

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Ingeniería Agronómica

**Caracterización morfológica de poblaciones naturales de *Macleania rupestris*
Kunth A.C. Smith (joyapa) en las provincias Azuay y Cañar**

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Agrónomo


Autores:

Alexandra Estefanía Japa Anguisaca

Alfredo Geovanny Valverde Nugra

Director:

Paulina Germania Villena Ochoa

ORCID:  0000-0002-3444-617X

Cuenca, Ecuador

2023-10-20

Resumen

Macleania rupestris conocida como joyapa, es una Ericácea con propiedades nutricionales, ecológicas y ambientales. En Ecuador, ha sido poco estudiada, es por ello, que propusimos el presente trabajo como una contribución al conocimiento de esta especie mediante la caracterización morfológica de poblaciones naturales de *Macleania rupestris* Kunth A.C. Smith (joyapa) en las provincias Azuay y Cañar, este estudio permitió identificar áreas de distribución de la especie y valorar su variabilidad, convirtiéndose en información valiosa como base para futuros programas de producción, así como para programas de fitomejoramiento. Para el estudio se escogieron 4 poblaciones representativas en las provincias del Azuay y Cañar, en cada localidad se seleccionaron al azar 50 plantas para ser descritas morfológicamente con un total de 26 descriptores morfológicos entre cualitativos y cuantitativos. Para analizar la variabilidad se utilizó prueba de Levene, de Shapiro-Wilk y de acuerdo al tipo de datos obtenidos se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis o un ANOVA, los datos obtenidos en cuanto a variables cualitativas no presentaron diferencias; sin embargo, en las variables cuantitativas se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas respecto a la hoja como: peciolo, ancho y longitud. En Cañar la localidad de Luis Cordero presentó los frutos con mayor tamaño y en Azuay la localidad de Nabón sobresalió en esta provincia respecto también de fruto, siendo estos superiores incluso a los de Luis Cordero en Cañar. Las diferencias dadas en las localidades podrían ser afectadas por factores como: cantidad de materia orgánica, la altitud, pH, CE, el tipo y la profundidad del suelo. Estos resultados podrán facilitar la toma de decisiones respecto a su conservación, su posible uso sostenible e incluirlos en modelos de desarrollo agroecológicos que beneficien a las comunidades.

Palabras clave: especies endémicas, páramos



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

Macleania rupestris, known as joyapa, is an Ericaceae with nutritional, ecological and environmental properties. In Ecuador, it has been little studied, which is why we proposed this work as a contribution to the knowledge of this species through the morphological characterization of natural populations of *Macleania rupestris* Kunth A.C. Smith (joyapa) in the Azuay and Cañar provinces, this study made it possible to identify distribution areas of the species and assess its variability, becoming valuable information as a basis for future production programs, as well as for plant breeding programs. For the study, 4 representative populations were chosen in the provinces of Azuay and Cañar, in each locality 50 plants were randomly selected to be described morphologically with a total of 26 morphological descriptors between qualitative and quantitative. To analyze the variability, the Levene and Shapiro-Wilk tests were used and, according to the type of data obtained, the Kruskal-Wallis test or an ANOVA was applied. The data obtained in terms of qualitative variables did not present differences; However, in the quantitative variables, statistically significant differences were evident with respect to the leaf such as: petiole, width and length. In Cañar, the town of Luis Cordero presented the largest fruits and in Azuay, the town of Nabón stood out in this province with respect to fruit as well, these being superior even to those of Luis Cordero in Cañar. The differences in localities could be affected by factors such as: amount of organic matter, altitude, pH, EC, soil type and depth. These results may facilitate decision-making regarding their conservation, their possible sustainable use and include them in agro-ecological development models that benefit communities.

Keywords: endemic species, moorlands



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

Introducción	11
1. Revisión bibliográfica	12
1.1. Familia Ericácea.....	12
1.2. Descripción de la especie.....	12
1.3. Morfología de la especie	13
1.4. Características nutricionales de la especie <i>Macleania rupestris</i>	13
1.5. Métodos de propagación	14
1.6. Caracterización y descriptores morfológicos	15
2. Objetivos	16
2.1. Objetivo general	16
2.2. Objetivos específicos.....	16
3. Hipótesis	16
4. Metodología	17
4.1. Área de estudio	17
4.2. Método	18
4.3. Taxonomía	19
4.4. Descriptores	19
4.5 Formas.....	19
4.6. Colores.....	19
4.7. Número	19
4.8. Longitud (cm)	19
4.9. Peso (g).....	20
4.10. Porcentaje de humedad	20
4.11. Profundidad del suelo.....	20
4.12. Análisis de suelos.....	20
4.13. Análisis de datos	21

UCUENCA

5

5. Resultados y discusión.....	21
Conclusiones	31
Recomendaciones	32
Referencias.....	33
Anexos.....	36

Índice de figuras

Figura 1. Área de estudio de <i>Macleania rupestris</i> en las cuatro localidades.....	18
Figura 2. Gráfico del comportamiento de descriptores cuantitativos, C altura de la planta (m) y D longitud del raquis de <i>Macleania rupestris</i> en cuatro localidades. Los diferentes rangos (C, D) muestran diferencias significativas entre las localidades	24
Figura 3. Gráfico de descriptores cuantitativos, A peciolo (mm) B ancho de la hoja (cm) y C longitud de la hoja de <i>Macleania rupestris</i> en cuatro localidades. Los diferentes rangos (A, B, C) muestran diferencias significativas entre las localidades.....	25
Figura 4. Gráfico del comportamiento de descriptores cuantitativos, A longitud de entrenudos (cm) y B número de flores por racimo de <i>Macleania rupestris</i> en cuatro localidades. Los diferentes rangos (A, B) muestran diferencias significativas entre las localidades.....	26
Figura 5. Gráfico del comportamiento de descriptores cuantitativos, C longitud de la hoja (cm) y D número de frutos por racimo de <i>Macleania rupestris</i> en cuatro localidades. Los diferentes rangos (C, D) muestran diferencias significativas entre las localidades	27
Figura 6. Gráfico de descriptores cuantitativos, G peso del fruto (g) y H número de semillas por fruto de <i>Macleania rupestris</i> en cuatro localidades. Los diferentes rangos (G, H) muestran diferencias significativas entre las localidades.....	28
Figura 7. Gráfico del comportamiento de descriptores cuantitativos, E ancho del fruto (mm) y F longitud del fruto (mm) de <i>Macleania rupestris</i> en cuatro localidades. Los diferentes rangos (E, F) muestran diferencias significativas entre las localidades	29
Figura 8. Gráfico del comportamiento de descriptores cuantitativos, A porcentaje de humedad del fruto (%) y B grados brix del fruto (°Bx) de <i>Macleania rupestris</i> en cuatro localidades. Los diferentes rangos (A, B) muestran diferencias significativas entre las localidades.....	30
Figura 9. Diseño de muestreo para <i>M. rupestris</i> en donde se seleccionaron cincuenta muestras botánicas por cada población en cuatro localidades, dos en la provincia de Cañar y dos en Azuay	38
Figura 10. Fundas usadas para la selección de especímenes	38
Figura 11. Especímenes de <i>M. rupestris</i> seleccionados	38
Figura 12. Hojas de <i>M. rupestris</i>	39
Figura 13. Flores de <i>M. rupestris</i>	39
Figura 14. Frutos de <i>M. rupestris</i>	39

Figura 15. Muestras de suelos de las localidades	39
Figura 16. Análisis de suelos	39
Figura 17. Peso de frutos en la balanza digital	39
Figura 18. Secado de frutos de <i>M. rupestris</i>	39
Figura 19. Frutos no maduros de <i>M. rupestris</i>	40
Figura 20. Frutos maduros de <i>M. rupestris</i>	40
Figura 21. Hojas de <i>M. rupestris</i> en Luis Cordero	40
Figura 22. Hojas de <i>M. rupestris</i> en San Vicente	40
Figura 23. Hojas de <i>M. rupestris</i> en Guel	40
Figura 24. Hojas de <i>M. rupestris</i> en Nabon	40
Figura 25. Frutos maduros de <i>M. rupestris</i> en Nabon	40
Figura 26. Frutos maduros de <i>M. rupestris</i> San Vicente.....	40
Figura 27. Frutos maduros de <i>M. rupestris</i> Luis Cordero	40
Figura 28. Frutos maduros de <i>M. rupestris</i> Guel	40

Índice de tablas

Tabla 1. Contenido de los elementos en 100 g de pulpa del fruto de <i>Macleania rupestris</i> ...	14
Tabla 2. Puntos de colecta de muestras de <i>Macleania rupestris</i>	17
Tabla 3. Descriptores morfológicos cualitativos y cuantitativos	36
Tabla 4. Caracteres morfológicos cualitativos para <i>Macleania rupestris</i>	22
Tabla 5. Estadísticos descriptivos para <i>Macleania rupestris</i>	23
Tabla 6. Promedios de los caracteres morfológicos de la hoja de <i>Macleania rupestris</i> en cada una de las localidades	36
Tabla 7. Promedios de los caracteres morfológicos del fruto de <i>Macleania rupestris</i> en cada una de las localidades.....	37
Tabla 8. Promedios de las variables cuantitativas generales de <i>Macleania rupestris</i> en cada una de las localidades	37
Tabla 9. Resultados del análisis PH, conductividad eléctrica (CE) y materia orgánica (MO)del suelo	26
Tabla 10. Plantas asociadas a <i>M. rupestris</i> , nombre común y nombre científico	22
Tabla 11. Localidades estudiadas con la profundidad y clase textural del suelo	29
Tabla 12. Descriptores morfológicos cualitativos de <i>Macleania rupestris</i>	38

Abreviaturas y Simbología

RHS: Royal Horticultural Society

UPOV: Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales

Agradecimientos

Agradecemos primordialmente a Dios, por otorgarnos sabiduría, fortaleza y fe durante nuestra vida estudiantil.

A nuestros padres que a pesar de las adversidades de la vida nos han brindado su apoyo incondicional en el transcurso de nuestros estudios.

A nuestra directora de tesis, Dr. Paulina Villena, gracias por su paciencia y por los conocimientos brindados durante el transcurso de la carrera y de la tesis, ha sido excelente persona y profesional.

A los docentes, Blg. Denisse Peña, Blg. Diana Curillo, Dr. Eduardo Chica por dedicarnos su tiempo y conocimientos durante el desarrollo del proyecto.

Al Ing. Eduardo Ordoñez investigador del INIAP quien nos ha tenido paciencia, nos ha brindado su apoyo y tiempo en las salidas de campo

Así mismo a todas las personas que de una forma u otro han aportado para la realización de este trabajo.

