

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**Distribución geográfica y diversidad morfológica de la  
especie *Eugenia Involucrata* DC. en Uruguay**

**por**

**Agustín GIAGNACOVO BUSTAMANTE**  
**Jose Luis PEREIRA MUÑOZ**

**Trabajo Final de Grado  
presentado como uno de los  
requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO**  
**URUGUAY**  
**2024**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Directora:

\_\_\_\_\_  
Lic. Biol. (Dra.) Gabriela Speroni

Co-directora:

\_\_\_\_\_  
Lic. Biol. (Mag.) Cristina Trujillo

Tribunal:

\_\_\_\_\_  
Lic. Biol. (Dra.) Gabriela Speroni

\_\_\_\_\_  
Lic. Estadíst. (Mag.) Natalia Berberían

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. (Mag.) Gabriela Jolochin

Fecha: 18 de diciembre de 2024

Estudiante:

\_\_\_\_\_  
Agustín Giagnacovo Bustamante

\_\_\_\_\_  
Jose Luis Pereira Muñoz

### AGRADECIMIENTOS

Gracias a nuestras familias y amigos, los de la Facultad y los de la vida, que nos brindan su apoyo en todo momento y nos impulsan a seguir adelante, tanto con sus halagos como con sus retos. A Belén, Laura, Nati, Santi y Sofi, que sacrificaron su tiempo libre para ayudarnos a medir muestras en el Laboratorio, algunas veces hasta altas horas de la noche.

Gracias a nuestras tutoras, Gabriela Speroni y Cristina Trujillo, quienes desde el primer momento nos guiaron en este proceso, estando siempre a disposición cuando nos surgían dudas o queríamos mostrarles nuestros avances en busca de su aprobación. Gracias también a Alejandra Borges y Natalia Berberían por su invaluable asesoramiento en estadística y por su disposición a incluso aprender con nosotros si era necesario; y a Mauricio Bonifacino por guiarnos en las salidas de campo y compartir sus conocimientos con nosotros. Todos ellos contribuyeron a que esta última instancia se convirtiera en la más importante y formadora de la carrera.

A todos los docentes que acompañaron nuestro paso por el Laboratorio de Botánica, que desde nuestro primer año de Facultad nos recibieron de la mejor manera y nos hicieron sentir como en casa. Gracias por abrirnos las puertas de la cátedra e introducirnos a este mundo de la docencia y la investigación, que tanto nos ha cautivado.

Por supuesto, un gran agradecimiento a Antolín Peralta que nos recibió en su casa y nos guió y acompañó en nuestras salidas de campo, brindándonos junto a Gustavo Centomo y Robert Da Rosa la más desinteresada y valiosa ayuda.

Gracias también a todos aquellos compañeros y docentes que nos acompañaron y apoyaron en los diferentes cursos a lo largo de nuestras carreras, que muchas veces supieron hacernos sentir especiales.

Finalmente, agradecer a la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República por habernos proporcionado el espacio y el capital humano para formarnos como personas y profesionales.

*Soy como el monte nativo  
más que leña y que frutal,  
más que valor comercial,  
más que tierra de cultivo.  
Me retuerzo y sobrevivo  
y crezco en mi propia intención  
espinas para el ladrón  
fruto y flor a quien lo pida-  
la talarrasa homicida  
alienta mi insurrección.*

La Trampa. (2005). Las décimas [Canción]. En *Laberinto*. Arizona Studios.

Tabla de contenidos

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>PÁGINA DE APROBACIÓN .....</b>                                     | <b>2</b>  |
| <b>AGRADECIMIENTOS.....</b>                                           | <b>3</b>  |
| <b>LISTA DE TABLAS Y FIGURAS .....</b>                                | <b>7</b>  |
| <b>RESUMEN.....</b>                                                   | <b>10</b> |
| <b>SUMMARY .....</b>                                                  | <b>11</b> |
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>                                           | <b>12</b> |
| <b>2. OBJETIVOS .....</b>                                             | <b>13</b> |
| 2.1. OBJETIVO GENERAL.....                                            | 13        |
| 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                      | 13        |
| <b>3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>                                | <b>14</b> |
| 3.1. FRUTALES NATIVOS DEL URUGUAY .....                               | 14        |
| 3.2. ANTECEDENTES DE LA FAMILIA MYRTACEAE JUSS. ....                  | 14        |
| 3.3. EUGENIA INVOLUCRATA .....                                        | 16        |
| 3.3.1. Descripción morfológica de <i>Eugenia involucrata</i> DC. .... | 16        |
| 3.3.2. Distribución geográfica y estado de conservación.....          | 16        |
| 3.3.3. Hábitat y valor ecosistémico.....                              | 16        |
| 3.3.4. Antecedentes de uso .....                                      | 17        |
| 3.3.5. Características biológicas y agronómicas.....                  | 18        |
| <b>4. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>                                  | <b>19</b> |
| 4.1. BÚSQUEDA EN HERBARIOS NACIONALES.....                            | 19        |
| 4.2. COLECTA DE MUESTRAS .....                                        | 19        |
| 4.2.1 Muestras vegetativas y florales .....                           | 20        |
| 4.2.2 Muestras de fruto .....                                         | 20        |
| 4.3. MEDICIÓN DE VARIABLES.....                                       | 21        |
| 4.3.1. Variables vegetativas.....                                     | 21        |
| 4.3.2. Variables florales.....                                        | 23        |
| 4.3.3. Variables de fruto .....                                       | 26        |
| 4.4. PROCESAMIENTO DE DATOS .....                                     | 29        |
| 4.4.1. Sistema de información geográfica .....                        | 29        |
| 4.4.2. Estadística .....                                              | 29        |
| 4.4.3. Estadística descriptiva.....                                   | 29        |
| 4.4.4. Ajuste y comparación de medias.....                            | 29        |
| 4.4.5. Análisis multivariado .....                                    | 30        |
| <b>5. RESULTADOS.....</b>                                             | <b>32</b> |
| 5.1. REGISTROS EN HERBARIOS NACIONALES.....                           | 32        |
| 5.2. GEOLOCALIZACIÓN .....                                            | 33        |
| 5.3. ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD .....                                 | 37        |
| 5.3.1. Diversidad vegetativa general .....                            | 37        |
| 5.3.2. Diversidad vegetativa interpoblacional .....                   | 39        |
| 5.3.3. Análisis multivariado vegetativo .....                         | 42        |
| 5.3.4. Diversidad floral general.....                                 | 45        |

|                                                                                                          |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.3.5. <i>Diversidad floral interpoblacional</i> .....                                                   | 47        |
| 5.3.6. <i>Análisis multivariado floral</i> .....                                                         | 49        |
| 5.3.7. <i>Diversidad general de fruto</i> .....                                                          | 53        |
| 5.3.8. <i>Diversidad interpoblacional de fruto</i> .....                                                 | 55        |
| 5.3.9. <i>Análisis multivariado de fruto</i> .....                                                       | 57        |
| 5.4. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE INDIVIDUOS SILVESTRES DE <i>EUGENIA INVOLUCRATA</i> (DC) EN URUGUAY..... | 60        |
| <b>6. DISCUSIÓN</b> .....                                                                                | <b>61</b> |
| <b>7. CONCLUSIONES</b> .....                                                                             | <b>68</b> |
| <b>8. BIBLIOGRAFÍA</b> .....                                                                             | <b>69</b> |
| <b>9. ANEXOS</b> .....                                                                                   | <b>75</b> |

## LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

### **Figura**

|           |                                                                                                                                            |    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1  | <i>Región geográfica donde se realizaron las colectas de <i>Eugenia involucrata</i>, contextualizada en Sudamérica y Uruguay</i>           | 19 |
| Figura 2  | <i>Sitios explorados en Uruguay para realizar colectas de <i>Eugenia involucrata</i> en poblaciones silvestres</i>                         | 20 |
| Figura 3  | <i>Grilla con hojas de <i>Eugenia involucrata</i> posicionadas para la toma de medidas en Inkscape</i>                                     | 22 |
| Figura 4  | <i>Esquema de variables vegetativas medidas en individuos de poblaciones silvestres de <i>Eugenia involucrata</i> en Uruguay</i>           | 23 |
| Figura 5  | <i>Grilla milimetrada con pedicelo y piezas florales de individuos de poblaciones silvestres de <i>Eugenia involucrata</i> en Uruguay</i>  | 24 |
| Figura 6  | <i>Esquema de variables florales medidas en individuos de poblaciones silvestres de <i>Eugenia involucrata</i> en Uruguay</i>              | 25 |
| Figura 7  | <i>Grilla numerada con frutos de individuos de poblaciones silvestres de <i>Eugenia involucrata</i> en Uruguay</i>                         | 27 |
| Figura 8  | <i>Cortes longitudinales de frutos de individuos de poblaciones silvestres de <i>Eugenia involucrata</i> en Uruguay</i>                    | 28 |
| Figura 9  | <i>Sitios visitados para colectar individuos silvestres de <i>Eugenia involucrata</i></i>                                                  | 34 |
| Figura 10 | <i>Geolocalización de los individuos de <i>Eugenia involucrata</i> colectados en Pay Paso, Departamento de Artigas, Uruguay</i>            | 35 |
| Figura 11 | <i>Geolocalización de los individuos de <i>Eugenia involucrata</i> colectados en La Palma, Departamento de Artigas, Uruguay</i>            | 35 |
| Figura 12 | <i>Geolocalización de los individuos de <i>Eugenia involucrata</i> colectados en Paso de la Cruz, Departamento de Artigas, Uruguay</i>     | 36 |
| Figura 13 | <i>Geolocalización de los individuos de <i>Eugenia involucrata</i> colectados en Tres Cruces, Departamento de Artigas, Uruguay</i>         | 36 |
| Figura 14 | <i>Geolocalización de los individuos de <i>Eugenia involucrata</i> colectados en Cuareim-Tres Cruces, Departamento de Artigas, Uruguay</i> | 37 |
| Figura 15 | <i>Formas de lámina encontradas en individuos silvestres de <i>Eugenia involucrata</i> en Uruguay</i>                                      | 38 |
| Figura 16 | <i>Matriz de correlaciones de variables vegetativas medidas en poblaciones silvestres de <i>Eugenia involucrata</i> en Uruguay</i>         | 43 |
| Figura 17 | <i>Análisis de componentes principales de variables vegetativas en poblaciones silvestres de <i>Eugenia involucrata</i> en Uruguay</i>     | 44 |
| Figura 18 | <i>Dendrograma de variables vegetativas medidas en poblaciones silvestres de <i>Eugenia involucrata</i> en Uruguay</i>                     | 44 |

|           |                                                                                                                                      |    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 19 | <i>Matriz de correlaciones de variables florales medidas en poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay</i>             | 50 |
| Figura 20 | <i>Análisis de componentes principales de variables florales en poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay</i>         | 52 |
| Figura 21 | <i>Dendrograma de variables florales medidas en poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay</i>                         | 53 |
| Figura 22 | <i>Principales formas de fruto encontradas en las poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay</i>                       | 53 |
| Figura 23 | <i>Tonos de epicarpo y número de semillas más frecuentes en colectas de Eugenia involucrata en poblaciones silvestres en Uruguay</i> | 54 |
| Figura 24 | <i>Matriz de correlaciones de variables frutales medidas en poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay</i>             | 58 |
| Figura 25 | <i>Análisis de componentes principales de variables de fruto en poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay</i>         | 59 |
| Figura 26 | <i>Dendrograma de las variables frutales medidas en poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay</i>                     | 60 |

## **Tablas**

## **Páginas**

|          |                                                                                                                               |    |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1  | <i>Número de individuos silvestres de Eugenia involucrata colectados en Uruguay por población y por año</i>                   | 20 |
| Tabla 2  | <i>Número de frutos y puntos de colecta para poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay</i>                     | 21 |
| Tabla 3  | <i>Variables medidas en hojas de individuos de poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay</i>                   | 22 |
| Tabla 4  | <i>Variables florales medidas en individuos de poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay</i>                   | 26 |
| Tabla 5  | <i>Variables medidas en frutos de individuos de poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay</i>                  | 28 |
| Tabla 6  | <i>Número de individuos de Eugenia involucrata colectados en poblaciones silvestres en Uruguay</i>                            | 29 |
| Tabla 7  | <i>Variables medidas en individuos de Eugenia involucrata en poblaciones silvestres en Uruguay</i>                            | 30 |
| Tabla 8  | <i>Colectas de Eugenia involucrata en herbarios de Uruguay</i>                                                                | 32 |
| Tabla 9  | <i>Resumen estadístico de variables vegetativas en individuos de poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay</i> | 38 |
| Tabla 10 | <i>Ajuste de medias de variables vegetativas en poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay</i>                  | 42 |
| Tabla 11 | <i>Resumen estadístico de variables florales en individuos de poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay</i>    | 46 |



|                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 12 <i>Ajuste de medias de variables florales en poblaciones silvestres de <i>Eugenia involucrata</i> en Uruguay</i> .....                  | 48 |
| Tabla 13 <i>Frecuencia de número de semillas en frutos de <i>Eugenia involucrata</i> en poblaciones silvestres en Uruguay</i> .....              | 54 |
| Tabla 14 <i>Resumen estadístico de variables de fruto en individuos de poblaciones silvestres de <i>Eugenia involucrata</i> en Uruguay</i> ..... | 55 |
| Tabla 15 <i>Ajuste de medias de variables de fruto en poblaciones silvestres de <i>Eugenia involucrata</i> en Uruguay</i> .....                  | 57 |

## RESUMEN

*Eugenia involucrata* es una especie leñosa de la familia Myrtaceae, que ocurre naturalmente en Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay. Llamada popularmente “Cereza de monte”, “Cerejeira do mato” o “Cerella”, es una planta con características promisorias para su uso como ornamental o frutal doméstico y con potencial para su utilización en plantaciones comerciales. Sus frutos son bayas rojas a violeta muy oscuro, con cáliz persistente y una a siete semillas, de sabor dulce y agradable, que resultan atractivos para su consumo en fresco y en preparaciones. El objetivo de este trabajo fue reunir la información disponible sobre *E. involucrata* en los herbarios nacionales, identificar la distribución natural de las poblaciones silvestres en Uruguay y conocer su variabilidad fenotípica. Se visitaron los herbarios MVFA, MVFC, MVFQ, MVJB y MVM, y entre octubre de 2020 y noviembre de 2021 se realizaron prospecciones en las costas del Río Cuareim. Durante la floración se colectaron muestras de herbario de hasta 22 plantas por población para evaluar 31 variables morfológicas vegetativas y florales. En fructificación se colectaron hasta 30 frutos por punto de colecta para evaluar 12 variables. Se encontraron nueve ejemplares de herbario de *E. involucrata*, siete provenientes de bosques, sin caracteres reproductivos. Se confirmó la presencia de cinco poblaciones silvestres, en su mayoría de más de 20 plantas, en seis de los sitios explorados en el Departamento de Artigas, sobre el Río Cuareim y el Arroyo Tres Cruces. Se estimaron promedio, mediana, desvío estándar y coeficiente de variación, y se realizó análisis multivariado para identificar diversidad dentro y entre poblaciones. En las variables vegetativas, sólo existieron diferencias significativas entre poblaciones para el largo de pecíolo (ANOVA; 0,95). Entre las reproductivas, en las flores se encontraron diferencias significativas en ancho máximo de sépalo, ancho máximo de pétalo, relación largo/ancho de pétalo, número de ciclos de estambres, y diámetro y altura del ovario. En las variables de frutos, hubo diferencias significativas en la masa, altura, diámetro, proporción de pulpa en masa y largo del cáliz. En la estadística multivariada ninguna población se diferenció del resto, sin embargo, se señalaron tendencias que destacaron a una población en características relacionadas a un mayor tamaño de fruto, menor número de semillas y mayor proporción de pulpa en masa. Este trabajo identifica y evalúa por primera vez la diversidad morfológica en poblaciones silvestres de *E. involucrata* en Uruguay, y se constata que la especie encuentra su límite de distribución austral en el territorio. Esto respalda la importancia de estudiar y preservar este recurso fitogenético nativo, cuya apariencia externa y buen sabor prometen una buena aceptación por parte de los consumidores.

**Palabras Clave:** fruto nativo, cereza de monte, poblaciones silvestres, biodiversidad, recurso fitogenético

## SUMMARY

*Eugenia involucrata* (Myrtaceae) is a woody species which naturally occurs in Argentina, Bolivia, Brazil, Paraguay, and Uruguay. Commonly known as 'Cereza de monte', 'cerejeira do mato' or 'cerella,' it is a plant with promising characteristics for use as an ornamental or domestic fruit tree, and with high potential for commercial plantations. Its fruits are dark red to violet berries with a persistent calyx, containing one to seven seeds. They have a sweet and pleasant flavor, making them attractive for fresh consumption and culinary preparations. The objective of this study was to gather information about *E. involucrata* available in national herbaria, identify the natural distribution of wild populations of *E. involucrata* in Uruguay and assess its phenotypic variability. Herbaria from MVFA, MVFC, MVFQ, MVJB and MVM were visited. Between October 2020 and November 2021, surveys were performed along the shores of the Cuareim River. During flowering, herbarium samples were collected from up to 22 plants per population to evaluate 31 morphological variables. In the fruiting stage, up to 30 fruits were collected per sampling point to assess 12 variables. Nine herbaria samples were found, seven coming from wild forests, without reproductive structures. Wild populations were confirmed in five out of the six explored sites in the Artigas department, mainly composed of more than 20 plants, along the Cuareim River and Tres Cruces Stream. Mean, standard deviation, and coefficient of variation were estimated, and multivariate analysis was performed to identify diversity within and among populations. Regarding vegetative variables, significant differences (ANOVA;  $p < 0.05$ ) were found between populations only for petiole length. Among reproductive variables, significant differences were observed in sepal width, petal width, petal length-width ratio, stamen whorls number, and ovary diameter and height. Fruit variables showed significant differences in mass, height, diameter, fruit pulp proportion, and calyx length. In multivariate statistics, no significant differences were found. However, trends highlighted one population with characteristics related to larger fruit size, fewer seeds, and a higher fruit pulp proportion. This study provides the first assessment of morphological diversity in wild populations of *E. involucrata* in Uruguay. It confirms that the species reaches its southernmost distribution area in Uruguay. This highlights the importance of studying and conserving this native phylogenetic resource, whose external appearance and good taste promise favorable consumer acceptance.

**Keywords:** native fruit, brazilian cherry, wild populations, biodiversity, phylogenetic resource

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción de frutales nativos contribuye a la generación de productos con identidad y ayuda a concientizar sobre la importancia de proteger los recursos fitogenéticos nacionales. Para ello, es necesario llevar adelante la prospección y selección de especies con aptitud alimentaria y económica, para luego introducir nuevos materiales en la matriz productiva y el mercado (Vignale et al., 2016).

Desde el año 2000, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), la Facultad de Agronomía (Fagro) y el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) llevan adelante el Programa de selección de frutales nativos con potencial comercial (Vignale et al., 2016). Hasta la fecha, los avances más importantes han sido la liberación de cuatro cultivares de *Feijoa sellowiana* (O.Berg) O.Berg, “Guayabo del país”, y los estudios de biología reproductiva y variabilidad fenotípica y ecológica en *Psidium cattleianum* Sabine, “Arazá” (Cabrera et al., 2018, 2023; Souza-Pérez et al., 2021; Speroni et al., 2021; Vignale et al., 2016).

Otro de los frutales que se encuentra en estudio es *Eugenia involucrata* DC., “Cereza de Monte”. Esta especie produce bayas rojas a violeta oscuro, de sabor suave y agradable, destacándose su aptitud para el consumo en fresco y para la elaboración de dulces, mermeladas y licores (Camlofski, 2008; Lorenzi, 2014).

La investigación referida al aprovechamiento de *E. involucrata* como especie frutal se ve limitada a trabajos realizados en Brasil (Antonia, 2020; Camlofski, 2008; Wagner, 2015). Su presencia en bosques nativos en Uruguay está pobremente documentada, siendo una especie prioritaria para la conservación debido a que presenta poca ocurrencia dentro del territorio, cuenta con pocas colectas y su distribución geográfica es restringida (Jolochin, 2008; Marchesi et al., 2013).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento local y regional de las especies frutales nativas con potencial comercial, abordando el estudio de la distribución y la diversidad morfológica de las poblaciones silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reunir la información sobre las colectas de herbario de *Eugenia involucrata* registradas en los herbarios nacionales.
- Generar información precisa de la geolocalización de individuos y poblaciones silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay.
- Evaluar la variabilidad morfológica vegetativa y reproductiva de los individuos y poblaciones silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay.
- Identificar individuos y/o grupos de individuos silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay que se destaquen del resto por características de interés para futuros programas de mejoramiento.

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. FRUTALES NATIVOS DEL URUGUAY

En Uruguay existen varias especies de plantas nativas con frutos comestibles, las cuales encierran un gran valor como recurso fitogenético para la alimentación y la agricultura. Las frutas nativas son consumidas y muy apreciadas por los pobladores locales desde hace un largo tiempo y hoy día se encuentran presentes “en su memoria”, constituyendo parte de la identidad y el patrimonio nacional (Cabrera et al., 2018; Vignale et al., 2016).

Desde el año 2000 algunas especies han sido parte del Programa de selección de frutales nativos con potencial comercial, que llevan adelante el INIA, Fagro y MGAP. En dicho programa se busca estudiar la diversidad genética, el valor agronómico y potencial comercial que estos frutos pueden significar para la diversificación productiva de pequeños productores y la ampliación del consumo local de frutas. Las especies incluidas en el programa son: *Acanthosyris spinescens* L., “Quebracho Flojo”; *Eugenia involucrata* L., “Cereza de monte”; *Eugenia myrcianthes* Nied., “Ubajay”; *Eugenia uniflora* L., “Pitanga”; *Feijoa sellowiana* (O.Berg) O.Berg, “Guayabo del país”; *Myrcianthes pungens* (Berg.) Legr., “Guaviyú”; *Plinia rivularis* (Cambess.) Rotman, “Baporetí”; *Pouteria gardneriana* (A. DC.) Radlk., “Aguai”; *Psidium cattleianum* Sabine f. *cattleianum*, “Arazá rojo”; y *Psidium cattleianum* Sabine f. *lucidum*, “Arazá amarillo” (Vignale et al., 2016). El programa cuenta con dos jardines de introducción ubicados en la Estación Experimental Wilson Ferreira Aldunate en INIA Las Brujas y en la Estación Experimental Facultad de Agronomía Salto en San Antonio, donde se evalúan colecciones paralelas en condiciones climáticas del sur y del norte del país, respectivamente. En el marco de este Programa fueron liberadas las primeras cuatro selecciones de *F. sellowiana* (Cabrera et al., 2018, 2023), y se destacan además los importantes avances en el conocimiento de las características fenotípicas, ecológicas y de biología reproductiva básica en *P. cattleianum* (Souza-Pérez et al., 2021; Speroni et al., 2021; Vignale et al., 2016).

Por fuera del programa, se destaca la provisión natural de frutos por parte de las palmeras del género *Butia* Becc. (Arecaceae), ubicadas en los paisajes bioculturales que representan los palmares del este y litoral del país, y donde la tradición de su uso es parte del patrimonio cultural de la zona (Rivas et al., 2021). Otras especies son reportadas también con potencial uso como comestibles, como *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg (Cannabaceae) y algunas especies del género *Neltuma* Raf. (Fabaceae) (Berruti, 2010).

#### 3.2. ANTECEDENTES DE LA FAMILIA MYRTACEAE JUSS.

De acuerdo con Wilson (2011), Myrtaceae es una familia de plantas leñosas con alrededor de 131 géneros y 5900 especies, que se distribuyen en áreas tropicales y templadas del planeta. Stevens (2001) reconoce dos subfamilias, Heteropxidoideae, con dos géneros y cuatro especies exclusivas del sureste de África, y Myrtoideae, donde se encuentra la mayor parte de las especies de la familia, agrupadas en 21 tribus. Comprende árboles y arbustos de hojas simples y generalmente enteras, frecuentemente con glándulas esquizógenas que secretan aceites esenciales de perfume característico; flores generalmente actinomorfas, monoclinas; y frutos carnosos o secos, generalmente bayas, drupas o cápsulas (Wilson, 2011).

A nivel global, esta familia aporta numerosas especies utilizadas para la producción de madera y celulosa. Algunas son ampliamente cultivadas, destacándose *Eucalyptus globulus* Labill; *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden y *Eucalyptus dunnii* Maiden (Dirección General Forestal [DGF], 2021). Otras especies son fuente de aceites esenciales, como *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. y LM Perry, “Clavo de olor”; y *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill y L.A.S. Johnson, “Eucalipto limón”, la cual contiene altos niveles de citral y citronelal (Wilson, 2011). Entre las especies con frutos carnosos, varias producen frutos comestibles, destacándose *Psidium guajava* L., “Guayaba”; *Psidium cattleianum*, “Arazá”; *Feijoa sellowiana*, “Guayabo del país”; y *Syzygium jambos* (L.) Alston, “Pomarrosa” (Vignale et al., 2016; Wilson, 2011). Numerosas especies tienen gran valor ecosistémico en los lugares donde habitan, sirven como fuente de néctar para la producción de miel y son alimento de especies frugívoras (Vasconcelos et al., 2017). Otras son utilizadas con diversos fines ornamentales, por ejemplo, varias especies del género *Melaleuca* L. Por otro lado, pocas especies significan un problema como maleza, aunque *P. guajava* y *P. cattleianum* son fácilmente dispersadas por aves y se han convertido en especies invasoras al ser introducidas en algunas áreas del planeta, especialmente en islas (Vignale et al., 2016; Wilson, 2011).

En Uruguay, desde el punto de vista de la producción maderera, según el MGAP (2021) existen poco más de 1 millón de hectáreas efectivas utilizadas con fines forestales, de los cuales el 76% se encuentra representado por especies del género *Eucalyptus* L'Hér. Brussa y Grela (2007) y Jolochin (2008) reportaron hasta 35 especies de Myrtaceae en la flora nativa. En cambio, según Haretche et al. (2012), de las 313 especies que componen la flora leñosa del país, 26 pertenecen a la familia. Todas las especies de Myrtaceae nativas son parte de la Tribu Myrteae, por lo que poseen frutos carnosos. Algunas de ellas presentan interés para la explotación comercial, por lo que desde el año 2000 forman parte del Programa de selección de frutales nativos (Vignale et al., 2016).

El género *Eugenia* P. Micheli ex L. se encuentra en la tribu Myrteae DC., cuenta con 1284 especies aceptadas (Stevens, 2001) y se distribuye desde México hasta Argentina (Mazine et al., 2014) Después de *Syzygium* Gaertn., es el género de la familia con mayor cantidad de especies de hábito arbóreo, con 884 especies (Beech et al., 2017). En Uruguay, *Eugenia* es el quinto género más numeroso de especies leñosas llegando a 11 si se incluye a *Eugenia anomala* D. Legrand, *E. myrcianthes* Nied. y *E. rostrifolia* D. Legrand, sobre la que existen colectas en el país aún sin publicar (A. González, comunicación personal, s.f.) (Brussa & Grela, 2007; Jolochin, 2008; Mazine et al., 2014). En base a estudios moleculares, Mazine et al. (2014) reorganizan el género en ocho clados y posteriormente Mazine et al. (2016) proponen una clave donde se identifican nueve secciones dentro del género.

