

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

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

por

Jimena LADO BEGA
Laura LÓPEZ FONTES

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.

MONTEVIDEO
URUGUAY
2021

Tesis aprobada por:

Director:

Dra. Gabriela Speroni

Dra. Mónica Cadenazzi

Lic. MSc. Gabriela Jolochin

Fecha: 28 de abril de 2021

Autoras:

Jimena Lado Bega

Laura López Fontes

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestras familias y amigos por su amor, ellos siempre fueron nuestro sostén y nos dieron la fuerza para no rendirnos.

A todas las personas que nos cruzamos en estos años de carrera, compañeras y compañeros de estudio, docentes, funcionarias y funcionarios que hicieron de esto mucho más disfrutable.

A la Asociación de Estudiantes de Agronomía que contribuye en nuestra formación y promueve la unión y experiencias entre estudiantes.

A la Universidad de la República y en especial a la Facultad de Agronomía que dentro y fuera del país nos dio la oportunidad de estudiar y profesionalizarnos.

Agradecemos el proceso de esta tesis, los aprendizajes de trabajo en equipo, la mutua colaboración, los encuentros y desencuentros que se transforman en crecimiento y amistad.

A nuestros tutores Carolina Toranza, Gabriela Speroni y Mauricio Bonifacino que nos acompañaron y guiaron brindándonos su tiempo y sus conocimientos. A Mónica Cadenazzi por su asesoramiento.

A el equipo de trabajo del Laboratorio de Botánica que acompañaron y formaron parte de nuestro proceso en especial a Mercedes De Souza, Cristina Trujillo y Ana González. Agradecemos a las personas del Departamento de Suelos y Aguas, especialmente a Florencia Alliaume por su ayuda desinteresada. También al Departamento de producción Forestal y Tecnología de la Madera que nos prestó sus instalaciones y en especial a Andrés Baieto por su ayuda.

A los productores Numa Faliveni, Weiman Rodríguez y Basilio Giménez que aún conservan el bosque nativo y nos permitieron acceder a sus predios dando la posibilidad de estudiar y contemplar su belleza.

“Los árboles me han dado siempre los sermones más profundos. (...) En sus ramas más alta susurra el mundo y sus raíces descansan en lo infinito; pero no se abandonan ahí, luchan con toda su fuerza vital por una única cosa: cumplir con ellos mismos según sus propias leyes, desarrollando su propia forma, representándose a sí mismos. Nada es más sagrado, nada es más ejemplar que un árbol fuerte y hermoso. Cuando se tala un árbol y se muestra desnuda al sol su herida mortal, puede leerse toda su historia en el tosco y lapidario disco de su tronco: en sus anillos anuales y en sus cicatrices están descritos con exactitud toda lucha, todo sufrimiento, toda enfermedad, toda fortuna, toda recompensa. Años flacos y años abundantes, agresiones soportadas y tormentas sobrevividas.

Los árboles son santuarios. Quien sabe hablar con ellos y sabe escucharlos, descubre la verdad. Ellos no predicán doctrinas ni recetas. Predican, indiferentes al detalle, la originaria ley de la vida.

Cuando estamos heridos y apenas podemos resistir más la vida, el árbol puede hablarnos: ¡Detente! ¡Detente! ¡Mírame! La vida no es fácil, la vida no es difícil. Esas son ideas infantiles. Deja que Dios hable dentro de ti y tus pensamientos crecerán en silencio. Te sientes ansioso porque tu trayecto te conduce lejos de la madre y la patria. Pero cada paso y cada día, te encaminan de regreso a la madre. Tu patria no está ni aquí ni allí. Tu patria está en tu interior o en ningún lugar.

El deseo de caminar rasga mi corazón cuando escucho a los árboles susurrar con el viento del crepúsculo. Si se le presta atención largamente y en silencio, esta añoranza revela su origen y su destino.

Así susurra el árbol al atardecer cuando nos inquietamos con nuestros pensamientos infantiles. Los árboles tienen un razonamiento más extenso, más apacible y de largo aliento, igual que tienen vidas más largas que las nuestras. Son más sabios que nosotros mientras no les escuchemos. Pero cuando hemos aprendido a prestarles atención, la brevedad, la rapidez y el apresuramiento pueril de nuestro juicio, alcanza una alegría incomparable. Quien haya aprendido a escuchar a los árboles no busca más ser un árbol. No querrá ser distinto de lo que es. Ésa es la patria. Eso es la felicidad”

Hermann Hesse

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	.III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. OBJETIVOS.....	1
1.1.1. <u>Objetivo general</u>	1
1.1.2. <u>Objetivos específicos</u>	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. CONTEXTO FITOGEOGRÁFICO DE LA REGIÓN	3
2.2. ECOSISTEMAS BOSCOSOS DEL URUGUAY	5
2.3. IMPORTANCIA DE LA FAMILIA MYRTACEAE EN LA FLORA ARBÓREA DEL URUGUAY	5
2.4. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE <i>Psidium cattleianum</i>	6
2.5. DISTRIBUCIÓN DE <i>PSIDIUM cattleianum</i>	6
2.6. HÁBITAT DE <i>PSIDIUM cattleianum</i>	7
2.7. CARACTERÍSTICAS POBLACIONALES.....	8
2.8. CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS.....	8
2.9. USOS DE <i>Psidium cattleianum</i> Y POTENCIAL COMERCIAL	9
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	10
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	10
3.1.1. <u>Ubicación geográfica de los sitios de estudio</u>	10
3.1.2. <u>Tipos de bosques</u>	12
3.1.3. <u>Caracterización geológica</u>	12
3.1.4. <u>Tipos de suelos</u>	12
3.1.5. <u>Aspectos topográficos</u>	13
3.1.6. <u>Variables climáticas</u>	13
3.2. VARIABILIDAD ECOLÓGICA Y FLORÍSTICA DE LAS COMUNIDADES	14

3.2.1.	<u>Relevamiento de la diversidad arbórea</u>	14
3.2.2.	<u>Regeneración de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i></u>	17
3.2.3.	<u>Caracterización del suelo</u>	17
3.3.	VARIABILIDAD MORFOLÓGICA.....	19
3.3.1.	<u>Toma de muestras</u>	19
3.3.2.	<u>Variables registradas</u>	20
3.3.3.	<u>Procesamiento de datos</u>	22
4.	<u>RESULTADOS</u>	23
4.1.	VARIABILIDAD ECOLÓGICA Y FLORÍSTICA DE LOS BOSQUES	23
4.1.1.	<u>Composición y diversidad de las comunidades arbóreas nativas donde ocurre <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i></u>	23
4.1.2.	<u>Diversidad ecológica de los bosques nativos donde ocurre <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i></u>	34
4.1.2.1.	Características generales de los suelos	34
4.1.2.2.	Características químicas y físicas de los suelos.....	36
4.1.2.3.	Humedad del suelo y cercanía a cursos de agua	38
4.1.2.4.	Regeneración de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	39
4.2.	VARIABILIDAD MORFOLÓGICA.....	40
4.2.1.	<u>Estadística descriptiva</u>	40
4.2.2.	<u>Variabilidad de caracteres vegetativos</u>	41
4.2.3.	<u>Variabilidad de caracteres reproductivos</u>	46
4.2.4.	<u>Relaciones entre características morfológicas con variables geográficas y topográficas</u>	52
5.	<u>DISCUSIÓN</u>	54
6.	<u>CONCLUSIONES</u>	62
7.	<u>RESUMEN</u>	63
8.	<u>SUMMARY</u>	64
9.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	65
10.	<u>ANEXOS</u>	78

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Figura No.	Página
1. Regiones fitogeográficas del Uruguay	4
2. Área de distribución de <i>Psidium cattleianum</i>	7
3. Ubicación geográfica de las poblaciones silvestres de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	10
4. Delimitación de los bosques en los que se encuentran las poblaciones silvestres de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	11
5. Diagrama del método de cuadrantes centrados utilizado para el relevamiento de especies arbóreas en bosques de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	15
6. Herramientas utilizadas para la toma de muestras de suelos	18
7. Esquema de hojas de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i> con líneas de medición para variables vegetativas.....	21
8. Esquema de flores de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i> con líneas de medición para variables reproductivas	22
9. Cantidad de especies por familia en el conjunto de bosques de Uruguay donde se distribuye <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	26
10. Representación gráfica del valor relativo de IVI de las especies arbóreas presentes en los bosques donde ocurre <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i> en Uruguay	29
11. Análisis de componentes principales según el IVI de las especies arbóreas en el conjunto de bosques donde se distribuye <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	30
12. Fotos de bosques de Uruguay donde se distribuye <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	32
13. Dendrograma de las comunidades donde se distribuye <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i> , según análisis de agrupamiento UPGMA-Sorensen.....	33
14. Mapa de los suelos presentes en los bosques donde se distribuye <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i> en Uruguay.....	35
15. Número de regenerantes (A) y densidad de regeneración (B) de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	39
16. Diagrama de dispersión para el número de individuos de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i> regenerando.....	40

17. Dispersión de los individuos de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i> según los componentes uno y dos para las variables vegetativas los puntos representan los individuos medidos	43
18. Dendrograma para variables vegetativas de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	45
19. Gráfico de componentes principales para los caracteres vegetativos de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i> utilizando la media de los individuos medidos por población para cada variable	45
20. Dispersión de los individuos de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i> según los componentes uno y dos para las variables reproductivas.....	48
21. Dispersión de los individuos de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i> según los componentes uno y tres para las variables reproductivas	49
22. Dendrograma para variables reproductivas de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	51
23. Dispersión de las medias de las poblaciones de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i> según los componentes uno y dos para las variables reproductivas	51
24. Gráfico de dispersión para las medias de los caracteres medidos según altitud de los bosques donde están las poblaciones de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	52
25. Gráfico de dispersión para las medias de los caracteres medidos según latitud de los bosques donde están las poblaciones de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	53

Tabla No.

