Gaviria, C., Hernández, J. D., Lobo, M., Medina, C. I., y Rojano, B. A. (2012). Cambios en la Actividad Antioxidante en Frutos de Mortiño (*Vaccinium meridionale* Sw.) durante su Desarrollo y Maduración. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 65(1), 6487–6495. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472012000100019
- Gaviria-Montoya, C., Ochoa-Ospina, C., Sánchez-Mesa, N., Medina-Cano, C., Lobo-Arias, M., Galeano-García, P., Mosquera Martínez, A., Tamayo Tenorio, A., Lopera Pérez, Y., y Rojano, B. (2009). Actividad antioxidante e inhibición de la peroxidación lipídica de extractos de frutos de mortiño (*Vaccinium meridionale* SW). *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas*, 8(6), 519–528.
- GBIF.org. (2023). *Vaccinium meridionale* Swartz in GBIF Backbone Taxonomy. GBIF. Recuperado de <https://www.gbif.org>. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2024-11-01.

- González, M., Samudio, I., Sequeda-Castañeda, L. G., Celis, C., Iglesias, J., y Morales, L. (2017). Cytotoxic and antioxidant capacity of extracts from *Vaccinium meridionale* Swartz (Ericaceae) in transformed leukemic cell lines. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 7(3), 24–30. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2017.70305>
- Granados-Zarate, D. E. (2013). Evaluación del estado de conservación de las poblaciones de *Vaccinium meridionale* Swartz (Ericaceae) ubicadas en el nororiente del Departamento de Cundinamarca (Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana). Facultad de Ciencias, Carrera de Biología, Bogotá D.C.
- Guzmán M, Cortázar T. (2011). Inhibición de las actividades colagenasa y elastasa en fibroblastos humanos estimulados con UVB. *Cosmét Tecnol Lat*, 2:19–23.
- Halliwell, B., Aeschbach, R., Löliiger, J., & Aruoma, O. I. (1995). The characterization of antioxidants. En *Food and Chemical Toxicology* (Vol. 33, Número 7). [https://doi.org/10.1016/0278-6915\(95\)00024-V](https://doi.org/10.1016/0278-6915(95)00024-V)
- Hernández, M. I., Lobo, M., Medina, C. I., Cartagena, J. R., y Delgado, O. A. (2009). Comportamiento de la germinación y categorización de la latencia en semillas de mortiño (*Vaccinium meridionale* Swartz). *Agronomía Colombiana*, 27(1), 15–23. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/11326>
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM. Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (2017) Versión 2.1. Obtenido de <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, (2020). Normales climatológicas de los últimos 30 años (1991-2020). Estación pluviométrica Ráquira [24010180]. Obtenido de <http://archivo.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, (2021). Manual de campo Inventario Forestal Nacional Colombia, Versión 5.2. Adaptado de “IDEAM 2018. Manual de Campo Inventario Forestal Nacional Colombia, Versión 4.0. Colombia, Bogotá, 2020. 160 páginas”. Colombia, Bogotá. 162 páginas
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, (2024). Datos de precipitación total mensual (mm) para el periodo Junio 2022 – Abril 2023. Obtenido de <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>
- Joseph, J. A., Shukitt-Hale, B., Denisova, N. A., Bielinski, D., Martin, A., McEwen, J. J., & Bickford, P. C. (1999). Reversals of age-related declines in neuronal signal transduction, cognitive, and motor behavioral deficits with blueberry, spinach, or strawberry dietary supplementation. *Journal of Neuroscience*, 19(18). <https://doi.org/10.1523/jneurosci.19-18-08114.1999>
- Ligarreto, G. (2009). Descripción del género *Vaccinium*, estudio de caso: agraz o mortiño (*Vaccinium meridionale* Swartz). En G. Ligarreto (Ed.), *Perspectivas del cultivo de agraz o mortiño (Vaccinium meridionale Swartz) en la zona altoandina de Colombia* (pp. 13–27). Universidad Nacional de Colombia.
- Ligarreto, G. (2011). *Agraz (Vaccinium meridionale Swartz): Algunas prácticas de cultivo y poscosecha*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Universidad Nacional de Colombia.
- Ligarreto, G., Patiño, M. del P. y Magnitskiy, S. (2011). Phenotypic plasticity of *Vaccinium meridionale* (Ericaceae) in wild populations of mountain forests in Colombia. *Revista de Biología Tropical*. 59 (2).

Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442011000200004

- Linares-Prieto, R. (2000). Bases ecológicas para la silvicultura del bosque natural. Estudio de caso del Catival (*Prioretum copaiderae*). *Colombia Forestal* 6(13).
- Lopera, Y. E., Fantinelli, J., González Arbeláez, L. F., Rojano, B., Ríos, J. L., Schinella, G., y Mosca, S. (2013). Antioxidant activity and cardioprotective effect of a nonalcoholic extract of *Vaccinium meridionale* Swartz during ischemia-reperfusion in rats. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013(Article ID 516727), 1–10. <https://doi.org/10.1155/2013/516727>
- López, R., y Cavelier, I. (2007). Productos forestales no maderables en los Andes colombianos: una aproximación a su conocimiento y monitoreo. En D. Armenteras y N. Rodríguez (Eds.), *Monitoreo de los ecosistemas andinos 1985-2005: Síntesis y perspectivas* (pp. 91-104). Bogotá D.C., Colombia: Instituto Alexander von Humboldt.
- López-Camacho, R., Casas-Caro, L. F., Torres-Romero, M. C. y Murcia-Orjuela, G. (en proceso de publicación). Guía para la elaboración de estudios técnicos y protocolos para el manejo sostenible de la flora silvestre y de los productos forestales no maderables. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- López-Camacho, R., & Murcia-Orjuela, G. (2020). Productos Forestales No Maderables-PFNM en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Unión Europea; Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- López-Camacho, R., Navarro-López, J., & Caleño, B. (2016). Productos forestales no maderables de Corpochivor. Una mirada a los regalos del bosque.
- Luteyn, J. (2002). Diversity, adaptation, and endemism in neotropical Ericaceae: Biogeographical patterns in the Vaccinieae. *The Botanical Review*, 68(1), 55–87.
- Luteyn, J. L. (1991). Key to the subfamilies and genera of neotropical Ericaceae. *Nordic Journal of Botany*, 11(6), 623–627. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1991.tb01273.x>
- Luteyn, J., y Pedraza-Peñalosa, P. (2023). Blueberry Relatives of the New World Tropics (Ericaceae). Recuperado el 18 de enero de 2020, de The New York Botanical Garden website: <http://sweetgum.nybg.org/science/projects/ericaceae/>
- Maldonado-Celis, M. E., Franco, Y. N., Agudeio, C., Sulay, S., y Rojano, B. (2018). Andean berry (*Vaccinium meridionale* swartz). En Yahia E. (Ed.), *Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry and Human Health* (2.ª ed.) (pp. 869–881). <https://doi.org/10.1002/9781119158042.ch40>
- Maldonado-Celis, M. E., Arango-Varela, S. S., y Rojano, B. A. (2014). Free radical scavenging capacity and cytotoxic and antiproliferative effects of *Vaccinium meridionale* Sw. against colon cancer cell lines. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19(2), 172–184. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962014000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- Martínez, J. J., Rojas, H. A., Borda, G. del C., Hastamorir, A. N., y Medina, M. F. (2011). Estabilidad de Antocianinas en Jugo y Concentrado de Agrad (*Vaccinium meridionale* Sw.). *Revista de La Facultad de Agronomía*, 64(1), 6015–6022. <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/26410>