Estefanía J & Alfredo V

Introducción

Una de las familias de plantas más representativas en los bosques andinos y páramos es la familia Ericaceae, distribuida principalmente en los bosques nubosos de montaña y en zonas de páramo y subpáramo, se caracteriza por su importancia ecológica (Luteyn & Pedraza, 2008; Lagos *et al.*, 2010), y por sus propiedades alimenticias y medicinales (Huamantupa & Cuba, 2011). Además, permiten la regulación de fuentes de agua y recuperación de ecosistemas, siendo fuente de alimento de aves y osos andinos y más de generar ingresos para los habitantes de la región por su potencial agroindustrial (Durán *et al.*, 2013; Luteyn, 2002).

Entre las Ericáceas, *Macleania rupestris* conocida localmente como Joyapa, no ha sido domesticada y se encuentra en áreas silvestres de la región andina en altitudes entre 1500-4100 msnm, al ser una planta silvestre su producción y comercialización por parte de los agricultores es incipiente, probablemente, debido en parte a la falta de conocimiento, en cuanto a sus propiedades, usos y beneficios para la salud humana, animal y en la restauración ecológica (Acero & Bernal, 2003).

Las Ericáceas del Neotrópico están representadas por unas 800 especies. La mayoría de estas plantas son endémicas de las regiones montañosas de la sierra ecuatoriana (Luteyn, 2002). Existe un endemismo de varias plantas pertenecientes a la familia Ericaceae tales como: *Vaccinium*, *Macleania* y *Cavendishia* las cuales producen frutos comestibles, con sus propiedades aún por estudiar. Las Ericáceas nativas han constituido durante siglos una fuente de alimento para las comunidades andinas (Lagos *et al.*, 2010) y han sido cosechadas y comercializadas en mercados locales andinos.

La flores y frutos de esta especie presentan un agradable sabor, se los puede consumir en fresco, en jugo, en mermeladas, vino, pasas, como colorantes o caramelos, al mismo tiempo los pétalos son comestibles y se elabora dulce en almíbar puesto que sus frutos presentan un alto valor nutricional entre ellos azúcares y minerales como el Ca, P, Mg, Na, Cu, Fe y K (Calvo, 2012). Según García (1975) este cultivo también presenta propiedades medicinales, sus frutos son utilizados contra la disentería y las hojas y tallos en decocción, también como antidiarreicas y en fiebres tifoideas.

La joyapa presenta un gran potencial antioxidante benéfico para la salud (Reyna, 2012), y al mismo tiempo, esta especie contribuyen a mejorar la dieta, ya que tienen un alto contenido en vitaminas, proteínas, carbohidratos, aminoácidos y minerales (Fernández, 2012). Lamentablemente, las potencialidades de estas plantas no han sido todavía aprovechadas

para contribuir a la seguridad alimentaria. La falta de información es una gran limitante y por tal motivo, se requiere generar información local. En este contexto la caracterización de poblaciones es muy importante ya que genera información de base, indispensable para la identificación de la diversidad y medir la variabilidad dentro de la población. Los descriptores morfoagronómicos son métodos clásicos, simples, económicos y rápidos, para caracterizar y evaluar variabilidad (Fonseca *et al.*, 2009). Estos descriptores morfoagronómicos además de facilitar la descripción de especies para su identificación, también asisten a la protección de cultivos de plantas de interés agronómico. (Fonseca *et al.*, 2017) ya que conocer las características de las plantas es indispensable para su aprovechamiento y conservación, es por ello que en este proyecto se planteó realizar una primera caracterización morfológica de las poblaciones de joyapa presentes en Azuay y Cañar, para así contribuir con información base para la toma de decisiones respecto a su conservación, su posible uso sostenible e incluirlos en modelos de desarrollo agro ecológicos que beneficien a las comunidades que la han aprovechado con anterioridad (Acero & Bernal, 2003). Como también ser la base de futuros programas para su cultivo y producción, así como para programas de Fitomejoramiento.

Revisión bibliográfica

2.1 La familia Ericaceae

Las Ericáceas presentan una amplia distribución geográfica pues están presentes en todos los continentes a excepción de la Antártica (Salinas & Betancur, 2005; Luteyn & Pedraza, 2008), se distribuyen desde las zonas templadas y frías, se localizan en hábitats montañosos silvestres como constituyente de las especies nativas de los páramos y subpáramos (Lagos *et al.*, 2010) de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Se concentra principalmente en los bosques húmedos de las zonas montañosas del noroeste de Sur América, soportan temperaturas inferiores a -6 °C pues se encuentran entre los 1500 y 3000 m de altura (Dávila, 2001).

2.2 Descripción de la especie

M. rupestris es una de las especies frutales presentes en Ecuador no domesticadas de la familia Ericaceae, tiene gran importancia, pues actúa como regulador de agua, es una fuente de alimento tanto para las personas como para los animales (Durán *et al.*, 2013) y, en ciertos casos sirve como fuente de ingresos para las comunidades y habitantes de la región (Leiva *et al.*, 2013).

Esta planta silvestre se encuentra en la región andina, pertenece a los ecosistemas de páramo y subpáramo y se encuentra a altitudes entre 1500 y 4100 m.s.n.m (Acero & Bernal,

2003; Luteyn & Pedraza, 2008). La especie es caracterizada como una planta de crecimiento perenne o terrestre, se desarrolla en suelos ácidos superficiales, pedregosos, y bien drenados de los páramos y tierras altas (Veloza *et al.*, 2014).

M. rupestris se encuentra principalmente en la Sierra Ecuatoriana en su estado natural y es considerada como una especie nativa (Gutiérrez & Chacón, 2019).

En Colombia, han determinado que existe dos picos de producción de esta especie, el primero que va de mediados de enero a abril y el segundo de agosto a mediados de noviembre (Olaya, 2012). Los períodos cambian con la distribución de las lluvias; y con precipitaciones adicionales en verano, además, los períodos de floración y fructificación se superponen (Cardozo *et al.*, 2009).

De igual manera, en Colombia, *M. rupestris*, ha enfrentado un problema que, con frecuencia afecta a sus hojas, flores y fruto, esto ocasionado por hongos que deterioran el aspecto y sus condiciones de buena calidad (Gutiérrez, 1991).

2.3 Morfología de la especie

Macleania rupestris es un arbusto perenne que mide aproximadamente de 0,6 a 2,5 m de altura con ramificaciones que se originan casi en la base de los tallos (Acero & Bernal, 2003; Cardozo *et al.*, 2009; Lagos *et al.*, 2010), tiene tallos ondulados con una corteza clara y escamosa. Las hojas jóvenes son de color rojo y verde claro cuando maduran y son alternas, simples, brillantes y carnosas (Cardozo *et al.*, 2009).

Esta especie se distingue por poseer flores con sépalos cortos (Altieri *et al.*, 2010), presenta inflorescencias axilares ubicadas en el ápice de las ramas, sin flores apicales; las inflorescencias son racemosas con 4 a 20 flores. Las flores tienen un cáliz en forma de campana típico de la familia Ericaceae; el perianto de la flor y su pedicelo son de color rosa a rojo con sépalos cilíndricos y suculentos (Cardozo *et al.*, 2009; Lagos *et al.*, 2010).

En Colombia, De Valencia & De Carrillo (1991) reportan que *Macleania rupestris* posee en promedio 14 frutos por inflorescencia. El fruto es carnoso, tiene un diámetro de 1 a 2 cm (Reyna, 2012) y su peso se encuentra en un promedio de 2,6 g (De Valencia & De Carrillo, 1991; Acero & Bernal, 2003; Cardozo *et al.*, 2009) considerado de tipo baya comestible y se origina de un ovario inferior, su color durante el proceso de maduración varía entre rosa claro, pálido verde, y blanquecino a púrpura oscuro y negro en la senescencia, su pulpa tiene un color claro similar a una uva de igual manera, las bayas maduras de *M. rupestris* tienen una acidez total de 0,43 % de ácido cítrico y 12,2 °Brix de sólidos solubles, aproximadamente (Veloza *et al.*, 2014).

2.4 Características nutricionales de la especie *Macleania rupestris*

Cazar (2013), estudió los radicales libres y contenido de vitamina C en *Macleania rupestris* en Ecuador, reporta 61.6 mg/100 g de fruto, por lo que podemos deducir que esta especie es favorable en una dieta de adultos donde se recomienda ingerir al menos 60 mg de vitamina C (Badui & Dergal, 2006).

En el estudio de Amaya y Rincón (1989) sobre la composición y las propiedades de los frutos de *Macleanea rupestris* se obtiene datos como, acidez total de 0,49 % de ácido cítrico, 12,5 °Brix de sólidos solubles, 1,8 % de fibra bruta, 1,3 % de proteína bruta y 0,08 g de tanino en 100 g de pulpa, además en cuanto al contenido de elemento (Tabla 1).

Tabla 1. Contenido de los elementos en 100 g de pulpa del fruto de *Macleanea rupestris*.

Elementos	Contenidos en 100 g de pulpa
Calcio	136,9 mg
Hierro	0,97 mg
Potasio	5,24 mg
Sodio	8,69 mg
Fósforo	10,3 mg
Azúcares	
Fructosa	15,9 g
Sacarosa	1,62 g
γ-glucosa	13,5 g
β-glucosa	16,1 g

Nota: Tabla elaborada con los datos de (Amaya, 1989).

Por otro lado, Cordero (2018) reportó una gran carga de actividad antioxidante en *M. rupestris*, lo que se consideran beneficioso para el ser humano.

2.5 Métodos de propagación

En cuanto a propagación de las plántulas de joyapa, Quizhpe & Sáenz (2010) reportan la técnica de propagación de plantas de joyapa con un 60 % de eficiencia en cuanto a emergencia por semilla, por lo cual los autores recomiendan que no es necesario el uso de fitohormonas para su propagación. Sin embargo, otro estudio realizado por Gutiérrez & Chacón (2019) intentando alcanzar una multiplicación y reproducción más eficiente aplicaron zeatina y kinetina en un medio de cultivo WP mediante la técnica de multiplicación *in vitro* de *M. rupestris*, concluyendo que la adición de zeatina favorece el desarrollo de brotes, con características fenotípicas adecuadas para la micropropagación (Veloza et al., 2014).

Chacon en el 2020 recomienda la técnica de propagación *in vitro* ya que existe una reducción del tiempo de multiplicación, posibilidad que permite multiplicar grandes cantidades de plantas en una superficie reducida a bajos costos y en un tiempo económicamente costear, mayor control sanitario del material que se propaga, facilidad de transportar el material *in vitro* de un país a otro, con menos restricciones aduaneras y la alternativa de multiplicar rápidamente una variedad de la cual existen pocos individuos.