1. Promedio anual de precipitación (mm), temperatura media (°C), temperatura máxima (°C) y temperatura mínima (°C) para las localidades de Rocha, Treinta y Tres y Melo (datos de 30 años, 1981-2010).....	14
2. Variables y ecuaciones para el cálculo de índice de nivel de importancia (IVI), índice de Shannon - Wiener (H), índice de Simpson (D) e índice de Sorensen (Is)	16
3. Descripción de las ecuaciones utilizadas para el cálculo del volumen del cilindro y la densidad aparente del suelo.....	19
4. Detalle del número de individuos de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i> muestreados en cada población, fecha de colecta y nivel de ploidía	19

5. Nombre y abreviación de las variables morfológicas vegetativas y reproductivas medidas en las muestras herborizadas de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	20
6. Lista de especies arbóreas presentes en los bosques donde se distribuye <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	23
7. Densidad, frecuencia y dominancia relativas, e índice de nivel de importancia (IVI) de las tres especies con mayor valor de IVI en cada bosque.....	27
8. Riqueza de especies (S), índice de diversidad de Shannon - Wiener (H) e índice de diversidad de Simpson (D) de los bosques donde se distribuye <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	31
9. Análisis de similitud de Sorensen entre comunidades donde se distribuye <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	33
10. Densidad aparente (g/cm ³) de los suelos representativos para los bosques donde ocurre <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	36
11. Resultados del análisis químico del suelo representativo para cada bosque, a dos profundidades	37
12. Resultados del análisis químico de la granulometría del suelo representativo para cada bosque, a dos profundidades.....	38
13. Distancia de los árboles de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i> a los ejes de los cursos de agua y porcentaje del bosque que se encuentra en un área húmeda.....	39
14. Media, desvío estándar (DE), coeficiente de variación (CV), valores mínimos y máximos de los caracteres medidos para las poblaciones <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	41
15. Medias de los caracteres vegetativos medidos en ocho poblaciones silvestres de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	42
16. Medias de los caracteres vegetativos para los distintos niveles de ploidía de las poblaciones de silvestres <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	46
17. Medias de los caracteres reproductivos para ocho poblaciones silvestres de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i>	46
18. Medias de los caracteres reproductivos para los distintos niveles de ploidías de las poblaciones silvestres de <i>Psidium cattleianum</i> f. <i>lucidum</i> ..	52

1. INTRODUCCIÓN

Son varias las especies nativas de la flora arbórea uruguaya que presentan frutos comestibles, algunas de las cuales han sido popularmente conocidas y utilizadas a lo largo de la historia. En las últimas décadas se han realizado esfuerzos tanto a nivel nacional como regional para incorporar estos frutales en la cadena comercial, de forma de brindar a la población nuevos productos alimenticios con una serie de ventajas, como nuevos sabores y aromas, importantes aportes nutricionales y nutracéuticos e identidad local (Vignale et al., 2016).

Es así que en el año 2000 nace el “Programa de Selección de Frutos Nativos” impulsado por Facultad de Agronomía (FAgro), el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP). Más tarde se incorporan otras instituciones, pobladores y actores sociales. El programa cuenta con diez especies en estudio, de las cuales se destacan: guayabo del país (*Acca sellowiana* (O. Berg.) Burret), pitanga (*Eugenia uniflora* L.), arazá (*Psidium cattleianum* Sabine), guaviyú (*Myrcianthes pungens* (O. Berg.) D. Legrand) y cereza de monte (*Eugenia involucrata* L.), todas pertenecientes a la familia Myrtaceae, tribu Myrteae (Vignale et al., 2016).

Psidium cattleianum Sab. “arazá” es una de las Mirtáceas nativas destacadas del programa. En esta especie se reconocen dos entidades infraespecíficas diferenciadas fundamentalmente por la coloración de sus frutos, *P. cattleianum* f. *cattleianum* (frutos rojos) y *P. cattleianum* f. *lucidum* O. Deg. (frutos amarillos, Degener, 1939).

En Uruguay solo se ha encontrado *Psidium cattleianum* f. *lucidum* en poblaciones nativas, habitando bosques serranos asociados a cursos de agua o bosques capones, distribuidos en la zona Este y Sureste del país en los departamentos de Treinta y Tres, Cerro Largo y Rocha. *Psidium cattleianum* f. *lucidum* es apomíctica y poliploide y cada población uruguaya presenta un citotipo característico que varía entre $2n=5x$, $6x$, $7x$ y $8x$ (Speroni et al., 2017).

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Este trabajo se enmarca en el proyecto “El arazá en Uruguay: de los bosques nativos al cultivo” (CSIC I+D, 2018) y tiene como objetivo general evaluar la variabilidad morfológica de las poblaciones de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* y la variabilidad florística y ecológica de las comunidades boscosas en la que está presente la especie en Uruguay para potenciar su uso y manejo en el

Programa Nacional de Selección de Frutos Nativos.

1.1.2. Objetivos específicos

1) Analizar la composición de especies arbóreas y las condiciones ecológicas de las comunidades donde ocurren poblaciones de *Psidium cattleianum* f. *lucidum*.

2) Conocer la regeneración de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* en sus condiciones naturales.

3) Cuantificar la variabilidad morfológica intra e interpoblacional en poblaciones silvestres de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* y evaluar si se relaciona con los niveles de ploidía de cada citotipo y la homogeneidad genética esperada para una especie apomíctica.

4) Relacionar la variación encontrada con condiciones ambientales y ecológicas.

Conocer la diversidad que existe en una región es fundamental para poder conservarla, valorarla y utilizarla de forma sustentable. En este sentido este trabajo busca: 1) aportar al conocimiento de los bosques y flora nativa, 2) contribuir al uso sostenible de la variabilidad genética de *Psidium cattleianum* f. *lucidum*, 3) aportar al desarrollo de estrategias de conservación de los bosques nativos y 4) conocer requerimientos ambientales de *Psidium cattleianum* que pueden ser utilizados para incorporarlos al cultivo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONTEXTO FITOGEOGRÁFICO DE LA REGIÓN

La biogeografía es una rama de la ciencia que estudia la distribución geográfica de los seres vivos, las relaciones de estos con el ambiente, las relaciones que existen entre ellos y cómo va cambiando su distribución a lo largo de la historia. Cuando los seres vivos a los que se hace alusión son las plantas, entonces se llama fitogeografía (Cabrera y Willink, 1973).

Por lo general los distintos grupos de plantas se asocian a un clima, suelo e historia evolutiva que hace que exista determinada vegetación en una región de la tierra y no en otra, generando así zonas fitogeográficas (Cabrera y Willink, 1973).

Uruguay se encuentra dentro de la región Neotropical, en el dominio Chaqueño, provincia Pampeana y distrito Uruguayense. Este distrito se extiende más allá de los límites políticos del Uruguay hasta parte de Argentina y Sur de Rio Grande do Sur (Brasil). Se caracteriza por presentar una comunidad de pradera dominada por gramíneas asociadas a comunidades edáficas donde aparecen especies características de otras provincias fitogeográficas como lo son la provincia Paranaense y del Espinal, asociándose también, comunidades hidrófilas y psamófilas (Cabrera y Willink, 1973).

Morrone (2001), en un trabajo más reciente también a escala latinoamericana, coincide con Cabrera y Willink (1973) en ubicar al Uruguay en la provincia de la Pampa, describiendo a la vegetación característica de esta zona como sabana con gramíneas altas, hierbas y arbustos.

Sin embargo, trabajos realizados a una mayor escala permitieron discernir mejor la estructura vegetacional en el país y se plantea que además de diferencias edáficas, geológicas y topográficas existen en Uruguay muchas especies arbóreas y arbustivas (alrededor de un 10% de la flora nacional) que evidentemente no pertenecen a la típica provincia pampeana. Estas especies además no se distribuyen aleatoriamente en el país, sino que es posible discriminar patrones de distribución (Chebataroff 1942, Grela 2004).

Según Grela (2004) las especies arbóreas y arbustivas en el Uruguay se diferencian claramente en dos dendrofloras, una ubicada hacia el Oeste (flora occidental) y la otra hacia el Este (flora oriental) presentando distribuciones que coinciden en gran medida con la propuesta fitogeográfica que hacía Chebataroff en la década del 40.