De acuerdo con Bünger et al. (2020), *Eugenia involucrata* es la especie tipo de la sección *Phyllocalyx*, que comprende otras 15 especies, ninguna de ellas presentes en Uruguay. En la revisión taxonómica de Bünger et al. (2015) se describe la alta variabilidad morfológica de *E. involucrata* y se presentan siete nuevos sinónimos para la especie.

### 3.3. EUGENIA INVOLUCRATA

#### 3.3.1. Descripción morfológica de *Eugenia involucrata* DC.

Árboles de hasta 25 m de altura, corteza lisa, marrón, con manchas verdes, caduca en placas; brotes a veces pubescentes. Hojas simples, opuestas, pecíolos 0,4-10 mm de largo, canaliculados; láminas 15-100 × 6-70 mm, elípticas, obovadas u oblongas, coriáceas, cartáceas o membranosas, base atenuada o cuneada, decurrente, ápice agudo u obtuso, acuminado, rostrado o redondeado, margen entero; venación pinnada, vena central surcada adaxialmente, venas secundarias 8-16 de cada lado, venas marginales 2, a 1-2 mm del margen. Inflorescencias axilares o subterminales, 1-5 floras; bráctea 1, hasta 7 mm de largo, lineares, prontamente caducas; pedicelos 10-50 mm de largo; bractéolas 2, 2,8-21 × 3,1-14,3 mm ovadas a elípticas, base cordada, ápice agudo u obtuso. Flores actinomorfas, cáliz dialisépalo, sépalos 4, 5-15 × 1,6-7,3 mm, oblongos u ovados, persistentes en el fruto; corola dialipétala, pétalos 4, 8,5-15,5 × 6,8-7,5 mm, ovados, blancos; androceo de estambres libres, numerosos, de 8-13 mm de longitud, glabros; gineceo 2 carpelar, 2 locular, ovario ínfero, 3,8-5,4 × 2,5-3,1 mm, estilo 8,6-13 mm de largo. Frutos tipo baya, 10-40 × 10-21 mm, elipsoides o piriformes, rojos o violáceos hasta negros. Semillas 1-4. (Antonia, 2020; Brussa & Grela, 2007; Bünger et al., 2015; Bünger et al., 2020; Camlofski, 2008; Jolochin, 2008; Legrand & Klein, 1969; Lorenzi, 2014; Rotman, 1995; Vignale et al., 2016; Wilson, 2011).

La revisión detallada de los valores reportados por cada autor puede consultarse en Anexo A.

#### 3.3.2. Distribución geográfica y estado de conservación

*Eugenia involucrata* se distribuye naturalmente en Sudamérica, en Bolivia; en las provincias argentinas de Corrientes y Misiones; en los estados brasileños de Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro y São Paulo; en los departamentos paraguayos de Alto Paraná, Caazapá, Cordillera y Guairá; y en los departamentos uruguayos de Artigas, Salto y Paysandú (Brussa & Grela, 2007; Bünger et al., 2015; Legrand & Klein, 1969; Rotman, 1995; Zuloaga et al., 2008).

La distribución reportada para Uruguay abarca únicamente los bosques ribereños del Río Uruguay y Río Cuareim (Brussa & Grela, 2007), lo que representa la distribución natural más austral de la especie.

En la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, la especie es ubicada en la categoría “Preocupación menor” debido a que “presenta una amplia distribución en su lugar de origen, una población grande, y a que no existen evidencias de riesgos presentes o futuros que la comprometan” (International Union for Conservation of Nature [IUCN] et al., 2019). En cambio, para Uruguay, Marchesi et al. (2013), en “Especies prioritarias para la conservación en Uruguay: Vertebrados, moluscos continentales y plantas vasculares”, plantean que es una especie prioritaria para la conservación, debido a que presenta poca ocurrencia dentro del territorio, cuenta con pocas colectas y su distribución geográfica es restringida.

#### 3.3.3. Hábitat y valor ecosistémico

*Eugenia involucrata* es una especie subtropical (Raseira et al., 2004). En Brasil se desarrolla en bosques semidecíduos, en la mata pluvial atlántica y en los bosques de araucarias (Legrand & Klein, 1969; Lorenzi, 2014); en Argentina, en el norte de la



provincia de Corrientes forma parte de los bosques higrófilos (Barrett & Tressens, 1996; Legrand & Klein, 1969); y en Uruguay se reporta para los bosques ribereños e insulares de los ríos Cuareim y Uruguay (Brussa & Grela, 2007).

Según Degenhardt et al. (2007) y Lorenzi (2014), es una especie heliófita, aunque Carvalho (2009), en su revisión bibliográfica, la clasifica también como esciófila. Es tolerante a las heladas y cuenta con una buena capacidad para reiniciar el crecimiento luego de la ocurrencia de las mismas (Carvalho, 2009; Rorato et al., 2018). A nivel sucesional se la cataloga como una especie secundaria tardía (Carvalho, 2009; Legrand & Klein, 1969; Lorenzi, 2014).

Es considerada una especie melífera (Arnhold, 2016) y sus frutos carnosos son consumidos por las aves (Lorenzi, 2014). Se valora positivamente su potencial para la reforestación de áreas degradadas (Degenhardt et al., 2007), aunque también se ha detectado cierta actividad alelopática (Sausen et al., 2009).

#### 3.3.4. Antecedentes de uso

*Eugenia involucrata* se destaca por el consumo de sus frutos frescos o procesados para dulces, jugos, licores y mermeladas (Lorenzi, 2014; Raseira et al., 2004). Existen dos antecedentes de estudios en Brasil, ambos realizados utilizando frutos de plantas cultivadas. En Ponta Grossa, Paraná, Camlofski (2008) evaluó las características de los frutos para su aprovechamiento tecnológico y formuló una clasificación para sus estados de maduración, con seis categorías basadas en la coloración del epicarpo. Se evaluó además la conservación de la pulpa congelada utilizando como indicadores la degradación de vitamina C, compuestos fenólicos totales y la actividad antioxidante, alcanzando una vida útil de siete meses. Posteriormente, Antonia (2020) evaluó los frutos provenientes de 46 accesiones del estado de São Paulo, obteniendo los estimadores de media y coeficiente de variación para 16 características físicas y químicas. A partir de sus resultados determinó que el mejor momento para la cosecha de los frutos, en cuanto a las características organolépticas, es cuando alcanzan su mayor madurez, estado indicado por la coloración oscura. También identificó algunas accesiones como posibles plantas madre para programas de mejoramiento, destacando características prometedoras en vista a su inclusión en el mercado, tanto de fruta fresca como procesada.

En lo que respecta a su importancia cultural, Praderi (1959) resalta que, en las regiones donde se desarrolla naturalmente la especie, los lugareños la aprecian mucho por sus frutos comestibles, pudiéndosela encontrar en huertas de las casas de la zona. Además, es un árbol atractivo por el color de su follaje, flores y frutos maduros, lo cual le brinda un importante potencial para su uso ornamental, siendo una especie apropiada para plantar en alineaciones, jardines y parques (Demattê, 1997; Lorenzi, 2014).

Distintas partes de la planta son utilizadas tradicionalmente por su acción medicinal contra afecciones como diarreas, diabetes, hemorragias e infecciones, y sus hojas se utilizan por su acción antidiarreica y digestiva (Golle et al., 2013; Toledo et al., 2020). En este sentido, diversos estudios han constatado actividad antioxidante tanto en hojas, pulpa del fruto y semillas (Girardelo et al., 2020; Infante et al., 2016; Nicácio et al., 2017; Toledo et al., 2020), y existen también investigaciones donde se evidencia actividad antimicrobiana, antiinflamatoria y antitumoral (Girardelo et al., 2020; Infante et al., 2016; Sato et al., 2018; Toledo et al., 2020).

### 3.3.5. Características biológicas y agronómicas

La germinación de las semillas de *Eugenia involucrata* es hipógea, ocurriendo entre los 30 y los 40 días luego de la siembra (Carvalho, 2009). Si bien presentan altos porcentajes iniciales de germinación, son sensibles a la desecación y pierden significativamente su viabilidad luego de los 30 días de almacenamiento en seco (Barbedo et al., 1998; Carvalho, 2009; Cripa et al., 2014; Stefanel et al., 2021; Silva et al., 2005). Sin embargo, Maluf et al. (2003) lograron conservar significativamente su capacidad germinativa por hasta 180 días, manteniéndolas en contenedores plásticos, en cámara fría a 8 °C y 53% de contenido de humedad. Se han evaluado algunos métodos de propagación vegetativa, como la fragmentación de semillas, el acodo y el cultivo *in vitro*, logrando resultados positivos (Carvalho, 2009; Gomes et al., 2016; Stefanel et al., 2021; Silva et al., 2005).

Algunos autores han llevado a cabo trabajos relacionados al establecimiento de las plantas jóvenes. Franco y Perrando (2001) concluyeron que el sombreado no afecta la sobrevivencia de las plantas, aunque el crecimiento en altura y diámetro fue mayor en condiciones de mayor luminosidad. Por otro lado, Thiesen et al. (2020) estudiaron el efecto de distintas combinaciones de sustratos, llegando a la conclusión de que existe un efecto significativo sobre el crecimiento con el uso de la combinación de “45% suelo, 45% arena, 10% vermiculita y 108 g de Osmocote®”, en envases de 3 litros.

El estudio del comportamiento de *Eugenia involucrata* en plantaciones comerciales se encuentra en sus fases iniciales. Según Carvalho (2009), el sistema de plantación puede ser puro o mixto, y es común encontrarla dentro de sistemas agroforestales en el sur de Brasil. Incluso sus frutos pueden constituir una importante fuente de alimento para los animales domésticos, principalmente suinos.

Existen pocos trabajos sobre la biología reproductiva de *E. involucrata*. La especie ha sido reportada como autógama por Carvalho (2009) y Guerra et al. (2016), aunque resultados preliminares de C. Trujillo (comunicación personal, s.f.) señalan evidencias de tratarse de una especie alógama.

Degenhardt et al. (2007) trabajaron sobre las distintas procedencias del banco activo de germoplasma perteneciente a Embrapa Clima Temperado, ubicado en el sur de Rio Grande Do Sul, Brasil. Se midieron las dimensiones, forma y color de los frutos, y se presentó una escala de cinco estados fenológicos florales que abarca desde botón floral hasta pétalo caído. Además, se constató susceptibilidad a *Anastrepha fraterculus*, “Mosca de la fruta”; y a *Puccinia* sp., “Roya”, afectando esta última tanto hojas como frutos.

En lo que respecta a la selección y mejoramiento, Wagner (2015) presenta un proyecto para la selección participativa de distintas procedencias, involucrando a agricultores de la localidad de Frei Rogério, en la región de Curitiba, Santa Catarina, Brasil. En Uruguay, el Programa de selección de frutales nativos cuenta con 12 materiales seleccionados de *Eugenia involucrata*. A partir del año 2008 se llevan adelante cruzamientos dirigidos en la especie con fines de mejoramiento (Vignale et al., 2016), y en el año 2019 se comenzaron investigaciones relacionadas con la biología reproductiva (Trujillo et al., 2021).

#### 4. MATERIALES Y MÉTODOS

##### 4.1. BÚSQUEDA EN HERBARIOS NACIONALES

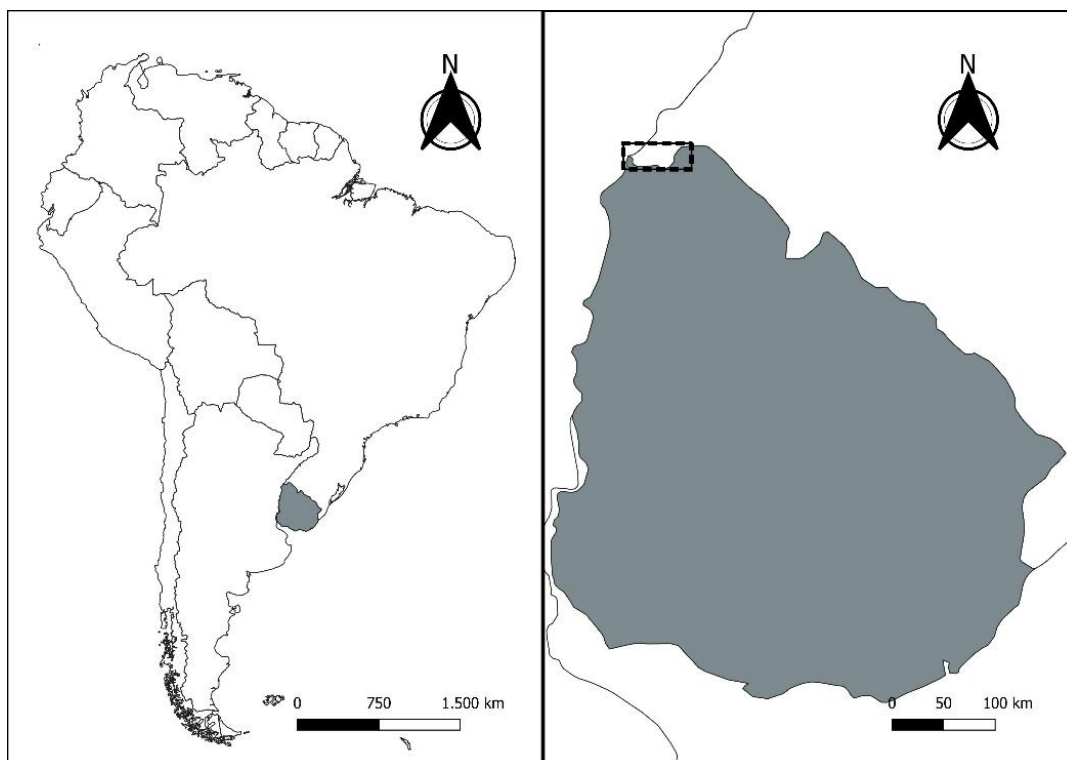
Se consultaron los herbarios de la Facultad de Agronomía (MVFA), Facultad de Ciencias (MVFC), Facultad de Química (MVFQ), Museo y Jardín Botánico (MVJB) y Museo Nacional de Historia Natural (MVM). Se relevó el tipo de material preservado, vegetativo y/o reproductivo, y la información registrada en las etiquetas, como distribución y datos fenológicos.

##### 4.2. COLECTA DE MUESTRAS

La identificación y geolocalización de poblaciones silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay, se realizó en los bosques nativos ubicados sobre los márgenes del Río Cuareim y Arroyo Tres Cruces, en el norte del Departamento de Artigas (Figura 1 y ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). El acceso a estas localidades fue definido en base a información contenida en etiquetas de herbario, reportes de actores locales y fotointerpretación de bosques de la zona. Se hizo un seguimiento de la fenología desde el mes de junio, y en el mes de octubre de los años 2020 y 2021, se colectaron muestras de herbario en floración para analizar las variables vegetativas y florales. En noviembre de 2021 se colectaron las muestras de fruto.

#### Figura 1

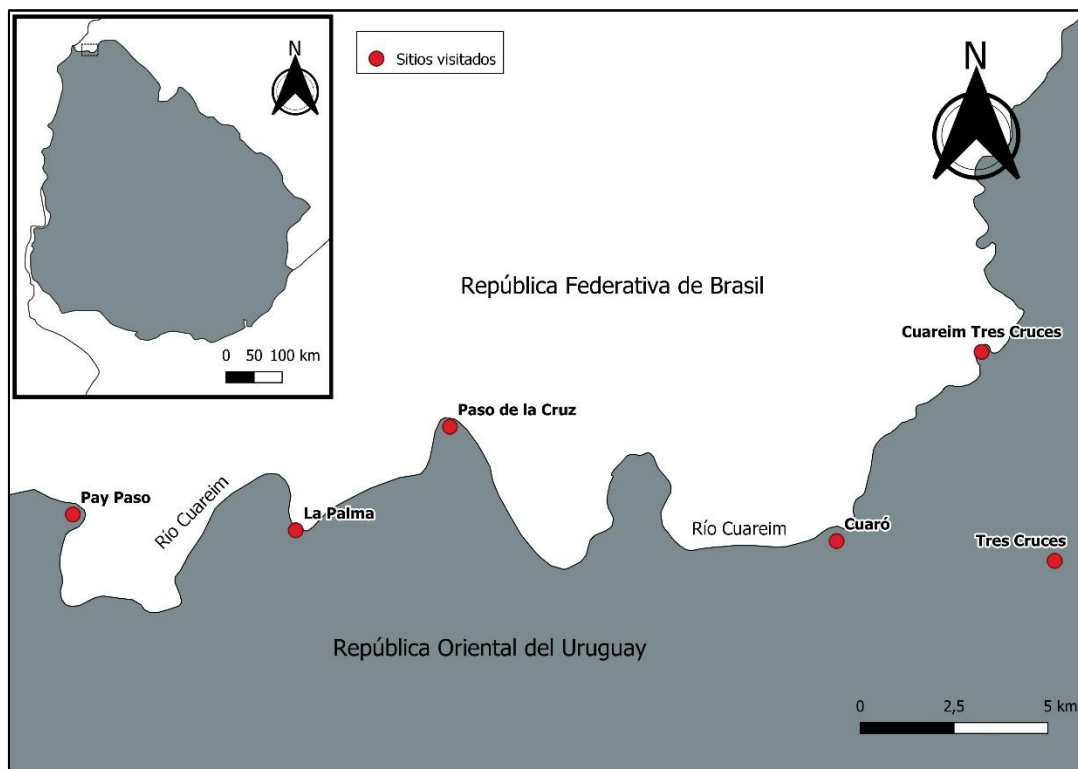
*Región geográfica donde se realizaron las colectas de Eugenia involucrata, contextualizada en Sudamérica y Uruguay*



*Nota.* A la izquierda Sudamérica, a la derecha Uruguay.

## Figura 2

*Sitios explorados en Uruguay para realizar colectas de *Eugenia involucrata* en poblaciones silvestres*



### 4.2.1 Muestras vegetativas y florales

Para las muestras de herbario con órganos vegetativos y florales, se procuró coleccionar ramas que tuvieran flores en antesis y hojas maduras, que luego fueron conservadas en el herbario hasta su medición. En total se coleccionaron muestras de 81 individuos de 5 poblaciones (Tabla 1), y todos fueron georreferenciados con el GPS (Garmin 60CSX).

**Tabla 1**

*Número de individuos silvestres de *Eugenia involucrata* colectados en Uruguay por población y por año*

| Población           | Abreviación | Año de colecta | Número de colectas |
|---------------------|-------------|----------------|--------------------|
| La Palma            | LP          | 2020           | 22                 |
| Paso de la Cruz     | PdC         | 2020           | 21                 |
| Pay Paso            | PyP         | 2020           | 22                 |
| Cuareim Tres Cruces | CmT         | 2021           | 6                  |
| Tres Cruces         | TsC         | 2021           | 10                 |

### 4.2.2 Muestras de fruto

En noviembre de 2021 se coleccionaron frutos de las poblaciones de Pay Paso, Paso de la Cruz y La Palma. Los puntos de muestreo se seleccionaron previamente según la georreferenciación de los individuos coleccionados en las salidas de floración. En la población La Palma, la colecta de frutos se organizó definiendo dos zonas de colecta,

este y oeste, cada una con un “n” equivalente a los demás sitios de colecta de frutos (Tabla 2).

Los frutos colectados en cada punto provinieron en general de más de un individuo, por lo que los datos de frutos se asocian a un punto de la población (punto de colecta), pero no necesariamente a un único individuo. Debido a la altura de los árboles, la cosecha de los frutos se hizo por vibración mecánica. Durante la cosecha se colocó una tela blanca debajo de la copa del árbol o árboles, y posteriormente se sacudió el fuste y/o ramas haciendo que los frutos cayeran sobre la tela. Se procuró seleccionar los frutos más sanos y maduros o próximos a madurar, es decir, con indicios de cambios de color del epicarpo de verde a rojo o violáceo. Los frutos se conservaron sumergidos en agua en frascos plásticos etiquetados, que se colocaron dentro de conservadoras con hielo y agua hasta su llegada al laboratorio. Cada frasco se almacenó en la heladera hasta procesar los frutos. En total se obtuvieron 1093 frutos provenientes de 43 puntos (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Número de frutos y puntos de colecta para poblaciones silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay*

| Población       | Abreviación | Puntos de colecta | Número de frutos |
|-----------------|-------------|-------------------|------------------|
| La Palma este   | LPe         | 12                | 333              |
| La Palma oeste  | LPo         | 8                 | 222              |
| Paso de la Cruz | PdC         | 13                | 304              |
| Pay Paso        | PyP         | 10                | 234              |

*Nota.* La población La Palma se discrimina entre la zona “este” y “oeste”.

#### 4.3. MEDICIÓN DE VARIABLES

Las muestras de fruto se midieron durante noviembre de 2021 y las de herbario entre marzo y agosto de 2022, ambas en el Laboratorio de Botánica de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República. Finalizado este proceso, se ingresaron una o dos muestras por población en el Herbario Bernardo Rosengurtt de la Facultad de Agronomía.

##### 4.3.1. Variables vegetativas

Para cada individuo se tomaron cinco hojas sanas, evitándose las ubicadas hacia el ápice y la base de la rama para asegurar que fueran completamente desarrolladas. Las muestras se colocaron en una grilla numerada, rotulada y con escala (Figura 3), para ser escaneadas a una densidad de 600 ppp en el escáner adaptado a muestras de herbario (EPSON EXPRESSION 10000 XL). A partir de la imagen generada se tomaron las medidas de siete variables (Tabla 3, Figura 4), utilizando el software de edición de vectores gráficos de código abierto Inkscape (<https://inkscape.org>). La forma de lámina se estimó de acuerdo con la posición del ancho máximo, los ángulos de la base y el ápice se midieron a las distancias de  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{3}{4}$  del largo de la lámina, de acuerdo con lo establecido por Ellis et al. (2009).

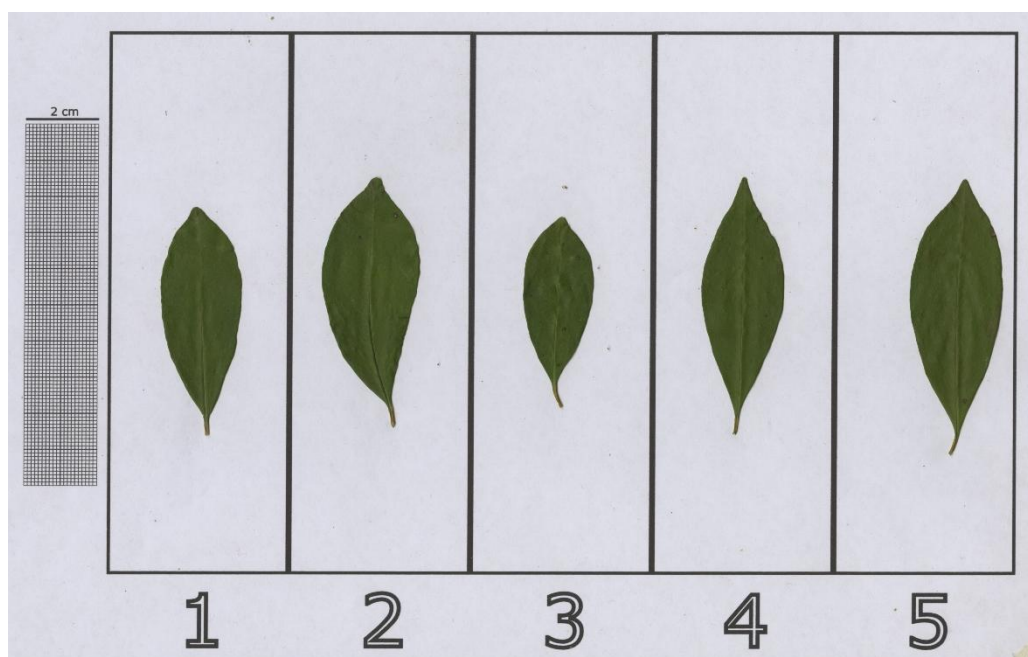
**Tabla 3**

*Variables medidas en hojas de individuos de poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay*

| Variable                                                          | Abreviación |
|-------------------------------------------------------------------|-------------|
| Largo de pecíolo (mm)                                             | LP          |
| Largo de lámina de la hoja (mm)                                   | LL          |
| Ancho máximo de lámina de la hoja (mm)                            | AL          |
| Distancia del ancho máximo a la base de la lámina de la hoja (mm) | PA          |
| Ángulo de la base de la lámina de la hoja (°)                     | AB          |
| Ángulo del ápice de la lámina de la hoja (°)                      | AA          |
| Relación largo/ancho de la lámina de la hoja                      | LA          |
| Forma de la lámina                                                | FO          |

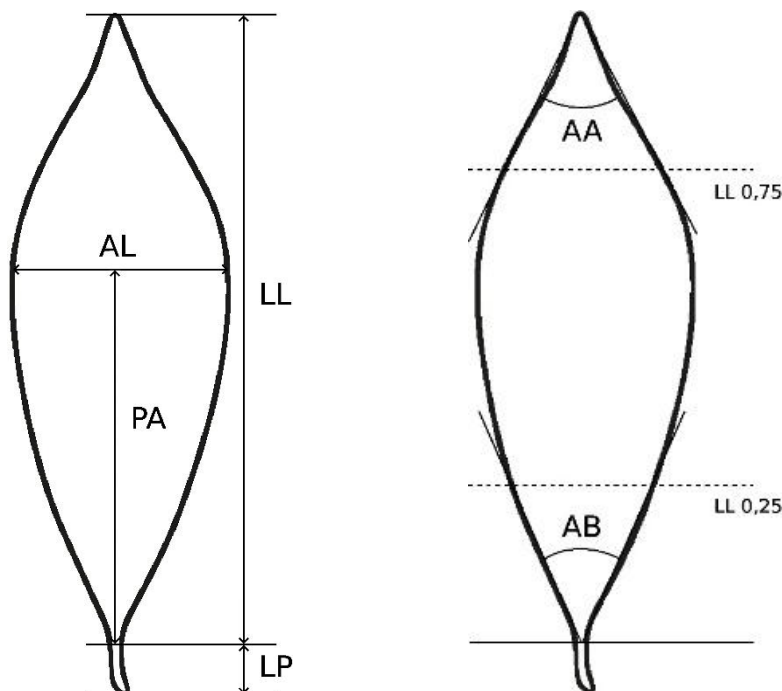
**Figura 3**

*Grilla con hojas de Eugenia involucrata posicionadas para la toma de medidas en Inkscape*



**Figura 4**

*Esquema de variables vegetativas medidas en individuos de poblaciones silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay*



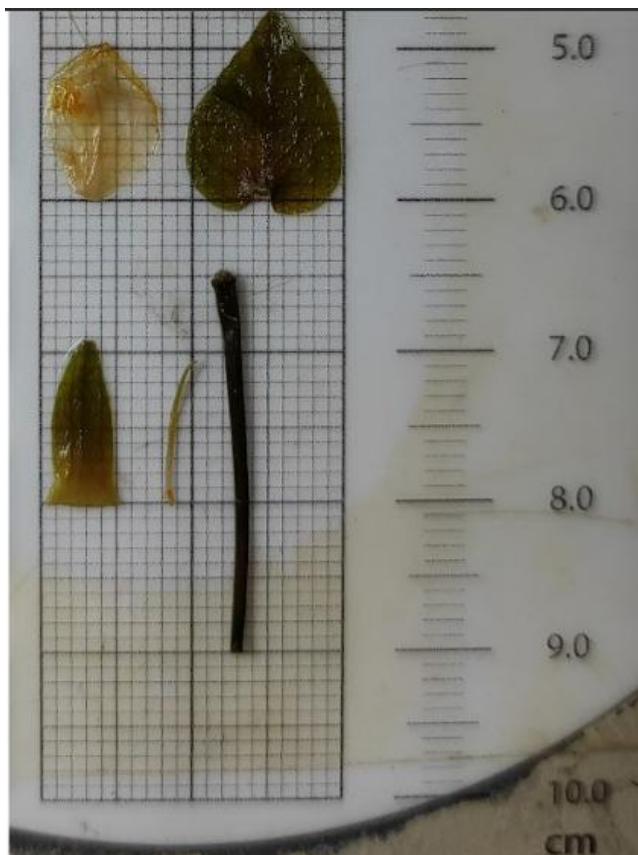
*Nota.* AA, Ángulo del ápice de la lámina (°); AB, Ángulo de la base de la lámina (°); AL, Ancho máximo de lámina (mm); LL, Largo de lámina (mm); LP, Largo de pecíolo (mm); PA, Distancia del ancho máximo a la base de la lámina (mm)

#### 4.3.2. Variables florales

Se extrajeron hasta cinco flores de cada individuo, preferentemente en antesis. Se rehidrataron en agua hirviendo durante un minuto, y se diseccionaron separando las piezas para su posterior medición. Se colocaron el pedicelo, la bractéola, el estilo y la pieza más grande de cáliz y corola de cada flor en una grilla de acetato milimetrada. Se tomó una fotografía con un teléfono celular XIAOMI Redmi Note 9 PRO (sensor ISOCELL Bright GW1 de Samsung de 64 MP). Las medidas lineales se tomaron a partir de la grilla (Figura 5) y para medir los ángulos se utilizó el software editor de vectores gráficos de código abierto Inkscape (<https://inkscape.org>). El diámetro y altura del ovario se midieron con el calibre digital (Precision measuring, 0-150 mm, +/- 0,02 mm). La forma de las piezas se estimó de acuerdo con la posición de su ancho máximo, y los ángulos de la base y el ápice se midieron a las distancias de  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{3}{4}$  de su largo, de acuerdo con lo establecido por Ellis et al. (2009) y como se muestra en la Figura 6. Los ángulos menores a 90° se consideraron agudos, entre 90° y 180° obtusos, y mayores a 180° cóncavos. En total se consideraron 23 variables (Tabla 4).