Una estudio de propagación por acodos aéreos de *M. rupestris* fue realizado por Durán-Casas *et al.*, (2013) la misma que es una alternativa para la introducción de esta planta en el cultivo comercial y su uso para la recuperación de los ecosistemas de páramo y subpáramo. Otro estudio de propagación de *M. rupestris* es por esquejes, realizado por Veloza *et al.*, (2014) considerado también como alternativa para la reproducción de la planta con fines comerciales. Ortiz e Ñamagua (2019) en su estudio de propagaron *M. rupestris* a partir de meristemas apicales que fueron colocados en un medio de cultivo Murashige y Skoog potenciado con ácido giberélico concluyeron que este medio de cultivo podría ser considerado como base para la preparación de un protocolo de propagación para la especie.

Actualmente se cuenta con pocos estudios realizados sobre la especie, por lo que se pretende contribuir con información sobre la caracterización morfológica de la Joyapa en las provincias de Azuay y Cañar en Ecuador lo cual podría incrementar su uso sostenible y comercialización.

2.6 Caracterización y descriptores morfológicos

La caracterización morfológica hace referencia a las características responsables de la morfología, la arquitectura de la planta, utilizadas en un principio para la clasificación botánica y taxonómica. Para dicha caracterización y evaluación son útiles los descriptores los cuales brindan información de los caracteres considerados importantes o útiles en la descripción de una muestra. Un descriptor puede expresar sus resultados mediante un valor numérico, una escala, un código o un adjetivo calificativo (Ruz, 2010).

Según Franco & Hidalgo (2003) quienes dan a conocer sobre aspectos de caracterización morfológica, nos manifiestan que un descriptor se define como las características o atributos y tiene la cualidad de ser fácil de medir, registrar o evaluar y que hace referencia a aspectos como: la forma, estructura o comportamiento y que pueden dar origen a una accesión. Los descriptores aplican en la caracterización y evaluación que ayuda a la diferenciación y a expresar un atributo de manera precisa y uniforme, lo que simplifica la clasificación, el almacenamiento, la recuperación y el uso de los datos para una futura accesión. Estos descriptores han sido definidos para un gran número de especies domesticadas y no domesticadas.

Los descriptores para la caracterización de una planta, nos permiten la discriminación relativamente fácil entre fenotipos. Eventualmente se habla de caracteres altamente heredables que pueden ser fácilmente detectados a simple vista. Los cuales pueden incluir un número limitado de caracteres adicionales dependiendo de la especie en estudio considerados como deseables, como, por ejemplo; colores, formas de tallos, hojas, flores, semillas y frutos (Franco & Hidalgo, 2003).

Objetivos

3.1 Objetivo general del proyecto

Caracterizar morfológicamente poblaciones naturales de *Macleania rupestris* Kunth A.C. Smith (joyapa) en las provincias Azuay y Cañar

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar morfológicamente plantas de *M. Rupestris* en dos localidades de Azuay y dos localidades de Cañar.
- Analizar la variabilidad morfológica de *M. Rupestris* en las localidades caracterizadas en Azuay y Cañar.

Hipótesis

H0: No existen diferencias morfológicas entre las plantas de joyapa *M. rupestris* descritas en las localidades de Azuay y Cañar.

H1: Existen diferencias morfológicas entre las plantas de joyapa *M. rupestris* descritas en las localidades de Azuay y Cañar.

Metodología

4.1 Área de estudio

El presente proyecto se desarrolló en 2 localidades de la provincia del Azuay y dos de la provincia de Cañar, la selección fue establecida en base a la preponderancia y dominancia de la especie, para ello, previamente se contactó con los presidentes de las comunidades y/o guardabosques para planificar las visitas técnicas de constatación y a partir de ello se inició con la selección de plantas. Se escogió en Azuay: Güel y Nabón y en Cañar: Luis Cordero y San Vicente. Todas las localidades corresponden a ambientes de vegetación en transición presentes en los páramos y subpáramos.

Tabla 2. Puntos de colecta de muestras de *Macleania rupestris*.

Localidad	Latitud (N)	Longitud (W)	Elevación (m.s.n.m)
San Vicente	2°31'02.0"	78°40'02.8"	3312
Luis Cordero	2°44'08.4"	78°30'48.5"	2839
Guel	3°03'01.0"	78°47'39.6"	2754
Nabòn	3°20'11.52"	79°3'47.14"	2795

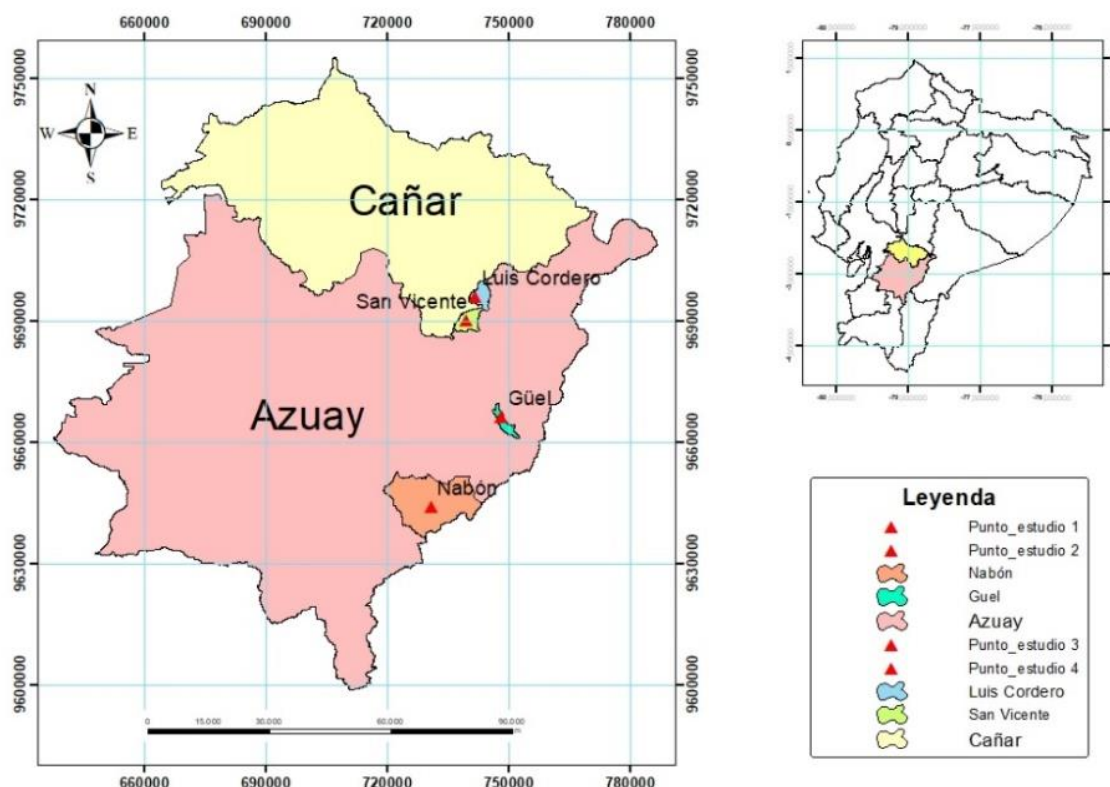


Figura 1. Área de estudio de *Macleania rupestris* en las cuatro localidades. Azuay: Güel y Nabón Cañar: San Vicente y Luis Cordero.

4.2 Método

En cada localidad se seleccionaron al azar 50 plantas reproductivas de *M. rupestris* (con presencia de flores y frutos). En las plantas seleccionadas se colocaron fundas de tela para protección de los frutos permitiéndonos además identificar las plantas (Figura 10,11, Anexo). En cada planta se realizó la descripción morfológica usando descriptores previamente diseñados (Tabla 3, Anexo), algunos caracteres fueron descritos in situ mientras que otros fueron caracterizados en laboratorio, para las muestras de laboratorio se recolectaron flores, hojas, frutos y llevadas debidamente etiquetadas para su análisis posterior (Figura 13,13,14, Anexo). El material vegetal recolectado fue transportado en fundas de plástico individuales con todos los cuidados para evitar deterioro.

Adicional a esto, se tomaron muestras de suelo en cada uno de los sitios evaluados, las muestras de suelo nos sirvió para medir el pH, conductividad eléctrica y materia orgánica (MO), además se registró la profundidad del suelo, mediante la introducción de una varilla, y se estimó la clase textural del suelo todo esto se realizó en el laboratorio de suelos de la

Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, acompañado con fotografías y el tipo de vegetación con el que se encuentre asociado (Figura 15 ,16, Anexo).

4.3 Taxonomía

En cada visita a las localidades, fue necesario identificar taxonómicamente a *M. rupestris* para ello se usó como guía la ficha técnica de la Fundación Agro Diversidad Andina (Fundación AGRODIVA, 2019). Adicionalmente se colectaron muestras botánicas de cada una de las localidades y llevadas al Herbario Azuay para su clasificación y conservación.

4.4 Descriptores

Para la caracterización morfológica se usaron 27 descriptores adaptados de UPOV 2015 (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales) para especies de *Vaccinium*, (Wilbur & Luteyn, 1978; Jin *et al.*, 2010; Wagstaff *et al.*, 2010); (De Valencia & De Carrillo, 1991; Camargo, 1979). en los cuales consideraron 12 caracteres cualitativos como: hábito de crecimiento, color de rama, forma de la hoja totalmente desarrollada, margen de la hoja, forma de la base foliar, forma del ápice foliar, color del haz de la hoja, color del envés de la hoja, color del cáliz, forma de la corola de la flor, color del fruto no maduro y color del fruto maduro y 15 caracteres cuantitativos: altura de la planta (m), longitud de entrenudos (cm), hoja totalmente desarrollada (ancho y longitud en cm) (cm), longitud del pecíolo (mm), inflorescencia: Número de flores por racimo, longitud del raquis, número de frutos por inflorescencia, diámetro longitudinal del fruto (mm), dulzor del fruto: Grados Brix, pH del fruto, ancho del fruto (mm), peso del fruto, porcentaje de humedad del fruto y número de semillas por fruto. A continuación, se describe la forma de medición de los descriptores de acuerdo a su tipo:

4.5 Formas

Para la caracterización de la forma de los órganos se siguieron las descripciones presentadas por Moreno (1984), (Tabla 12, Anexo).

4.6 Colores

Para medir el color se utilizó las cartas de colores RHS y los códigos de colores HTML expresados en forma hexadecimal. Se utilizó en los descriptores de color del haz de la hoja, envés de la hoja, color del cáliz, color de la rama, color del fruto maduro y color del fruto no maduro (Tabla 12).