En la flora occidental se diferencian dos tipos de ambientes, uno asociado a los márgenes de los cursos de agua (río Uruguay y sus principales afluentes) que genera una vegetación de tipo bosque de galería o ribereño y otro, un poco más alejado de los cursos de agua, que presenta vegetación de tipo bosque parque asociado por lo general a suelos alcalinos. Las especies presentes en estos tipos de ambientes forman parte de dominios florísticos diferentes: las primeras pertenecientes al Arco Pleistocénico (principalmente provincia Paranaense) y las segundas al Dominio Chaqueño. Esta situación define a esta región occidental como una zona de flora mixta siendo el límite de transición Sureste de las provincias fitogeográficas del Chaco y Paranaense (Figura 1).

La flora oriental está conformada por especies en su mayoría de clima subtropical, aunque algunas se adaptan también a climas fríos y húmedos. Forma los bosques de quebrada, serrano y ribereño presentes en el país que, si bien un poco empobrecidos florísticamente, se asemejan a los bosques subtropicales. Existe además una continuidad geológica de esta zona con el Sur de Brasil que proporciona características edáficas, fisionómicas y geomorfológicas particulares. Por estos motivos Grela (2004) propone incluir esta región en la provincia Paranaense a excepción de la zona de cerros chatos de Rivera y Tacuarembó que difieren en las características anteriormente descritas y según este autor se vincula con la provincia fitogeográfica del Cerrado (Figura 1).

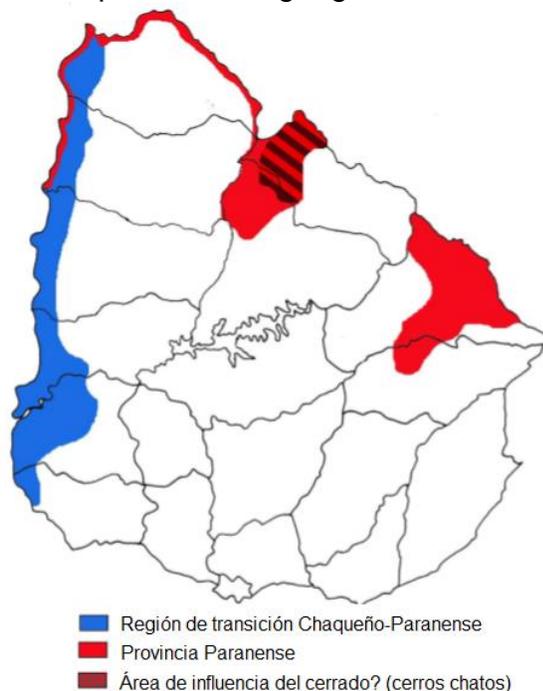


Figura 1. Regiones fitogeográficas del Uruguay

Fuente: tomado de Grela (2004).

2.2. ECOSISTEMAS BOSCOSOS DEL URUGUAY

Los ecosistemas boscosos en el Uruguay ocupan una superficie de 835.349 ha lo que representa el 4,77 % de la superficie total del país (MGAP. DGF, 2018). Brazeiro et al. (2020) proponen una nueva clasificación de bosques aplicando criterios sistémicos. Estos autores definen cuatro niveles de clasificación. El nivel I tiene en cuenta la fisonomía del ecosistema y diferencia a los bosques de las sabanas, en el nivel II se subdivide el anterior según la morfología foliar de la vegetación y el dominio térmico. En el nivel III se le agrega el factor pendiente y régimen climático. Este último se caracteriza como clima estacional y es homogéneo para todo el país, en cambio en el caso de la pendiente se propone diferenciar planicies (menos de 10% de pendiente) de serranías (pendientes mayores o iguales a 10%). Por último, en el nivel IV los ecosistemas se diferencian según el sustrato, para lo cual se reúnen características edáficas, hidromórficas y geomorfológicas para diferenciar diez categorías no excluyentes entre sí que terminan de diferenciar los ecosistemas. Según esta clasificación en Uruguay se reconocen 15 ecosistemas boscosos diferentes.

2.3. IMPORTANCIA DE LA FAMILIA MYRTACEAE EN LA FLORA ARBÓREA DEL URUGUAY

La flora arbórea y arborescente del Uruguay está compuesta por un total de 313 especies distribuidas en 57 familias y 125 géneros, siendo raro encontrar familias representadas con más de diez especies (Haretche et al., 2012). Myrtaceae es una de las familias más numerosas, aportando un total de 33 especies (Jolochin, 2008). Esta familia se encuentra distribuida en todo el país, presentando especies características de la flora oriental u occidental, algunas con distribuciones superpuestas e incluso especies de amplia distribución. Muchas especies de Myrtaceae encuentran en el territorio uruguayo su límite de distribución Sur (Grela, 2004).

La familia Myrtaceae se subdivide en 17 tribus, siendo la tribu Myrteae, una de la más importante en cuanto a diversidad de especies. Myrteae es casi la única tribu presente en ambientes neotropicales. En Uruguay todas las especies de Myrtaceae nativas pertenecen a la tribu Myrteae, la cual tiene un gran peso ecológico debido a la presencia de frutos comestibles y flores con abundante polen. Si bien la tribu Myrteae ha sido muy estudiada, su taxonomía es dificultosa debido a las similitudes que existen dentro de las especies que la componen. Los últimos estudios taxonómicos subdividen a Myrteae en diez grupos, uno de estos es denominado "grupo *Psidium*" dentro del cual están presentes los géneros *Psidium* L., *Mosiera* Small y *Myrrhynium* Schott (Vasconcelos et al., 2017).

El género *Psidium* compuesto por al menos 100 especies presenta una distribución neotropical ocupando ambientes nativos desde el Sur de México al Sur de Argentina. Es un género particularmente importante por presentar especies de frutos comestibles, además se han encontrado potenciales beneficios farmacológicos en compuestos presentes en hojas y brotes (Durães et al., 2015). En Uruguay el género *Psidium* está representado por cuatro especies, *Psidium cattleianum*, *Psidium incanum* (O. Berg ex Mart.) Burret, *Psidium luridum* (Spreng.) Burret y *Psidium pubifolium* Burret (Jolochin, 2008).

2.4. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE *Psidium cattleianum*

Psidium cattleianum es nombrada popularmente en Uruguay como “arazá”, es un árbol de follaje brillante y denso, tronco y ramas color canela muy característico, con corteza lisa que se desprende con facilidad (Legrand, 1968), de 2 a 5 (-7) m de altura, presenta hojas opuestas, simples, simétricas, coriáceas, glabras, brillantes, pecioladas, obovadas, con base atenuada, ápice de agudo a obtuso, brevemente acuminado la mayoría de las veces, redondeado o emarginado, lámina plana, margen entero, levemente revoluto. Las flores son solitarias, axilares, con simetría radiada. El hipanto presenta crestas y senos en su extremo apical, rasgándose profundamente por los senos, de lo que resultan 4 lóbulos irregulares. Cáliz reducido, formado por pseudosépalos membranáceos o disuelto en pelos en las crestas del hipanto. Corola dialipétala con 4 pétalos blancos y carnosos que se desprenden con facilidad. Presenta numerosos estambres. Los frutos provienen del ovario ínfero, son bayas ovas a sub esféricas o piriformes, de 19 a 23 mm de diámetro, de color rojo o amarillo con abundantes semillas óseas (16 – 100). Los restos del hipanto rasgado en la antesis persisten a la madurez (Alchurrut, 2015).

Existen dos entidades intraespecíficas diferenciadas según el color de sus frutos. *Psidium cattleianum* f. *lucidum* caracterizados por frutos color amarillo y *Psidium cattleianum* f. *cattleianum* con frutos rojos (Degener, 1939). Alchurrut (2015) encontró diferencias en los tamaños de los órganos reproductivos y vegetativos para ambas entidades. Las flores de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* suelen presentar tamaños mayores que las de *Psidium cattleianum* f. *cattleianum*. Las hojas de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* presentan láminas con una mayor longitud, mientras que las de *Psidium cattleianum* f. *cattleianum* presentan lámina con ángulos mayores tanto en el ápice como en la base.

2.5. DISTRIBUCIÓN DE *Psidium cattleianum*

Psidium cattleianum es una especie nativa de América, su área de distribución comprende desde el Sureste de Brasil hasta el Noreste del Uruguay (Figura 2). En Brasil se distribuye por la Costa Atlántica desde el Sur del estado

de Bahía a Rio Grande do Sul (Sobral 2003, Sobral et al. 2006, Machado 2016). En Uruguay el primer registro de material nativo fue publicado por Legrand (1936) con muestras recolectadas en la zona de Cuchilla Dionisio, departamento de Treinta y Tres. Luego este mismo autor agrega un nuevo registro para el departamento de Cerro Largo (Legrand, 1968). Más tarde Grela (2004), Brussa y Grela (2007) reportan la presencia en los departamentos de Rocha y Cerro Largo. Expediciones más recientes, realizadas especialmente para el estudio de la distribución de la especie en Uruguay, confirman la presencia de doce poblaciones silvestres distribuidas en los departamentos de Treinta y Tres, Cerro Largo y Rocha. Estas doce poblaciones comprenden individuos de *Psidium cattleianum* f. *lucidum*, no encontrando evidencias de poblaciones nativas de *Psidium cattleianum* f. *cattleianum* para el país (Speroni et al. 2015, 2017).