**Figura 5**

*Grilla milimetrada con pedicelo y piezas florales de individuos de poblaciones silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay*

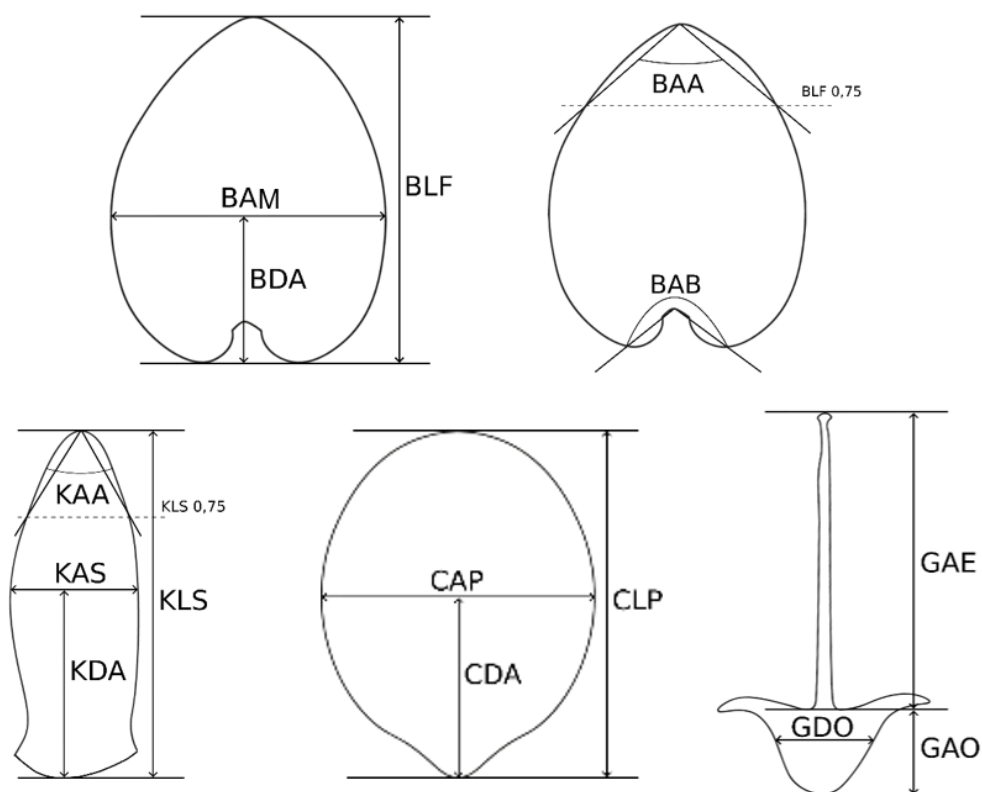


*Nota.* De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: pétalo, bractéola, sépal, estilo y pedicelo.



**Figura 6**

*Esquema de variables florales medidas en individuos de poblaciones silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay*



*Nota.* BAA, Ángulo ápice de bractéola (°); BAB, Ángulo base de bractéola (°); BAM, Ancho máximo de bractéola (mm); BDA, Distancia del ancho máximo a la base de la bractéola (mm); BLF, Largo de bractéola (mm); CAP, Ancho máximo de pétalos (mm); CDA, Distancia del ancho máximo a la base del pétalo (mm); CLP, Largo de pétalos (mm); GAE, Altura de estilo (mm); GAO, Altura de ovario (mm); GDO, Diámetro del ovario (mm); KAA, Ángulo del ápice del sépalo (°); KAS, Ancho máximo de sépalos (mm); KDA, Distancia del ancho máximo a la base del sépalo (mm); KLS, Largo de sépalos (mm).

**Tabla 4**

*Variables florales medidas en individuos de poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay*

| Variable                                                  | Abreviación |
|-----------------------------------------------------------|-------------|
| Número de flores por nudo                                 | NFN         |
| Largo de pedicelo de la flor (mm)                         | LPF         |
| Número de bractéolas de la flor                           | BNF         |
| Largo de bractéola (mm)                                   | BLF         |
| Ancho máximo de bractéolas (mm)                           | BAM         |
| Distancia del ancho máximo a la base de la bractéola (mm) | BDA         |
| Forma de la bractéola                                     | BFO         |
| Ángulo base de bractéola (°)                              | BAB         |
| Ángulo ápice de bractéola (°)                             | BAA         |
| Largo de sépalos (mm)                                     | KLS         |
| Ancho máximo del sépalo (mm)                              | KAS         |
| Distancia del ancho máximo a la base del sépalo (mm)      | KDA         |
| Relación largo/ancho del sépalo                           | KRL         |
| Forma del sépalo                                          | KFO         |
| Ángulo del ápice del sépalo (°)                           | KAA         |
| Largo de pétalos (mm)                                     | CLP         |
| Ancho máximo de pétalos (mm)                              | CAP         |
| Distancia del ancho máximo a la base del pétalo (mm)      | CDA         |
| Relación largo/ancho de pétalo                            | CRL         |
| Número de ciclos de estambres                             | ANC         |
| Altura de estilo (mm)                                     | GAE         |
| Diámetro del ovario (mm)                                  | GDO         |
| Altura de ovario (mm)                                     | GAO         |

#### 4.3.3. Variables de fruto

Se midieron hasta 30 frutos por punto de colecta, procurando seleccionar aquellos maduros y sin daños físicos ocasionados por el traslado. Se colocaron en una grilla numerada y con escala, y se midieron en el orden asignado (Figura 7). El procedimiento se realizó de forma sistemática de la siguiente manera: (1) se fotografió la grilla con frutos, con un rótulo indicando población más número identificador del punto de colecta; (2) se tomaron las medidas no destructivas de cada uno de los frutos de forma secuencial; (3) se tomaron las medidas destructivas, en este caso un fruto a la vez; y (4) se fotografió la grilla con los cortes longitudinales de cada fruto (Figura 8).

En total se consideraron 12 variables (Tabla 5). La variable forma fue determinada por asociación con formas geométricas, los cortes se realizaron con hojas de afeitar BIC®; las variables de longitud se midieron con el calibre digital (Precision measuring, 0-150 mm, +/- 0,02 mm); y la masa con balanza de precisión Ohaus Scout (modelo SPX123, 0-120 g, +/- 0,001 g). Los sólidos solubles totales se midieron utilizando un refractómetro ATAGO (ATAGO automatic, Brix 0,0-33,0%, +/-0.1%). La proporción de pulpa en masa se calculó como el cociente entre la masa de la pulpa, incluyendo el cáliz,

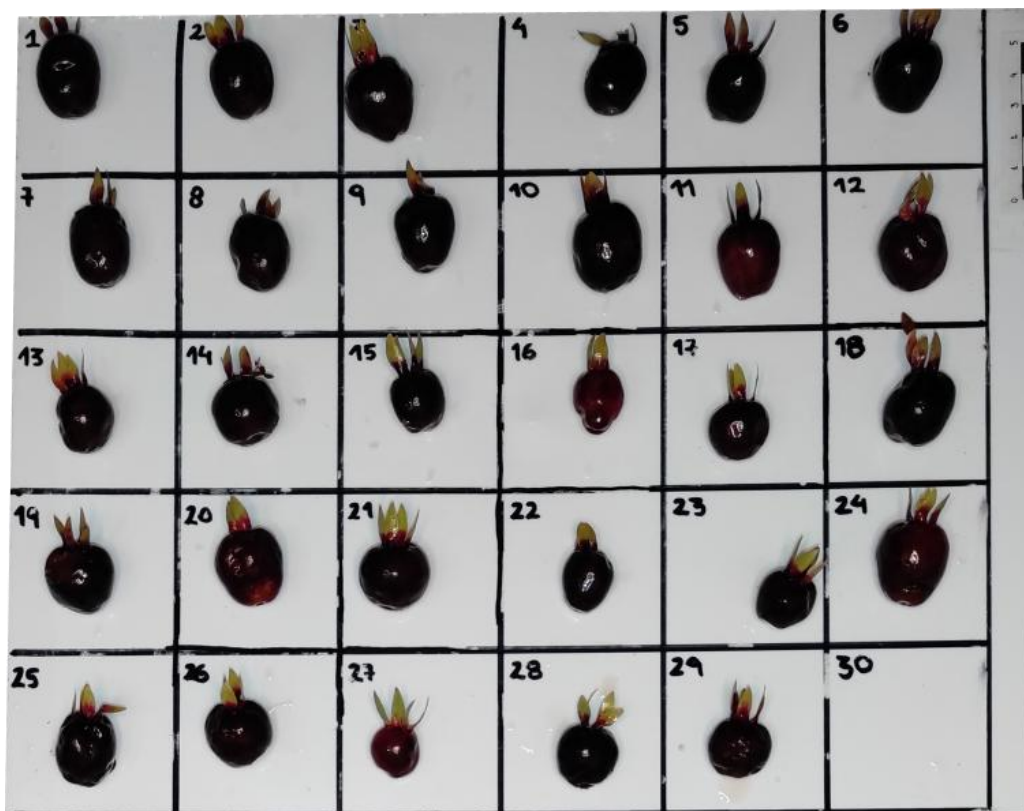
y la masa total del fruto. La masa de la pulpa se obtuvo de restar la masa de las semillas a la masa del fruto entero. El color se determinó con la escala Munsell® Color Charts for Plant Tissues (s.f.).

En la tabla Munsell® (Munsell Color, s.f.) cada color es el resultado de la combinación de un componente tono, que puede ser amarillo, rojo, púrpura, verde, azul o tonos intermedios; un valor de saturación y uno de luminosidad. En la interpretación del color se optó por reportar solamente el componente del tono, con el fin de agrupar los resultados y reducir el número de categorías.

De las nueve variables cuantitativas registradas inicialmente, se consideraron siete para el análisis estadístico. Las variables descartadas fueron, Largo máximo de bractéola, debido a que pocos frutos mantenían esta pieza; y Concentración de sólidos solubles totales, porque se constató anoxia a causa del método de conservación de los frutos, ocasionando una pérdida del control sobre el error.

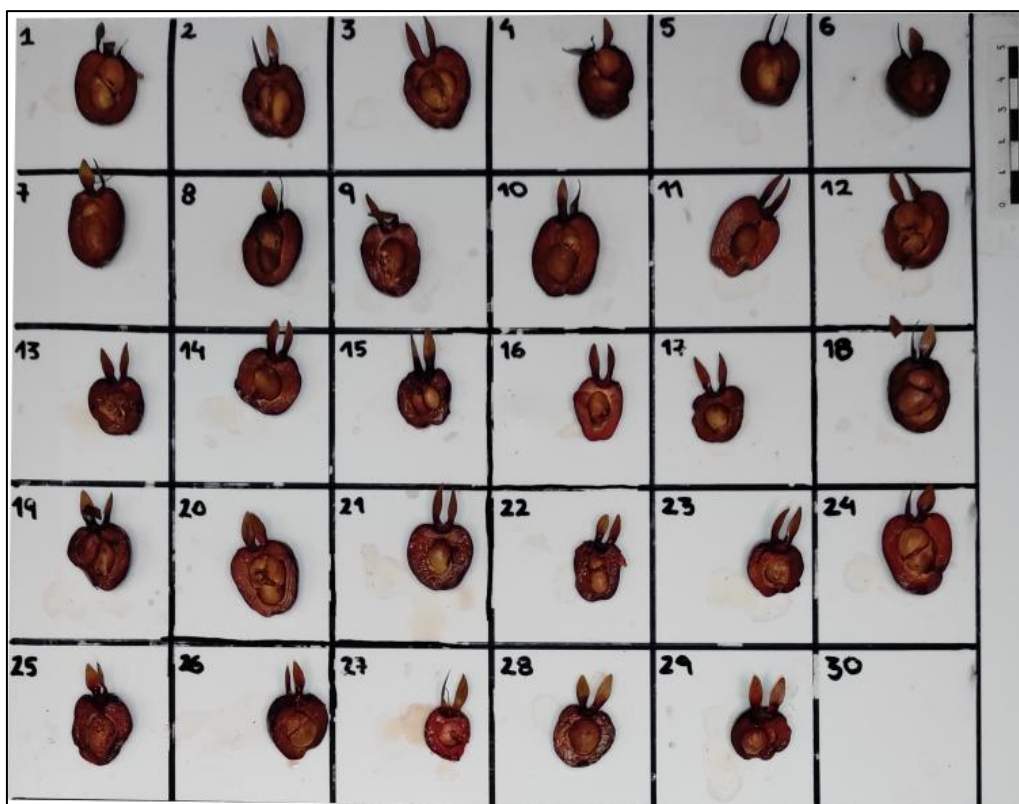
### Figura 7

*Grilla numerada con frutos de individuos de poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay*



**Figura 8**

*Cortes longitudinales de frutos de individuos de poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay*



*Nota.* Se muestran los cortes realizados durante el proceso de medición sobre una grilla numerada.

**Tabla 5**

*Variables medidas en frutos de individuos de poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay*

| Variable                                          | Abreviación |
|---------------------------------------------------|-------------|
| Forma                                             |             |
| Color de epicarpo                                 |             |
| Masa de fruto (g)                                 | MF          |
| Altura de fruto (mm)                              | AF          |
| Diámetro máximo (mm)                              | DM          |
| Largo máximo del cáliz (mm)                       | LK          |
| Largo máximo de bractéola (mm)                    | LB          |
| Color de mesocarpo                                |             |
| Concentración de sólidos solubles totales (°BRIX) | SST         |
| Número de semillas                                | NM          |
| Masa de semillas (g)                              | MS          |
| Porcentaje de pulpa en masa                       | MP          |

#### 4.4. PROCESAMIENTO DE DATOS

##### 4.4.1. Sistema de información geográfica

Con la geolocalización de los individuos colectados se trazaron los mapas de las distintas poblaciones, utilizando el Sistema de Información Geográfica de software libre y de código abierto QGIS (versión 3.28.5).

##### 4.4.2. Estadística

Los datos fueron cargados y transformados en el programa de hojas de cálculo de Google, LLC (Google sheet) y los análisis estadísticos se realizaron en el software R de código abierto, en su interfaz R Studio.

##### 4.4.3. Estadística descriptiva

Se calculó promedio, mediana, desvío, coeficiente de variación, mínimo y máximo de cada variable cuantitativa considerando todos los datos. Para las variables cualitativas se calcularon las proporciones de cada categoría.

##### 4.4.4. Ajuste y comparación de medias

A los efectos de lograr estimaciones precisas, el cumplimiento de los supuestos de las pruebas paramétricas utilizadas y un mayor poder de detección de diferencias, se decidió que los sitios con pocos individuos, Cuareim Tres Cruces y Tres Cruces, no fueran incluidos en la evaluación. Tampoco se consideraron las observaciones con valores nulos en alguna variable (Tabla 6).

**Tabla 6**

*Número de individuos de *Eugenia involucrata* colectados en poblaciones silvestres en Uruguay*

| Variables   | Población | Individuos colectados | Individuos evaluados |
|-------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| Vegetativas | LP        | 22                    | 21                   |
|             | PdC       | 21                    | 21                   |
|             | PyP       | 22                    | 22                   |
| Florales    | LP        | 22                    | 22                   |
|             | PdC       | 21                    | 21                   |
|             | PyP       | 22                    | 20                   |

*Nota.* Se muestran los individuos totales colectados vegetativas y florales, y los considerados para el ajuste y comparación de medias. Poblaciones: LP, La Palma; PdC, Paso de la Cruz; PyP, Pay Paso. Nótese que no fueron considerados las poblaciones Cuareim Tres Cruces (CmT) y Tres Cruces (TsC).

Se utilizó el software estadístico R de código abierto, en su interfaz R Studio para aplicar el análisis de varianza (ANOVA) de las variables presentadas en la Tabla 7, con un grado de confianza del 95% ( $\alpha = 0,05$ ). No se consideró la variable número de ciclos de estambres dado su muy acotado rango estadístico. Para el resto de las variables se tabularon media, mediana, desvío, mínimo, máximo y coeficiente de variación (%), acompañado de las letras designadas en la prueba de Tukey.

**Tabla 7**

*Variables medidas en individuos de *Eugenia involucrata* en poblaciones silvestres en Uruguay*

| Grupo de variable | Variable                                                  | Abreviación |
|-------------------|-----------------------------------------------------------|-------------|
| Vegetativas       | Largo de pecíolo (mm)                                     | LP          |
|                   | Largo de lámina (mm)                                      | LL          |
|                   | Ancho máximo de lámina (mm)                               | AL          |
|                   | Distancia del ancho máximo de la lámina a la base (mm)    | PA          |
|                   | Ángulo del ápice de la lámina (°)                         | AA          |
|                   | Ángulo de la base de la lámina (°)                        | AB          |
|                   | Relación largo - ancho de la lámina                       | LA          |
| Florales          | Largo de pedicelo de la flor (mm)                         | LPF         |
|                   | Largo de bractéola (mm)                                   | BLF         |
|                   | Ancho Máximo de bractéolas (mm)                           | BAM         |
|                   | Distancia del ancho máximo a la base de la bractéola (mm) | BDA         |
|                   | Ángulo base de bractéola (°)                              | BAB         |
|                   | Ángulo ápice de bractéola (°)                             | BAA         |
|                   | Largo de sépalos (mm)                                     | KLS         |
|                   | Ancho máximo de sépalos (mm)                              | KAS         |
|                   | Relación largo - ancho máximo de sépalo                   | KRL         |
|                   | Ángulo del ápice del sépalo (°)                           | KAA         |
|                   | Largo de pétalos (mm)                                     | CLP         |
|                   | Ancho máximo de pétalos (mm)                              | CAP         |
|                   | Distancia de ancho máximo a la base del pétalo (mm)       | CDA         |
|                   | Relación largo-ancho máximo de pétalo                     | CRL         |
|                   | Altura de estilo (mm)                                     | GAE         |
|                   | Diámetro del ovario (mm)                                  | GDO         |
|                   | Altura de ovario (mm)                                     | GAO         |
| De fruto          | Masa de fruto (g)                                         | MF          |
|                   | Altura de fruto (mm)                                      | AF          |
|                   | Diámetro Máximo (mm)                                      | DM          |
|                   | Largo máximo del cáliz (mm)                               | LK          |
|                   | Número de semillas                                        | NM          |
|                   | Masa de semillas (g)                                      | MS          |
|                   | Porcentaje de pulpa en masa (%)                           | MP          |

*Nota.* Se muestran todas las variables utilizadas en el ajuste y comparación de medias.

#### 4.4.5 Análisis multivariado

Para cada una de las bases de datos (hojas, flores y frutos), se realizó el análisis de la estadística multivariada de forma independiente. La relación entre las variables se estudió mediante la generación de una matriz de correlaciones. Como medida de

asociación lineal, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson con un grado de confianza del 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Se consideraron correlaciones fuertes aquellas mayores o iguales a 0,7, moderadas aquellas entre 0,3 y 0,7, y débiles aquellas menores o iguales a 0,3. Esto permitió identificar patrones de asociación lineal entre variables, y así desarrollar posteriormente la interpretación de los datos.

A partir de la matriz de correlaciones, se seleccionaron las variables a incluir en el análisis de componentes principales (PCA). A fin de facilitar la visualización del resultado gráfico, se evitaron aquellas variables que estuviesen fuertemente correlacionadas. Como visualización se elaboró un gráfico de tipo Biplot con las librerías “ggplot2”.

Posteriormente, se realizó un análisis de clúster utilizando distancias euclidianas y el método de agrupamiento “complete”, perteneciente al paquete base de R. Para la visualización se utilizó el dendrograma de la librería “factoextra”.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. REGISTROS EN HERBARIOS NACIONALES

Se encontraron ejemplares de *Eugenia involucrata* en los herbarios MVFA, MVFQ, MVJB y MVM, no así en el herbario MVFC (Tabla 8).

En el herbario MVFA se encontró una sola colecta proveniente de la isla Queguay del Río Uruguay. En el herbario MVFQ existe una única colecta proveniente de material cultivado en el Museo y Jardín Botánico de Montevideo. En el herbario MVJB existen cuatro ejemplares, dos provenientes de bosques de los márgenes del Río Cuareim, uno de las costas del Río Uruguay y uno de la Isla Zapallo del Río Uruguay. En el herbario MVM existen cinco ejemplares de los cuales dos son duplicados de los presentes en MVJB, uno proviene de la Isla Zapallo del Río Uruguay, uno de Cuaró y uno del Departamento de Artigas que, a pesar de presentar frutos, no posee ni localidad ni fecha de colecta.

En el marco de este estudio se agregaron 14 nuevos ejemplares al herbario MVFA, 12 provenientes de las poblaciones definidas en el presente trabajo y dos de materiales cultivados. Se ingresaron dos materiales en floración de cada población, LP, PdC, PyP, TsC y CmT, y dos con frutos de LP, una de LPe y una de LPo. Las dos restantes se extrajeron de las plantas cultivadas en el Museo y Jardín Botánico Prof. Atilio Lombardo de Montevideo (Tabla 8).

**Tabla 8**

*Colectas de Eugenia involucrata en herbarios de Uruguay*

| Herbario   | Ejemplar       | Fecha de colecta | Departamento | Localidad                                                           |
|------------|----------------|------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------|
| MVBJ 11745 | Lombard o 2637 | Marzo 1938       | Artigas      | Orillas del Cuareim                                                 |
| MVBJ 11745 | Lombard o 3049 | Marzo 1938       | Artigas      | Costa del R. Uruguay, desemb. del A° Tigre                          |
| MVFA       | Giagnac ovo 1  | Octubre 2021     | Artigas      | Arroyo Tres Cruces                                                  |
| MVFA       | Giagnac ovo 2  | Octubre 2021     | Artigas      | Río Cuareim aguas arriba de la desembocadura del Arroyo Tres Cruces |
| MVFA       | Giagnac ovo 3  | Noviembre 2021   | Montevideo   | Museo Jardín y Botánico                                             |
| MVFA       | Giagnac ovo 4  | Noviembre 2021   | Artigas      | La Palma                                                            |
| MVFA       | Pereira 1      | Octubre 2021     | Artigas      | Arroyo Tres Cruces                                                  |
| MVFA       | Pereira 2      | Octubre 2021     | Artigas      | Río Cuareim aguas arriba de la desembocadura del Arroyo Tres Cruces |
| MVFA       | Pereira 3      | Noviembre 2021   | Montevideo   | Museo Jardín y Botánico                                             |



| Herbario   | Ejemplar                     | Fecha de colecta | Departamento | Localidad                                  |
|------------|------------------------------|------------------|--------------|--------------------------------------------|
| MVFA       | Pereira 4                    | Noviembre 2021   | Artigas      | La Palma                                   |
| MVFA       | Rosengurt B-4000             | Enero 1942       | Paysandú     | Isla Queguay, Río Uruguay                  |
| MVFA       | Speroni 1056                 | Octubre 2020     | Artigas      | Paso de la Cruz                            |
| MVFA       | Speroni 1057                 | Octubre 2020     | Artigas      | Paso de la Cruz                            |
| MVFA       | Speroni 1058                 | Octubre 2020     | Artigas      | La Palma                                   |
| MVFA       | Speroni 1059                 | Octubre 2020     | Artigas      | La Palma                                   |
| MVFA       | Speroni 1060                 | Octubre 2020     | Artigas      | Pay Paso                                   |
| MVFA       | Speroni 1061                 | Octubre 2020     | Artigas      | Pay Paso                                   |
| MVFQ       | Blasina 4365                 | Octubre 2011     | Montevideo   | Museo Jardín y Botánico                    |
| MVJB 20660 | Brussa s.n.                  | Diciembre 1986   | Artigas      | Isla Zapallo, Río Uruguay                  |
| MVJB 21557 | Brussa et al. s.n.           | Febrero 2004     | Artigas      | Pay Paso                                   |
| MVM 12759  | Lombardo 2637                | Marzo 1938       | Artigas      | Orillas del Cuareim                        |
| MVM 12760  | Lombardo 3049                | Marzo 1938       | Artigas      | Costa del R. Uruguay, desemb. del A° Tigre |
| MVM 14778  | Fuques s.n                   | SIN DATOS        | Artigas      | SIN DATOS                                  |
| MVM s.n    | Dósch s.n;<br>Osten 17330    | Abril 1905       | Artigas      | Cuaró                                      |
| MVM s.n    | Praderi s.n;<br>Taguató 495a | Marzo 1959       | Artigas      | Isla Zapallo, Río Uruguay                  |

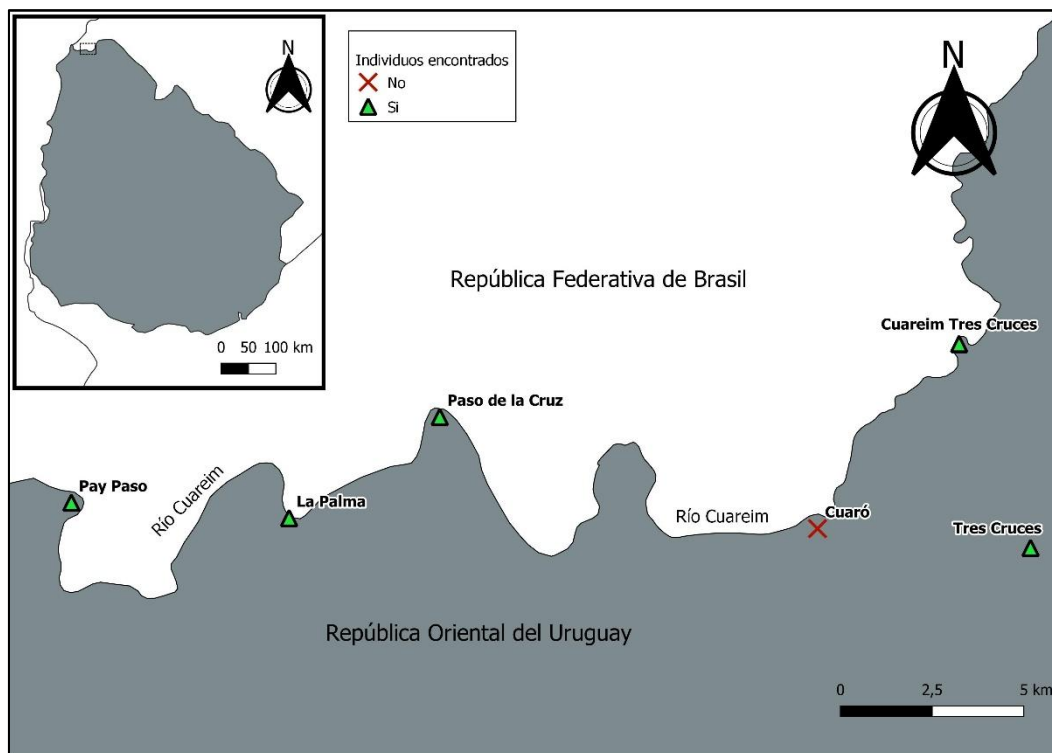
## 5.2. GEOLOCALIZACIÓN

Se encontraron individuos de *Eugenia involucreta* en cinco de las seis localidades exploradas. Los sitios con presencia de la especie fueron Pay Paso, La Palma, Paso de la Cruz, Cuareim-Tres Cruces y Tres Cruces, destacando este último por ser el registro más alejado del límite entre el territorio uruguayo y brasileiro (Figura 9).