4.7 Número

Para la medición del número de flores por racimo, número de frutos por racimo y número de semillas por fruto, se cuantificó por observación directa en campo y laboratorio.

4.8 Longitud (cm), (mm)

Para la medición de las longitudes se empleó un calibrador pie de rey. Se midió en centímetros la longitud de entrenudos, longitud y ancho de la hoja y longitud del raquis, y las mediciones en milímetros se realizó para longitud y ancho del fruto y el peciolo.

4.9 Peso (g)

Se midió el peso para los frutos usando una balanza digital, en este caso peso fresco del fruto y peso seco del fruto, las mediciones se realizaron en gramos (Figura 17, Anexo).

4.10 Porcentaje de humedad

El porcentaje de humedad de los frutos se calculó como el peso de la cantidad de agua presente en los frutos y su peso seco (modificado de Rojas, 2010). Los indicadores fueron peso fresco y peso seco del fruto; para el peso fresco se pesó el fruto el día que llegó de campo (Imagen 8, Anexo). Para el peso seco, se introdujeron los frutos en un horno de secado durante 1 día a 100°C, posteriormente se volvió a pesar (Figura 18, Anexo). Para calcular el porcentaje de humedad se empleó la siguiente fórmula:

$$\%h = \left(\frac{pfre - psec}{pfre} \right) * 100$$

%h: porcentaje de humedad
pfre: peso fresco de la muestra
psec: peso seco de la muestra

4.11 Profundidad del suelo

Se registró la profundidad del suelo (cm) en cada localidad, mediante la introducción de una varilla, la medición se realizó hasta que la varilla no pueda entrar más; se recolectaron muestras de suelo en cada una de las localidades mencionadas, Se seleccionó con la pala 4 submuestras de suelo cada 20 pasos, se mezcló todo el suelo y se obtuvo una muestra final de 1 kg de suelo, y transportada al laboratorio, las muestras se dejan de reposar por 8 días hasta que estén secas. Transcurridi el tiempo establecido las muestras son pasadas por el tamiz de 2 mm. para retirar rocas, materia orgánica y desperdicios.

4.12 Análisis de suelos

Para medir el pH del suelo y CE se tomó 20 g de suelo y 50 ml de agua destilada, todo esto se mezcló en un vaso de precipitación y se agitó durante 15 minutos y se dejó reposar durante 10 minutos, luego se procedió a medir el pH con el pH-metro (Boeco pH/mV/Ion/Temp Meter,

Model BT-675, AC adaptor with EURO plug) y la CE con el conductímetro (Apera instruments pH/mV/Cond/TDS/Sal/Res/Temp Model PC820 Conductivity Meter). Para medir la materia orgánica, las muestras de suelo se pasó por el tamiz de 2 mm y se utilizó el método de calcinación, en el cual se pesó los 4 crisoles, luego se tomó una muestra de cada suelo, se las colocó en cada crisol, seguidamente se las peso en la balanza electrónica, luego se introdujo los crisoles en la mufla a una temperatura de 600 °C durante dos horas, una vez transcurrido el tiempo se apagó la mufla, se sacó los crisoles y se los coloco dentro del desecador, cundo ya se enfrió los crisoles se los volvió a pesar, con estos datos se calculó el contenido de materia orgánica y para la determinación de la clase textural del suelo, de igual manera se utilizó el suelo fino fina, y se aplicó la prueba de compresión de bola la misma que consistió en tomar una porción de suelo húmedo y compactarlo sin que se pegue a la mano; si el suelo mantiene la forma de la mano, contiene arcilla y si el suelo no mantiene la forma de la mano contiene arena (Mery, 1980). Todo esto se realizó en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca.

4.13 Análisis de datos

Los datos por localidad de los descriptores fueron digitalizados en una matriz básica de datos en una hoja de cálculo de Excel y procesados usando estadística descriptiva considerando los descriptores cualitativos y cuantitativos, y para su representación se realizaron gráficas.

Se realizó una comparación de los datos tomados de los descriptores cuantitativos entre cada localidad, precisamente con el propósito de evaluar si existe variabilidad morfológica en las 4 localidades o entre las provincias de Azuay y Cañar. Para cumplir el análisis de variabilidad se utilizó supuestos de homogeneidad de varianza (prueba de Levene), de normalidad (prueba de Shapiro-Wilk) y de acuerdo con el tipo de datos obtenidos se realizó la prueba de Kruskal-Wallis (datos no paramétricos) o un ANOVA (datos paramétricos).

Resultados y discusión

En las 4 localidades se observó una distribución de poblaciones naturales de joyapa, éstos sitios se encuentran ubicados en ecosistemas andinos sobre los 2700 m.s.n.m., en ambientes montañosos, fríos y con una vegetación abierta, Luteyn, J. (2002), manifiesta que la familia Ericácea tiene una amplia adaptación y guarda relación con especies asociadas (Tabla 10), estas especies arbustivas de menor tamaño que la Joyapa como la que se presentan en la tabla 10 no generan competencia abrupta por la luz, estas asociaciones también se observaron en los sitios del presente estudio. *Macleana rupestris* crece y se desarrollan en zonas templadas y frías en hábitats montañosos silvestres de páramos y subpáramos, en lugares como bordes de carretera, áreas pedregosas y matorrales, que presentan suelos

ácidos superficiales y bien drenados, lo cual concuerda con lo que ha sido descrito en la literatura como descripción y hábitat de crecimiento de esta especie (Lagos *et al.*, 2010; Veloza *et al.*, 2014).

Tabla 10. Plantas asociadas a *M. rupestris*, nombre común y nombre científico.

Plantas asociadas	
Nombre común	Nombre científico
Sisal	<i>Agave sisalana</i>
Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>
Miconia	<i>Miconia calvescens</i>
Huicundo	<i>Racinaea spp</i>
Pasto	<i>Lolium sp.</i>
Laurel de cera	<i>Morella parvifolia</i>
Gañal	<i>Oreocallis grandiflora</i>
Mora silvestre	<i>Rubus niveus</i>
Raque	<i>Vallea stipularis</i>

Se realizaron mediciones de 12 descriptores morfológicos cualitativos distribuidos en hojas, flores y frutos, hábito de crecimiento en cada una de las plantas seleccionadas por localidad. En general se encontró escasa variación en todas las características morfológicas cualitativas en las diferentes poblaciones de *M. rupestris* (Tabla 4). Tanto para la forma y color de fruto no hubo variación, la mayoría de los frutos recolectados en las cuatro localidades presentaron homogeneidad en coloración cuando estaban maduros (color violeta oscuro) y verde en estado tierno (Figura 19, 20, Anexo). Las hojas presentaron el mismo estándar morfológico, la forma de su base, ápice y margen, color del haz y envés, no mostró variación, de igual manera el color del cáliz y la forma de la corola de la flor. Estos datos concuerdan con un estudio realizado por Abril (2010) en el cual se presentan características etnobotánicas que permiten identificar esta especie y sus resultados cualitativos coinciden con la información obtenida. Lo anterior, sugiere una baja plasticidad morfológica en cuanto a este tipo de caracteres, sin embargo, contrasta con lo citado por Moreno (1984) y Valencia *et al* (1991) quienes describieron distintos estados y baja variación para estos caracteres morfológicos.

Tabla 4. Caracteres morfológicos cualitativos para *Macleanea rupestris*

Descriptorios morfológicos cualitativos				
Variables	Nabón	Guel	Luis Cordero	San Vicente
1. Habito de crecimiento	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
2. Color de rama	Verde oscuro (RHS #43A047)	Verde oscuro (RHS #43A047)	Verde oscuro (RHS #43A047)	Verde oscuro (RHS #43A047)
3. Forma de la hoja	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica
4. Margen de la hoja	Entero	Entero	Entero	Entero
5. Forma de la base foliar	Obtusa	Obtusa	Obtusa	Obtusa
6. Forma del ápice foliar	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo
7. Color del haz de la hoja	Verde oscuro (RHS #2E7D32)	Verde oscuro (RHS #2E7D32)	Verde oscuro (RHS #2E7D32)	Verde oscuro (RHS #2E7D32)
8. Color del envez de la hoja	Verde grisáceo claro (RHS #81C784)	Verde grisáceo claro (RHS #81C784)	Verde grisáceo claro (RHS #81C784)	Verde grisáceo claro (RHS #81C784)
9. Color del cáliz	Rojo oscuro (RHS #CC0033)	Rojo oscuro (RHS #CC0033)	Rojo oscuro (RHS #CC0033)	Rojo oscuro (RHS #CC0033)
10. Forma de la corola de la flor	Urceolada	Urceolada	Urceolada	Urceolada
11. Color del fruto no maduro	Verde claro (RHS #CCFF66)	Verde claro (RHS #CCFF66)	Verde claro (RHS #CCFF66)	Verde claro (RHS #CCFF66)
12. Color del fruto maduro	Violeta oscuro (RHS #660033)	Violeta oscuro (RHS #660033)	Violeta oscuro (RHS #660033)	Violeta oscuro (RHS #660033)

Los resultados de los estadísticos descriptivos morfológicos cuantitativos se indican en la Tabla 5. Se puede observar que existe diferencias en 13 descriptorios, esta variación responde a diferencias entre las localidades y que al aplicar la prueba de Shapiro-Wilk se evidenció que los descriptorios “Pecíolo”, “Longitud de la hoja”, “Longitud del raquis”, “Peso del fruto”, “Longitud del fruto”, “Ancho del fruto”, “Número de semillas por fruto”, “Altura de la planta”, “Longitud de entrenudos”, “Número de flores por racimo”, “Número de frutos por racimo”, “Grados Brix del fruto”, “Profundidad del suelo”, “% de humedad del fruto” presentan diferencias significativas entre las localidades ($P \leq 0.05$); en contraste, los descriptorios “Ancho de la hoja” y “Número de flores por racimo” no presentaron diferencias significativas entre las localidades ($P \geq 0.05$) (Tabla 5).