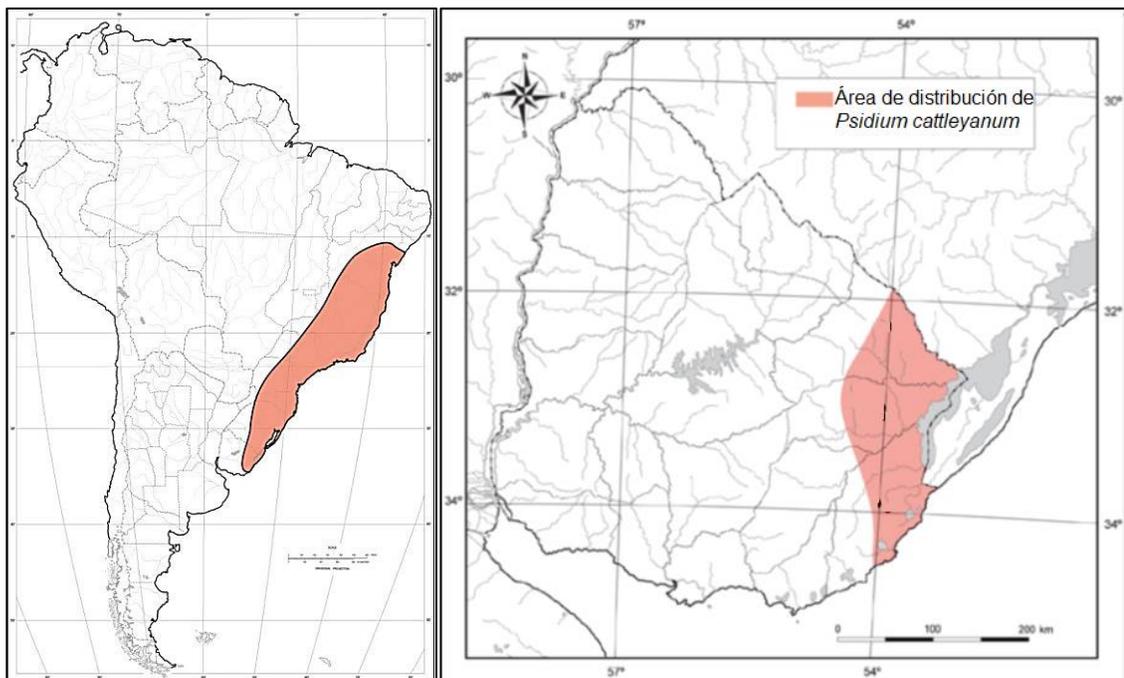


Figura 2. Área de distribución de *Psidium cattleianum*

Fuente: adaptado de Bonifacino¹

2.6. HÁBITAT DE *Psidium cattleianum*

Psidium cattleianum es una especie heliófita e higrófila selectiva, que se encuentra en tierras húmedas y pantanosas, prefiriendo los bordes de los ríos y zonas degradadas. Pueden encontrarse también sobre suelos rocosos siempre que sean húmedos. Se han encontrado a altitudes que van de los 10 a los 1700

¹ Bonifacino, M. 2020. Com. personal.

m.s.n.m. ocupando distintas regiones biogeográficas, en algunas de las cuales se ha naturalizado al punto de ser una especie altamente invasora (Dullo et al. 1999, Wikler 2007). Koske y Gemma (2006) sugieren que la actitud invasora de *Psidium cattleianum* en las islas de Hawái se ve favorecida por los niveles de fósforo del suelo y por la presencia de micorrizas principalmente cuando los niveles de fósforo en el suelo son bajos.

En Uruguay se ha encontrado que *Psidium cattleianum* f. *lucidum* habita distintos bosques con características ecológicas similares, prefiere suelos con alta humedad, ya sea bosques asociados a cursos de agua o suelos saturados (Legrand 1936, Speroni et al. 2012, 2017).

2.7. CARACTERÍSTICAS POBLACIONALES

La familia Myrtaceae presenta como número cromosómico básico $x=11$, en general en forma diploides $2n= 22$, aunque en algunos géneros es frecuente la poliploidía (Atchison 1947, Raven 1975, Costa 2004, Costa y Forni-Martins 2006a, 2006b, 2007, Costa 2009). *Psidium cattleianum* es una especie poliploide que presenta distintos niveles de ploidía, existiendo hasta el momento, registro de individuos $2n= 3x, 4x, 5x, 6x, 7x, 8x, 9x, 10x$ y $12x$ (Costa 2004, Costa y Forni-Martins 2006a, Costa 2009, Vázquez 2014, Machado 2016). En Uruguay, estudios cariotípicos y de contenido de ADN en plantas de poblaciones silvestres de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* registraron individuos $2n= 5x, 6x, 7x$ y $8x$, encontrando en cada población todos los individuos con el mismo nivel de ploidía, por lo que cada una constituye un citotipo (Vázquez 2014, Speroni et al. 2017). También Machado (2016) en Brasil, encontró que las poblaciones silvestres de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* forman citotipos.

En general la poliploidía es un mecanismo que tienen las especies para adaptarse al medio (Otto, 2007). En *Psidium cattleianum* se ha observado que los citotipos con niveles de ploidía mayores se adaptan mejor a condiciones climáticas adversas tales como mayor radiación solar, altas temperaturas y menor precipitación (Machado, 2016).

2.8. CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS

Se ha determinado que la forma de reproducción que predomina en la especie *Psidium cattleianum* f. *lucidum* es la apomítica por vía diplospórica (Souza-Pérez y Speroni, 2017), por lo que los embriones que se forman dentro de la semilla son de origen asexual y presentan las mismas características que la planta madre. Diversos factores como la poliploidía, la autoincompatibilidad, la hibridación, entre otros, han sido asociados con este modo de reproducción que

lleva a una pérdida de recombinación en las poblaciones y una consecuente homogeneidad genética (Asker y Jerling, 1992).

2.9. USOS DE *Psidium cattleianum* Y POTENCIAL COMERCIAL

Psidium cattleianum es una especie muy apreciada por sus frutos comestibles, se puede consumir como fruta fresca pero también procesada como jaleas, dulces de corte, licores, jugos, salsas, helados y yogures (Vignale et al., 2016). Es rica en antioxidantes y polifenoles y aporta calcio, nitrógeno, potasio, magnesio, fósforo e importantes cantidades de vitamina C (Raseira y Raseira 1996, Silva et al. 2007, Feippe et al. 2011, Lozano et al. 2013).

Es una especie con potenciales usos en la medicina debido a la actividad antimicrobiana que presenta (Coelho de Souza et al., 2004). Se ha encontrado que el extracto de hojas de *Psidium cattleianum* presenta actividad antifúngica lo que podría ser una alternativa de manejo para el control de enfermedades en la agricultura (Avalos-Gavilla, 2019).

Desde el año 2000 *Psidium cattleianum* forma parte del Programa de Selección de Frutos Nativos impulsado por Facultad de Agronomía (FAgro), el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP), donde se están estudiando y evaluando agrónomicamente distintos materiales, tanto de frutos rojos como amarillos. En Uruguay se han comenzado a instalar cultivos en predios productivos con fines comerciales (Vignale et al., 2016).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1.1. Ubicación geográfica de los sitios de estudio

Se determinaron diez sitios en los cuales se tenía información previa de la existencia de poblaciones silvestres de *Psidium cattleianum* f. *lucidum*. Estas poblaciones están ubicadas al Este y Sureste del Uruguay, en los departamentos de Cerro Largo, Treinta y Tres y Rocha (Speroni et al., 2017, Figura 3).