- Medina, C. I., Lobo, M., Patiño, M. del P., Ligarreto, G. A., Delgado, Ó. A., Lopera, S. A., & Toro, J. L. (2009). Variabilidad morfológica en agraz o mortiño (*Vaccinium meridionale* Swartz) en la zona altoandina de Colombia). En G. Ligarreto (Ed.), *Perspectivas del cultivo de agraz o mortiño (Vaccinium meridionale Swartz) en la zona altoandina de Colombia*.
- Medina-Cano, C. I., Martínez Bustamante, E., y López Orozco, C. A. (2019). Phenological scale for the mortiño or agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) in the high Colombian Andean area. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 72(3), 8897–8908. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v72n3.74460>
- Medina, C.I. y M.A. Lobo. (2004). Colecta, conservación y caracterización de diversas poblaciones de *Vaccinium meridionale* (mortiño), presentes en los bosques altoandinos de la jurisdicción de Corantioquia para promover su utilización sostenible. Informe final técnico del proyecto. Corpoica, C.I. La Selva, Rionegro. 32 pp.
- Medina, C. I., Lobo, M., Castaño, Á. A., y Cardona, L. E. (2015). Análisis del desarrollo de plantas de mortiño (*Vaccinium meridionale* Swart.) bajo dos sistemas de propagación: clonal y sexual. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(1), 65–77. https://doi.org/10.21930/rcta.vol16_num1_art:390
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, (2021). Decreto 690 de 2021 (24 de junio). Por el cual se adiciona y modifica el Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015, del sector de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables, y se adoptan otras determinaciones.
- Miranda-Montero, Y. (2021). Diversidad genética y morfológica de la especie promisoría *Vaccinium meridionale* Sw. en localidades de la Cordillera Central y Oriental de Colombia [Tesis de Maestría]. Universidad Industrial de Santander.
- Mosquera, A., Tamayo, A., Rojano, B., Gaviria, C., Medina, C., Ochoa, C., Ligarreto, G., Montoya, I., Muñoz, J., Toro, J., Martínez, L., Patiño, M., Lobo, M., Sánchez, N., Delgado, O., Galeano, P., Lopera, S., Magnitskly, S. y Torres, W. (2009). *Perspectivas del cultivo de agraz o mortiño (Vaccinium meridionale Swartz) en la zona altoandina de Colombia*. Primera Edición. Ligarreto, G. (Eds). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia.
- Odum, E. (1972). *Ecología*. Tercera Edición. Nueva Editorial Interamericana. México D.F. Obtenido de https://pubhtml5.com/jots/xmna/Ecolog%C3%ADa,_Eugene_P._Odum/
- Ochoa-Agudelo, S. (2014). Producción de vinagre a partir de Mortiño (*Vaccinium meridionale*) mediante procesos fermentativos y seguimiento de su actividad antioxidante. [Tesis de magíster, Universidad Nacional de Colombia], 96 p. <http://www.bdigital.unal.edu.co/46342/>
- Parra, J. E. (1996). Modelos de análisis de correspondencias múltiples. Centro de Estadística e investigación de Operaciones. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Universidad del Zulia. Maracaibo. 14 p.
- Pedraza-Peñalosa, P. (2023). *Vaccinium meridionale* Sw. En Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). (2015). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia* recuperado el día 26 de junio de 2023 website: <http://catalogoplantadecolombia.unal.edu.co>
- Peters, C. (1994). Sustainable harvest of non-timber plant resources in tropical moist forest: An ecological primer.
- Peyre, G. (2015). Plant diversity and vegetation of the Andean Páramo [Tesis doctoral, Universidad de