Los individuos encontrados en cada sitio se distribuyeron de manera agregada, tal como se aprecia en las Figura 10 a 14.

### Figura 9

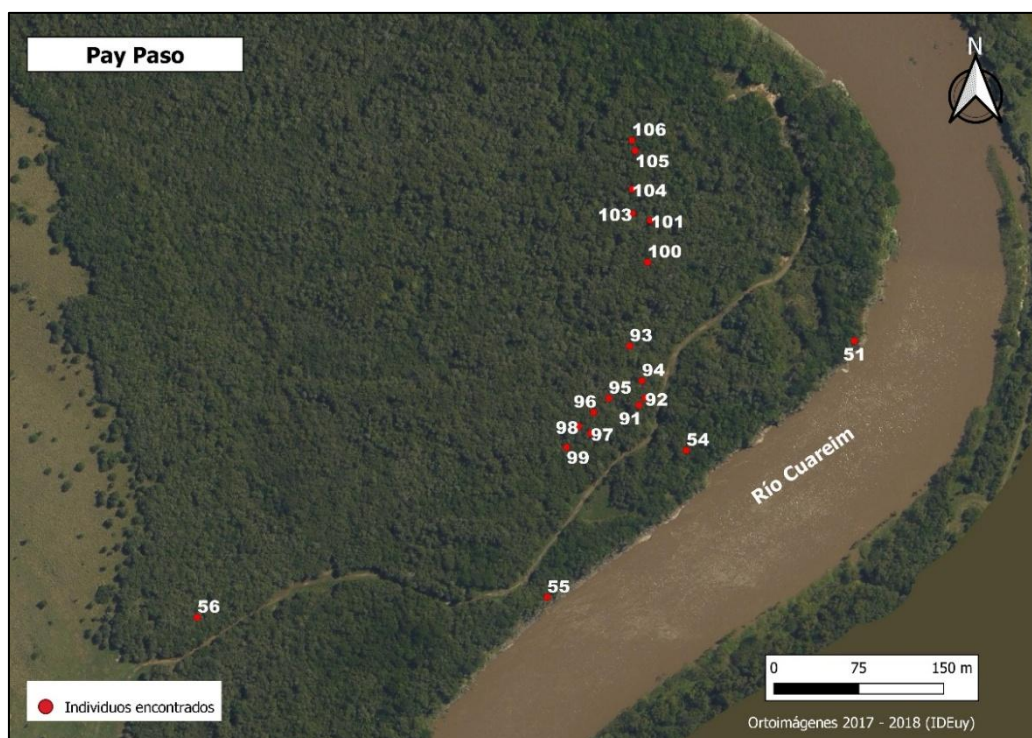
*Sitios visitados para coleccionar individuos silvestres de *Eugenia involucrata**



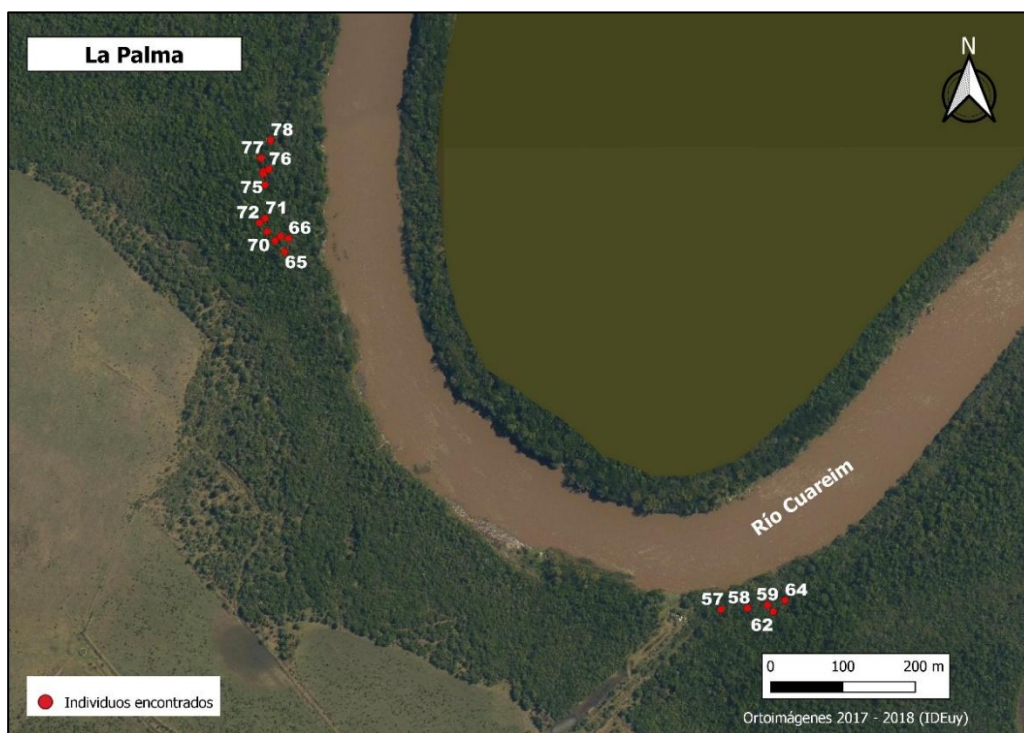
*Nota.* Se señalan los sitios en los que se encontraron individuos y en los que no.

**Figura 10**

*Geolocalización de los individuos de *Eugenia involucrata* colectados en Pay Paso, Departamento de Artigas, Uruguay*

**Figura 11**

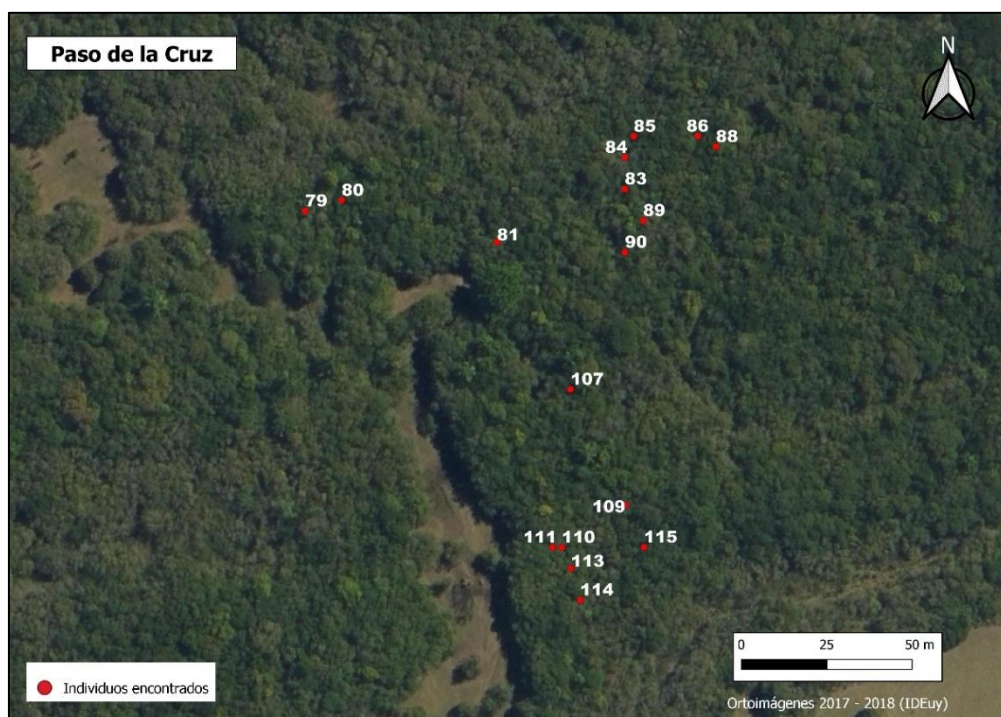
*Geolocalización de los individuos de *Eugenia involucrata* colectados en La Palma, Departamento de Artigas, Uruguay*



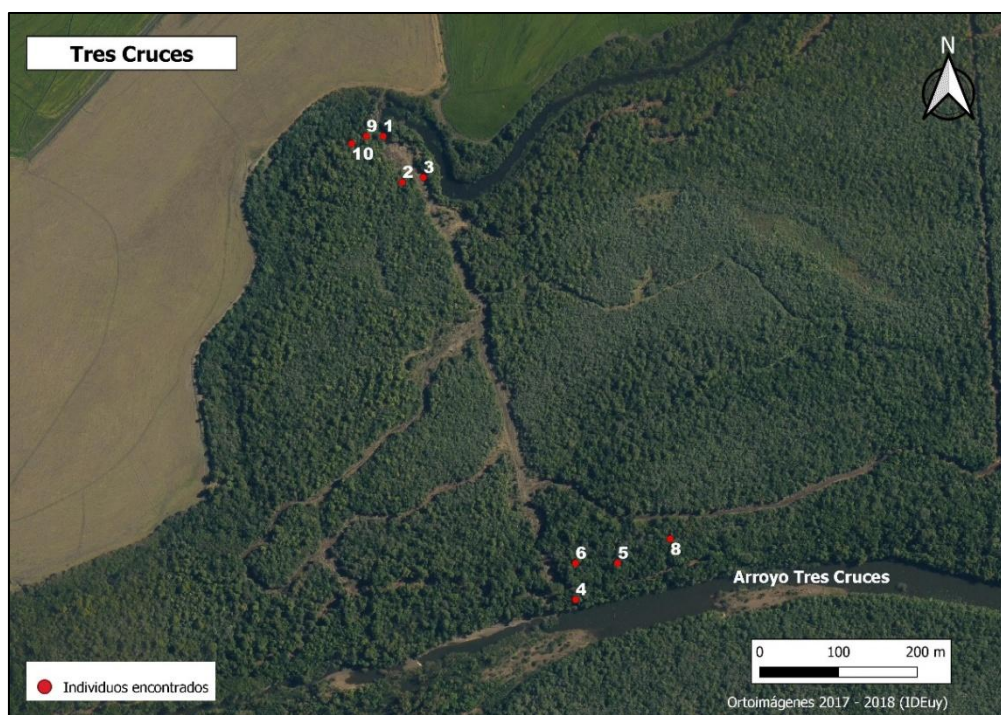


**Figura 12**

Geolocalización de los individuos de *Eugenia involucrata* colectados en Paso de la Cruz, Departamento de Artigas, Uruguay

**Figura 13**

Geolocalización de los individuos de *Eugenia involucrata* colectados en Tres Cruces, Departamento de Artigas, Uruguay



**Figura 14**

*Geolocalización de los individuos de *Eugenia involucrata* colectados en Cuareim-Tres Cruces, Departamento de Artigas, Uruguay*



### 5.3. ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD

Se presentan los resultados del análisis estadístico descriptivo, y del ajuste y comparación de medias de todas las variables, clasificadas en variables vegetativas, florales y de fruto. Primero, se analiza teniendo en cuenta todos los datos, y luego se discrimina por sitio de colecta.

#### 5.3.1. Diversidad vegetativa general

La forma de la lámina de la hoja fue elíptica en el 79% de los casos, y obovada en el resto (Figura 15). Las dimensiones de la hoja fueron  $4,1 \pm 0,96$  mm para largo de pecíolo,  $59,3 \pm 10,7$  mm para largo de lámina,  $20,1 \pm 3,98$  mm para ancho de lámina y  $3,0 \pm 0,41$  para relación largo/ancho de lámina. En todos los casos el ángulo de la base fue agudo, mientras que el ápice resultó en un 99,5% agudo y sólo en un 0,5% emarginado. La variabilidad se ubicó entre el 14% y 23%, el menor valor correspondió a la relación largo/ancho de la lámina y el valor más alto al largo de pecíolo (Tabla 9).



**Figura 15**

*Formas de lámina encontradas en individuos silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay*



*Nota.* De izquierda a derecha: lámina obovada, lámina elíptica.

**Tabla 9**

*Resumen estadístico de variables vegetativas en individuos de poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay*

| Variable | n   | Promedio | Mediana | Desvío | Mínimo | Máximo | CV (%) |
|----------|-----|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| LP       | 411 | 4,10     | 4,07    | 0,96   | 1,73   | 7,19   | 23%    |
| LL       | 411 | 59,34    | 58,92   | 10,73  | 33,88  | 88,72  | 18%    |
| AL       | 411 | 20,14    | 19,99   | 3,98   | 10,33  | 33,54  | 20%    |
| PA       | 411 | 33,72    | 33,17   | 6,53   | 18,05  | 59,96  | 19%    |
| AB       | 411 | 45,79    | 44,94   | 7,20   | 27,13  | 67,81  | 16%    |
| AA       | 411 | 56,54    | 55,98   | 8,90   | 35,32  | 86,30  | 16%    |
| LA       | 411 | 2,98     | 2,96    | 0,41   | 2,01   | 4,35   | 14%    |

*Nota.* CV, Coeficiente de variación. Variables: AA, Ángulo del ápice de la lámina (°); AB, Ángulo de la base de la lámina (°); AL, Ancho máximo de lámina (mm); LA, Relación largo/ancho de la lámina; LL, Largo de lámina (mm); LP, Largo de pecíolo (mm); PA, Distancia del ancho máximo a la base de la lámina (mm).

### 5.3.2. Diversidad vegetativa interpoblacional

La forma de la lámina fue en general elíptica, en más del 70% de las hojas analizadas para todas las poblaciones. En el resto, la forma de la lámina fue obovada.

La población Cuareim-Tres Cruces presentó los valores de coeficiente de variación más altos para las variables ancho máximo de lámina, largo de la lámina y distancia del ancho máximo a la base de la lámina. La Palma presentó los valores de coeficiente de variación más altos en la variable largo de pecíolo; Paso de la Cruz presentó los valores más altos para la variable ángulo del ápice de la lámina; y Pay Paso manifestó los valores más altos para las variables ángulo de la base de la lámina y relación largo/ancho de la lámina. No existió ninguna variable que presentara su máximo valor de coeficiente de variación en la población Tres Cruces (.).

Tabla 10).

Entre las variables vegetativas estudiadas, sólo para el largo del pecíolo existe evidencia estadística suficiente para considerar que al menos una población fue significativamente diferente del resto. Paso de la Cruz, con un largo de pecíolo promedio de 3,6 mm, presentó una media significativamente menor (.



Tabla 10).

**Tabla 10**

*Ajuste de medias de variables vegetativas en poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay*

| Variable | Población | Media |   | Mediana | Desvío | Mínimo | Máximo | CV(%) |
|----------|-----------|-------|---|---------|--------|--------|--------|-------|
| LP*      | PyP       | 4,23  | a | 4,30    | 0,81   | 2,84   | 6,43   | 19%   |
|          | LP        | 4,16  | a | 4,06    | 0,86   | 3,01   | 6,02   | 21%   |
|          | PdC       | 3,62  | b | 3,73    | 0,53   | 2,76   | 4,99   | 15%   |
| LL       | LP        | 59,40 | a | 59,79   | 8,23   | 39,20  | 76,37  | 14%   |
|          | PyP       | 59,16 | a | 60,10   | 8,08   | 39,39  | 72,01  | 14%   |
|          | PdC       | 57,49 | a | 55,69   | 6,8    | 45,96  | 70,26  | 12%   |
| AL       | PyP       | 20,40 | a | 20,55   | 3,33   | 11,87  | 27,45  | 16%   |
|          | LP        | 20,29 | a | 19,84   | 3,65   | 13,41  | 28,72  | 18%   |
|          | PdC       | 19,10 | a | 18,50   | 2,47   | 14,15  | 23,14  | 13%   |
| PA       | LP        | 33,56 | a | 33,23   | 5,08   | 21,27  | 43,70  | 15%   |
|          | PdC       | 32,68 | a | 31,55   | 4,23   | 26,48  | 40,96  | 13%   |
|          | PyP       | 33,93 | a | 33,70   | 4,82   | 23,07  | 43,31  | 14%   |
| AB*      | PyP       | 46,53 | a | 46,10   | 8,13   | 37,00  | 62,00  | 17%   |
|          | PdC       | 45,15 | a | 44,22   | 6,89   | 39,00  | 59,00  | 15%   |
|          | LP        | 44,70 | a | 44,83   | 6,94   | 35,00  | 53,00  | 16%   |
| AA**     | PyP       | 57,62 | a | 56,32   | 6,24   | 47,88  | 69,94  | 11%   |
|          | LP        | 56,57 | a | 56,06   | 7,16   | 38,73  | 66,31  | 13%   |
|          | PdC       | 54,76 | a | 54,93   | 5,79   | 43,82  | 64,51  | 11%   |
| LA       | PdC       | 3,04  | a | 3,01    | 0,28   | 2,44   | 3,58   | 9%    |
|          | LP        | 2,98  | a | 2,91    | 0,3    | 2,55   | 3,53   | 10%   |
|          | PyP       | 2,94  | a | 2,95    | 0,34   | 2,28   | 3,42   | 12%   |

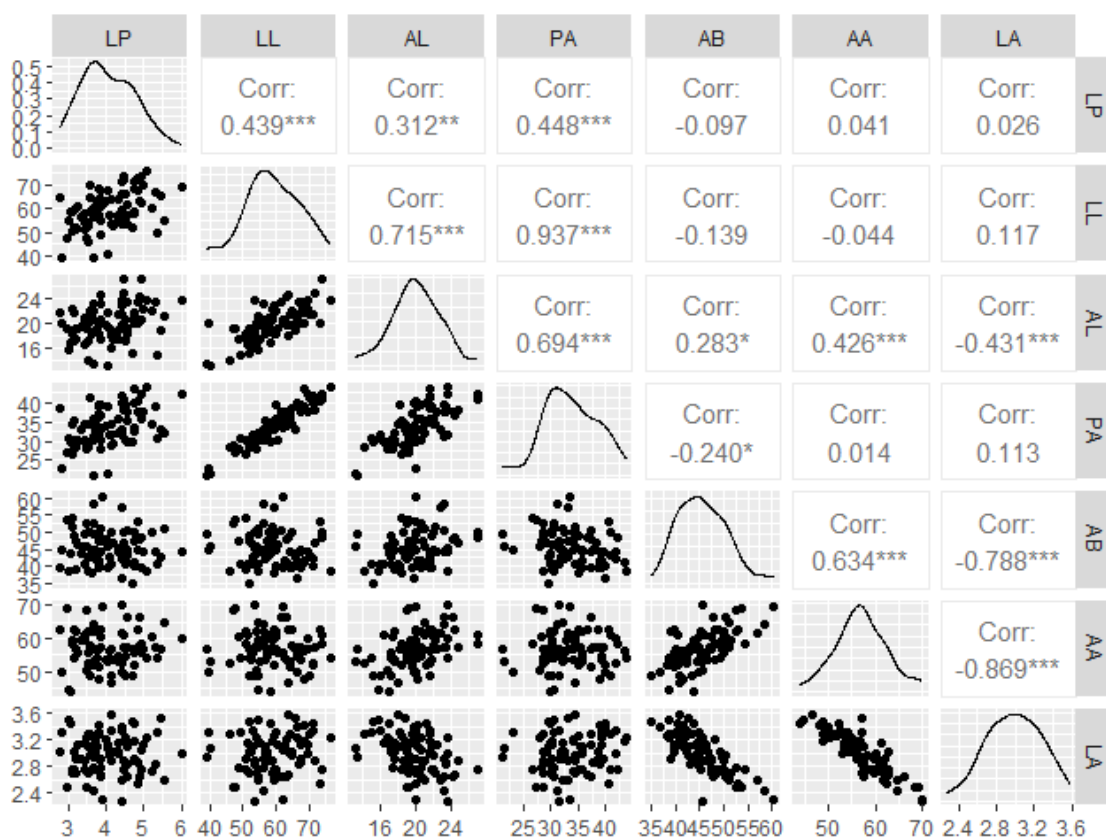
*Nota.* Se realizó la prueba de Tukey. (\*) Se usó logaritmo neperiano para ajustar distribución. (\*\*) Se eliminaron outliers. Poblaciones: LP, La Palma; PdC, Paso de la Cruz; PyP, Pay Paso. Variables: AA, Ángulo del ápice de la lámina (°); AB, Ángulo de la base de la lámina (°); AL, Ancho máximo de lámina (mm); LA, Relación largo/ancho de la lámina; LL, Largo de lámina (mm); LP, Largo de pecíolo (mm); PA, Distancia del ancho máximo a la base de la lámina (mm). Medias con las mismas letras no se diferencian estadísticamente (Tukey p-valor  $\leq 0,05$ ).

### 5.3.3. Análisis multivariado vegetativo

De las 21 correlaciones posibles, 13 resultaron significativamente distintas de cero (p-valor  $< 0,05$ ). En cuatro de estos casos existieron correlaciones fuertes, siendo negativas aquellas entre el ángulo de la base de la lámina de la hoja y la relación largo/ancho de la lámina de la hoja, y entre el ángulo del ápice de la lámina de la hoja y la relación largo/ancho de la lámina de la hoja. Por otro lado, resultaron positivas las existentes entre el largo de lámina de la hoja y el ancho máximo de la lámina de la hoja, y entre el largo de lámina de la hoja y la distancia del ancho máximo a la base de la lámina de la hoja. En el resto de las correlaciones significativas, 7 resultaron moderadas, 1 negativa y 6 positivas; y 2 débiles, 1 negativa y 1 positiva (Figura 16).

**Figura 16**

*Matriz de correlaciones de variables vegetativas medidas en poblaciones silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay*



*Nota.* AA, Ángulo del ápice de la lámina (°); AB, Ángulo de la base de la lámina (°); AL, Ancho máximo de lámina (mm); LA, Relación largo/ancho de la lámina; LL, Largo de lámina (mm); LP, Largo de pecíolo (mm); PA, Distancia del ancho máximo a la base de la lámina (mm). Un asterisco (\*) representa un p-valor menor a 0,05, dos asteriscos (\*\*) representa un p-valor menor a 0,01 y tres asteriscos (\*\*\*) representa un p-valor menor a 0,001.

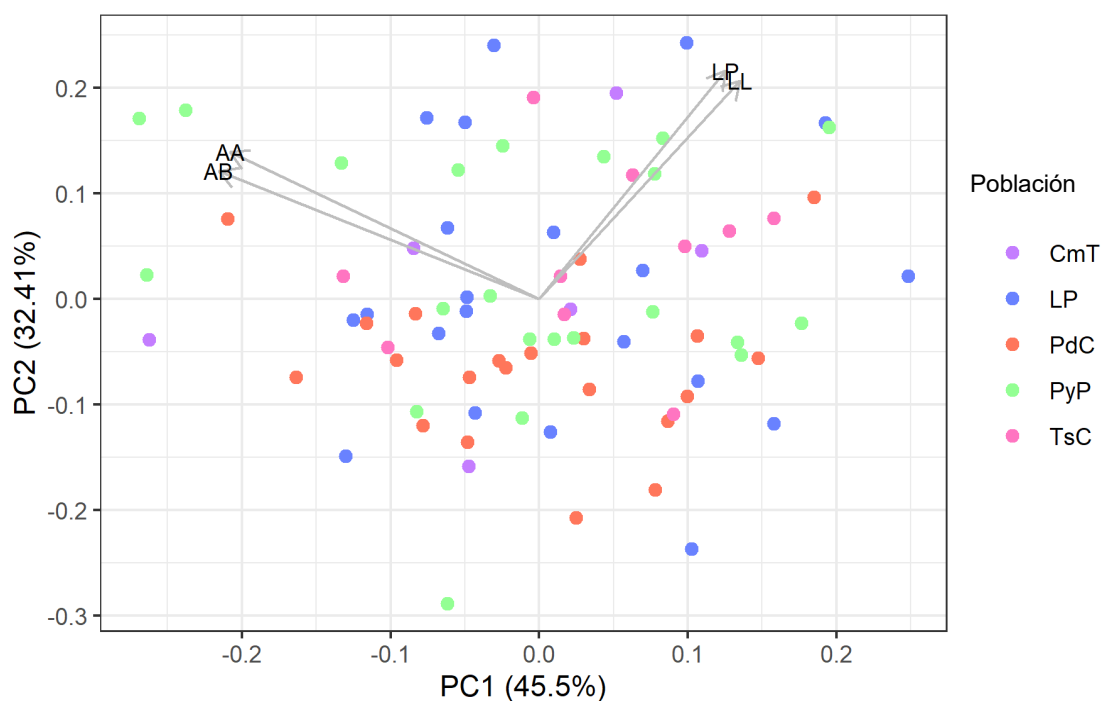
En el Biplot (Figura 17), el PC1, componente principal 1, con un autovalor de 1,69, aporta en un 45,5% a la variabilidad total de los datos; y el PC2, componente principal 2, con un autovalor de 1,39, aporta el 32,4%. La influencia de ambos componentes en la estructura de los datos es similar.