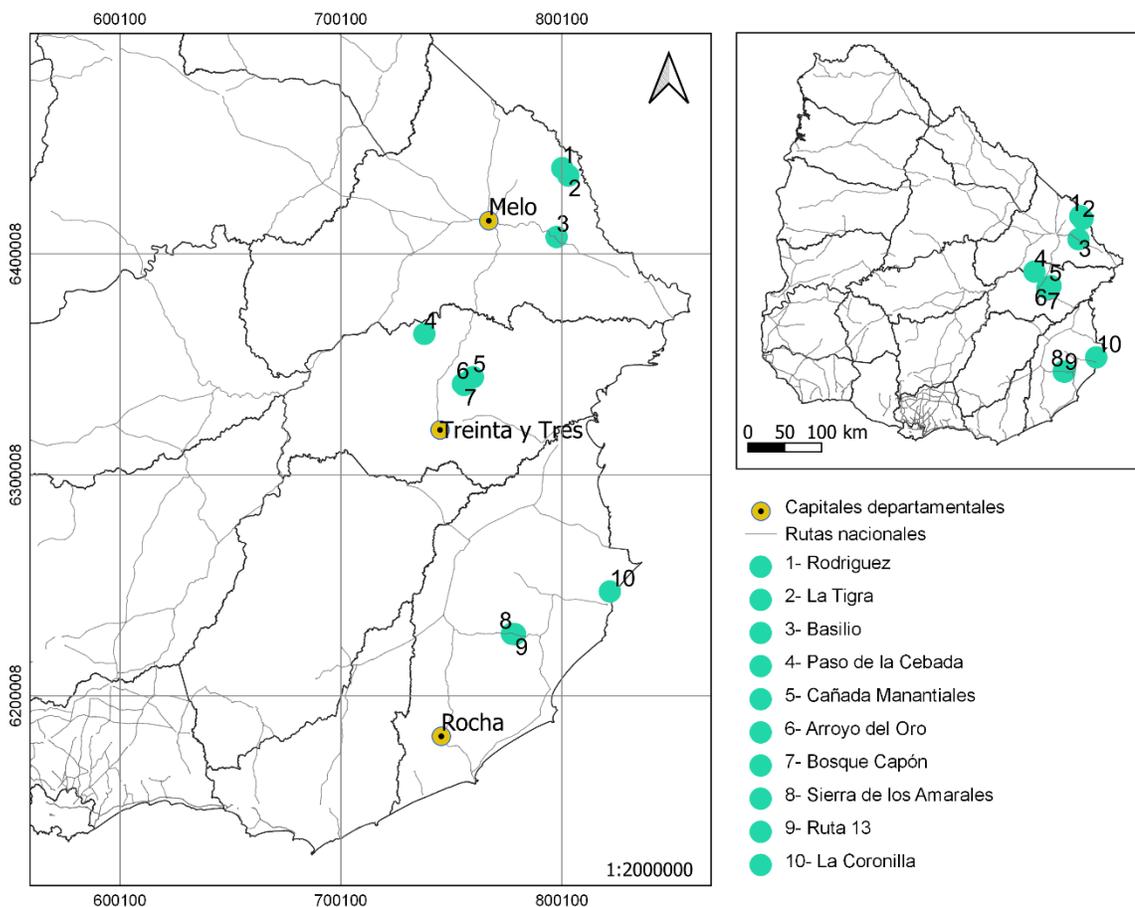


Figura 3. Ubicación geográfica de las poblaciones silvestres de *Psidium cattleianum* f. *lucidum*

Los bosques se delimitaron utilizando datos previos georreferenciados de individuos de arazá e imágenes satelitales de Google Earth Pro (Google, s.f.). Se encuentran a una altitud de entre 20 y 272 m.s.n.m. y varían en la superficie que ocupan de 0,18 a 8,36 ha (Figura 4).



Figura 4. Delimitación de los bosques en los que se encuentran las poblaciones silvestres de *Psidium cattleianum* f. *lucidum*. Datos de latitud, longitud, altitud, superficie, cursos de agua y caminería existentes en cada sitio

Fuente: elaborado en base a Google Earth (s.f.), Presidencia de la República. IDE (2019).

3.1.2. Tipos de bosques

Según la clasificación de bosques del Uruguay propuesta por Brazeiro et al. (2020) los bosques: Basilio, Paso de la Cebada, Cañada Manantiales, Arroyo del Oro y Sierra de los Amarales se clasifican como bosque latifoliado serrano rupícola de cristalino. Rodríguez y La Tigra presentan dos tipos de bosque, ambos tienen una parte con bosque latifoliado serrano rupícola, de cristalino en el caso de Rodríguez y de arenisca en el caso de La Tigra y en otra parte tienen características de bosque latifoliado de planicie paludícola clasificación que comparten también con Bosque Capón.

3.1.3. Caracterización geológica

Los bosques presentan distintos orígenes geológicos. Rodríguez, Cañada Manantiales, Arroyo del Oro, Bosque Capón y Sierra de los Amarales se encuentran sobre granitos de origen ígneo intrusivo, siendo los primeros tres pertenecientes a la unidad Granitoides pre y sintécticos Brasileños mientras que Sierra de los Amarales pertenece a la unidad Granitoides tardipostectónicos Brasileños, subunidad Santa Teresa. Basilio, Paso de la Cebada y Ruta 13 se desarrollan sobre litologías de origen metamórfico. Basilio en el complejo Paso del Dragón, Ruta 13 sobre formación Rocha y Paso de la Cebada sobre grupo Lavalleja. Por último, La Tigra y La Coronilla se encuentran sobre litologías de origen sedimentario. La Tigra sobre formación Tres Islas y La Coronilla sobre la formación Chuy (MIEM. DINAMIGE, 2012).

3.1.4. Tipos de suelos

Los bosques en estudio se desarrollan en la unidad Sierra de Polanco (SP), excepto Paso de la Cebada y La Coronilla los cuales se encuentran en la unidad Sierra de Aiguá (SAg) y Angostura (Ag) respectivamente. En la unidad Sierra de Polanco el suelo dominante es de tipo Brunosol Subéctrico Háptico mientras que la unidad Sierra de Aiguá presenta como suelos dominantes Litosoles Subéctricos Melánicos, ambas unidades con suelos de textura arenosa franca, poco profundos y con niveles de materia orgánica en el horizonte A entre 5 y 6 %. La unidad Angostura presenta suelos de tipo Arenosol Óctico (Altamirano et al., 1976).

Según MAP. CONEAT (1979), en Sierra de los Amarales y Ruta 13 se encuentra el grupo de suelos 2.12. Los suelos dominantes son Brunosoles Subéctricos Hápticos y Típicos y tiene como suelos asociados Litosoles Subéctricos Melánicos y Brunosoles Subéctricos Lúvicos. Presentan suelos superficiales o moderadamente profundos con texturas arenosas francas y francas, a veces gravillosa. El índice de productividad asociado es de 83. La

Tigra y Rodríguez, se encuentran en el Grupo de Suelo CONEAT 8.3. Los suelos dominantes son Inceptisoles Ócricos superficiales de color pardo grisáceo, textura franco arenosa, bien drenados y fertilidad baja. El índice de productividad es de 61. Basilio, Bosque Capón y Cañada Manantiales se encuentran en el grupo de suelos CONEAT 2.11a, presenta como suelo dominante Inceptisoles Úmbricos franco arenosos, gravillosos a veces pedregosos, superficiales y moderadamente profundos, ácidos con presencia de Al. Los suelos asociados son Litosoles Dúctricos, Úmbricos. El índice de productividad asociado es de 53. Arroyo del Oro se encuentra en el grupo de suelo CONEAT 2.11b, se pueden encontrar tipos de suelos Litosoles Subéutricos Melánicos arenosos gravillosos, a veces pedregosos y superficiales y Brunosoles Subéutricos Hápticos, arenosos francos gravillosos y francos gravillosos, superficiales, pedregosos. El índice de productividad asociado es de 26. Paso de la Cebada corresponde al Grupo de suelos CONEAT 2.20. Los suelos dominantes son Argisoles Subéutricos Melánicos/Ócricos, Típicos y Planosoles Subéutricos Melánicos/Ócricos, ambos con texturas francas, hidromórficos y a veces húmicos. Índice de productividad 74. La Coronilla se encuentra sobre el grupo de suelos CONEAT 3.53, Planosoles Dúctricos Ócricos de textura arenosa y profundos. Índice de productividad 70.

3.1.5. Aspectos topográficos

Los bosques se encuentran entre colinas onduladas, presentan fuertes pendientes que pueden ir de 5 a 20%, pudiendo ser mayores en algunos casos como Arroyo del Oro que se encuentra en una zona rocosa donde las pendientes pueden llegar al 40% (MAP. CONEAT, 1979). Las zonas presentan diferencias en cuanto al grado de afloramientos y rocosidad, pero se asocian a relieves de serranía, acompañando los cursos de agua (Presidencia de la República IDE, 2019). La Coronilla se distingue de las demás poblaciones porque se encuentra en una zona comprendida por planicies y lomadas costeras y planicies con mesorelieve fuerte. Las pendientes oscilan entre 2 y 3 % (MAP. CONEAT, 1979).

3.1.6. Variables climáticas

Se presentan datos promedios anuales para las variables climatológicas precipitación y temperatura, proporcionadas por el Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET), estaciones ubicadas en Rocha, Treinta y Tres y Melo (Tabla 1).

Tabla 1. Promedio anual de precipitación (mm), temperatura media (°C), temperatura máxima (°C) y temperatura mínima (°C) para las localidades de Rocha, Treinta y Tres y Melo (datos de 30 años, 1981-2010).

Localidad	Precipitación	T. media	T. máxima	T. mínima
Rocha	1266,3	16,6	21,6	11,5
Treinta y Tres	1417,0	17,6	23,0	12,1
Melo	1396,7	17,6	23,5	11,7

T: temperatura.

Fuente: INUMET²

3.2. VARIABILIDAD ECOLÓGICA Y FLORÍSTICA DE LAS COMUNIDADES

El estudio de la variabilidad ecológica y florística de las comunidades se realizó en ocho de los diez bosques mencionados anteriormente. Los bosques donde se realizaron estos estudios fueron: los tres bosques pertenecientes al departamento de Cerro Largo (Rodríguez, La Tigra y Basilio), los cuatro bosques pertenecientes a Treinta y Tres (Paso de la Cebada, Cañada Manantiales, Arroyo del Oro y Bosque Capón) y un bosque ubicado en el departamento de Rocha (Sierra de los Amarales). No se muestrearon los bosques Ruta 13 y La Coronilla por su cercanía a las rutas nacionales y alto grado de intervención antrópica, que ponen en duda su condición de nativo y/o el grado de conservación de su estructura original.