Tabla 5. Estadísticos descriptivos para *Macleanea rupestris*

Variable	n	Media	D.E.	W*	p
----------	---	-------	------	----	---

Pecíolo (mm)		50	6,44	2,07	0,94	<0,0001
Ancho de la hoja (cm)	50	2,94	0,65	0,99	0,8488	
Longitud de la hoja (cm)	50	6,96	2,10	0,67	<0,0001	
Longitud del raquis (cm)	50	1,82	1,19	0,81	<0,0001	
Peso del fruto (g)	50	1,64	0,56	0,95	<0,0001	
Longitud del fruto (mm)	50	11,43	4,06	0,71	<0,0001	
Ancho del fruto (mm)	50	13,49	18,99	0,19	<0,0001	
Número de semillas por fruto	50	42,87	37,13	0,89	<0,0001	
Altura de la planta (m)	50	2,40	0,93	0,93	<0,0001	
Longitud de entrenudos (cm)	50	2,08	0,74	0,93	<0,0001	
Número de flores por racimo	50	14,35	2,71	0,98	0,2897	
Número de frutos por racimo	50	10,57	3,01	0,90	<0,0001	
Grados Brix del fruto (°Bx)	50	12,12	4,05	0,96	<0,0001	
Profundidad del suelo (cm)	50	21,19	11,66	0,84	<0,0001	
<u>% de humedad del fruto</u>	50	<u>78,80</u>	<u>32,97</u>	<u>0,15</u>	<u><0,0001</u>	

La variable altura de la planta evidenció mayor variación, las plantas más pequeñas se encontraron en la localidad de Güel con promedio de 1,88 m y las plantas de mayor tamaño en la localidad de Luis Cordero con un promedio de 3,08 m (Figura 2). Esta variable guarda estrecha relación con la profundidad del suelo así lo manifiesta Ochoa *et al* (2012) quienes evaluaron el crecimiento y desarrollo de la lima acida con limitaciones por profundidad efectiva en distintos suelos, llegando a la conclusión que existe una relación entre la profundidad del suelo y el crecimiento de las plantas en conjunto con su producción; acorde a los autores podemos decir que esta variable puede ser una de las explicaciones a dicha variación puesto que las mayores profundidades de suelo se registraron en la localidad de Nabón y Luis Cordero con una media de 31.94 y 24 cm respectivamente y la menor profundidad se registró en la localidad de Guel y San Vicente con una media de 10.23 y 18 cm (Tabla 11).

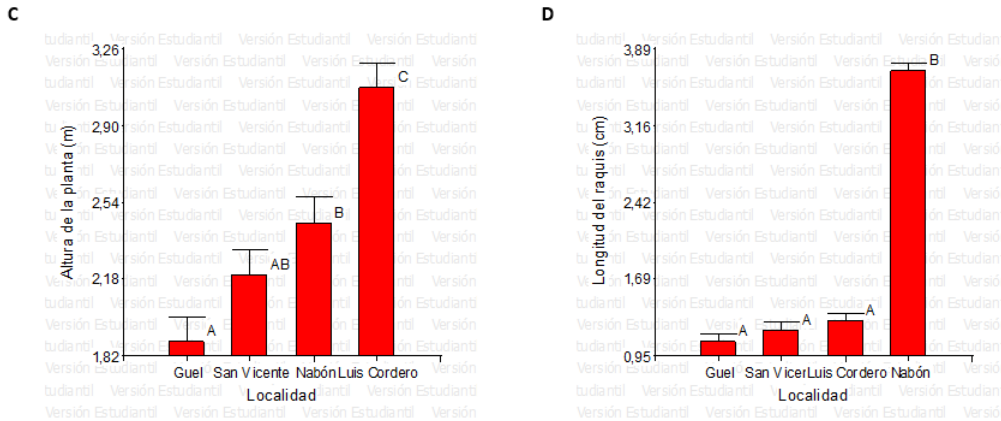
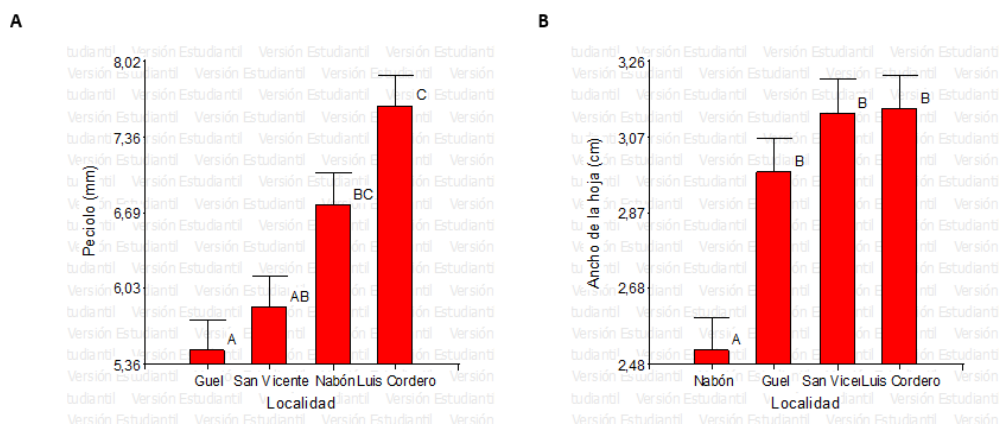


Figura 2. Gráfico del comportamiento de descriptores cuantitativos, C altura de la planta (m) y D longitud del raquis de *Macleania rupestris* en cuatro localidades. Los diferentes rangos (C, D) muestran diferencias significativas entre las localidades.

Por otro lado, en las variables consideradas para las hojas, se observa que tanto el tamaño de peciolo y hojas son más largas y anchas en plantas de la localidad de Luis Cordero cuyo tamaño llega a un promedio de 7,63 mm de peciolo, 3,14 cm de ancho y 7,76 cm de largo (Figuras 3 y 5). En las otras localidades se observan diferentes tendencias en cuanto al tamaño del peciolo, longitud y ancho de las hojas, siendo la localidad Nabón donde se encuentran plantas con las hojas más cortas y Guel con el peciolo más pequeño (en promedio de 5,94 cm y 5,49 mm) y en las localidades de Guel y San Vicente se encontraron plantas con las hojas más angostas (en promedio de 3 cm) tamaño de peciolo de 5 mm (Figura 3, 5); esta variación podría estar determinada por diversos factores abióticos, así lo indican Yepes y Silveira (2011), factores ambientales como: temperatura, patrones de precipitación, altitud, nubosidad así como las variables edafológicas, disposición de nutrientes, textura estructura, MO, pH, CE, tipo de suelos, influyen en el fenotipo de las plantas y pueden afectar el comportamiento de sus caracteres morfológicos.



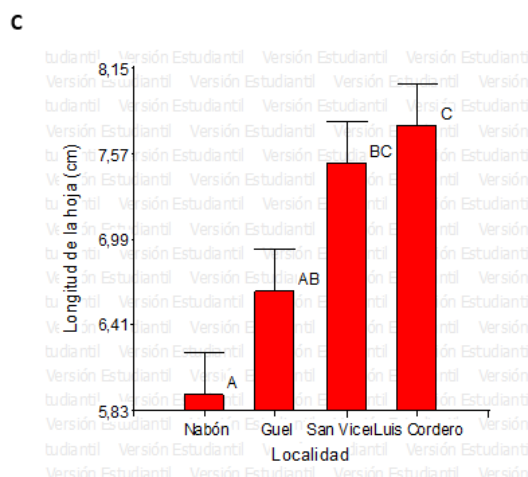


Figura 3. Gráfico de descriptores cuantitativos, A peciolo (mm) B ancho de la hoja (cm) y C longitud de la hoja de *Macleania rupestris* en cuatro localidades. Los diferentes rangos (A, B, C) muestran diferencias significativas entre las localidades.

Olivera (2008) realizó un estudio de las propiedades del suelo y su influencia en arándano (familia de la joyapa), los resultados indican que dicho cultivo no tolera conductividad eléctrica en el suelo por encima de 2 mS cm^{-1} , éstos datos son una referencia para nuestro estudio, ya que en todas las localidades la conductividad registrada está por debajo de los 0.6 mS cm^{-1} (Tabla 9), pudiendo ser una de las razones por lo que la Joyapa está presente en las 4 localidades, sin embargo, existen diferencias en cuanto a las características generales de la planta como en altura, ancho de la hoja y longitud de la hoja, dichos caracteres morfológicos se ven favorecidos en la localidad de Luis Cordero, esto posiblemente puede ser explicado por la cantidad de materia orgánica que contiene el suelo (Tabla 9) en donde Bussmann y Lozano (2005) analizaron distintos aspectos del suelo relacionado al parque Nacional Podocarpus, Loja, Ecuador, quienes manifiestan que factores como la materia orgánica influyen directamente en el comportamiento y composición floral de una especie, lo cual coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio, ya que la localidad de Luis Cordero registró el mayor porcentaje de MO (Tabla 9), posiblemente esto pudo estar influenciando la altura de la planta, el ancho y longitud de las hojas.

Tabla 9. Resultados del análisis pH, conductividad eléctrica (CE) y materia orgánica (MO) del suelo.

Localidad	pH suelo	CE	MO
San Vicente	6,03	0,086	19,64
Luis Cordero	5,96	0,225	23,60
Guel	6,28	0,573	9,25
Nabon	6,68	0,052	10,15

En cuanto al número de flores por racimo se encontró un mayor número en la localidad de Guel de 15 flores en promedio, mientras que en la localidad de Nabón y San Vicente se encontraron 13 flores en promedio concordando con los datos presentados por Cardozo *et al.*, 2009 y Lagos *et al.*, 2010 quienes obtuvieron datos con un rango desde 4 a 20 flores por racimo en plantas de joyapa. En cuanto a entrenudos y raquis de las plantas se observó que existe mayor tamaño en la localidad de Nabón en un promedio de 2,88 cm y 3,69 cm (Figura 2 y 4), mientras que el entrenudo y raquis más pequeño se encuentra en las localidades de San Vicente y Guel (en promedio 1 cm).

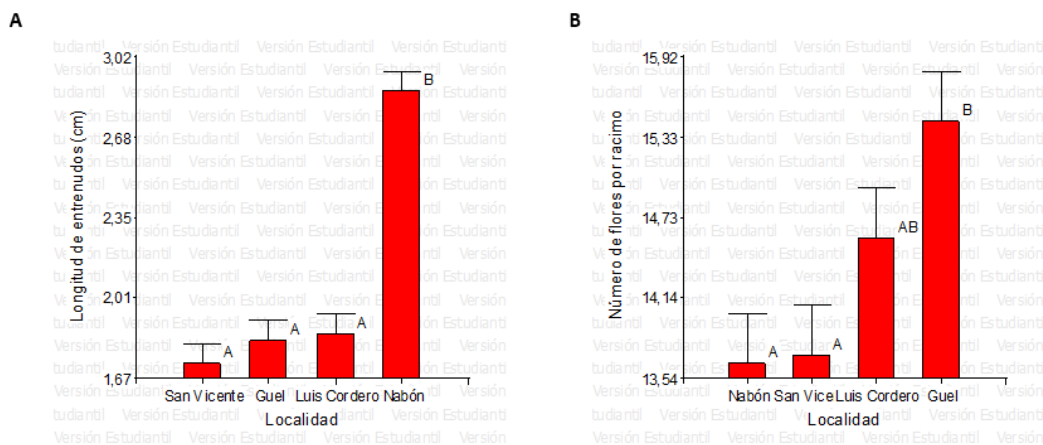


Figura 4. Gráfico del comportamiento de descriptores cuantitativos, A longitud de entrenudos (cm) y B número de flores por racimo de *Macleania rupestris* en cuatro localidades. Los diferentes rangos (A, B) muestran diferencias significativas entre las localidades.