En el gráfico, el PC1 tuvo una alta relación con las variables del ángulo de la base y el ápice, asociadas a la forma de la hoja. El PC2 se asoció más a las variables que definen el tamaño de la hoja, como son el largo del pecíolo y el largo de la lámina.

Las nubes de puntos de cada población estuvieron fuertemente solapadas, evidencia de ausencia de diferenciación entre ellos. En el análisis de clústers tampoco se manifestaron agrupamientos que coincidieran con el criterio de sitio de colecta (Figura 18).

**Figura 17**

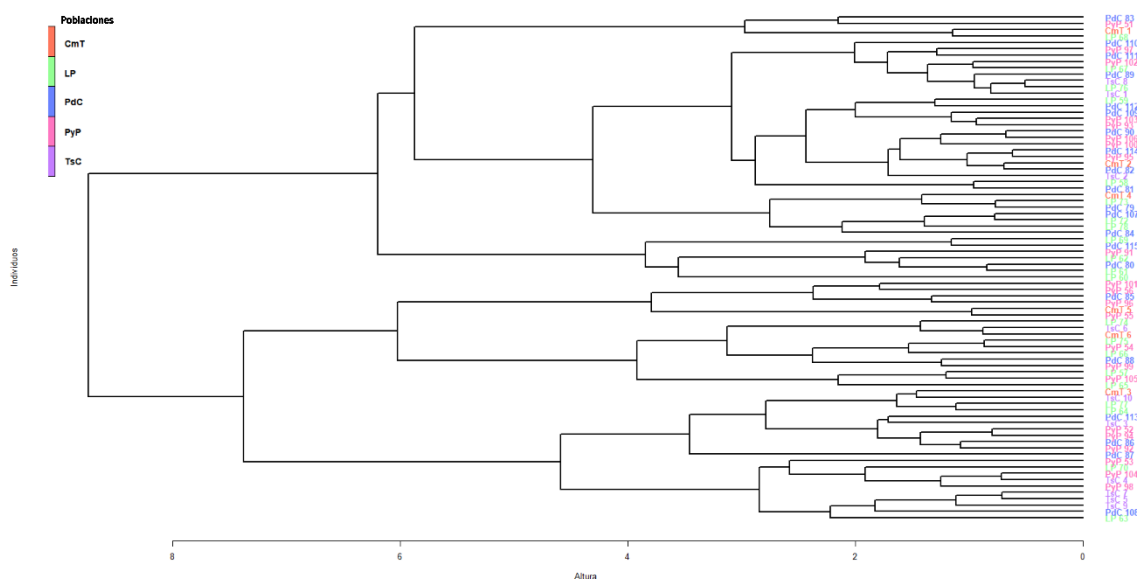
*Análisis de componentes principales de variables vegetativas en poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay*



*Nota.* PC (componente principal). Poblaciones: CmT, Cuareim-Tres Cruces; LP, La Palma; PdC, Paso de la Cruz; PyP, Pay Paso; TsC, Tres Cruces. Variables: AA, ángulo del ápice de la lámina (°); AB, ángulo de la base de la lámina (°); LL, largo de la lámina (mm); LP, largo del pecíolo (mm).

**Figura 18**

*Dendrograma de variables vegetativas medidas en poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay*



#### 5.3.4. Diversidad floral general

El promedio del largo del pedicelo fue de  $23,4 \pm 8,1$  mm. La forma de la lámina de la bractéola fue ovada en el 99% de las muestras, mientras que en el resto fue elíptica, 3 casos en 402. En el 93% de las muestras el ángulo de la base de la bractéola fue cóncavo, en el 6% obtuso y en el 1% agudo. Para el ápice, en el 73% de las muestras el ángulo fue agudo, en el 26% obtuso y en el 1% cóncavo. El largo promedio fue de  $12,3 \pm 3,1$  mm y el ancho promedio de  $9,3 \pm 2,0$  mm.

La forma de la lámina del sépalo fue ovada en el 86% de las muestras y elíptica en el 13,3%. En la mayoría de los casos el ancho máximo se encontró a 0 mm de altura, es decir que se ubicó en la base del sépalo. En el caso del ápice, en todas las muestras el ángulo fue agudo. El largo promedio fue de  $12,2 \pm 2,0$  mm, el ancho promedio de  $5,1 \pm 0,8$  mm y la relación largo/ancho de  $2,4 \pm 0,5$ .

La forma de la lámina del pétalo fue elíptica en el 74% de las muestras, ovada en el 21% y obovada en el 5%. El largo promedio fue de  $9,8 \pm 2,2$  mm, el ancho promedio de  $8,2 \pm 1,5$  mm y la relación largo/ancho de  $1,2 \pm 0,3$ .

**La variabilidad se ubicó entre el 11% y 151%. El menor valor se correspondió al número de ciclos de estambres y el mayor a la distancia del ancho máximo a la base del sépalo. En todos los casos el número de flores por nudo fue una, y el número de bractéolas por flor fue dos a excepción de tres casos (**

Tabla 11).

**Tabla 11**

*Resumen estadístico de variables florales en individuos de poblaciones silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay*

| Variable | n   | Promedio | Mediana | Desvío | Mínimo | Máximo | CV (%) |
|----------|-----|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
| LPF      | 397 | 23,4     | 23,0    | 8,1    | 2,8    | 46,5   | 34%    |
| BLF      | 396 | 12,3     | 12,0    | 3,1    | 2,0    | 21,0   | 25%    |
| BAM      | 396 | 9,3      | 9,50    | 2,0    | 2,0    | 16,0   | 21%    |
| BDA      | 396 | 3,6      | 3,5     | 1,2    | 0,0    | 9,5    | 33%    |
| BAB      | 386 | 229,01   | 235,08  | 36,45  | 77,05  | 296,68 | 16%    |
| BAA      | 388 | 80,96    | 79,25   | 20,68  | 37,08  | 242,86 | 26%    |
| KLS      | 396 | 12,2     | 12,0    | 2,0    | 6,5    | 19,0   | 17%    |
| KAS      | 396 | 5,1      | 5,0     | 0,8    | 3,0    | 10,5   | 15%    |
| KDA      | 396 | 1,60     | 0,00    | 2,43   | 0,00   | 9,00   | 151%   |
| KRL      | 396 | 2,4      | 2,4     | 0,5    | 0,9    | 4,3    | 19%    |
| KAA      | 386 | 49,71    | 49,00   | 10,42  | 27,00  | 86,34  | 21%    |
| CLP      | 295 | 9,8      | 10,0    | 2,2    | 4,0    | 18,0   | 22%    |
| CAP      | 294 | 8,2      | 8,0     | 1,5    | 4,0    | 17,0   | 18%    |
| CDA      | 294 | 4,5      | 5,0     | 1,2    | 0,0    | 9,0    | 27%    |
| CRL      | 294 | 1,2      | 1,2     | 0,3    | 0,6    | 2,6    | 23%    |
| ANC      | 391 | 5,7      | 6       | 0,6    | 4      | 7      | 11%    |
| GAE      | 348 | 9,0      | 9,0     | 1,7    | 3,0    | 13,0   | 19%    |
| GDO      | 392 | 2,34     | 2,17    | 0,73   | 1,00   | 6,87   | 31%    |
| GAO      | 393 | 3,20     | 3,00    | 1,06   | 1,24   | 10,98  | 33%    |

*Nota.* CV, Coeficiente de variación. Variables: ANC, Número de ciclos de estambres; BAA, Ángulo ápice de bractéola (°); BAB, Ángulo base de bractéola (°); BAM, Ancho máximo de bractéola (mm); BDA, Distancia del ancho máximo a la base de la bractéola (mm); BLF, Largo de bractéola (mm); CAP, Ancho máximo de pétalos (mm); CDA, Distancia del ancho máximo a la base del pétalo (mm); CLP, Largo de pétalos (mm); CRL, Relación largo/ancho de pétalo; GAE, Altura de estilo (mm); GAO, Altura de ovario (mm); GDO, Diámetro del ovario (mm); KAA, Ángulo del ápice del sépalo (°); KAS, Ancho máximo de sépalos (mm); KDA, Distancia del ancho máximo a la base del sépalo (mm); KLS, Largo de sépalos (mm); KRL, Relación largo/ancho de sépalo; LPF, Largo de pedicelo de la flor (mm).

### 5.3.5. Diversidad floral interpoblacional

La forma de la bractéola fue ovada en todas las poblaciones, habiéndose encontrado bractéolas elípticas únicamente en Pay Paso, en una proporción de 2,75%. Para todas las poblaciones, el ángulo de la base fue cóncavo en un 85% a 98%. También hubo ángulos obtusos en un rango de 2% a 5%, salvo en Paso de la Cruz, en donde representó un 14%. Los ángulos agudos se encontraron únicamente en La Palma y Paso de la Cruz, con 2% y 1% respectivamente. El ángulo del ápice de la bractéola fue agudo en el 70% a 75% de los casos para la mayoría de las poblaciones, salvo en Tres Cruces, donde representó el 90%. El ángulo obtuso se presentó en un rango de 25% a 29% en casi todas las poblaciones, salvo en Tres Cruces, donde representó el 10%. Se identificaron además casos particulares de ángulos cóncavos en las poblaciones La Palma y Paso de la Cruz, en proporción no mayor a 2% y atribuible a deformaciones en el desarrollo.

La forma del sépalo fue ovada en una proporción mayor al 80% en todas las poblaciones, alcanzado el 100% en Cuareim-Tres Cruces. La forma elíptica se ubicó entre el 11% y 18% en las restantes poblaciones. En La Palma y Paso de la Cruz, se encontraron sépalos obovados en una proporción del 1%. En todas las poblaciones el ángulo del ápice del sépalo fue agudo en el 100% de las muestras.

La forma del pétalo fue elíptica en una proporción mayor o igual al 50% en todas las poblaciones, alcanzando el 82% en Paso de la Cruz. La forma ovada se ubicó entre 11% y 28% en las restantes poblaciones, excepto en Cuareim-Tres Cruces, donde representó el 50%. La forma obovada estuvo ausente en Cuareim-Tres Cruces, en La Palma representó el 1%, y en el resto de las poblaciones se encontró entre el 4% y 12%.

La población Cuareim-Tres Cruces presentó los valores de coeficiente de variación más altos para las variables relación largo/ancho de pétalo, ángulo del ápice del sépalo y distancia del ancho máximo a la base del sépalo. La Palma presentó los valores más altos de coeficiente de variación en las variables altura de ovario, diámetro del ovario, ancho mayor de sépalos y relación largo/ancho de sépalo; Paso de la Cruz presentó los valores más altos para la variable ángulo del ápice de la bractéola; y Pay Paso lo presentó para las variables número de ciclos de estambres, ángulo de la base de la bractéola, ancho máximo de bractéolas, distancia del ancho máximo a la base de la bractéola, largo de bractéola, ancho máximo de pétalos, distancia del ancho máximo a la base del pétalo, largo de pétalo, altura de estilo, largo de sépalos y largo de pedicelo de la flor (Tabla 12).

Se detectaron diferencias significativas en las variables ancho máximo de sépalo, ancho máximo de pétalo, relación largo/ancho del pétalo, número de ciclos de estambres, diámetro del ovario y altura del ovario (Tabla 12). No se pudo realizar el análisis en distancia del ancho máximo a la base del sépalo porque no se ajustó a una distribución normal.

Para el ancho máximo de sépalo, La Palma y Pay Paso presentaron las medias más altas, mientras que Paso de la Cruz presentó el valor más bajo, aunque diferenciándose estadísticamente sólo de La Palma (Tabla 12).

Respecto al ancho máximo de pétalo, La Palma tuvo el valor medio más alto, siendo significativamente mayor a los promedios de Paso de la Cruz y Pay Paso, que no se diferenciaron entre ellas (Tabla 12).

Las medias de la variable relación largo/ancho de pétalo fueron mayores en Pay Paso y Paso de la Cruz, y menor en La Palma. Si bien Paso de la Cruz no se diferenció significativamente de Pay Paso o La Palma, estas dos sí lo hicieron entre ellas (Tabla 12).

Para el número de ciclos de estambres, Paso de la Cruz tuvo el valor medio más alto, siendo significativamente mayor al promedio de Pay Paso. Por su parte, La Palma no se diferenció significativamente del resto de las poblaciones (Tabla 12).

Los mayores valores de diámetro del ovario se presentaron en La Palma, diferenciándose significativamente de Paso de la Cruz. Pay Paso no se diferenció significativamente de las otras dos poblaciones.

En la variable altura del ovario Pay Paso y La Palma tuvieron los promedios más altos, teniendo ambos diferencia estadística significativa con Paso de la Cruz (Tabla 12).

**Tabla 12**

*Ajuste de medias de variables florales en poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay*

| Variable | Población | Media  |    | Mediana | Desvío | Mínimo | Máximo | CV(%) |
|----------|-----------|--------|----|---------|--------|--------|--------|-------|
| LPF      | PyP       | 24,4   | a  | 23,5    | 6,6    | 11,5   | 36,5   | 27%   |
|          | LP        | 22,5   | a  | 21,5    | 5,4    | 14,2   | 33,6   | 24%   |
|          | PdC       | 20,7   | a  | 20,0    | 5,3    | 12,0   | 31,2   | 26%   |
| BLF      | PdC       | 11,9   | a  | 12,0    | 1,8    | 8,6    | 16,0   | 15%   |
|          | LP        | 11,8   | a  | 12,0    | 1,8    | 7,9    | 14,2   | 16%   |
|          | PyP       | 11,5   | a  | 11,5    | 2,2    | 6,3    | 14,9   | 20%   |
| BAM      | LP        | 9,4    | a  | 9,5     | 1,2    | 7,4    | 12,5   | 13%   |
|          | PyP       | 9,1    | a  | 9,5     | 1,6    | 5,5    | 11,5   | 17%   |
|          | PdC       | 8,9    | a  | 9,0     | 1,2    | 6,6    | 11,8   | 13%   |
| BDA      | LP        | 3,6    | a  | 3,5     | 0,8    | 1,8    | 5,0    | 22%   |
|          | PyP       | 3,5    | a  | 4,0     | 0,8    | 2,0    | 4,5    | 22%   |
|          | PdC       | 3,3    | a  | 3,0     | 0,7    | 2,2    | 4,9    | 21%   |
| BAB**    | PyP       | 236,3  | a  | 242,44  | 20,22  | 201,90 | 284,73 | 9%    |
|          | PdC       | 230,49 | a  | 236,00  | 17,13  | 191,40 | 248,80 | 7%    |
|          | LP        | 227,91 | a  | 234,75  | 22,33  | 175,08 | 259,64 | 10%   |
| BAA      | LP        | 84,41  | a  | 80,86   | 13,20  | 61,62  | 118,62 | 16%   |
|          | PyP       | 81,97  | a  | 82,09   | 11,36  | 65,20  | 105,49 | 14%   |
|          | PdC       | 81,46  | a  | 80,00   | 13,30  | 53,40  | 111,76 | 16%   |
| KLS      | LP        | 12,2   | a  | 12,0    | 1,6    | 8,0    | 14,7   | 13%   |
|          | PdC       | 11,8   | a  | 12,0    | 1,4    | 8,8    | 14,0   | 12%   |
|          | PyP       | 11,8   | a  | 12,0    | 1,7    | 8,0    | 14,7   | 14%   |
| KAS      | LP        | 5,3    | a  | 5,0     | 0,6    | 4,3    | 6,3    | 11%   |
|          | PyP       | 5,0    | ab | 5,0     | 0,5    | 4,0    | 5,8    | 10%   |
|          | PdC       | 4,9    | b  | 5,0     | 0,4    | 4,3    | 5,9    | 8%    |
| KRL      | PdC       | 2,4    | a  | 2,4     | 0,3    | 2,0    | 2,9    | 11%   |
|          | PyP       | 2,4    | a  | 2,4     | 0,3    | 1,8    | 2,9    | 13%   |
|          | LP        | 2,3    | a  | 2,3     | 0,3    | 1,6    | 3,0    | 15%   |
| KAA      | LP        | 51,61  | a  | 49,03   | 8,91   | 37,69  | 78,49  | 17%   |
|          | PdC       | 50,67  | a  | 49,67   | 7,26   | 34,00  | 62,46  | 14%   |



| Variable | Población | Media |    | Mediana | Desvío | Mínimo | Máximo | CV(%) |
|----------|-----------|-------|----|---------|--------|--------|--------|-------|
|          | PyP       | 48,95 | a  | 49,80   | 8,04   | 31,98  | 71,40  | 16%   |
| CLP      | LP        | 9,9   | a  | 10,0    | 1,4    | 7,0    | 13,0   | 14%   |
|          | PyP       | 9,8   | a  | 10,0    | 1,9    | 5,7    | 12,8   | 19%   |
| CAP      | PdC       | 9,3   | a  | 9,0     | 1,1    | 7,5    | 11,5   | 12%   |
|          | LP        | 8,7   | a  | 9,0     | 0,9    | 6,6    | 10,3   | 10%   |
|          | PdC       | 8,0   | b  | 8,0     | 0,9    | 6,6    | 9,8    | 11%   |
| CDA      | PyP       | 7,7   | b  | 8,0     | 1,0    | 6,1    | 9,5    | 13%   |
|          | PyP       | 4,7   | a  | 5,0     | 0,8    | 3,0    | 6,0    | 16%   |
|          | PdC       | 4,5   | a  | 4,0     | 0,6    | 3,6    | 6,0    | 13%   |
| CRL      | LP        | 4,5   | a  | 4,5     | 0,7    | 3,0    | 5,9    | 15%   |
|          | PyP       | 1,3   | a  | 1,3     | 0,2    | 0,9    | 1,7    | 15%   |
|          | PdC       | 1,2   | ab | 1,1     | 0,2    | 0,9    | 1,5    | 13%   |
| ANC      | LP        | 1,1   | b  | 1,1     | 0,2    | 0,9    | 1,6    | 13%   |
|          | PdC       | 5,8   | a  | 6       | 0,3    | 5      | 6      | 6%    |
|          | LP        | 5,6   | ab | 6       | 0,3    | 5      | 6      | 5%    |
| GAE      | PyP       | 5,4   | b  | 5       | 0,4    | 4      | 6      | 8%    |
|          | LP        | 9,1   | a  | 9,5     | 1,2    | 6,1    | 11,5   | 14%   |
|          | PyP       | 8,8   | a  | 9,0     | 1,3    | 5,1    | 11,0   | 15%   |
| GDO *    | PdC       | 8,6   | a  | 9,0     | 0,9    | 7,0    | 9,9    | 10%   |
|          | LP        | 2,61  | a  | 2,38    | 0,9    | 1,90   | 3,68   | 35%   |
|          | PyP       | 2,33  | ab | 2,17    | 0,8    | 1,48   | 3,73   | 35%   |
| GAO *    | PdC       | 2,06  | b  | 2,04    | 0,31   | 1,77   | 2,50   | 15%   |
|          | PyP       | 3,35  | a  | 3,20    | 0,92   | 2,29   | 4,09   | 27%   |
|          | LP        | 3,32  | a  | 3,12    | 1,28   | 2,18   | 3,64   | 39%   |
|          | PdC       | 2,80  | b  | 2,70    | 0,66   | 1,85   | 4,52   | 24%   |

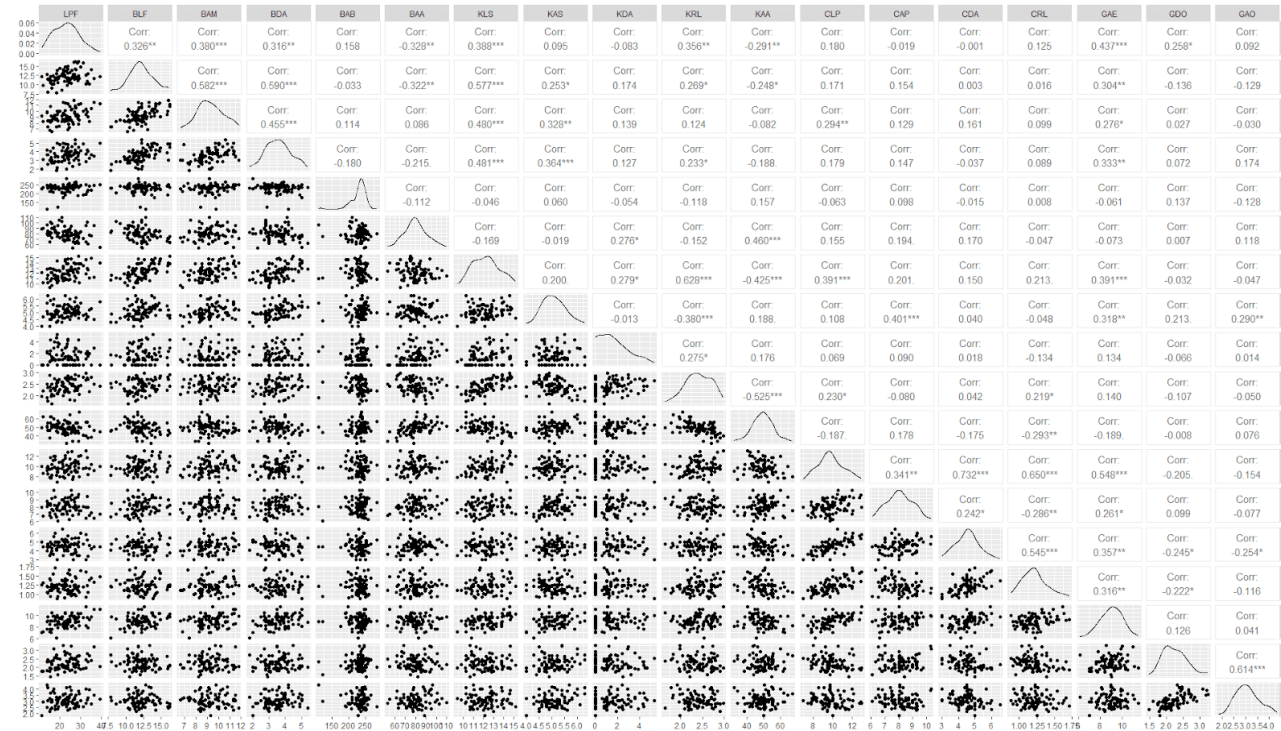
*Nota.* Se realizó la prueba de Tukey. (\*) Se usó logaritmo neperiano para ajustar a la distribución. (\*\*) Se eliminan outliers. Poblaciones: LP, La Palma; PdC, Paso de la Cruz; PyP, Pay Paso. Medias con las mismas letras no se diferencian estadísticamente (Tukey  $p \leq 0,05$ ). Variables: ANC, Número de ciclos de estambres; BAA, Ángulo ápice de bractéola (°); BAB, Ángulo base de bractéola (°); BAM, Ancho máximo de bractéola (mm); BDA, Distancia del ancho máximo a la base de la bractéola (mm); BLF, Largo de bractéola (mm); CAP, Ancho máximo de pétalos (mm); CDA, Distancia del ancho máximo a la base del pétalo (mm); CLP, Largo de pétalos (mm); CRL, Relación largo/ancho de pétalo; GAE, Altura de estilo (mm); GAO, Altura de ovario (mm); GDO, Diámetro del ovario (mm); KAA, Ángulo del ápice del sépalo (°); KAS, Ancho máximo de sépalos (mm); KLS, Largo de sépalos (mm); KRL, Relación largo/ancho de sépalo; LPF, Largo de pedicelo de la flor (mm).

### 5.3.6. Análisis multivariado floral

De las 153 correlaciones posibles, 56 (36,6%) resultaron significativamente distintas de cero ( $p$ -valor  $< 0,05$ ). En un solo caso existió una correlación fuerte y positiva, entre el largo de pétalos y la distancia del ancho máximo a la base del pétalo. En el resto de las correlaciones significativas, 34 resultaron moderadas, 5 negativas y 29 positivas; y 21 débiles, 7 negativas y 14 positivas (Figura 19).

**Figura 19**

*Matriz de correlaciones de variables florales medidas en poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay*



*Nota.* BAA, Ángulo ápice de bractéola (°); BAB, Ángulo base de bractéola (°); BAM, Ancho máximo de bractéola (mm); BDA, Distancia del ancho máximo a la base de la bractéola (mm); BLF, Largo de bractéola (mm); CAP, Ancho máximo de pétalos (mm); CDA, Distancia del ancho máximo a la base del pétalo (mm); CLP, Largo de pétalos (mm); CRL, Relación largo/ancho de pétalo; GAE, Altura de estilo (mm); GAO, Altura de ovario (mm); GDO, Diámetro del ovario (mm); KAA, Ángulo del ápice del sépalo (°); KAS, Ancho máximo de sépalos (mm); KLS, Largo de sépalos (mm); KRL, Relación largo/ancho de sépalo; LPF, Largo de pedicelo de la flor (mm).

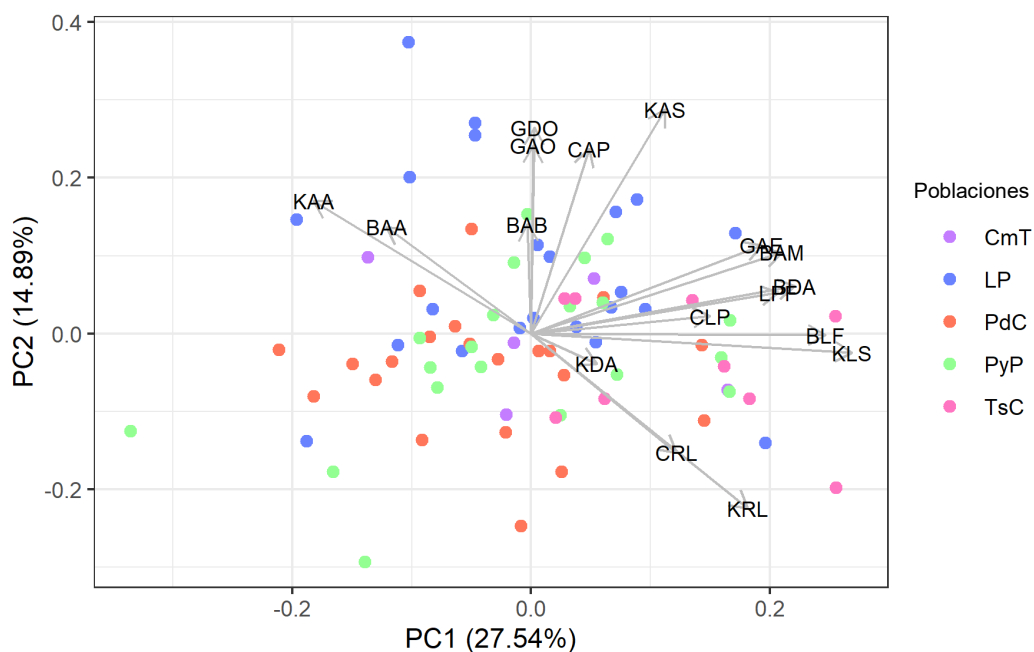
En el Biplot de variables florales (Figura 20), el PC1, con un autovalor de 4,1, aporta en un 27,54% a la variabilidad total de los datos y el PC2, con un autovalor de 2,4, aporta otro 14,89%. El PC1 es el componente que resume la mayor cantidad de información en el Biplot, si bien el aporte del PC2 es también importante.