3.2.1. Relevamiento de la diversidad arbórea

Para el relevamiento de las especies arbóreas presentes en la comunidad se aplicó el método de cuadrantes centrados descrito por Cottam y Curtis (1956). La ubicación del punto central de cada cuadrante se determinó utilizando un modelo de muestreo aleatorio restringido (Matteucci y Colma, 1982). En cada bosque, anteriormente delimitado en Google Earth, se dibujó una cuadrícula de 30 cuadrantes, se tomaron veinte de ellos al azar y en cada uno se marcó un punto del cual fueron registradas las coordenadas e ingresadas a un GPS para su posterior ubicación en el campo.

Una vez en el campo y ubicado el punto georreferenciado se colocó en el suelo una cruz para establecer cuatro cuadrantes. En cada cuadrante se

² INUMET (Instituto Uruguayo de Meteorología, UY). s.f. Datos promedios anuales para variables climatológicas precipitación y temperatura de las estaciones ubicadas en Rocha, Treinta y Tres. Montevideo. s.p. (sin publicar).

determinó el árbol más cercano y se midió la distancia desde el centro de la cruz hasta el centro del tallo o grupo de tallos (Figura 5). Se consideraron individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) $\geq 2,5$ cm.

Se midió la circunferencia a la altura del pecho (1,30 m) de cada árbol con una cinta flexible (precisión 0,1 cm). Se identificó la especie y se colectó al menos una muestra por especie y por bosque. Asimismo, se estimó la altura media del dosel para cada punto.

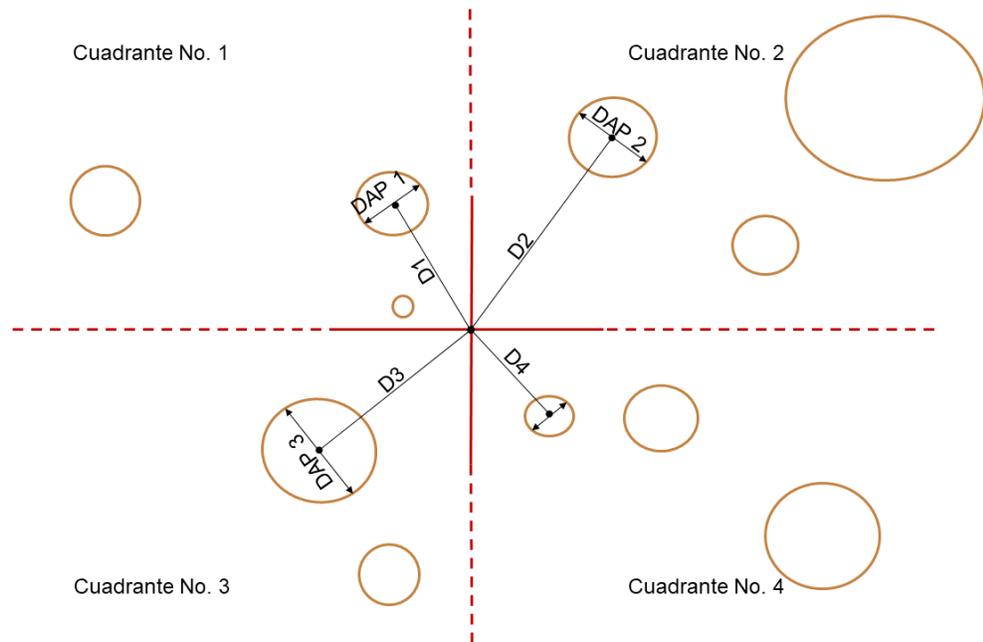


Figura 5. Diagrama del método de cuadrantes centrados utilizado para el relevamiento de especies arbóreas en bosques de *Psidium cattleianum* f. *lucidum*

Fuente: adaptado de Cottam y Curtis (1956).

Las muestras colectadas se herborizaron e identificaron en el Laboratorio de Botánica de Facultad de Agronomía, luego se ingresaron al herbario Bernardo Rosengurt de Facultad de Agronomía (MVFA).

Para evaluar las comunidades locales de bosque se generaron curvas de riqueza acumulada. En base a la frecuencia, densidad y cobertura se calculó el índice de valor de importancia (IVI) según la metodología explicada por Cottam y Curtis (1956). Asimismo, se calcularon los índices de diversidad de Simpson para cuantificar la dominancia (Bouza y Covarrubias, 2005) y el índice de Shannon - Wiener para conocer la equitatividad de especies en cada comunidad.

Para conocer el nivel de similitud entre los bosques se calculó el índice de similitud de Sorensen (Moreno, 2001, Tabla 2).

Tabla 2. Variables y ecuaciones para el cálculo de índice de nivel de importancia (IVI), índice de Shannon - Wiener (H), índice de Simpson (D) e índice de Sorensen (Is)

Variable	Ecuación	Descripción
Índice de valor de Importancia (IVI)	$IVI = RD_i + RF_i + RC_i$	RD_i = densidad relativa RF_i = frecuencia relativa RC_i = cobertura relativa
Índice de Shannon - Wiener (H)	$H' = - \sum_{i=1}^s pi \log \log pi$	pi = abundancia relativa de la especie i
Índice de Simpson (D)	$D = \frac{\sum_{i=1}^s ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$	N = número total de individuos ni = número de individuos de la especie i
Índice de Sorensen (Is)	$Is = \frac{2c}{a + b}$	a = número de especies presentes en el sitio A b = número de especies presentes en el sitio B c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

Fuente: elaborado en base a Cottam y Curtis (1956), Moreno (2001), Bouza y Covarrubias (2005).

Se realizaron análisis multivariados (componentes principales) y correlaciones para relacionar la diversidad de los bosques con variables ambientales, de suelo y topográficas. Se utilizaron los softwares estadísticos Past e Infostat y los resultados se consideraron significativos cuando $p < 0,05$.

Se evaluó la cercanía de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* a los cursos de agua. Para esto se digitalizaron en QGIS los árboles obtenidos al azar mediante el método de cuadrantes centrados y se calculó la distancia de estos a la capa ejes de agua (línea imaginaria por la que pasa el eje de un curso de agua). También se midió el porcentaje de área de los bosques que intersectan con la capa área húmeda (área sujeta a inundación estacional o esporádica, dependiendo de su proximidad con los cursos de agua).

3.2.2. Regeneración de *Psidium cattleianum* f. *lucidum*

Para el relevamiento de los renuevos se tomaron al azar cinco cuadrantes por bosque. Una vez en el cuadrante se buscó el árbol adulto de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* más cercano, se estableció una parcela circular de 2 m de radio tomando el arazá como centro y se cuantificaron sus renuevos. Se consideró como renuevo a todo individuo con DAP menor a 2,5 cm. Se registró la altura de cada individuo clasificándolos como: juveniles (≥ 50 cm de altura) y reclutas (< 50 cm de altura). Para estimar la cobertura del suelo se aplicó el método de Braun-Blanquet (<1 , 1-5, 6-25, 26-50, 51-75 y 76-100 %) en las siguientes categorías: suelo desnudo, mantillo, troncos mayores a 10 cm, rocosidad y cobertura con vegetación herbácea. Para caracterizar la composición del tapiz herbáceo se estableció la especie dominante según percepción visual y se colectó una muestra que fue ingresada al herbario Bernardo Rosengurtt de Facultad de Agronomía (MVFA).

Para analizar la regeneración de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* se realizaron correlaciones y pruebas de Kruskal Wallis. Para estos análisis se utilizaron los softwares estadísticos Past e Infostat y los resultados se consideraron significativos cuando $p < 0,05$.

3.2.3. Caracterización del suelo

Previo a la salida de campo se determinaron zonas homogéneas consideradas unidades de fotointerpretación (UFIs), mediante imágenes satelitales proporcionadas por Google Earth. En la etapa de campo, utilizando el GPS (Figura 6a) se identificó el punto a muestrear en cada unidad y se realizó el perfil de suelo utilizando el taladro holandés (Figura 6b). Los horizontes de cada perfil fueron determinados a campo teniendo en cuenta diferencias de color y textura. Se relevaron y registraron propiedades morfológicas como transición y largo de los horizontes. Se tomó una foto del perfil y muestras de cada horizonte guardándolas en bolsas de nylon debidamente rotuladas. En la etapa post-campo se procedió a completar las características de los perfiles de suelos. Para cada horizonte se realizó una determinación preliminar de las diferentes fracciones al tacto mediante la metodología de cinta (Kaplán, 1997). Se determinó el color en muestra húmeda utilizando tabla Munsell y se relevó la presencia de concreciones, moteados, revestimientos, reacción al ácido y abundancia de raíces.



a) GPS, b) taladro holandés, c) calador de suelos, d) muestreador de densidad aparente.