Los resultados del número de frutos por inflorescencia mostraron diferencias no significativas así, en la localidad de Güel se registró en promedio 11 frutos y en las otras tres localidades un promedio de 10 frutos (Figura 5), esta poca variación puede deberse a variables ambientales como lo manifiesta Salaya *et al* (2012) y Fernández, S. (2012) quienes realizaron una caracterización de la joyapa en 5 sabanas de las localidades de Bogotá (Colombia), sus datos oscilan en un promedio de 7 y 16 frutos por inflorescencia, lo cual concuerdan con los resultados obtenidos en la presente investigación, asumiéndose que las variaciones dependen principalmente por factores ambientales.

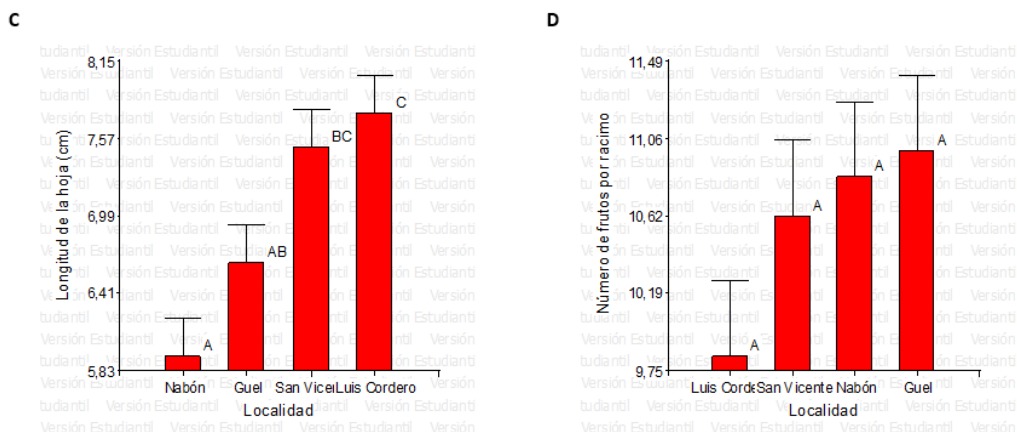


Figura 5. Gráfico del comportamiento de descriptores cuantitativos, C longitud de la hoja (cm) y D número de frutos por racimo de *Macleania rupestris* en cuatro localidades. Los diferentes rangos (C, D) muestran diferencias significativas entre las localidades.

En cuanto al número de semillas por fruto se pudo observar que existió gran variabilidad en todas las localidades, la cantidad de semillas es significativamente diferente ($P \leq 0.05$) puesto que el mayor número de semillas se encontró en la localidad de Guel en promedio de 70 semillas por fruto, por consiguiente, la menor cantidad de semillas se encontró en la localidad de Nabón con un promedio de 29 semillas por fruto, Luis Cordero con 63 y San Vicente con 33 semillas (Figura 6). Estos datos son contrastantes con los datos de Boni (2016) quien realizó una descripción de la joyapa, y registró que el número de semillas por fruto varía entre 98 y 150, lo cual está alejado de todos los datos obtenidos en todas las localidades del presente estudio.

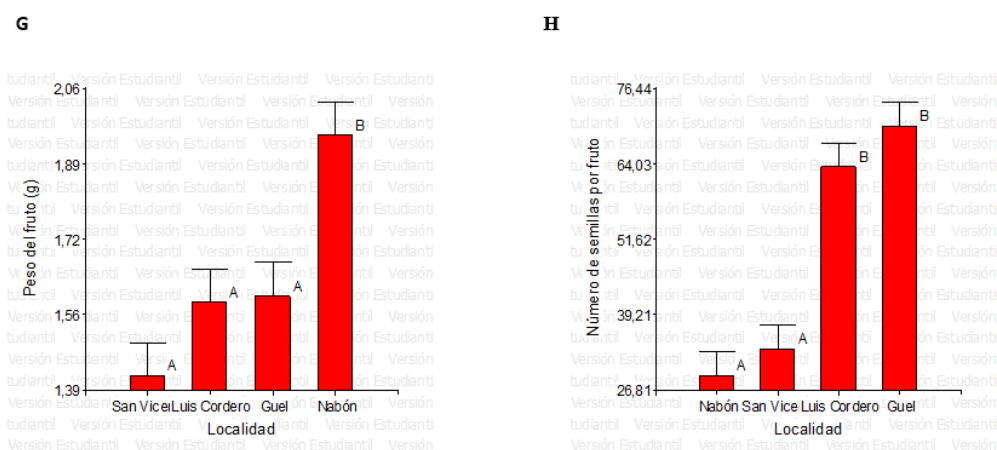


Figura 6. Gráfico de descriptores cuantitativos, G peso del fruto (g) y H número de semillas por fruto de *Macleania rupestris* en cuatro localidades. Los diferentes rangos (G, H) muestran diferencias significativas entre las localidades.

Existe homogeneidad en cuando a longitud ancho y peso del fruto en las localidades de Luis Cordero, San Vicente y Guel con un 1.5 gramos (Figura 6, 7) sin embargo, en la localidad de

Nabón el peso del fruto es de 2 gramos aproximadamente, esta variable es estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$); La variable longitud de fruto en Nabón se identificó un promedio de 14 mm (Figura 7) mientras que en las demás localidades se mantienen en un rango de 12.5 mm aproximadamente, de igual manera el ancho; Nabón tiene un promedio de 14.5 mm, mientras que las demás localidades establecen un rango de 13.5 mm aproximadamente (Figura 7). Se establece que en la localidad de Nabón se encuentran los frutos con mayor longitud, ancho y peso. Abril (2010) describe las características generales relacionadas con la adaptación de joyapa, manifestando que la especie se desarrolla propiamente en suelos ricos y arcillosos, esto puede ser una de las explicaciones ya que en la localidad de Nabón sobresalen aspectos relacionados al fruto, en esta localidad se registró una profundidad de 31 centímetros (Tabla 11) lo que permite que se desarrolle de forma de manera espontánea las raíces en condiciones de un suelo franco arcilloso (Tabla 11) y con gran porcentaje de materia orgánica, lo cual puede ser una explicación de las diferencias significativas de la localidad de Nabón ante el resto de localidades ya que sobresale en ancho, longitud y peso del fruto. La alta variabilidad en los rasgos relacionados con el fruto, indica que para desarrollar programas de domesticación y aprovechamiento de esta especie es importante como primer punto realizar una selección del material genético, lo cual es un paso primordial en la domesticación de especies silvestres de interés económico (Simons & Leakey, 2004). En este caso para *M. rupestris* el material genético se podría aprovechar de la localidad de Nabón ya que, las plantas producen frutos con un peso considerable, grandes y abundantes. La selección se debe hacer priorizando los rasgos de interés para obtener un buen aprovechamiento de la especie (Simons & Leakey, 2004).

Tabla 11. Localidades estudiadas con la profundidad y clase textural del suelo.

Localidad	Profundidad del suelo (cm)	Clase textural del suelo
Guel	10,23 ± 2,7	Franco Arcilloso
Luis Cordero	24,35 ± 8,99	Franco Arcilloso
Nabón	31,94 ± 13,93	Franco Arcillo limoso
San Vicente	18,25 ± 3,31	Franco Arcilloso

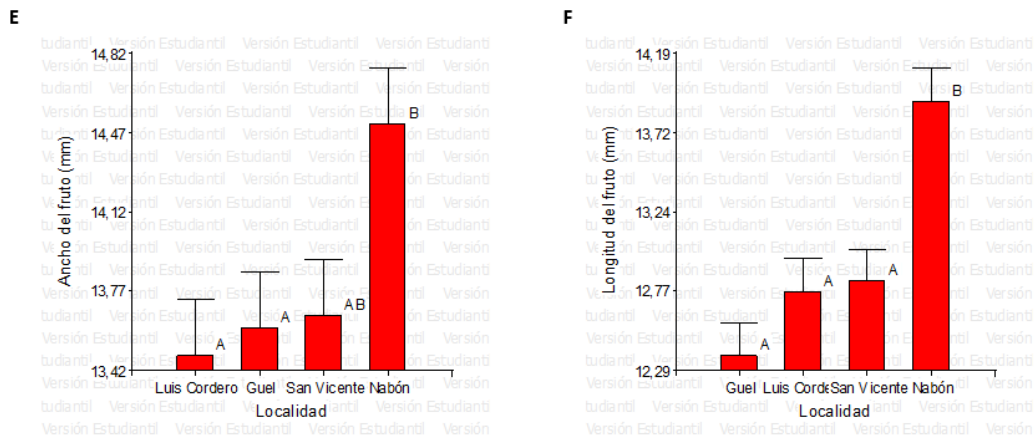


Figura 7. Gráfico del comportamiento de descriptores cuantitativos, E ancho del fruto (mm) y F longitud del fruto (mm) de *Macleania rupestris* en cuatro localidades. Los diferentes rangos (E, F) muestran diferencias significativas entre las localidades.

Moncayo (2014) nos habla sobre la potencialidad de diferentes frutos para la industrialización, y nos manifiesta que el fruto de *Macleania rupestris* es considerado uno de los frutos de zonas frías con buenas perspectivas comerciales para consumo directo y manufacturado con 12.5 °Brix de sólidos lo cual concordamos ya que los grados Brix de las diferentes zonas se encuentran en un rango de 11.90 a 15.26 °Brix lo que se establece como un fruto apto para industrialización. En cuanto al porcentaje de humedad de la semilla no hubo diferencias significativas entre las cuatro localidades, siendo el más bajo 75 %, en los frutos recolectados de la localidad de San Vicente, y el más alto 82 %, en los frutos recolectados en la localidad de Guel (Figura 8). Dado que el porcentaje de humedad de los frutos fue alto y considerable en todas las localidades, se convierte en un fruto ideal para usar en la industria, puesto que un alto contenido de humedad indica que el fruto presenta un buen índice de estabilidad, es decir, buena apariencia, frescura y calidad nutritiva (Ávila *et al.*, 2007).