Barcelona. Universidad de Aarhus]. <http://www.tdx.cat/handle/10803/296441>

- Pinilla-Gallego, M. S., y Nates-Parra, G. (2015). Visitantes florales y polinizadores en poblaciones silvestres de agraz (*Vaccinium meridionale*) del bosque andino colombiano. *Revista Colombiana de Entomología*, 41(1), 112–119.
- Quevedo-Rubiano, S. (2020). Caracterización bajo el enfoque SIAL y análisis de la competitividad sistémica: el caso del agraz de las provincias de Occidente y Ricaurte (Boyacá - Colombia) [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional de Colombia.
- Quintero-Quiroz, J., Galvis-Pérez, Y., Galeano-Vásquez, S., Marín-Echeverri, C., Franco-Escobar, C., Ciro-Gómez, G., Nuñez-Rangel, V., Aristizabal-Rivera, J., y Barona-Acevedo, J. (2019). Physico-chemical characterization and antioxidant capacity of the colombian berry (*Vaccinium meridionale* swartz) with a high-polyphenol content: Potential effects in people with metabolic syndrome. *Food Science and Technology*, 39(3), 573–582. <https://doi.org/10.1590/fst.32817>
- Rodríguez-C, A., Chamorro, F. J., Calderón, L. V., Pinilla, M. S., Henao, M., Ospina, R., & Nates-Parra, G. (2015). Polinización por abejas en cultivos promisorios de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias.
- Rodríguez-Morales, M. A. (2024). Distribución y uso de *Vaccinium meridionale* (Ericaceae) en la jurisdicción CAR del Altiplano Cundiboyacense. Tesis de Maestría. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Bogotá.
- Rodríguez-Reyes, M. P. (en proceso de publicación), Manejo y diversidad genética de poblaciones de agraz (*Vaccinium meridionale* Sw.) en el Altiplano Cundiboyacense. Tesis de Maestría. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Bogotá.
- Ruiz S. L., Sánchez E., Tabares E., Prieto A., Arias J. C, Gómez R., Castellanos D., García P., Rodríguez L. (eds). 2007. Diversidad biológica y cultural del sur de la Amazonia colombiana - Diagnóstico. Corpoamazonia, Instituto Humboldt, Instituto Sinchi, UAESPNN, Bogotá D. C. – Colombia. 636 p.
- Shen, M., Li, K., Jing, H., y Zheng, L. (2018). In Vivo Therapeutic Effect of *Vaccinium meridionale* Swartz in Ischemia-Reperfusion Induced Male Albino Rats. *Journal of Food Science*, 83(1), 221–228. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13986>
- Sierra Escobar, J. A., Henao, D. M., Suaza, D. S., Garcés, M. V. G., & Abril, M. A. Q. (2020). Especies Pioneras, Persistentes Y Ensayos De Germinación En Bosques Montanos De La Cordillera Central, Colombia. *Ciencia en Desarrollo*, 11(2). <https://doi.org/10.19053/01217488.v11.n2.2020.10645>
- Smith, S.E. & Read, D.J. (1997). Mycorrhizal Symbiosis. Ed. 2. Academic Press. San Diego.
- Species 2000 y ITIS Catalogue of Life. (2019). Catalogue of Life, *Vaccinium meridionale* Sw. Recuperado el 16 de diciembre de 2019, de <https://www.gbif.org/es/species/4170835>
- Stockdaley, M., López, C., Blauert, J., Miranda, M., Arancibia, E., y Edouard, F. (2019). Manejo comunitario sustentable de Productos Forestales No Maderables. Editorial Ideograma.
- Su, Z. (2012). Anthocyanins and Flavonoids of *Vaccinium* L. *Pharmaceutical Crops*, 3(1), 7–37. <https://doi.org/10.2174/2210290601203010007>
- Suárez-Ballesteros, C. I., Calderón-Hernández, M., & Mancipe-Murillo, C. (2018). Propagación sexual y tolerancia a la desecación del agraz (*Vaccinium meridionale* Sw) de tres fuentes semilleras localizadas en Ráquira, San Miguel de Sema (Boyacá) y Gachetá (Cundinamarca). *Revista de la Academia*

- Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 42(163). <https://doi.org/10.18257/raccefyfyn.614>
- Tolvanen, A. (1995). Aboveground growth habits of two *Vaccinium* species in relation to 83otánico. *Canadian Journal of Botany*, 73, 465–473.
- Torres, D., Reyes-Dieck, C., Gallego, E., Gómez-García, A., Posada, G., y Maldonado-Celis, M. E. (2018). Botánicos osmodehydrated andean 83otán (*Vaccinium merdionale* Swartz) on overweight adults. *Vitae*, 25(3), 141–147. <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v25n3a04>
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria-UPRA. Frontera agrícola de los municipios de Chiquinquirá, Ráquira, San Miguel de Sema, Guachetá, Villapinzón, Carmen de Carupa, Chocontá, Mchetá y Lenguaque. Recuperado el día 18 de enero de 2024 de <https://sipra.upra.gov.co/nacional>
- Vander-Kloet, S. P., y Cabilio, P. (1996). Ten Year Study of the Annual Variation in Berry and Seed Production in a Population of *Vaccinium corymbosum* L. *American Midland Naturalist*, 135(2), 349–356. <https://doi.org/10.2307/2426718>
- Wilbur, R.L. and Luteyn, J.L. (2008) A Synopsis of the Mexican and Central American Species of *Vaccinium* (Ericaceae). *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 2, 207-241. <http://www.jstor.org/stable/41971620>
- Zapata, I., Alzate, A., Zapata, K., Arias, J., Puertas, M., Rojano, B. (2018). Effect of pH, temperature and time of extraction on the antioxidant properties of *Vaccinium meridionale* Swartz. *Journal of Berry research*. 9(1). 10.3233/JBR-18299
- Zapata, I. C., Ochoa, S., Maldonado, M. E., Zapata, A. D., y Rojano, B. (2016). Cytotoxic effect and antioxidant activity of Andean berry (*Vaccinium meridionale* Sw) wine. *Journal of Medicinal Plants Research*, 10(27), 402–408. <https://doi.org/10.5897/jmpr2016.6100>
- Zapata, I. C., Villacorta, V., Maldonado, M. E., Castro-Restrepo, D., y Rojano, B. (2015). Antioxidant and cytotoxic activity of black and green tea from *Vaccinium meridionale* Swartz leaves. *Journal of Medicinal Plants Research*, 9(13), 445–453. <https://doi.org/10.5897/jmpr2014.5744>