Figura 6. Herramientas utilizadas para la toma de muestras de suelos

Para el análisis químico se realizaron muestras compuestas (ocho tomas) con un calador de suelos (Figura 6c), las cuales fueron tomadas a dos profundidades representando los primeros horizontes de cada suelo. Cada una de estas se guardó en bolsa de nylon debidamente rotulada. Se mantuvieron bajo refrigeración hasta su ingreso en el laboratorio. Se realizaron dos análisis químicos por bosque. Previo al análisis las muestras se secaron en estufa a 45°C durante 48 horas en el Laboratorio del Departamento Forestal de Facultad de Agronomía, luego se ingresaron al Laboratorio de Suelos y Aguas de Facultad de Agronomía donde se realizaron los análisis de textura, materia orgánica, pH, P Bray, K, Na, Ca y Mg.

Se tomaron muestras para el cálculo de la densidad aparente (DAp) en los primeros cm de suelo. Se utilizó el método de cilindro descrito por Blake y Hartge (1986), para lo cual se utilizó un muestreador de densidad aparente con cilindros metálicos de 3 cm de alto y 5,4 cm de diámetro (Figura 6d). Se realizaron cuatro repeticiones por sitio. Las muestras fueron llevadas al Laboratorio Forestal de Facultad de Agronomía donde se colocaron en bandejas y se mantuvieron saturadas durante 48 horas de forma de constatar la presencia de arcillas expansivas. Transcurrido este tiempo, si la muestra efectivamente tenía arcillas expansivas, el volumen del suelo quedó sobrepasando el borde del cilindro por lo que se cortó con un cuchillo al ras. Luego se realizó el secado en estufa a 105 °C por 48 horas y se determinó la masa del suelo seco con balanza de precisión (Blake y Hartge, 1986). Para el cálculo del volumen del suelo se midió con una regla la altura (h) y el diámetro (d) de cada cilindro. Se calculó el volumen y DAp según las ecuaciones presentadas en la Tabla 3. Se determinó DAp de cada bosque como el promedio de las cuatro repeticiones.

Tabla 3. Descripción de las ecuaciones utilizadas para el cálculo del volumen del cilindro y la densidad aparente del suelo

Variable	Ecuación	Descripción
Volumen del cilindro	$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$	r = radio del cilindro h = altura del cilindro
Densidad aparente	$D. Ap. = m(g)/V(cm^3)$	m = masa de muestra de suelo seco V = volumen del cilindro

Fuente: elaborado en base a Blake y Hartge (1986).

3.3. VARIABILIDAD MORFOLÓGICA

El estudio de la variabilidad morfológica se llevó a cabo en ocho de los diez bosques descritos al principio de este capítulo. Las poblaciones de *Psidium cattleyanum* f. *lucidum* incluidas en esta parte del estudio fueron: tres pertenecientes a los bosques del departamento de Cerro Largo (Rodríguez, La Tigra y Basilio), tres pertenecientes a Treinta y Tres (Paso de la Cebada, Cañada Manantiales y Arroyo del Oro) y dos del departamento de Rocha (Ruta 13 y La Coronilla).

3.3.1. Toma de muestras

Se midieron caracteres vegetativos y reproductivos en ejemplares de herbario de poblaciones silvestres colectadas en proyectos anteriores e ingresados al Herbario Bernardo Rosengurtt (MVFA). En el caso de las poblaciones que tenían pocos ejemplares o no tenían se realizó colecta de muestras.

Fueron medidos veinte individuos por población, a excepción de la población Rodríguez en la cual no se alcanzó a este número de colectas por la baja cantidad de material en flor en el momento de la colecta. En la Tabla 4 se muestra la cantidad de individuos muestreados en cada población y la fecha de colecta.

Tabla 4. Detalle del número de individuos de *Psidium cattleyanum* f. *lucidum* muestreados en cada población, fecha de colecta y nivel de ploidía

Población	No. ind.	Fecha de colecta	Nivel de ploidía
Rodríguez (CL)	14	18/12/2017	5x
La Tigra (CL)	21	18/12/2017	5x
Basilio (CL)	20	18/12/2017	8x
Paso de la Cebada (TT)	20	17/12/2019	6x
Cañada Manantiales (TT)	21	19/12/2017	6x

Población	No. ind.	Fecha de colecta	Nivel de ploidía
Arroyo del Oro (TT)	20	18/12/2019	6x
Ruta 13 (R)	20	19/12/2017	7x
La Coronilla (R)	20	7/12/2017 y 16/12/2019	7x

CL Cerro Largo, TT Treinta y Tres, R Rocha.

Fuente: elaborado en base a Speroni et al. (2017).

En cada individuo se tomaron medidas en cinco hojas y cinco flores, solo en casos excepcionales no se llegó a este número de muestras.

Para la medición de los caracteres vegetativos se tomaron hojas sanas y completamente desarrolladas, evitando las ubicadas en el ápice y en la base de la rama. Los caracteres reproductivos fueron medidos en flores completamente abiertas. Previo a las mediciones las flores fueron hidratadas en agua hirviendo durante 5 minutos.

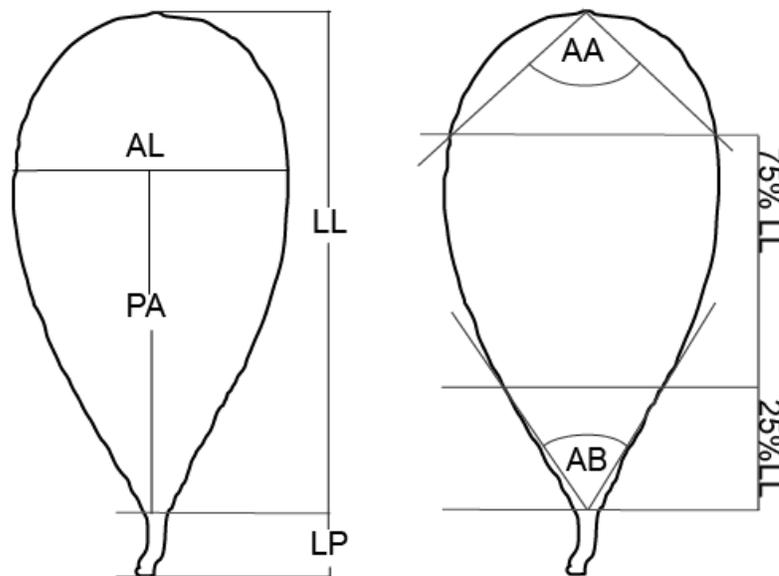
3.3.2. Variables registradas

Se midieron 14 variables morfológicas, siete correspondiente a caracteres vegetativos y siete a caracteres reproductivos (Tabla 5).

Tabla 5. Nombre y abreviación de las variables morfológicas vegetativas y reproductivas medidas en las muestras herborizadas de *Psidium cattleianum* f. *lucidum*

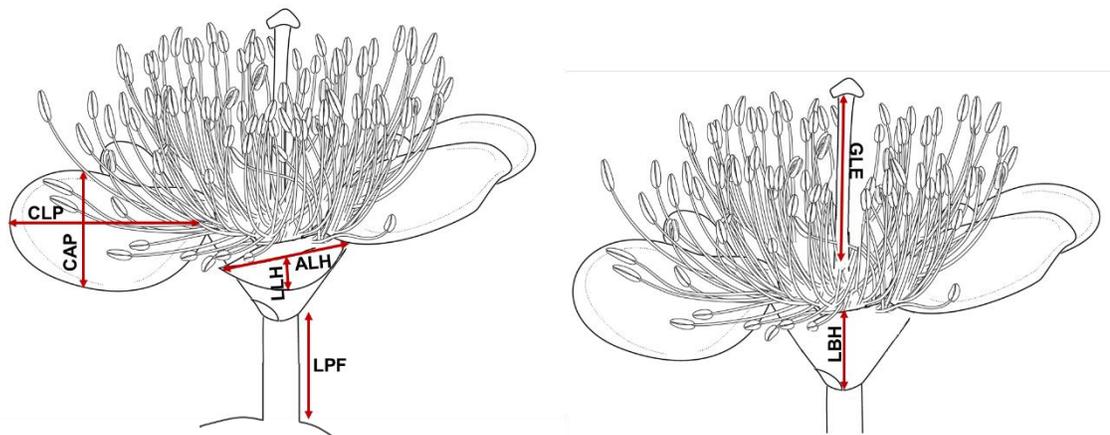
Tipo de variable	Variables morfológicas	Código
Vegetativas	Largo del pecíolo	LP
	Largo de lámina	LL
	Ancho máximo de lámina	AL
	Posición del ancho máximo	PA
	Ángulo de la base de la lámina	AB
	Ángulo del ápice de la lámina	AA
	Relación largo/ancho de la lámina	L/A
Reproductivas	Largo del pedicelo	LPF
	Largo de pétalo	CLP
	Ancho de pétalo	CAP
	Largo de lóbulo del hipanto	LLH
	Ancho de lóbulo del hipanto	ALH
	Largo de la base del hipanto	LBH
	Largo del estilo	GLE

En las Figuras 7 y 8 se muestran cómo fueron medidos los distintos caracteres morfológicos. La relación largo/ancho de la lámina (L/A) se calculó como el cociente del largo de lámina (LL) sobre ancho de lámina (AL). Los lóbulos del hipanto se consideran como la prolongación del hipanto sobre la rajadura del mismo. La medición de los caracteres vegetativos se realizó con reglas (precisión 1 mm) y semicírculo (precisión de 1°). Para medir los caracteres reproductivos se utilizó lupa binocular y regla (precisión 0,1 mm). En el caso de los caracteres reproductivos que presentaron más de una pieza, como son los pétalos y lóbulos del hipanto, se obtuvo un dato promedio por carácter para cada variable.