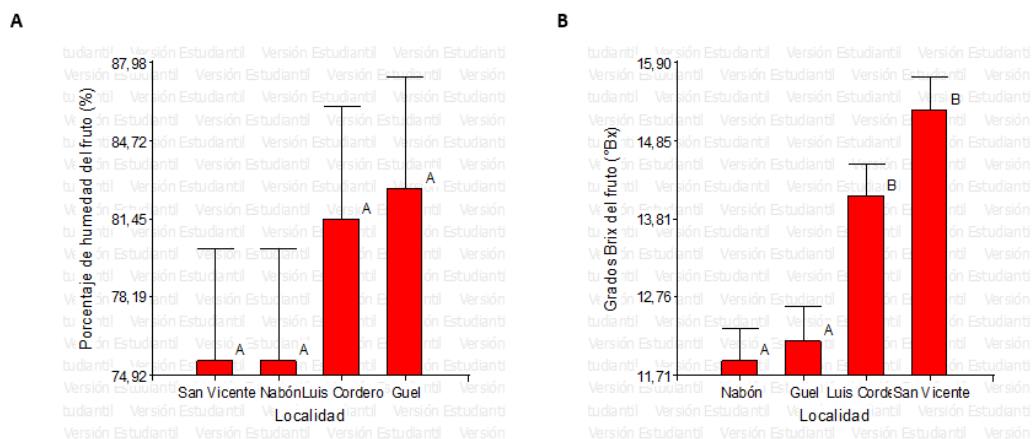


Figura 8. Gráfico del comportamiento de descriptores cuantitativos, A porcentaje de humedad del fruto (%) y B grados brix del fruto (°Bx) de *Macleania rupestris* en cuatro localidades. Los diferentes rangos (A, B) muestran diferencias significativas entre las localidades.

Conclusiones

- Se caracterizaron morfológicamente poblaciones naturales de *Macleanea ruprestris* en cuatro localidades dos de Azuay; Nabón, Guel y dos de Cañar: Luis Cordero y San Vicente determinándose únicamente diferencias estadísticas en las variables cuantitativas. En cuanto a los caracteres cualitativos en todas las localidades conservaron la misma morfología con respecto a flor, hojas, frutos, tallos. En cuanto a los caracteres cuantitativos; con respecto a altura de la planta y caracteres relacionados a la hoja longitud, ancho y raquis la localidad que sobresalió fue Luis Cordero y la localidad que presento mayor tamaño longitud, ancho y peso del fruto fue la localidad de Nabón.
- Se analizó la variabilidad morfológica existente entre las poblaciones de Cañar y Azuay y se concluye que factores ambientales propios de cada localidad, tales como: precipitaciones, nubosidad, horas luz y edáficos como: pH, CE, MO, profundidad del suelo, m.s.n.m, disponibilidad de nutrientes, tipo de suelo estarían influyen dicha variabilidad.

Recomendaciones

Luego de culminar la presente investigación se recomienda que:

1. Para futuros proyectos hay que tomar en cuenta el tiempo de fructificación de la especie puesto que varía por aspectos como altitud, heladas, entre otras, por ellos establecer distintos periodos para una descripción continua y que no afecte a la base de datos.
2. La presente especie es poco conocida en las localidades y por esa falta de información ciertas áreas con presencia de esta especie han sido alteradas, para lo cual se recomienda su estudio para procesos de domesticación y cultivo.
3. Es de suma importancia que se considere la variabilidad morfológica de esta especie en el caso de que incentive a futuras iniciativas de domesticación y que se siga estudiando esta especie en otras localidades del Ecuador.
4. De acuerdo con los resultados obtenidos en las 4 localidades, se podría seleccionar material genético, de *Macleanea rupestris* en la localidad de Nabón, ya que el tamaño y peso de los frutos es mejor.

Referencias

- Ávila, H. Cuspoca, J. Fischer, G. Ligarreto, A. Quicazán, M. 2007. *Caracterización físicoquímica y organoléptica del fruto de agraz (Vaccinium meridionale Swartz) almacenado a 2°C*. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. Vol.60, No.4180 2.p.4179-4193
- Abril, D. L. (2014). *Las ericáceas con frutos comestibles del Altiplano Cundiboyacense*. Pontificia Universidad Javeriana 1- 41p.
- Acero, L., & Bernal, H. (2003). Guía para el cultivo, aprovechamiento y conservación de la uva camarona: *Macleania rupestris* (H.B.K) A.C. Convenio Andrés Bello. Bogotá: Ciencia y Tecnología.
- Altieri, M. M., Jordan, M., Mayor, U., Pompelli, M., Ramírez, R., Stansly, P., & Wyckhuys, K. (2010). Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. SCCH Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia – UPTC Editor Fánor Casierra – Posada, 4(1), 1-136.
- Badui-Dergal, S. (2006). *Química de los alimentos*. Mexico: Pearson Educacion.
- Chacon, Y. (2020). Efecto de citoquininas en el cultivo in vitro de dos especies de berries nativos del Perú: *Vaccinium floribundum* kunth «pushgay» y *Macleania rupestris* kunth a.c. smith «alicon». *Universidad Nacional Agraria "La Molina"*, 30-39.
- Calvo, D. (2012). Caracterización morfológica y fisiológica de semillas y plántulas de *Macleania rupestris* (Kunth) A.C. Smith. 1-46.
- Camargo, L. (1979). Catálogo Ilustrado de las plantas de Cundinamarca, Volumen VII. Bogotá: Colombia.
- Cardozo, R., Córdoba, J., González, J., Guzmán, H., Lancheros, L., Mesa, R., . . . Zúñiga, P. (2009). Especies útiles en la Región Andina de Colombia. Tomo I. Bogotá: Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.
- Castillo, J., & Martínez, C. (2014). El patrimonio agrario: definición, caracterización y representatividad en el ámbito de la UNESCO. Dialnet, 105-124.
- Cazar, E. (2013). Bioactividad de plantas y microorganismos de ecosistemas de los Andes ecuatorianos. *Universidad del Azuay*, 50-61.
- Cordero, J. (2018). Separación bioguiada de extractos orgánicos de *Maclania rupestris* (joyapa) y evaluación de su potencial nutracéutico. *Universidad de Cuenca*, 48-52.
- Dávila, D. (2001). Las Ericaceas en la web: Neotropical blueberries; The plant family Ericaceae. *Biota Colombiana*, 291-293.
- De Valencia, M., & De Carrillo, N. (1991). Anatomía del fruto de *Macleania rupestris* (H.B.K.) A. C. Smith (Uva Camarona). *Agronomía Colombia*, 286-305.
- Fernandez, S. (2012). Caracterización morfológica de *Cavendishia bracteata* y *Macleania rupestris* (ericaceae) en la sabana de Bogotá. *Pontificia Universidad Javeriana*, 7-8.
- Fonseca, K., Faleiro, F., Junqueira, N., Barth, M., & Feldberg, N. (2017). Morphoagronomic and molecular characterization of ornamental passion fruit cultivars. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2-3.

- Fonseca, N., Márquez, M., Moreno, J., Terán, W., & Schuler, I. (2009). Caracterización molecular de materiales cultivados de gulupa (*Passiflora edulis* f. *edulis*). *Universidad ciencia*, 4-6.
- Franco, L., & Hidalgo, R. (2003). Análisis estadísticos de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *IPGRI*, 16-25.
- García, H. (1975). Flora medicinal de Colombia. Talleres Imprenta Nacional. Bogotá, Colombia, 351-354.
- García, L., García, L., Rojo, D., & Sánchez, E. (2001). Plantas con propiedades antioxidantes. *Rev Cubana Invest Bioméd* , 2-5.
- Gutiérrez, A., & Chacón, Y. (2019). Multiplicación in vitro de *Macleania rupestris* (Kunth) A.C. Sm. *Biotecnología Vegetal* Vol. 19, No. 4, 265 - 275.
- Gutierrez, B. (1991). Hongos fitopatogenos encontrados en hojas, flores y frutos de *Macleania rupestris* (H.B.K.) I.c. Smith. 257–260.
- Gutiérrez, A., & Chacón, Y. (2019). Multiplicación in vitro de *Macleania rupestris* (Kunth) A.C. Sm. (Ericaceae). *Biotecnología vegetal*, 2-4.
- Huamantupa, I., & Cuba, Z. (2011). Tres nuevos registros de la familia Ericaceae para la flora peruana. *Q'EUÑA* 4, 7-13.
- Jin, X., Ding, B., Zhang, Y., & Hong, D. Y. (2010). A Taxonomic Revision Of *Rhododendron* subg. *Tsutsusi* sect *Brachycalyx* (Ericaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 97(2):163-190.
- Leiva, S., Zapata, M., Gayoso, G., & Chang, L. (2013). Frutas silvestres con potencial vitamínico de los Andes Centrales de América. *Arnaldoa* 20(2), 315-358.
- Lagos, T., Ordoñez, H., Criollo, H., Burbano, S., & Martínez, C. (2010). Descripción de frutales nativos de la familia Ericaceae en el altiplano de Pasto, Colombia. *Ciencia y Horticultura*, 9-18.
- Lozano, P., & Bussmann, R. (2005). Importancia de los deslizamientos en el Parque Nacional Podocarpus, Loja, Ecuador. *Revista Peruana de Biología*, 12(2), 195-202.
- Luteyn, J. (2002). Diversity, adaptation and endemism in neotropical ericaceae: biogeographical patterns in the Vaccinieae. *Bot. Rev.*, 55-87.
- Luteyn, J., & Pedraza, P. (May de 2008). Neotropical blueberries: the plant family Ericaceae. In: *The New York Botanical Garden. Obtenido de Neotropical blueberries: the plant family Ericaceae. In: The New York Botanical Garden: www.nybg.org/bsci/res/lut2/*
- Moreno, N. (1984). *Glosario Botánico Ilustrado*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. México. 301p
- Moncayo Loor, A. S. (2014). *Evaluación del potencial inhibidor de las enzimas glucosidasa en algunos frutos nativos del Ecuador* [Bachelor Thesis, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3605>
- Ochoa Agudelo, G. F., Martínez Bustamante, E., Ramírez Pisco, R., & Correa Londoño, G. (2012). Crecimiento y desarrollo de la lima ácida (*Citrus latifolia* Tanaka), cv. Tahití, en suelos con limitaciones por profundidad efectiva, en un bosque seco tropical. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 65(2), 6567-6578.