A partir del gráfico, se señala que el PC1 se relacionó más con las dimensiones de longitud de las piezas estériles y del pedicelo (nótese la orientación de los vectores KLS, BLF, LPF y CLP), el ancho máximo de la bráctea y su distancia de la base, y la altura del estilo. El PC2 se asoció a las variables de altura y diámetro del ovario, el ancho de sépalos y pétalos, y el ángulo de la base de la bráctea. Los ángulos del ápice de los sépalos y bractéolas, así como la relación largo/ancho de sépalos y pétalos, parecen no asociarse particularmente a ninguno de los ejes graficados en el Biplot debido a que forman con ellos un ángulo cercano a los 45°. Aun así, estas variables se encuentran muy alejadas del origen, evidencia de que se ven bien representadas en el gráfico.

Las nubes de puntos de las distintas poblaciones mostraron un gran solapamiento, evidencia de una escasa diferenciación entre ellos. Aun así, se marcaron tendencias en las plantas de algunas poblaciones. En el análisis de clústers no se manifestaron agrupamientos que coincidieran con el criterio de sitio de colecta (Figura 21).

**Figura 20**

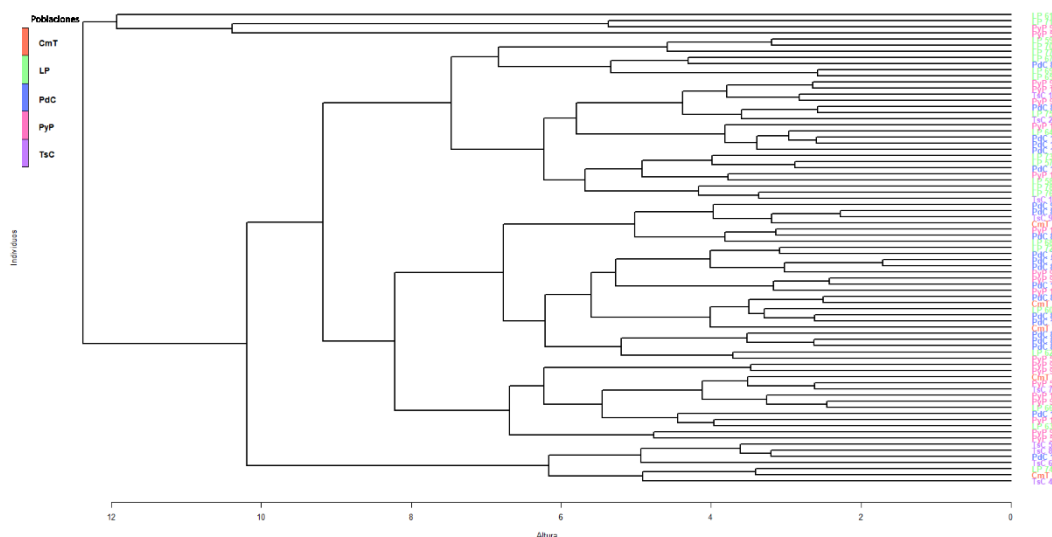
*Análisis de componentes principales de variables florales en poblaciones silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay*



**Nota.** Biplot de análisis de componentes principales (PCA) de flores. PC (componente principal). Poblaciones: CmT, Cuareim-Tres Cruces; LP, La Palma; PdC, Paso de la Cruz; PyP, Pay Paso; TsC, Tres Cruces. Variables: BAA, Ángulo ápice de bractéola (°); BAB, Ángulo base de bractéola (°); BAM, Ancho máximo de bractéola (mm); BDA, Distancia del ancho máximo a la base de la bractéola (mm); BLF, Largo de bractéola (mm); CAP, Ancho máximo de pétalos (mm); CDA, Distancia del ancho máximo a la base del pétalo (mm); CLP, Largo de pétalos (mm); CRL, Relación largo/ancho de pétalo; GAE, Altura de estilo (mm); GAO, Altura de ovario (mm); GDO, Diámetro del ovario (mm); KAA, Ángulo del ápice del sépalo (°); KAS, Ancho máximo de sépalos (mm); KLS, Largo de sépalos (mm); KRL, Relación largo/ancho de sépalo; LPF, Largo de pedicelo de la flor (mm).

**Figura 21**

*Dendrograma de variables florales medidas en poblaciones silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay*

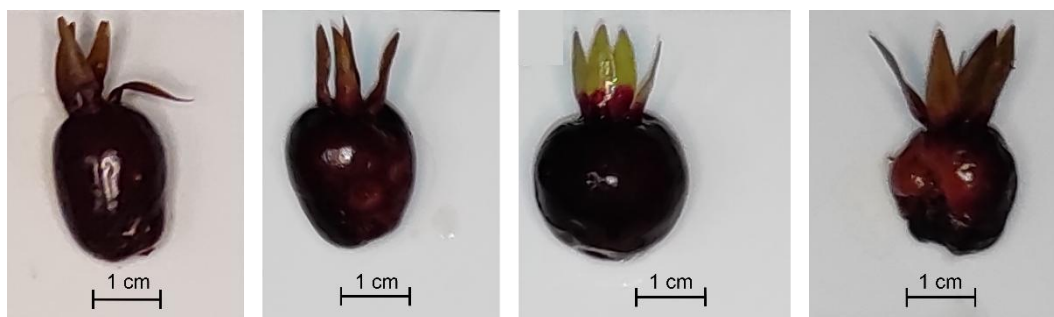


#### 5.3.7. Diversidad general de fruto

La mayoría de los frutos fueron de forma cilíndrica y obovoide, en un 41,1% y 29,1% respectivamente. Los frutos esféricos representaron el 13,8%, los de forma irregular el 13,4%, y los piriformes el 1,5% (Figura 22).

**Figura 22**

*Principales formas de fruto encontradas en las poblaciones silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay*

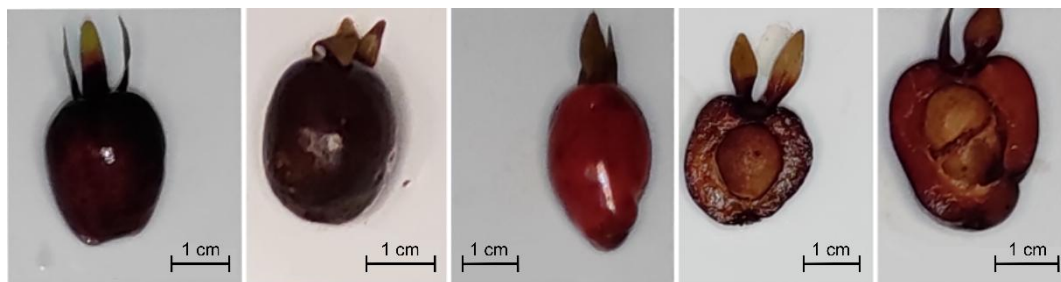


**Nota.** De izquierda a derecha: fruto cilíndrico, fruto obovoide, fruto esférico y fruto irregular.

Los colores de epicarpo se encontraron entre los tonos rojos y rojo-púrpura. El tono más frecuente fue el 5RP, en el 75,1% de las muestras; seguido por el 5R, en el 16,1%; y el 10R, en el 3,8% (Figura 23). Los colores de mesocarpo se ubicaron entre los tonos rojos, amarillo-rojizo y rojo-púrpura. Los más frecuentes fueron el 10R, en el 25,3% de las muestras, seguido por el 7.5YR, en el 21,4%; el 5RP, 17,1%; y el 5R, en el 15,5%.

**Figura 23**

*Tonos de epicarpo y número de semillas más frecuentes en colectas de *Eugenia involucrata* en poblaciones silvestres en Uruguay*



*Nota.*

*Nota.* De izquierda a derecha: epicarpo tono 5RP, epicarpo tono 5R, epicarpo tono 10R, fruto uniseminado y fruto biseminado.

El rango de semillas por fruto fue de cero a siete (Tabla 13 y Figura 23). En el 38% de los frutos se encontró una sola semilla, dos en el 35%, tres en el 16%, y el restante 11% se repartió entre frutos sin semillas o con cuatro a siete semillas. La variabilidad se ubicó entre el 10% y 58%, el menor valor correspondió al Largo máximo de cáliz y el mayor al de la Masa de semilla (Tabla 14).

**Tabla 13**

*Frecuencia de número de semillas en frutos de *Eugenia involucrata* en poblaciones silvestres en Uruguay*

| Número de semillas | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa (%) |
|--------------------|---------------------|-------------------------|
| 0                  | 2                   | 0,18%                   |
| 1                  | 417                 | 38,15%                  |
| 2                  | 381                 | 34,86%                  |
| 3                  | 178                 | 16,29%                  |
| 4                  | 76                  | 6,95%                   |
| 5                  | 29                  | 2,65%                   |
| 6                  | 9                   | 0,82%                   |
| 7                  | 1                   | 0,09%                   |

**Tabla 14**

*Resumen estadístico de variables de fruto en individuos de poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay*

| Variable | n     | Media | Mediana | Desvío | Mínimo | Máximo | CV (%) |
|----------|-------|-------|---------|--------|--------|--------|--------|
| MF       | 1.093 | 2,63  | 2,41    | 1,21   | 0,64   | 8,46   | 46%    |
| AF       | 1.093 | 16,96 | 16,71   | 3,29   | 9,12   | 29,39  | 19%    |
| DM       | 1.093 | 15,02 | 15,01   | 2,59   | 8,07   | 24,41  | 17%    |
| LK       | 1.091 | 11,88 | 11,95   | 1,76   | 3,17   | 18,81  | 15%    |
| SST      | 1.093 | 4,54  | 4,00    | 2,16   | 0,50   | 14,00  | 48%    |
| NM       | 1.093 | 2,03  | 2,00    | 1,11   | 0,00   | 7,00   | 54%    |
| MS       | 1.093 | 0,48  | 0,42    | 0,28   | 0,03   | 1,92   | 58%    |
| MP       | 1.093 | 81%   | 82%     | 8%     | 16%    | 98%    | 10%    |

*Nota.* CV, Coeficiente de variación. Variables: AF, Altura de fruto (mm); DM, Diámetro máximo de fruto (mm); LK, Largo máximo de cáliz (mm); MF, Masa de fruto (g); MP, Proporción de pulpa en masa (%); MS, Masa de semilla (g); NM, Número de semillas; SST, Sólidos solubles totales (°Brix).

#### 5.3.8. Diversidad interpoblacional de fruto

La forma del fruto fue mayoritariamente cilíndrica y obovoide en todas las poblaciones, la forma cilíndrica presentó frecuencias de entre 31% y 47% y la obovoide entre el 23% y 36%. La población con mayor proporción de frutos cilíndricos fue Paso de la Cruz, con 47%, y la que presentó mayor proporción de frutos obovoides fue Pay Paso, con 36%.

En todas las poblaciones la mayor proporción de frutos fue del tono 5RP, en un rango del 80% al 90%, excepto en La Palma este donde representó el 52%. En segundo lugar, se encontró el tono 5R con un mínimo de 4% en Pay Paso y un máximo de 26% en La Palma este.

El color del mesocarpo en cada población presentó distintas proporciones. En la Palma oeste y Paso de la Cruz el tono más frecuente fue el 10R, con 31% y 29% respectivamente. La Palma este presentó la mayor proporción de tono 7.5YR, con 39%, y Pay Paso presentó la mayor proporción para el tono 5RP, con 32%.

En todas las poblaciones, alrededor del 40% de los frutos presentaron una semilla, y entre el 32% y 39% 2 semillas.

Paso de la Cruz presentó los valores de coeficiente de variación más altos para la variable masa de fruto; Pay Paso presentó los valores más altos para las variables altura de fruto, diámetro máximo de fruto y masa de semillas; La Palma oeste presentó los valores más altos para las variables largo de sépalo y número de semillas; y La Palma este presentó los valores de coeficiente de variación más altos en la variable proporción de pulpa en masa (Tabla 15).

Se detectaron diferencias significativas en las variables masa de fruto, altura de fruto, diámetro máximo del fruto, largo máximo del cáliz, y proporción de pulpa en masa (Tabla 15).

Para las variables masa de fruto, altura de fruto y diámetro máximo del fruto, los mayores promedios se dieron en Paso de la Cruz, sin diferenciarse significativamente de La Palma este y La Palma oeste. A su vez, los promedios menores fueron para Pay Paso, que tampoco se diferenció significativamente de La Palma este y La Palma oeste.

En el caso del largo máximo de cáliz, los valores medios más altos se dieron en Pay Paso, La Palma este y La Palma oeste, mientras que los más bajos fueron para la población Paso de Cruz, la cual no se diferenció significativamente de La Palma este y La Palma oeste.

Para la variable proporción de pulpa en masa, Paso de la Cruz, La Palma oeste y Pay Paso presentaron las medias más altas. El menor promedio fue para La Palma este, que a su vez no se diferenció significativamente de Pay Paso y La Palma oeste.



**Tabla 15**

*Ajuste de medias de variables de fruto en poblaciones silvestres de Eugenia involucrata en Uruguay*

| Variable | Población | Media |    | Mediana | Desvío | Mínimo | Máximo | CV (%) |
|----------|-----------|-------|----|---------|--------|--------|--------|--------|
| MF*      | PdC       | 2,97  | a  | 3,23    | 0,98   | 1,68   | 4,69   | 33%    |
|          | LPo       | 2,48  | ab | 2,46    | 0,57   | 1,66   | 3,45   | 23%    |
|          | LPe       | 2,39  | ab | 2,21    | 0,78   | 1,50   | 4,43   | 33%    |
|          | PyP       | 1,95  | b  | 1,91    | 0,63   | 1,25   | 2,91   | 32%    |
| AF       | PdC       | 18,34 | a  | 18,67   | 2,31   | 14,93  | 22,24  | 13%    |
|          | LPe       | 16,80 | ab | 16,58   | 2,30   | 13,90  | 20,31  | 14%    |
|          | LPo       | 16,21 | ab | 16,04   | 1,97   | 13,65  | 19,81  | 12%    |
|          | PyP       | 15,48 | b  | 15,10   | 2,19   | 13,07  | 19,17  | 14%    |
| DM       | PdC       | 15,86 | a  | 16,20   | 1,67   | 12,85  | 18,16  | 11%    |
|          | LPo       | 15,38 | ab | 15,31   | 1,30   | 13,14  | 17,07  | 8%     |
|          | LPe       | 14,66 | ab | 14,51   | 1,69   | 12,68  | 18,40  | 12%    |
|          | PyP       | 13,80 | b  | 13,80   | 1,64   | 11,76  | 15,76  | 12%    |
| LK       | PyP       | 12,76 | a  | 12,68   | 1,13   | 11,33  | 15,08  | 9%     |
|          | LPe       | 12,02 | ab | 12,08   | 0,93   | 10,52  | 13,60  | 8%     |
|          | LPo       | 11,49 | ab | 11,77   | 1,47   | 8,82   | 12,76  | 13%    |
|          | PdC       | 11,29 | b  | 11,20   | 0,98   | 9,25   | 12,82  | 9%     |
| MS       | LPe       | 0,52  | a  | 0,42    | 0,14   | 0,25   | 0,72   | 27%    |
|          | PdC       | 0,51  | a  | 0,48    | 0,13   | 0,30   | 0,71   | 25%    |
|          | LPo       | 0,45  | a  | 0,41    | 0,08   | 0,32   | 0,57   | 18%    |
|          | PyP       | 0,40  | a  | 0,37    | 0,11   | 0,22   | 0,57   | 28%    |
| NM       | LPe       | 2,11  | a  | 2       | 0,52   | 1,36   | 3,14   | 64%    |
|          | PyP       | 2,05  | a  | 2       | 0,69   | 1,35   | 3,63   | 66%    |
|          | LPo       | 2,04  | a  | 2       | 0,32   | 1,67   | 2,61   | 82%    |
|          | PdC       | 1,89  | a  | 2       | 0,38   | 1,33   | 2,57   | 71%    |
| MP       | PdC       | 83%   | a  | 85%     | 3%     | 79%    | 87%    | 4%     |
|          | LPo       | 81%   | ab | 84%     | 2%     | 80%    | 84%    | 2%     |
|          | PyP       | 79%   | ab | 80%     | 5%     | 73%    | 87%    | 6%     |
|          | LPe       | 78%   | b  | 80%     | 5%     | 72%    | 90%    | 6%     |

*Nota.* Se realizó la prueba de Tukey. (\*) Se usó logaritmo neperiano para ajustar a la distribución. Poblaciones: LPe, La Palma este; LPo, La Palma oeste; PdC, Paso de la Cruz; PyP, Pay Paso. Variables: AF, Altura de fruto (mm); DM, Diámetro máximo de fruto (mm); LK, Largo máximo de cáliz (mm); MF, Masa de fruto (g); MP, Proporción de pulpa en masa (%); MS, Masa de semilla (g); NM, Número de semillas.

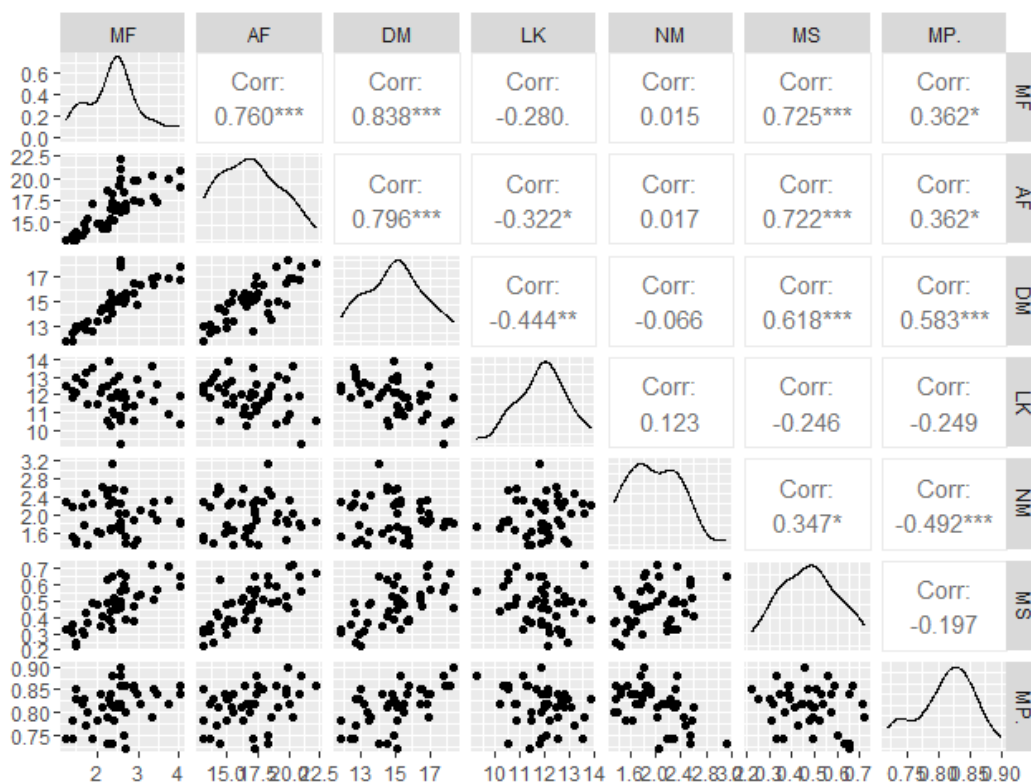
#### 5.3.9. Análisis multivariado de fruto

De las 21 correlaciones posibles, 13 resultaron significativamente distintas de cero ( $p$ -valor < 0,05). En cinco casos existió una correlación fuerte, siendo todas positivas: entre la altura de fruto y el diámetro máximo, entre la altura de fruto y la masa de semillas, entre la masa de fruto y la altura de fruto, entre la masa de fruto y el diámetro máximo de fruto, y entre la masa de fruto y la masa de semillas. En el resto de las

correlaciones significativas, ocho resultaron moderadas, siendo tres negativas y cinco positivas (Figura 24).

**Figura 24**

*Matriz de correlaciones de variables frutales medidas en poblaciones silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay*



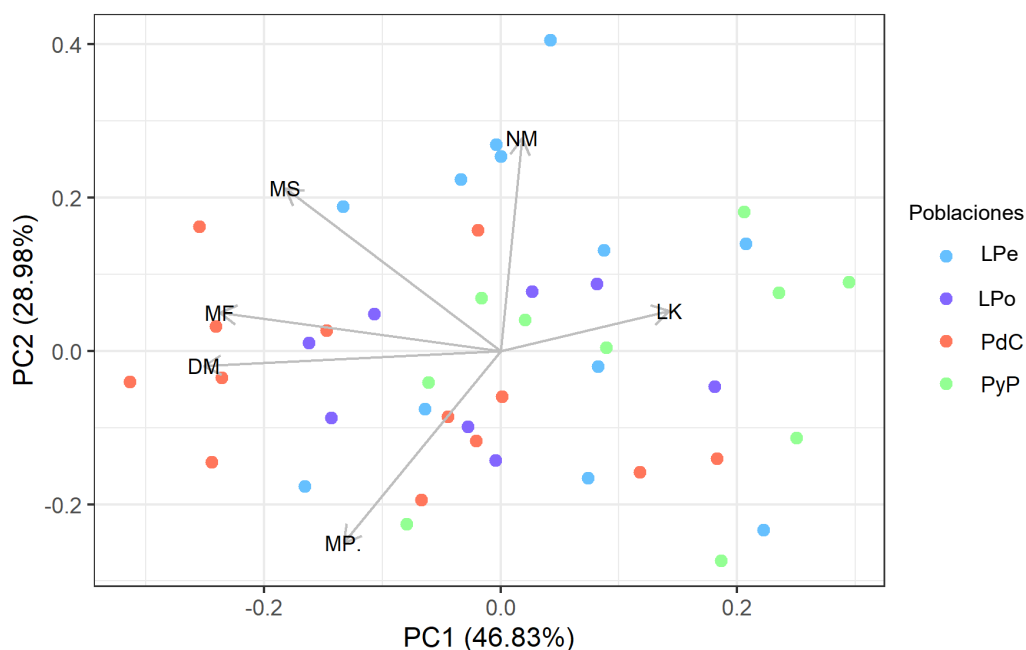
*Nota.* AF, Altura de fruto (mm); DM, Diámetro máximo de fruto (mm); LK, Largo máximo de cáliz (mm); MF, Masa de fruto (g); MP, Proporción de pulpa en masa (%); MS, Masa de semilla (g); NM, Número de semillas.

En el Biplot del PCA de variables de fruto (Figura 25), el PC1, con un autovalor de 2,81, explicó un 46,83% de la variabilidad total de los datos, y el PC2, con un autovalor de 1,74, aportó el 28,98%. Ambos componentes explicaron una proporción importante de la variabilidad, 75,93%, mostrando el PC1 un mayor peso al resumir la información.

En el gráfico se observa que el PC1 se relacionó fuertemente con las variables de diámetro y masa de fruto y con el largo del cáliz. El PC2 se asoció más al número de semillas y a la proporción de pulpa en masa. El vector de la variable masa de las semillas se ubicó en un ángulo cercano a 45°, por lo que no se asoció claramente a ningún componente en particular.

**Figura 25**

*Análisis de componentes principales de variables de fruto en poblaciones silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay*

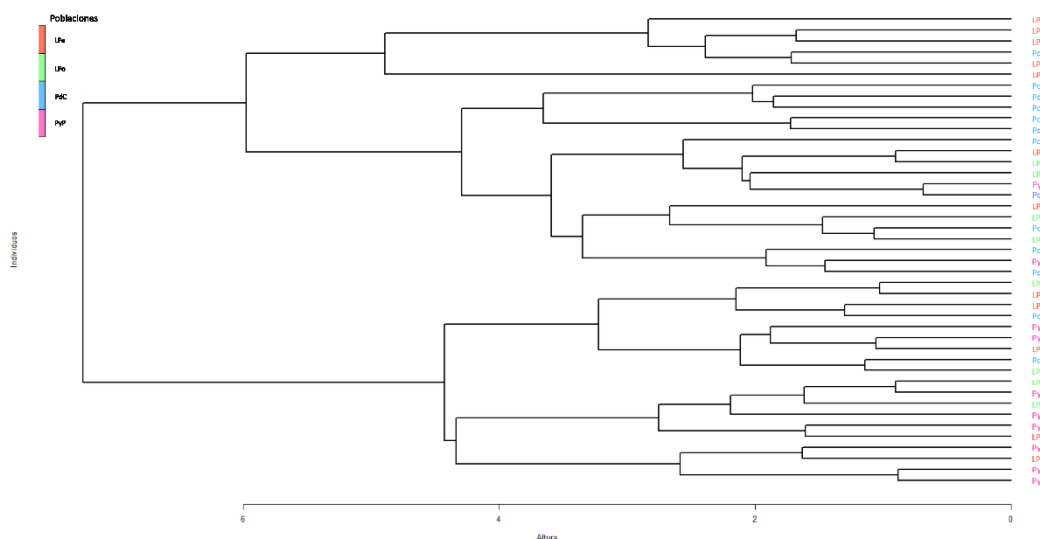


*Nota.* Biplot de análisis de componentes principales (PCA) de frutos. PC (componente principal). Poblaciones: LPe, La Palma este; LPo, La Palma oeste; PdC, Paso de la Cruz; PyP, Pay Paso. Variables: DM, Diámetro máximo de fruto (mm); LK, Largo máximo de cáliz (mm); MF, Masa de fruto (g); MP, Proporción de pulpa en masa (%); MS, Masa de semilla (g); NM, Número de semillas.

A partir del análisis de clúster no se manifiestan agrupamientos por el criterio de sitio de colecta (Figura 26). Sin embargo, sí se observa que algunas colectas de PdC y LPe tienden a ubicarse en las ramas superiores del dendrograma, mientras que PyP se encuentra más frecuentemente en las ramas inferiores.

**Figura 26**

*Dendrograma de las variables frutales medidas en poblaciones silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay*



#### 5.4. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE INDIVIDUOS SILVESTRES DE *EUGENIA INVOLUCRATA* (DC) EN URUGUAY

De acuerdo con la variabilidad morfológica registrada en las hojas, flores y frutos en poblaciones silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay, se ajustó la siguiente descripción.

Árboles de corteza lisa, marrón a grisácea, con manchas verdes, caduca en placas. Hojas simples, opuestas, pecíolos 1,7-7,2 mm de largo; láminas 34,0-88,5 x 10,5-33,5 mm, elípticas a obovadas, base aguda, ápice agudo, acuminado, margen entero; glabras en la madurez, brotes pubescentes. Flores axilares, solitarias, actinomorfas, pedicelos de (3,0) 15,0–31,0 (46,5) mm; bractéolas (2,2) 5,0-21,0 x (2,0) 5,0-14,0 (16,0) mm, obovadas, base cordada, rara vez obtusa, ápice agudo, a veces obtuso; cáliz dialisépalo, sépalos 4, (6,5) 10,0-14,0 (19,0) x (3,0) 4,0-6,0 (10,5) mm, ovados, a veces elípticos, base truncada, ápice agudo, persistentes en el fruto; corola dialipétala, pétalos 4, 4,0-18,0 x 4,0-12,0 (17,0) mm, elípticos, a veces ovados, rara vez obovados; androceo de estambres libres, numerosos, 4-7 ciclos; gineceo 1 pistilar, ovario ínfero, 1,3-4,1 (11,0) x 1,0-6,9 mm, estilos 3,0-13,0 mm. Frutos, bayas, 9,0-29,4 x 8,0-24,4 mm, cilíndricos u obovoides hasta esféricos, a veces irregulares; epicarpo rojizo-violáceo a rojo oscuro, mesocarpo anaranjado o rojizo, hasta rojizo-violáceo. Semillas 1-2 (7).

## 6. DISCUSIÓN

Del presente estudio se desprende que *Eugenia involucrata* se distribuye de forma natural en Uruguay, en los márgenes del Río Cuareim y al menos uno de sus afluentes. Se encontró *E. involucrata* formando parte del bosque nativo en cinco sitios del Departamento de Artigas: Pay Paso, La Palma, Paso de la Cruz, Río Cuareim aguas arriba de la desembocadura del Arroyo Tres Cruces, y en los márgenes del Arroyo Tres Cruces. Estos bosques, asociados a los mencionados cursos de agua, se corresponden a la categoría de “Bosque latifoliado de planicie vargedícola” de acuerdo con la clasificación propuesta por Brazeiro et al. (2020).

Las plantas de *E. involucrata* no se encontraron de forma continua a lo largo del bosque, pero tampoco estuvieron aisladas, sino que aparecieron de forma agrupada. Esto sugiere que las poblaciones silvestres de *E. involucrata* en Uruguay presentaron un patrón agregado (Matteucci & Colma, 2002), comportamiento que ya fue reportado por Tonetto et al. (2013) en los bosques estacionales subtropicales en Santa María, Rio Grande do Sul, Brasil.

Los ejemplares de herbario previos a este trabajo no aportan características de las poblaciones, ni información sobre su frecuencia dentro del territorio nacional. Las colectas previas son escasas, casi siempre sin órganos reproductivos, pobremente documentadas e incluso algunas provenientes de bosques que no persisten en la actualidad, llegando a poner en duda la presencia de la especie para la flora uruguaya (Jolochin, 2008). A partir de los resultados fenológicos obtenidos en este estudio, se sabe que ninguna de estas colectas fue realizada durante el período reproductivo de la especie. En este trabajo se encontraron poblaciones silvestres de *E. involucrata* en estado reproductivo, lo que permitió obtener las primeras colectas de herbario con estructuras reproductivas, ya sea flores y/o frutos, claramente referenciadas dentro del territorio nacional y que fueron depositadas en el herbario MVFA.

En los años de estudio se constató que la floración de la especie en la zona se dio a mediados de octubre, y la fructificación a mediados de noviembre. Los antecedentes a lo largo de la zona de distribución de *E. involucrata* reportan períodos de floración más amplios. En Brasil abarcan de julio a agosto en los bosques umbrófilos de Paraná (Rego et al., 2006), agosto a septiembre en los bosques de Araucaria de Paraná (Danner et al., 2010) y Rio Grande do Sul (Tonetto et al., 2013) y septiembre a noviembre en Santa Catarina (Legrand & Klein, 1969; Lorenzi, 2014). A partir de colectas de Argentina, Brasil y Paraguay, Rotman (1995) establece el rango más amplio, que va de agosto a noviembre. Además, los antecedentes señalan un intervalo entre floración y fructificación de entre 45 y 60 días (Legrand & Klein, 1969; Rego et al., 2006), mientras que en este trabajo el periodo reportado fue de 20 a 30 días. Por ende, tanto el período de floración como el comprendido entre este evento y la fructificación fueron más acotados, lo que supone una diferencia fenológica de las poblaciones locales con el resto de la distribución de la especie.

En el análisis de los coeficientes de variación (CV) de las variables vegetativas, los valores mínimos fueron 14% para la relación largo/ancho de la lámina y 16% para los ángulos de la base y el ápice. En otros estudios realizados en poblaciones silvestres de frutales nativos, se reportaron los valores mínimos de CV para las mismas variables vegetativas. Lado Bega y López Fontes (2021) en *Psidium cattleianum* f. *lucidum* obtuvieron un CV de 9,2 % para el ángulo del ápice, y Puppo Mackinnon (2008), en

*Feijoa sellowiana*, 12,9% en la relación largo/ancho de la lámina. Por otro lado, el máximo CV encontrado en hoja fue 23% para el largo de pecíolo, misma variable que reportaron Lado Bega y López Fontes (2021) en *Psidium cattleianum* f. *lucidum*, con el máximo CV, que fue 24,8%. Puppo Mackinnon (2008) en *Feijoa sellowiana* reportó que la mayor variabilidad se dio en el largo de lámina con 20,1%, sin embargo, no reportó mediciones de largo de pecíolo.

La comparación de medias vegetativas a nivel de población muestra una gran similitud entre ellas, diferenciándose solamente Paso de la Cruz por la variable largo de pecíolo. De hecho, el rango de 1,7 a 7,2 mm encontrado en las cinco poblaciones estudiadas, es mayor que el rango de 3 a 7 mm reportado por Rotman (1995) para Argentina, Brasil y Paraguay, y coincide con el de 1 a 7 mm reportado por Büniger et al. (2015) para toda la distribución de la especie.

Para todas las variables medidas en hoja, se obtuvieron resultados dentro de los rangos reportados en la bibliografía consultada (Büniger et al. 2015, 2020; Jolochin, 2008; Lorenzi, 2014). La forma de la lámina de la hoja fue predominantemente elíptica, 79%, superando incluso el 95% en Cuareim-Tres Cruces. Esto coincide con lo reportado por Büniger et al. (2015) para esta zona de la distribución y con lo que describe Rotman (1995) para Argentina, sin embargo, demuestra una menor diversidad respecto a la distribución general de la especie (Büniger et al., 2015). La predominancia de una sola forma de lámina guarda sentido con la baja variabilidad hallada en la relación largo/ancho de la lámina, 14%, y la distancia del ancho máximo a la base, 19%, y se sustenta en las fuertes correlaciones entre el largo de la lámina y la distancia del ancho máximo a la base de la lámina (positiva), y entre los ángulos de la base y el ápice con la relación largo/ancho (negativas).

En el análisis de componentes principales de las variables vegetativas se logró explicar un gran porcentaje de la variabilidad, 77,3%. Las variables que definen a la forma de la hoja (ángulo de la base y del ápice) variaron independientemente de las que definen su tamaño (largo de pecíolo y de lámina), tal como se observó en el estudio de las correlaciones. No se observaron agrupamientos entre individuos que se correspondieran con las poblaciones geográficamente identificadas, hecho que se respaldó además con el análisis de clústeres. Solamente Paso de la Cruz mostró una tendencia a presentar hojas con láminas y pecíolos más cortos.

En las variables florales, si bien en los antecedentes se menciona que las flores pueden encontrarse solitarias o en grupos de hasta cinco por nudo (Büniger et al., 2015; Rotman, 1995), en todas las plantas muestreadas en este trabajo se observó únicamente una flor por nudo. Sin embargo, para la mayoría de las variables florales los rangos obtenidos superaron a los reportados en trabajos previos (Büniger et al., 2015; Carvalho, 2009; Rotman, 1995). Tal es el caso del largo del pedicelo de la flor, largo y ancho de la bractéola, largo y ancho de los sépalos, largo de los pétalos y altura del estilo. Los rangos encontrados en este trabajo fueron superados solamente por los hallados por Rotman (1995) en largo de pedicelo, 16 a 50 mm, y por Büniger et al. (2015) en largo y ancho de los sépalos, 5 a 13 mm y 1,63 a 7,33 mm respectivamente.

La forma cordada de la base de la bráctea y la forma ovada de dicha pieza coinciden con lo citado por Büniger et al. (2015) y Rotman (1995). La forma ovada de los sépalos concuerda con lo reportado por Rotman (1995), aunque aquí se encontraron también sépalos elípticos en una frecuencia de 13,3%. Por otro lado, la forma obovada de los

pétalos reportada por Rotman (1995) fue la menos frecuente en este estudio con 5%, por detrás del 74% de la forma elíptica y el 21% de la ovada.

En el análisis de los CV de variables florales, el valor mínimo fue 11% en el número de ciclos de estambres. Estudios en otros frutales nativos de Uruguay reportaron valores mínimos similares, como Lado Bega y López Fontes (2021) en poblaciones de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* para el “largo de los lóbulos del hipantio”, 13,5%, variable equivalente al largo de sépalos en este trabajo, con un CV de 17%. De manera similar, Puppo Mackinnon (2008) reportó la variabilidad mínima en poblaciones de *Feijoa sellowiana* para el número de estambres, 22,3%, variable que guarda proximidad con el número de ciclos de este verticilo.

La mayor variabilidad en flores se observó en la distancia del ancho máximo a la base del sépalo con 151%, valor que se debe a la distribución bimodal de esta variable y dada por la existencia de sépalos de base truncada. La segunda variable con mayor CV fue el largo del pedicelo, 34%, lo que coincide con el 30,3% que obtuvieron Lado Bega y López Fontes (2021) en *Psidium cattleianum* f. *lucidum*. Al comparar variables comunes con lo reportado por Puppo Mackinnon (2008) para *Feijoa sellowiana*, el “largo del pistilo” mostró un valor más alto, 37,8%, que el obtenido para la altura del estilo en este estudio, de 13%.

En el análisis y comparación de medias entre poblaciones, se encontraron diferencias significativas en una de las siete variables vegetativas y en seis de 18 variables florales. Si se compara este resultado con los obtenidos por Lado Bega y López Fontes (2021) y Puppo Mackinnon (2008), se observa que estos trabajos encontraron diferencias significativas en una proporción mayor de las variables estudiadas, 15 de 15 y 16 de 18 respectivamente. A partir del análisis de varianza para hojas y flores, la diferencia mínima significativa (Tukey 0,95) utilizada en el presente estudio no superó los 0,5 mm, lo que puede explicar las pocas diferencias halladas. Sin embargo, este valor guarda sentido con los rangos de datos obtenidos y la apreciación de los instrumentos usados en la medición.

En el estudio de la matriz de correlaciones de variables florales, sólo se correlacionaron fuerte y significativamente variables dentro de una misma pieza. Este fue el caso de la correlación entre el largo máximo de pétalo y la posición del ancho máximo del pétalo, que guarda sentido con una constancia en la forma de esta pieza. La ausencia de más correlaciones indicaría que el desarrollo de una pieza particular no afectó el crecimiento de las otras.

La escasez de correlaciones significativas y fuertes tuvo por consecuencia un PCA con un gran número de variables y con una baja explicación de la variabilidad. Además, si se hubiese incluido en el análisis al componente 3, este hubiera aportado sólo en un 11,24% a la variabilidad (Anexo y

Anexo).

El Biplot no evidenció agrupamientos claros que separen los individuos de las distintas poblaciones, aunque sí mostró tendencias. Paso de la Cruz presentó flores con ovarios más chicos, y sépalos y pétalos más angostos y con mayor relación largo/ancho; mientras que los individuos de La Palma tuvieron un comportamiento opuesto al anterior. Las plantas de Tres Cruces, aunque con menor intensidad de muestreo, presentaron pedicelos y piezas florales más largas y con mayor relación largo/ancho, así como brácteas y sépalos con ápices más agudos.

En el análisis de clústers no se manifestaron agrupamientos que coincidieran consistentemente con el criterio de sitio de colecta, lo que va en concordancia con lo observado a partir del PCA. Aun así, sí se observó la tendencia de algunos individuos de cada población a presentar menores distancias euclidianas entre sí. Los casos más claros son los de las plantas de Paso de la Cruz y las de Tres Cruces.

Respecto a las variables de fruto, la forma de fruto más frecuente fue la cilíndrica, coincidiendo con la mayoría de los antecedentes (Bünger et al., 2015; Carvalho, 2009; Legrand & Klein, 1969; Rotman, 1995). La segunda forma más frecuente fue la obovoide, previamente reportada sólo por Legrand y Klein (1969) y Carvalho (2009), y en tercer lugar la esférica, asimilable a la “elipsoide” reportada por Rotman (1995) y Bünger et al. (2015). Carvalho (2009) menciona también la forma piriforme, que en este trabajo se encontró en muy baja proporción, 1,5%.

Los tonos de epicarpo encontrados en poblaciones silvestres de Uruguay coinciden con los reportados en el resto de su distribución. Las tres categorías más frecuentes, que corresponden a frutos púrpura-rojizos a rojos, y abarcan un 95% del total, se amoldan a las coloraciones mencionadas por Carvalho (2009), Bünger et al. (2015) y Antonia (2020). Rotman (1995), tras analizar muestras de las provincias argentinas de Misiones y Corrientes, el estado brasileiro de Santa Catarina y Paraguay, describe a los frutos como de color negro, algo que puede asimilarse a los colores más oscuros de la escala 5RP, tono púrpura-rojizo, de la tabla Munsell® usada en este estudio (Munsell Color, s.f.).

El color del epicarpo fue en su mayoría de tono púrpura-rojizo, poco saturado y oscuro. En un estudio de selección participativa en *Eugenia involucrata* realizado por Wagner et al. (2022), la característica “frutos más oscuros” apareció en el segundo lugar de preferencia a la hora de seleccionar accesiones. A su vez, Antonia (2020) determinó que los frutos más oscuros de *E. involucrata* poseen un mayor contenido de compuestos bioactivos, sólidos solubles totales y antioxidantes. Por lo tanto, los materiales nativos estudiados en este trabajo cuentan con una ventaja comparativa frente a otros orígenes con frutos más claros, pudiendo verse favorecidos en una futura inclusión al mercado por tener mejores propiedades químicas y ser más “atractivos” a la vista.

Los colores de mesocarpo fueron predominantemente de tonos rojos, amarillo-rojizos y púrpura-rojizos. Los valores de luminosidad se concentraron en rangos intermedios a bajos y los de saturación en rangos medios. Es importante destacar este resultado ya que no existen antecedentes que evalúen el color del mesocarpo, tanto en materiales silvestres como cultivados. Esto debería considerarse en futuros trabajos, sobre todo aquellos enfocados a la caracterización y evaluación de frutos para introducir en el mercado.



El uso de la tabla Munsell® Color Charts for Plant Tissues (Munsell Color, s.f.) en la determinación del color en el presente estudio significó una limitante. Si bien la tabla utilizada es específica para tejidos vegetales, los resultados obtenidos para esta variable se vieron limitados a las escalas y categorías de color disponibles en la misma. A esto se suma que el empleo de la herramienta tiene un alto componente de subjetividad. Futuros estudios deberán usar herramientas que proporcionen una medida continua y objetiva del color, como lo son los colorímetros digitales, para lograr resultados replicables al evaluar las características del color.

En relación con las variables cuantitativas de los frutos, existen dos antecedentes similares realizados sobre materiales cultivados en Brasil con los que se puede comparar los resultados. Camlofski (2008) analizó las variables de diámetro, altura, masa y proporción de pulpa en masa de 100 frutos; y Antonia (2020), evaluando un número de frutos similar al del presente estudio, analizó la masa, altura y diámetro de fruto; masa y número de semillas, y proporción de pulpa. Para todas las variables relacionadas al tamaño y masa de fruto, los promedios en materiales cultivados fueron superiores a los obtenidos en las poblaciones silvestres en Uruguay, aunque los rangos y valores de variabilidad fueron menores.

Según Antonia (2020), solamente la variable número de semillas presentó una media menor, 1,71, que la reportada para las poblaciones silvestres de Uruguay, 2,03. Además, para las accesiones de Brasil los frutos con una y dos semillas representaron el 85% de los casos, mientras que para las muestras colectadas de poblaciones silvestres en Uruguay representaron el 73%.

Los rangos de diámetro y altura de fruto en las poblaciones silvestres de *E. involucrata* en Uruguay, de 8,1 a 24,4 mm y 9,1 a 29,4 mm respectivamente, superaron a los reportados por Camlofski (2008) en el estado de Paraná, de 13,0 a 25,3 mm y 15,0 a 26,0 mm respectivamente. De igual manera, el rango de masa de fruto hallado en Uruguay, de 0,64 a 8,46 g, fue más amplio que el reportado por Antonia (2020) en São Paulo, de 1,57 a 7,2 g.

La variabilidad detectada en las poblaciones silvestres de *E. involucrata* en Uruguay fue consistentemente superior a la reportada en Brasil, al comparar variables similares. Para Antonia (2020), las variables con mayor CV fueron el número de semillas, masa de fruto y masa de semillas, siendo la primera la más variable en Brasil, 40,15%, y la última la más variable en Uruguay, 58%. Por otro lado, en Camlofski (2008) el diámetro y altura de fruto presentaron valores menores, de 10% y 12% respectivamente, a los reportados en el presente estudio, que fueron 19% y 17% respectivamente.

Comparando con lo reportado para otros frutales nativos en Uruguay, la mayor variabilidad hallada en fruto fue menor a la máxima reportada por Puppo Mackinnon (2008) para *F. sellowiana*, que correspondió a la masa de fruto, 116%, y a la encontrada por Bernaschina y Pereyra (2015) en poblaciones silvestres de *P. cattleyanum* f. *lucidum*, que correspondió a la masa del mesocarpo, 103%. Si se busca comparar una variable común entre los tres trabajos, puede hacerse en la masa de fruto. Allí *E. involucrata* y *P. cattleyanum* f. *lucidum* presentaron una variabilidad muy similar, de 46 y 47% respectivamente, pero muy por debajo a la de *F. sellowiana*, de 104,1%.

La proporción de pulpa en masa fue la variable de fruto con menor CV, 10%, contrastando fuertemente con la alta variabilidad de la masa total del fruto y de las

semillas. Además, esta última fue la de menor variabilidad, tanto a nivel general como poblacional, lo que puede representar un dato relevante al momento de instalar programas de mejoramiento.

En la comparación de medias entre las poblaciones, se hallaron diferencias significativas en cinco variables de fruto. Entre ellas se destacan la masa, altura y diámetro máximo, que en conjunto definen el tamaño. Para estas tres, las colectas de Paso de la Cruz se diferenciaron significativamente de las de Pay Paso, pero no así de las de La Palma este y oeste. La otra variable por destacar es la proporción de pulpa en masa, en la que Paso de la Cruz también se posicionó en el primer lugar del ranking estadístico. Esto indica que hubo poblaciones con frutos significativamente más grandes y aprovechables, lo que es relevante en la selección de materiales para la introducción en programas de mejoramiento. Aun así, serán necesarios ensayos en condiciones controladas para lograr separar los efectos ambientales, así como las posibles interacciones de genotipo por ambiente.

En el estudio de las correlaciones, la masa de semillas se correlacionó fuerte y positivamente con la altura, diámetro y masa de fruto. Sin embargo, ninguna de estas variables se correlacionó significativamente con el número de semillas, lo que indicaría que los frutos más grandes tuvieron semillas más grandes, pero no necesariamente semillas más numerosas. Tampoco se correlacionaron fuertemente con la proporción de pulpa en masa, sugiriendo que contener semillas más grandes no repercutió negativamente en esa proporción, y que efectivamente los frutos de mayor tamaño tuvieron más cantidad de pulpa. Este es un resultado destacable ya que, de mantenerse esta tendencia, la selección y mejoramiento podrían apuntar hacia materiales con menor número de semillas, logrando a la vez ganancias en la proporción de pulpa.

Un resultado similar se obtuvo en el análisis de componentes principales presentado por Antonia (2020). Allí los vectores de la variable masa de semillas y las variables altura, diámetro y masa de fruto se comportan de manera similar, dando a suponer que existe una correlación positiva entre ellos. No obstante, en dicho trabajo no se presenta un análisis específico que valide estas correlaciones.

En el análisis de componentes principales de las variables de fruto se logró explicar una gran proporción de la variabilidad, 75,81%. Paso de la Cruz fue la población con mayores tamaños de fruto y proporción de pulpa. Las colectas de Pay Paso tuvieron frutos más chicos y con las piezas del cáliz más grandes. Además, esta población tendió a tener los frutos con menor peso de semilla. Las colectas de La Palma este presentaron frutos con más semillas y menor proporción de pulpa, aunque la tendencia no llega a ser tan marcada y hay claras excepciones. La Palma oeste no presentó un comportamiento diferencial. A pesar de las tendencias encontradas, no hubo agrupamientos que diferenciaron claramente a una o más poblaciones.

El análisis de clúster agrupó un buen número de colectas de Paso de la Cruz y La Palma este, siendo más marcado el agrupamiento de las primeras. Las colectas de Pay Paso presentaron la mayor distancia de las de Paso de la Cruz que va en concordancia con los resultados vistos en la comparación de las medias poblacionales y en el PCA.

Este trabajo ha permitido documentar por primera vez con precisión la ubicación de poblaciones silvestres de *Eugenia involucreta* en Uruguay, contribuyendo al reconocimiento de este recurso fitogenético en el límite austral de su distribución. Es

relevante su conservación y manejo a fin de preservar las posibles variantes asociadas a las condiciones particulares del sitio y los procesos que les dan origen (Dalastra et al., 2021; Pezoa, 2001).

Hasta el momento no existen otros antecedentes enfocados al estudio de poblaciones silvestres, lo que refuerza la necesidad de nuevas prospecciones que enriquezcan el conocimiento de la diversidad *in situ* de *E. involucrata* a lo largo de su distribución, así como estudios fitosociológicos de los bosques en los que habita. Las diferencias observadas en los ciclos reproductivos y la variabilidad morfológica respecto a otras poblaciones de la región refuerzan la importancia de continuar con estudios que profundicen en la biología reproductiva, la interacción genotipo por ambiente y el mejoramiento de la especie para su introducción al mercado.

## 7. CONCLUSIONES

*Eugenia involucrata* presenta poblaciones silvestres reproductivamente viables en el norte del Uruguay, en los bosques latifoliados de planicie vargedícola asociados al Río Cuareim y Arroyo Tres Cruces. Estas poblaciones son las primeras reportadas como tales para el país y representan el límite más austral de su distribución.

Se reportó variabilidad en todas las características estudiadas en las poblaciones silvestres de *E. involucrata*, tanto a nivel general como intrapoblacional, a excepción del número de flores por nudo. Se detectaron diferencias significativas en 12 variables, 11 de las cuales fueron reproductivas.

El análisis multivariado mostró homogeneidad entre las distintas poblaciones, aunque se evidenciaron algunas tendencias diferenciadas, sobre todo en cuanto a variables de fruto. Se destacan las correlaciones detectadas entre las variables de tamaño de fruto, número de semillas y proporción de pulpa.

En la comparación de medias y en el análisis de componentes principales, la población de Paso de la Cruz tendió a presentar frutos más grandes y con mayor proporción de pulpa.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Antonia, B. A. (2020). *Qualidade pós-colheita de cereja-do-rio-grande (Eugenia involucrata DC.): Caracterização de acessos e estádios de maturação* [Tesis de maestría]. Universidade de São Paulo.
- Arnhold, E. A. (2016). *Caracterização físico-química, sensorial e botânica de amostras de mel de Apis melífera da região oeste do Paraná, Ortigueira-PR e Palmeira das Missões-RS* [Tesis de maestría, Universidade Estadual do Oeste do Paraná]. BDTD: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações.  
<https://tede.unioeste.br/handle/tede/3144>
- Barbedo, C. J., Kohama, S., Maluf, A. M., & Bília, D. A. C. (1998). Germinação e armazenamento de diásporos de cerejeira (*Eugenia involucrata* DC. – Myrtaceae) em função do teor de água. *Revista Brasileira de Sementes*, 20(1), 184-188.
- Barrett, W. H., & Tressens, S. G. (1996). Estudio de la vegetación nativa en plantaciones de *Eucalyptus grandis* (Myrtaceae) en el norte de la provincia de Corrientes, República Argentina. *Bonplandia*, 9(1/2), 1-18.  
<http://www.jstor.org/stable/41941182>
- Beech, E., Rivers, M., Oldfield, S., & Smith, P. P. (2017). GlobalTreeSearch: The first complete global database of tree species and country distributions. *Journal of Sustainable Forestry*, 36(5), 454-489.  
<http://dx.doi.org/10.1080/10549811.2017.1310049>
- Bernaschina, Y., & Pereyra, G. (2015). *Caracterización de frutos y biología de semillas de poblaciones silvestres de Psidium cattleianum sabine, "Arazá" (Myrtaceae)* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Berrutti, A. (2010). Especies arbóreas y arbustivas con potencial económico. En Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (Ed.), *Conservación y uso sostenible de la biodiversidad* (pp. 15-16).  
<http://www.guayubira.org.uy/monte/bibliografia/PPR-Seminario-Biodiversidad.pdf>
- Brazeiro, A., Betancourt, A., & Haretche, F. (2020). Bosques nativos de Uruguay: Distribución, diversidad y propuesta de clasificación. *Plantæ*, 3, 18-35.
- Brussa, C. A., & Grela, I. A. (2007). *Flora arbórea del Uruguay con énfasis en las especies de Rivera y Tacuarembó*. COFUSA.
- Bünger, M. O., Einsehl, P., Figueiredo, M. L. N., & Stehmann, J. R. (2015). Resolving species delimitations in the *Eugenia involucrata* group (*Eugenia* sect. *Phyllocalyx* - Myrtaceae) with morphometric analysis. *Systematic Botany*, 40(4), 995-1002. <https://doi.org/10.1600/036364415X690030>
- Bünger, M. O., Mazzei, F. F., & Stehmann, J. R. (2020). Revision of *Eugenia* section *Phyllocalyx* (Myrtaceae). *Phytotaxa*, 474(2).  
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.474.2.1>
- Cabrera, D., Vignale, B., Machado, G., Rodríguez, P., Zoppolo, R., & Nebel, J. P. (2018). Primeras selecciones registradas de guayabo del país en Uruguay.