- Ortiz, K. E., & Iñamagua, W. F. (2019). "Evaluación de métodos de propagación de *Macleania rupestris* (Joyapa) mediante la germinación de semillas y micropropagación de meristemas" [BachelorThesis]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/33379>
- Olaya, S. (2012). Caracterización morfológica de *Cavendishia bracteata* y *Macleania rupestris* (Ericaceae) en la sabana de Bogotá. Bogotá.
- Quizhpe, M., & Sáenz, H. (2010). Experiencias de propagación asexual en especies forestales en la provincia de Loja. *Ecología Forestal*, 147-150.
- Olivera González, G. (2008). *Evolución de enmiendas de alta relación c/n en el suelo e impacto sobre arándanos tipo Highbush en el sur del país* 1- 81p. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/27765>
- Reyna, C. (2012). *Evaluación del potencial antioxidante de la joyapa (Macleania rupestris), y aplicación en el procesamiento de alimentos*. Cuenca- Ecuador: Universidad del Azuay Facultad de Ciencia y Tecnología.
- Ruz, E. (2010). Estrategia en los recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur. *Instituto Interamericano de Cooperación para la*, 87-94.
- Amaya, N. and H. Rincón. (1989). *Contribución al estudio de la uva camarona (Macleania Rupestris, HBK) y su posible utilización en la industria alimentaria*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Química.
- Rojas Barahona, Á. F. (2010). *Caracterización físico-mecánica de la semilla de vitabosa (Mucuna deeringiana)*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/3367>
- Simons, A.J. and Leakey, R.R.B. 2004. Tree domestication in tropical agroforestry. *Agroforestry Systems* 61: 167-181.
- Salaya-Domínguez, J. M., López-Upton, J., & Vargas-Hernández, J. J. (2012). Variación genética y ambiental en dos ensayos de progenies de *Pinus patula*. *Agrociencia*, 46(5), 519-534.
- Salinas, N., & Betancur, J. (2005). Las ericáceas de la vertiente pacífica de Nariño, Colombia. *Acta biológica colombiana* 10 (1), 98-99.
- Veloza, C., Durán, S., Magnitskiy, S., & Lancheros, H. (2014). *Capacidad de enraizamiento de esquejes de tallo de Macleania rupestris Kunth AC Sm., una especie frutal sudamericana*. <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/15538362.2014.897889?needAccess=true&role=button>.
- Wagstaff, S., Dawson, M., Venter, S., Munzinger, J., Crayn, D., Steane, D., & Lemson, K. (2010). Origin, Diversification, and Classification of the Australasian Genus *Dracophyllum* (Richeeae, Ericaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 97(2):235-258.
- Wilbur, R., & Luteyn, J. (1978). Flora of Panama. Part VIII. Family 149. Ericaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 27-143.
- Yepes, A., & Silverira, M. (2011). Respuestas de las plantas ante los factores ambientales del cambio climático global. *Redalyc*, 213-232.

Anexos

Anexo A. Tabla 3. Descriptores morfológicos cualitativos y cuantitativos (modificado de Vaccinium, Wilbur & Luteyn, 1978; Jin et al., 2010; Wagstaff et al., 2010).

Descriptores morfológicos cuantitativos	Descriptores morfológicos cualitativos	Caracteres ambientales
1. Altura de las plantas	1. Habito de crecimiento	1. Profundidad del suelo
2. Longitud entrenudos	2. Color de rama	2. pH
3. Ancho de la hoja	3. Forma de la hoja	3. Conductividad eléctrica
4. Longitud de la hoja	4. Margen de la hoja	4. Clase textural del suelo
5. Longitud del peciolo	5. Forma de la base foliar	5. Vegetación asociada
6. Número de flores por raimo	6. Forma del ápice foliar	
7. Longitud del raquis	7. Color del haz de la hoja	
8. Numero de frutos	8. Color del envés de la hoja	
9. Diámetro longitudinal del fruto	9. Color del cáliz	
10. Dulzor del fruto	10. Forma de la corola de la flor	
11. pH del fruto	11. Color del fruto no maduro	
12. Ancho del fruto	12. Color del fruto maduro	
13. Peso del fruto		
14. Porcentaje de humedad del fruto		
15. Número de semillas		

Anexo B. Tabla 6. Promedios de los caracteres morfológicos de la hoja de *Macleania rupestris* en cada una de las localidades.

Localidad	Ancho de la hoja (cm)	Longitud de la hoja (cm)	Peciolo (mm)
Guel	2,98 ± 0,63*	6,64 ± 1,13*	5,49 ± 1,64*
Luis Cordero	3,14 ± 0,66*	7,76 ± 3,38*	7,63 ± 2,43*
Nabón	2,52 ± 0,51*	5,94 ± 1,3*	6,76 ± 1,64*
San Vicente	3,13 ± 0,62*	7,51 ± 1,17*	5,87 ± 1,83*

Anexo C. Tabla 7. Promedios de los caracteres morfológicos del fruto de *Macleania rupestris* en cada una de las localidades.

	Peso del fruto (g)	Longitud del fruto (mm)	Ancho del fruto (mm)	Número de semillas por fruto	Número de frutos por racimo	Porcentaje de humedad del fruto	Grados Brix del fruto (°Bx)
1	1,6 ± 0,51*	12,38 ± 1,31	13,6 ± 1,38	70,21 ± 38,16	10,99 ± 2,4	82,71 ± 3,43	12,17 ± 2,05
2	1,58 ± 0,49*	12,76 ± 1,28	13,48 ± 1,43	63,44 ± 32,18	9,83 ± 2,42	81,44 ± 3,34	14,1 ± 2,17
3	1,95 ± 0,64*	13,91 ± 1,48	14,51 ± 1,57	29,06 ± 18,80	10,84 ± 4,45	75,54 ± 47,84	11,90 ± 4,08
4	1,42 ± 0,46*	12,82 ± 1,5	13,66 ± 2,41	33,39 ± 17,54	10,62 ± 2,11	75,51 ± 45,38	15,26 ± 3,89

Nota: 1: Güel; 2: Luis Cordero; 3 Nabón y 4: San Vicente.

Anexo D. Tabla 8. Promedios de las variables cuantitativas generales de *Macleania rupestris* en cada una de las localidades.





VARIABLES CUANTITATIVAS GENERALES DE LA PLANTA

Localidad	Profundidad del suelo (cm)	Número de flores por racimo	Altura de la planta (m)	Longitud de entrenudos (cm)	Longitud del raquis (cm)
Guel	10,23 ± 2,7	15,45 ± 2,4	1,88 ± 0,65	1,83 ± 0,75	1,09 ± 0,42
Luis Cordero	24,35 ± 8,99	14,58 ± 2,27	3,08 ± 1,04	1,86 ± 0,47	1,29 ± 0,38
Nabón	31,94 ± 13,93	13,65 ± 3,52	2,45 ± 0,99	2,88 ± 0,59	3,69 ± 0,74
San Vicente	18,25 ± 3,31	13,72 ± 2,07	2,2 ± 0,52	1,73 ± 0,48	1,21 ± 0,34

Anexo E. Tabla 12. Descriptores morfológicos cualitativos de *Macleania rupestris* (Wilbur & Luteyn, 1978; Camargo, 1979; Moreno, 1984).

DESCRITORES CUALITATIVOS		
Descriptor morfológico	Estado	Codificación
1 Habito de crecimiento	Erecta	1
	Intermedia	2
	Rastrera	3
2 Color de rama	Verde Claro	1
	Verde oscuro	2
3 Forma de la hoja	Lanceolada	1
	Oval	2

		Elíptica	3
		Oblonga	4
4	Margen de la hoja	Entero	1
		Acerrado	2
5	Forma de la base foliar	Acorazonada	1
		Cuneada	2
		Cordada	3
		Obtusa	4
6	Forma del ápice foliar	Agudo	1
		Acuminado	2
		Obtuso	3
7	Color del haz de la hoja	Verde oscuro	1
		Verde claro	2
8	Color del envés de la hoja	Verde grisáceo	1
		Verde claro	2
9	Color del cáliz	Rojo oscuro	1
		Rojo claro	2
10	Forma de la corola de la flor	Urceolada	1
		Acampanada	2
		Tubular	3
11	Color del fruto no maduro	Verde claro	1
		Verde oscuro	2
12	Color del fruto maduro	Violeta oscuro	1
		Negro azulado oscuro	2

<i>M. rupestris</i>	<i>M. rupestris</i>	<i>M. rupestris</i>	<i>M. rupestris</i>
			
Localidad 1 (Nabón)	Localidad 2 (Guel)	Localidad 3 (Luis Cordero)	Localidad 4 (San Vicente)
AZUAY		CANAR	

Anexo F. Figura 9. Diseño de muestreo para *M. rupestris* en donde se seleccionaron cincuenta muestras botánicas por cada población en cuatro localidades, dos en la provincia de Cañar y dos en Azuay.

Anexo G. Identificación del material vegetal de *M. rupestris*, para la caracterización morfológica.

--	--



Figura 10. Fundas usadas para la selección de especímenes



Figura 11. Especímenes de *M. rupestris* seleccionados

Anexo H. Muestras de hojas, flores y frutos de *M. rupestris*.



Figura 12. Hojas de *M. rupestris*



Figura 13. Flores de *M. rupestris*



Figura 14. Frutos de *M. rupestris*

Anexo I. Muestreo de los suelos de las diferentes localidades de *M. rupestris*, para los respectivos análisis.



Figura 15. Muestras de suelos de las localidades



Figura 16. Análisis de suelos

Anexo J. Pesado y secado de frutos de *M. rupestris*



Figura 17. Peso de frutos en la balanza digital



Figura 18. Secado de frutos de *M. rupestris*

Anexo K. Estados del fruto maduro y no maduro de *M. rupestris*



Figura 19. Frutos no maduros de *M. rupestris*



Figura 20. Frutos maduros de *M. rupestris*

Anexo L. Comparación del tamaño de hojas de *M. rupestris* 4 localidades



Figura 23. Hojas de *M. rupestris* en Guel



Figura 24. Hojas de *M. rupestris* en Nabon

<p>Figura 21. Hojas de <i>M. rupestris</i> en Luis Cordero</p>	<p>Figura 22. Hojas de <i>M. rupestris</i> en San Vicente</p>		
--	---	--	--

Anexo M. Comparación del tamaño de frutos de *M rupestris* 4 localidades

 <p>Figura 25. Frutos de <i>M. rupestris</i> en Nabon</p>	 <p>Figura 26. Frutos de <i>M. rupestris</i> en San Vicente</p>	 <p>Figura 27. Frutos de <i>M. rupestris</i> en Luis Cordero</p>	 <p>Figura 28. Frutos de <i>M. rupestris</i> en Guel</p>
--	--	--	---