- Revista INIA*, (52), 29-32.  
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8964/1/Revista-inia-52-7.pdf>
- Cabrera, D., Vignale, B., Rodríguez, P., Luizzi, D., & Dini, M. (2023). INIA Fagro Armonía: Nuevo cultivar de Guayabo del país para Uruguay. *Revista INIA*, (75), 71-76. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/17460/1/Revista-INIA-75-dic-2023-17.pdf>
- Camlofski, A. M. D. O. (2008). *Caracterização do fruto de Cerejeira (Eugenia involucrata DC) visando seu aproveitamento tecnológico* [Tesis de maestría]. Universidade Estadual de Ponta Grossa.
- Carvalho, P. E. R. (2009). *Cerejeira: Eugenia involucrata*. Embrapa.  
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2010/46373/1/CT224.pdf>
- Cripa, F. B., Freitas, L. C. N., Grings, A. C., & Bortolini, M. F. (2014). Tetrazolium test for viability estimation of *Eugenia involucrata* DC. and *Eugenia pyriformis* Cambess. seeds. *Journal of Seed Science*, 36(3), 305-311.  
<https://doi.org/10.1590/2317-1545v36n3991>
- Dalastra, C. H., Sausen, T. L., Capellesso, E. S., & Fornel, R. (2021). Variations in leaf size and leaf shape in four species of *Eugenia* (Myrtaceae) using geometric morphometrics approach. *Revista Pesquisas Botânica*, (75), 143-154.  
[https://www.researchgate.net/publication/349907568\\_VARIATIONS\\_IN\\_LEAF\\_SIZE\\_AND\\_LEAF\\_SHAPE\\_IN\\_FOUR\\_SPECIES\\_OF\\_EUGENIA\\_MYRTACEAE\\_USING\\_GEOMETRIC\\_MORPHOMETRICS\\_APPROACH](https://www.researchgate.net/publication/349907568_VARIATIONS_IN_LEAF_SIZE_AND_LEAF_SHAPE_IN_FOUR_SPECIES_OF_EUGENIA_MYRTACEAE_USING_GEOMETRIC_MORPHOMETRICS_APPROACH)
- Danner, M. A., Citadin, I., Sasso, S. A. Z., Sachet, M. R., & Ambrósio, R. (2010). Fenologia da floração e frutificação de Mirtáceas nativas da Floresta com Araucária. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(1), 291-295.
- Degenhardt, J., Franzon, R. C., & da Costa, R. R. (2007). *Cerejeira-do-mato (Eugenia involucrata)*. Embrapa.  
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/33957/1/documento-211.pdf>
- Demattê, M. E. R. P. (1997). Ornamental use of Brazilian myrtaceae. *Acta Horticulturae*, (452), 143-180. <https://doi.org/10.17660/actahortic.1997.452.23>
- Dirección General Forestal. (2021, 10 de setiembre). *Resultados cartografía forestal 2021*. MGAP. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/resultados-cartografia-forestal-2021>
- Ellis, B., Daly, D. C., Hickey, L. J., Johnson, K. R., Mitchel, J. D., Wilf, P., & Wing, S. L. (2009). *Manual of leaf architecture*. Cornell University Press.
- Franco, E. T. H., & Perrando, E. (2001). Crescimento juvenil de *Eugenia involucrata* D.C. em condições de sombreamento natural. En 2° *Simpósio Latino-Americano sobre manejo florestal* (pp. 616-623). Universidade Federal de Santa Maria.
- Girardelo, J. R., Munari, E. L., Dallorsoleta, J. C. S., Cechinel, G., Goetten, A. L. F., Sales, L. R., Reginatto, F. H., Chaves, V. C., Smaniotto, F. A., Somacal, S., Emanuelli, T., Benech, J. C., Soldi, C., Winter, E., & Conterato, G. M. M. (2020). Bioactive compounds, antioxidant capacity and antitumoral activity of

- ethanolic extracts from fruits and seeds of *Eugenia involucrata* DC. *Food Research International*, 137, Artículo e109615.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109615>
- Golle, D. P., Reiniger, L. S., Bellé, R. A., & Curti, A. R. (2013). Desinfestação superficial de explantes isolados de ramos semilenhosos e herbáceos de *Eugenia involucrata* DC. (Myrtaceae). *CERNE*, 19(1), 77-82.  
<https://doi.org/10.1590/S0104-77602013000100010>
- Gomes, J. P., Oliveira, L. M., da Silva, K. M., Ferreira, P. I., & Dacoregio, H. M. (2016). Fracionamento e germinação de sementes de *Eugenia involucrata*. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 15(2), 118-123.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.5965/223811711522016118>
- Guerra, D., de Souza, P. V., Schwarz, S. F., Schifino-Wittmann, M. T., Werlang, C. A., & Veit, P. A. (2016). Genetic and cytological diversity in cherry tree accessions (*Eugenia involucrata* DC) in Rio Grande do Sul. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 16(3), 219-225. <http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332016v16n3a33>
- Harectche, F., Mai, P., & Brazeiro, A. (2012). Woody flora of Uruguay: Inventory and implication within the Pampean region. *Acta Botanica Brasilica*, 26(3), 537-552.  
<https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000300004>
- Infante, J., Rosalen, P. L., Lazarini, J. G., Franchin, M., & de Alencar, S. (2016). Antioxidant and anti-inflammatory activities of unexplored Brazilian native fruits. *PLoS ONE*, 11(4), Artículo e0152974.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152974>
- International Union for Conservation of Nature, Botanic Gardens Conservation International, & Canteiro, C. (2019). *Eugenia involucrata* DC.  
<https://www.iucnredlist.org/es/species/152946771/152946773>
- Jolochin, G. (2008). *Revisión de Myrtaceae Adans. de la flora uruguaya* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Lado Bega, J., & López Fontes, L. (2021). *Diversidad morfológica de las poblaciones silvestres de Psidium cattleianum f. lucidum (Myrtaceae) y diversidad ecológica y florística de las comunidades boscosas en las que habita* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Legrand, C. D., & Klein, R. M. (1969). Mirtáceas: [2. *Eugenia* L.]. 1(MIRT). En R. Reitz (Ed.), *Flora ilustrada catarinense* (pp. 45-216). Herbário "Barbosa Rodrigues".
- Lorenzi, H. (2014). *Árvores brasileiras: Manual de indentificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil* (6ª ed., Vol. 1). Instituto Plantarum de Estudos da Flora.
- Maluf, A. M., Bilia, D. A. C., & Barbedo, C. J. (2003). Drying and storage of *Eugenia involucrata* DC. seeds. *Scientia Agricola*, 60(3), 471-475.  
<https://doi.org/10.1590/s0103-90162003000300009>
- Marchesi, E., Alonso, E., Brussa, C., Delfino, L., García, M., & Harectche, R. (2013). Plantas vasculares. En A. Soutullo, C. Clavijo, & J. A. Martínez Lanfranco

- (Eds.), *Especies prioritarias para la conservación en Uruguay: Vertebrados, moluscos continentales y plantas vasculares* (pp. 27-72). MVOTMA; MEC.
- Matteucci, S. D., & Colma, A. (2002). *Metodología para el estudio de la vegetación*. OEA.
- Mazine, F. F., Bünger, M. d. O., de Faria, J. E. Q., & Lucas, E. (2016). Sections in *Eugenia* (Myrteae, Myrtaceae): Nomenclatural notes and a key. *Phytotaxa*, 289(3), 225-236. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.289.3.2>
- Mazine, F. F., Souza, V. C., Sobral, M., Forest, F., & Lucas, E. (2014). A preliminary phylogenetic analysis of *Eugenia* (Myrtaceae: Myrteae), with a focus on Neotropical species. *KEW Bulletin*, 69(2), Artículo e9497. <https://doi.org/10.1007/s12225-014-9497-x>
- Munsell Color. (s.f.). *Munsell® Color charts for plant tissues*. Gretag-Macbeth.
- Nicácio, A. E., Rotta, E. M., Boeing, J. S., Barizão, É. O., Kimura, E., Visentainer, J. V., & Maldaner, L. (2017). Antioxidant activity and determination of phenolic compounds from *Eugenia involucrata* DC. *Food Analytical Methods*, 10(8), 2718-2728. <https://doi.org/10.1007/s12161-017-0840-3>
- Pezoa, A. (2001). Estrategias de conservación de la diversidad biológica. En F. Squeo, F. Arancio, & G. Gutiérrez (Eds.), *Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación* (pp. 273-280). Universidad de la Serena.
- Praderi, R. (1959). Notas preliminares acerca de la vegetación del río Uruguay medio. *Boletín de la Sociedad Taguató*, 1(2), 33-45. [http://www.guayubira.org.uy/monte/bibliografia/Praderi\\_VegetacionRioUruguay.pdf](http://www.guayubira.org.uy/monte/bibliografia/Praderi_VegetacionRioUruguay.pdf)
- Puppo Mackinnon, M. (2008). *Prospección y caracterización de poblaciones silvestres de *Acacia sellowiana* (Berg) Burret. (Guayabo del país) [Trabajo final de grado]*. Universidad de la República.
- Raseira, M. D. C. B., Antunes, L. E. C., Trevisan, R., & Gonçalves, E. D. (Eds.). (2004). *Espécies frutíferas nativas do Sul do Brasil*. Embrapa. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/33526/1/documento-129.pdf>
- Rego, G. M., Lavoranti, O. J., & Neto, A. A. (2006). *Floração e frutificação da cerejeira-do-Mato, em áreas fragmentadas da Floresta Ombrófila Mista, no Município de Colombo, PR*. Embrapa.
- Rivas, M., Vilaró, M., Sánchez, A., Sosa, A., Di Candia, A., Dabezies, J. M., Do Carmo, M., & Claramunt, M. (2021). Integrando productores, academia e instituciones públicas para la conservación y uso sostenible de los palmares de butiá. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *10° Encuentro Nacional sobre Frutos Nativos* (pp. 43-48). <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/SAD-797-%20Frutos-Nativos-2021.pdf>
- Rorato, D. G., Araujo, M. M., Tabaldi, L. A., Turchetto, F., Griebeler, A. M., Berghetti, Á. L. P., & Barbosa, F. M. (2018). Tolerance and resilience of forest species to



- frost in restoration planting in southern Brazil. *Restoration Ecology*, 26(3), 537-542. <https://doi.org/10.1111/rec.12596>
- Rotman, A. D. (1995). Las especies argentinas del género *Eugenia* (Myrtaceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 31(1-2), 69-93. <https://botanicaargentina.org.ar/las-especies-argentinas-del-genero-eugenia-myrtaceae/>
- Sato, T. S., Medeiros, T. M., Hoscheid, J., & Prochnau, I. S. (2018). Proposta de formulação contendo extrato de folhas de *Eugenia involucrata* e análise da atividade antimicrobiana. *Revista Fitos*, 12(1), 68-82. <https://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/582>
- Sausen, T. L., Löwe, T. R., Figueiredo, L. S., & Buzatto, C. R. (2009). Avaliação da atividade alelopática do extrato aquoso de folhas de *Eugenia involucrata* DC. e *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret. *Polibotánica*, (27), 145-158.
- Silva, C. V., Bilia, D. A. C., & Barbedo, C. J. (2005). Fracionamento e germinação de sementes de *Eugenia*. *Revista Brasileira de Sementes*, 27(1), 86-92.
- Souza-Pérez, M., Vaio, M., Pritsch, C., Hormaza, I., & Speroni, G. (2021). *De tal palo tal semilla: Apomixis en poblaciones silvestres de arazá*. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *10° Encuentro Nacional sobre Frutos Nativos* (pp. 15-18). <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/SAD-797-%20Frutos-Nativos-2021.pdf>
- Speroni, G., Lado, J., López, L., Toranza, C., & Bonifacino, M. (2021). Biología reproductiva y estudios poblacionales en Myrtaceae nativas. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *10° Encuentro Nacional sobre Frutos Nativos* (pp. 10-14). <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/SAD-797-%20Frutos-Nativos-2021.pdf>
- Stefanel, C. M., Reiniger, L. R. S., Rabaiolli, S. M. S., Silva, K. B., & Andreolla, T. L. P. (2021). Antioxidante e giberelina no cultivo in vitro. *Revista de Ciências Agrárias*, 44(1), 43-50. <https://doi.org/10.19084/rca.23704>
- Stevens, P. F. (2001). *Angiosperm phylogeny website*. Missouri Botanical Garden. <https://www.mobot.org/mobot/research/apweb/welcome.html>
- Thiesen, L. A., Holz, E., Altissimoa, B. S., Cantarella, E. B., Schmidta, D., & da Silva, J. C. (2020). Desenvolvimento inicial de mudas de *Eugenia involucrata* DC. sob diferentes substratos. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, 5(4), 391-397. <http://dx.doi.org/10.24221/jeap.5.4.2020.3235.391-397>
- Toledo, A., Souza, J. G. L., da Silva, J. P. B., Favreto, W. A. J., da Costa, W. F., & Pinto, F. G. S. (2020). Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activity of the essential oil of leaves of *Eugenia involucrata* DC. *Bioscience Journal*, 36(2), 568-577. <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v36n2a2020-48096>
- Tonetto, T. S., Prado, A. P., Araujo, M. M., Scoti, M. S. V., & Franco, E. T. H. (2013). Dinâmica populacional e produção de sementes de *Eugenia involucrata* na

- Floresta Estacional Subtropical. *Floresta e Ambiente*, 20(1), 62-69.  
<http://dx.doi.org/10.4322/floram.2012.072>
- Trujillo, C., Boffano, L., Cazzola, V., Martínez, N., Riella, V., Hormaza, I., & Speroni, G. (2021). Nuestra cereza: Explorando la biología reproductiva de *Eugenia involucrata*. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *10° Encuentro Nacional sobre Frutos Nativos* (pp. 19-23).  
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/16245/1/SAD-797-Frutos-Nativos-2021-06.pdf>
- Vasconcelos, N. C., Proença, C., Ahmad, B., Aguilar, D., Aguilar, R., Amorim, B., Campbell, K., Costa, I., De-Carvalho, P., Faria, J., Giaretta, A., Kooij, P., Lima, D., Mazine, F., Peguero, B., Prenner, G., Santos, M., Soewarto, J., Wingler, A., & Lucas, E. (2007). Myrteae phylogeny, calibration, biogeography and diversification patterns: Increased understanding in the most species rich tribe of Myrtaceae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 109, 113-137.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2017.01.002>
- Vignale, B., Cabrera, D., Rodríguez, P., & Machado, G. (2016). Selección de frutales nativos en Uruguay. *Horticultura Argentina*, 35(87), 19-29.  
<https://www.horticulturaar.com.ar/es/pdf/194/seleccion-de-frutales-nativos-en-uruguay.pdf>
- Wagner, J. G. (2015). *Seleção participativa de procedências de Eugenia involucrata DC para fins conservação e melhoramento na região de Curitiba - SC*. [Trabajo final de grado]. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Wagner, J. G., Santos, K. L., Budziak, B., & Barbieri, R. L. (2022). Brazilian cherry: Identifying local knowledge and diversity of *Eugenia involucrata* in the countryside of Santa Catarina state/Brazil. *Ethnobotany Research and Applications*, 23. <https://ethnobotanyjournal.org/index.php/era/article/view/2979>
- Wilson, P. G. (2011). Myrtaceae. En K. Kubitzki (Ed.), *Flowering plants. Eudicots: Sapindales, Cucurbitales, Myrtaceae* (pp. 212-271). Springer.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-14397-7>
- Zuloaga, F. O., Morrone, O., & Belgrano, M. J. (Eds.). (2008). *Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur: Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. Vol 3: Dicotyledoneae: Fabaceae (Senna-Zygia)-Zygophyllaceae*. Missouri Botanical Garden Press.

9. ANEXOS**Anexo A****Dimensiones de los órganos reportadas en los antecedentes para *Eugenia involucrata***

| Característica                 | Autor                  | Valor                                                                        |
|--------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Altura de planta               | Legrand y Klein (1969) | Hasta 15 m                                                                   |
|                                | Rotman (1995)          | Hasta 5 m                                                                    |
|                                | Lorenzi (2014)         | Hasta 15 m                                                                   |
|                                | Bünger et al. (2015)   | Hasta 25 m                                                                   |
|                                | Bünger et al. (2020)   | Hasta 25 m                                                                   |
| Largo de peciolo               | Legrand y Klein (1969) | 3-10 mm                                                                      |
|                                | Rotman (1995)          | 3-7 mm                                                                       |
|                                | Jolochin (2008)        | 0,4-0,5 cm                                                                   |
|                                | Bünger et al. (2020)   | 2,9-6,2 mm                                                                   |
| Forma de la lámina             | Legrand y Klein (1969) | Oval-oblonga a oblonga                                                       |
|                                | Rotman (1995)          | Elípticas a ovadas                                                           |
|                                | Brussa y Grela (2007)  | Elíptico lanceolada                                                          |
|                                | Jolochin (2008)        | Obovado-lanceolada, elíptico-lanceolada, generalmente obversa, Oval-oblongas |
| Largo de lámina                | Lorenzi (2014)         | Elíptica, ovada u oblonga                                                    |
|                                | Bünger et al. (2015)   | Elíptica, ovada u oblonga                                                    |
|                                | Bünger et al. (2020)   | Elíptica, ovada u oblonga                                                    |
|                                | Legrand y Klein (1969) | Hasta 6 cm                                                                   |
|                                | Rotman (1995)          | 3,5-8 cm                                                                     |
| Ancho de lámina                | Jolochin (2008)        | 3,8-4,2 cm                                                                   |
|                                | Lorenzi (2014)         | 5-9 cm                                                                       |
|                                | Bünger et al. (2015)   | 1,5-10 cm                                                                    |
|                                | Bünger et al. (2020)   | 1,5-10 cm                                                                    |
|                                | Legrand y Klein (1969) | 1-2 cm                                                                       |
| Relación largo ancho de lámina | Rotman (1995)          | 1-3,2 cm                                                                     |
|                                | Jolochin (2008)        | 1,5-1,8 cm                                                                   |
|                                | Lorenzi (2014)         | 1-2 cm                                                                       |
|                                | Bünger et al. (2015)   | 0,6-7 cm                                                                     |
|                                | Bünger et al. (2020)   | 0,6-7 cm                                                                     |
| Forma de la base de la lámina  | Brussa y Grela (2007)  | <2,5/1                                                                       |
| Forma del ápice de la lámina   | Legrand y Klein (1969) | Cuneada y decurrente                                                         |
|                                | Rotman (1995)          | Base cuneada                                                                 |
|                                | Jolochin (2008)        | Cuneada, decurrente por el pecíolo.                                          |
|                                | Bünger et al. (2015)   | Cuneada o atenuada                                                           |
|                                | Bünger et al. (2020)   | Aguda o cuneada                                                              |
| Forma del ápice de la lámina   | Legrand y Klein (1969) | Acuminada y obtusa                                                           |
|                                | Rotman (1995)          | Acuminado-obtusas                                                            |
|                                | Brussa y Grela (2007)  | Acuminada                                                                    |

| Característica                  | Autor                  | Valor                                      |
|---------------------------------|------------------------|--------------------------------------------|
| Consistencia de la lámina       | Jolochin (2008)        | Agudo, algo acuminado de punta redondeada. |
|                                 | Bünger et al. (2015)   | Agudo, acuminado o redondeado.             |
|                                 | Bünger et al. (2020)   | Acuminado o rostrado                       |
|                                 | Legrand y Klein (1969) | Cartáceas                                  |
|                                 | Bünger et al. (2015)   | Coriácea, cartácea o membranácea.          |
| Número de flores por nudo       | Bünger et al. (2020)   | Coriácea, cartácea o membranácea.          |
|                                 | Legrand y Klein (1969) | 1                                          |
|                                 | Rotman (1995)          | Solitarias o en racimos                    |
|                                 | Lorenzi (2014)         | 1                                          |
|                                 | Bünger et al. (2015)   | 1 a 5                                      |
| Largo de la bráctea             | Vignale et al. (2016)  | 1 a 4                                      |
|                                 | Legrand y Klein (1969) | 7 mm                                       |
| Largo del pedicelo              | Legrand y Klein (1969) | 1-3 cm                                     |
|                                 | Rotman (1995)          | 1,6-5 cm                                   |
|                                 | Bünger et al. (2015)   | 10-35 mm                                   |
|                                 | Bünger et al. (2020)   | 15-30 mm                                   |
| Forma de la bracteolas          | Legrand y Klein (1969) | Ovada subcordada                           |
|                                 | Rotman (1995)          | Ovadas de base cordada                     |
|                                 | Bünger et al. (2015)   | Ovadas a cordada                           |
|                                 | Bünger et al. (2020)   | Elíptica o deltada                         |
| Largo de bracteola              | Legrand y Klein (1969) | 10-15 mm                                   |
|                                 | Rotman (1995)          | 1-1,7 cm                                   |
|                                 | Bünger et al. (2015)   | 2,8-21 mm                                  |
|                                 | Bünger et al. (2020)   | 7-15 mm                                    |
| Ancho de bracteola              | Rotman (1995)          | 0,7-1,3 cm                                 |
|                                 | Bünger et al. (2015)   | 3,08-14,26 mm                              |
|                                 | Bünger et al. (2020)   | 5,5-12 mm                                  |
| Forma del ápice de la bracteola | Bünger et al. (2020)   | Agudo u obtuso                             |
| Forma de sépalo                 | Legrand y Klein (1969) | Oblongo                                    |
|                                 | Rotman (1995)          | Ovado                                      |
| Largo de sépalo                 | Legrand y Klein (1969) | 8-12 mm                                    |
|                                 | Rotman (1995)          | 9-11 mm                                    |
|                                 | Bünger et al. (2015)   | 5-13 mm                                    |
|                                 | Bünger et al. (2020)   | 7-15 mm                                    |
| Ancho de sépalo                 | Legrand y Klein (1969) | 3-5 mm                                     |
|                                 | Bünger et al. (2015)   | 1,63-7,33 mm                               |
|                                 | Bünger et al. (2020)   | 3,3-4,9 mm                                 |
| Forma de pétalo                 | Rotman (1995)          | Obovados                                   |
| Largo de pétalo                 | Rotman (1995)          | 9-12 mm                                    |
|                                 | Bünger et al. (2020)   | 8,5-15,5 mm                                |
| Ancho de pétalo                 | Bünger et al. (2020)   | 6,8-7,5 mm                                 |
| Largo de estambre               | Rotman (1995)          | 8-13 mm                                    |

| Característica     | Autor                  | Valor                 |
|--------------------|------------------------|-----------------------|
| Largo de ovario    | Bünger et al. (2020)   | 3,8-5,4 mm            |
| Ancho de ovario    | Bünger et al. (2020)   | 2,5-3,1 mm            |
| Largo del estilo   | Rotman (1995)          | 10-13 mm              |
|                    | Bünger et al. (2020)   | ca. 8,6 mm            |
| Altura de fruto    | Rotman (1995)          | 1-1,5 cm              |
|                    | Camlofski (2008)       | 20,56 mm              |
|                    | Bünger et al. (2015)   | 10-30 mm              |
|                    | Bünger et al. (2020)   | 10-40 mm              |
|                    | Antonia (2020)         | 13,92-30,86 mm        |
| Diámetro de fruto  | Camlofski (2008)       | 18,85 mm              |
|                    | Bünger et al. (2020)   | 10-15 mm              |
|                    | Antonia (2020)         | 13,38-21,44 mm        |
| Forma de fruto     | Legrand y Klein (1969) | Oblongo               |
|                    | Rotman (1995)          | Elipsoide             |
|                    | Camlofski (2008)       | Piriforme u oblongo   |
|                    | Lorenzi (2014)         | Piriforme             |
|                    | Bünger et al. (2015)   | Elipsoide             |
|                    | Bünger et al. (2020)   | Elipsoide             |
|                    | Antonia (2020)         | Elipsoide a piriforme |
| Número de semillas | Camlofski (2008)       | 2 o 3                 |
|                    | Lorenzi (2014)         | 1 a 3                 |
|                    | Vignale et al. (2016)  | 1 a 4                 |
|                    | Bünger et al. (2020)   | Una a dos             |
| Color de fruto     | Rotman (1995)          | Negro                 |
|                    | Lorenzi (2014)         | Rojo a vináceo oscuro |
|                    | Bünger et al. (2015)   | Rojo a vináceo        |
|                    | Vignale et al. (2016)  | Rojo violáceo         |
|                    | Antonia (2020)         | Rojo a rojo oscuro    |

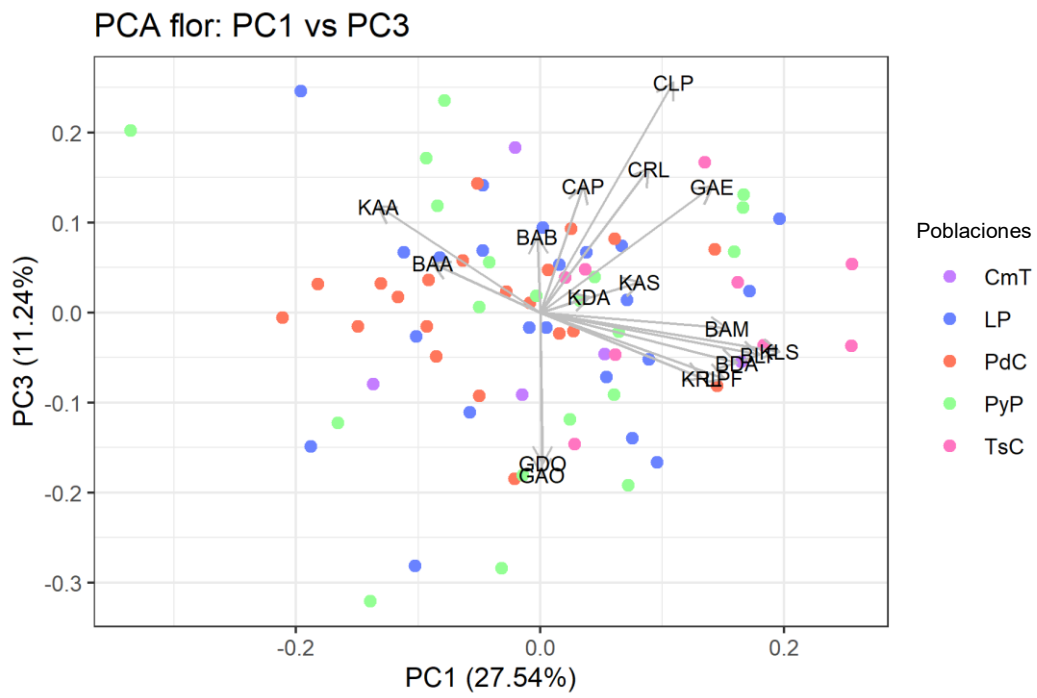
### Referencias bibliográficas

- Antonia, B. D. (2020). *Qualidade pós-colheita de cereja-do-rio-grande (Eugenia involucrata DC.): Caracterização de acessos e estádios de maturação* [Tesis de maestría]. Universidade de São Paulo.
- Brussa, C. A., & Grela, I. A. (2007). *Flora arbórea del Uruguay con énfasis en las especies de Rivera y Tacuarembó*. COFUSA.
- Bünger, M. O., Einsehl, P., Neves Figueiredo, M. L., & Stehmann, J. R. (2015). Resolving Species Delimitations in the *Eugenia involucrata* Group (*Eugenia* sect. *Phyllocalyx* - Myrtaceae) with Morphometric Analysis. *Systematic Botany*, 40(4), 995-1002. <https://doi.org/10.1600/036364415X690030>
- Bünger, M. O., Mazine, F. F., & Stehmann, J. R. (2020). Revision of *Eugenia* section *Phyllocalyx* (Myrtaceae). *Phytotaxa*, 474(2), 99-118. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.474.2.1>

- Camlofski, A. M. D. O. (2008). Caracterização do fruto de Cerejeira (*Eugenia involucrata* DC) visando seu aproveitamento tecnológico [Tesis de maestría]. Universidade Estadual de Ponta Grossa.
- Jolochin, G. (2008). Revisión de Myrtaceae adans. de la flora uruguaya [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Legrand, C. D., & Klein, R. M. (1969). Mirtáceas. [2. *Eugenia* L.]. 1(MIRT). En R. Reitz (Ed.), *Flora Ilustrada Catarinense* (pp. 45-216). Herbário "Barbosa Rodrigues".
- Lorenzi, H. (2014). *Árvores brasileiras: Manual de indentificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil* (6ª ed., Vol. 1). Instituto Plantarum de Estudos da Flora.
- Rotman, A. D. (1995). Las especies argentinas del género *Eugenia* (Myrtaceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 31(1-2), 69-93.  
<https://botanicaargentina.org.ar/las-especies-argentinas-del-genero-eugenia-myrtaceae/>
- Vignale, B., Cabrera, D., Rodríguez, P., & Machado, G. (2016). Selección de frutales nativos en Uruguay. *Horticultura Argentina*, 35(87), 19-29.  
<https://www.horticulturaar.com.ar/es/pdf/194/seleccion-de-frutales-nativos-en-uruguay.pdf>

### Anexo B

#### Biplot de variables florales en poblaciones silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay, representando PC1 y PC3



**Anexo C****Biplot de variables florales en poblaciones silvestres de *Eugenia involucrata* en Uruguay, representando PC2 y PC3**