AB ángulo de la base, AA ángulo del ápice, AL ancho de la lámina, LP largo del pecíolo, LL largo de la lámina, PA posición del ancho máximo.

Figura 7. Esquema de hojas de *Psidium cattleyanum* f. *lucidum* con líneas de medición para variables vegetativas



CAP ancho de pétalo, CLP largo de pétalo, ALH ancho del lóbulo del hipanto, LLH largo del lóbulo del hipanto, LBH largo de la base del hipanto, GLE largo del estilo, LPF largo del pedicelo.

Figura 8. Esquema de flores de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* con líneas de medición para variables reproductivas

Fuente: adaptado de Trujillo³

3.3.3. Procesamiento de datos

Para estudiar la variabilidad morfológica se estimaron las medias, desvío estándar y coeficiente de variación. Se realizaron análisis de varianza (ANOVA), estudiando por separado las variables vegetativas de las reproductivas. Cuando los análisis de la varianza fueron significativos ($p < 0,05$) se realizaron pruebas de medias (Tukey). También se realizó análisis de componentes principales y análisis de conglomerados según método Ward y distancia euclideana. Para determinar la relación de los caracteres morfológicos con variables geográficas (latitud, altitud y distancia a los cursos de agua) se realizaron correlaciones. Se consideraron variables correlacionadas cuando $p < 0,05$. Los análisis fueron realizados con el software estadístico Infostat versión estudiantil.

³ Trujillo, C. 2020. Com. personal.

4. RESULTADOS

4.1. VARIABILIDAD ECOLÓGICA Y FLORÍSTICA DE LOS BOSQUES

4.1.1. Composición y diversidad de las comunidades arbóreas nativas donde ocurre *Psidium cattleianum* f. *lucidum*

En los bosques estudiados las curvas de acumulación de especies llegaron a una asíntota, indicando que el esfuerzo de muestreo fue adecuado (Figura 1 del Anexo 1). En el conjunto de los 8 bosques se identificaron un total de 55 especies pertenecientes a 25 familias y 41 géneros, de las cuales 22 especies están presentes sólo en uno de los bosques estudiados. Por otro lado, *Lithraea brasiliensis* Marchand, *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg y *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl. están presentes en siete de los ocho bosques muestreados. *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. & Downs junto a *Psidium cattleianum* se encontraron presentes en todos los bosques estudiados (Tabla 6).

Tabla 6. Lista de especies arbóreas presentes en los bosques donde se distribuye *Psidium cattleianum* f. *lucidum*

Familia	Especie	Bosques en que aparece
Anacardiaceae	<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	BC, AO, CM, PC, LT, BA, SA.
	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	BC, CM.
	<i>Schinus ferox</i> Hassl.	BA.
	<i>Schinus longifolius</i> (Lindl.) Speg.	CM.
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	RO, SA.
Asteraceae	<i>Radlkoferotoma cistifolium</i> (Less.) Kuntze	PC.
Berberidaceae	<i>Berberis laurina</i> Thunb.	PC, SA.
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	BA.
	<i>Celtis tala</i> Gillies ex Planch.	AO, SA.
Cardiopteridaceae	<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A. Howard	BC, AO, LT, BA, RO.
Escalloniaceae	<i>Escallonia bifida</i> Link & Otto	BC, PC, RO.

Familia	Especie	Bosques en que aparece
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	BC, RO.
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	AO, CM, PC, LT, BA, RO.
	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	Todos.
Fabaceae	<i>Erythrina crista-galli</i> L.	RO.
Lamiaceae	<i>Aegiphila Hassleri</i> Briq.	RO.
	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	AO, LT, RO.
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	LT, RO.
	<i>Ocotea acutifolia</i> (Nees) Mez	BA.
Loranthaceae	<i>Tripodanthus acutifolius</i> (Ruiz & Pav.) Tiegh.	LT, SA.
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	AO, CM, PC, LT, BA, RO, SA.
	<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	LT, RO.
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	CM.
	<i>Myrceugenia euosma</i> (O. Berg) D. Legrand	CM, PC, BA.
	<i>Myrceugenia glaucescens</i> (Cambess.) D. Legrand & Kausel	BA, SA.
	<i>Myrcianthes cisplatensis</i> (Cambess.) O. Berg	PC, BA.
	<i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand	LT.
	<i>Myrrhinium atropurpureum</i> var. <i>Octandrum</i> Benth.	AO, CM, PC, BA.
	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Todos.

Familia	Especie	Bosques en que aparece
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	CM, PC, LT, BA, RO, SA.
	<i>Myrsine laetevirens</i> (Mez) Arechav.	LT, BA.
	<i>Myrsine parvula</i> (Mez) Otegui	BC, AO, CM, SA.
Rhamnaceae	<i>Colletia paradoxa</i> (Spreng.) Escal.	SA.
	<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	AO, CM, PC, LT, BA, SA.
Rosaceae	<i>Prunus subcoriacea</i> (Chodat & Hassl.) Koehne	AO, PC.
Rubiaceae	<i>Cephalanthus glabratus</i> (Spreng.) K. Schum.	BC, PC.
	<i>Guettarda uruguensis</i> Cham. & Schltdl.	CM.
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	BA, SA.
	<i>Zanthoxylum hyemale</i> A. St.-Hil.	AO.
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	PC.
	<i>Zanthoxylum</i> s.p.	RO, SA.
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	LT, RO.
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	LT.
	<i>Xylosma schroederi</i> Sleumer ex Herter	PC.
	<i>Xylosma tweediana</i> (Clos) Eichler	BC, CM, LT, BA, SA.
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.- Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.	AO, CM, PC, LT, BA, RO, SA
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	RO.
	<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	CM.
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	RO.
Solanaceae	<i>Cestrum strigilatum</i> Ruiz & Pav.	LT.

Familia	Especie	Bosques en que aparece
Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	AO, PC, LT, BA, RO.
Symplocaceae	<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	LT, RO.
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	PC.
Verbenaceae	<i>Citharexylum montevidense</i> (Spreng.) Moldenke	AO.
	<i>Lantana camara</i> L.	SA.

RO Rodríguez, LT La Tigra, BA Basilio, PC Paso de la Cebada, CM Cañada Manantiales, AO Arroyo del Oro, BC Bosque Capón, SA Sierra de los Amarales.

En la Figura 9 se presenta la distribución de especies por familia. La familia con mayor número de especies fue Myrtaceae y más de un 40 % de las familias estuvo representada por solo una o dos especies.

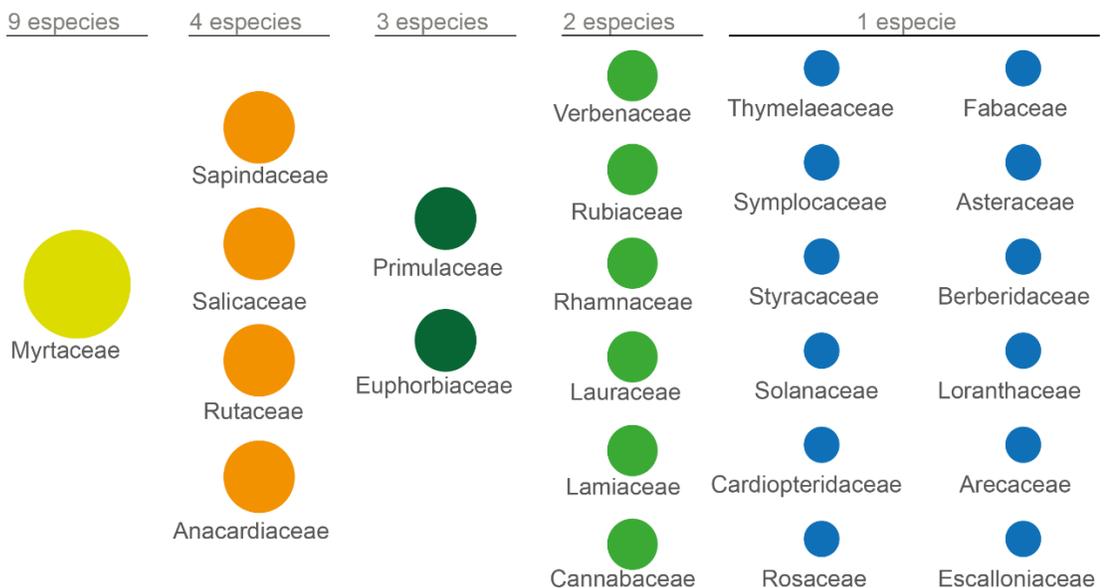


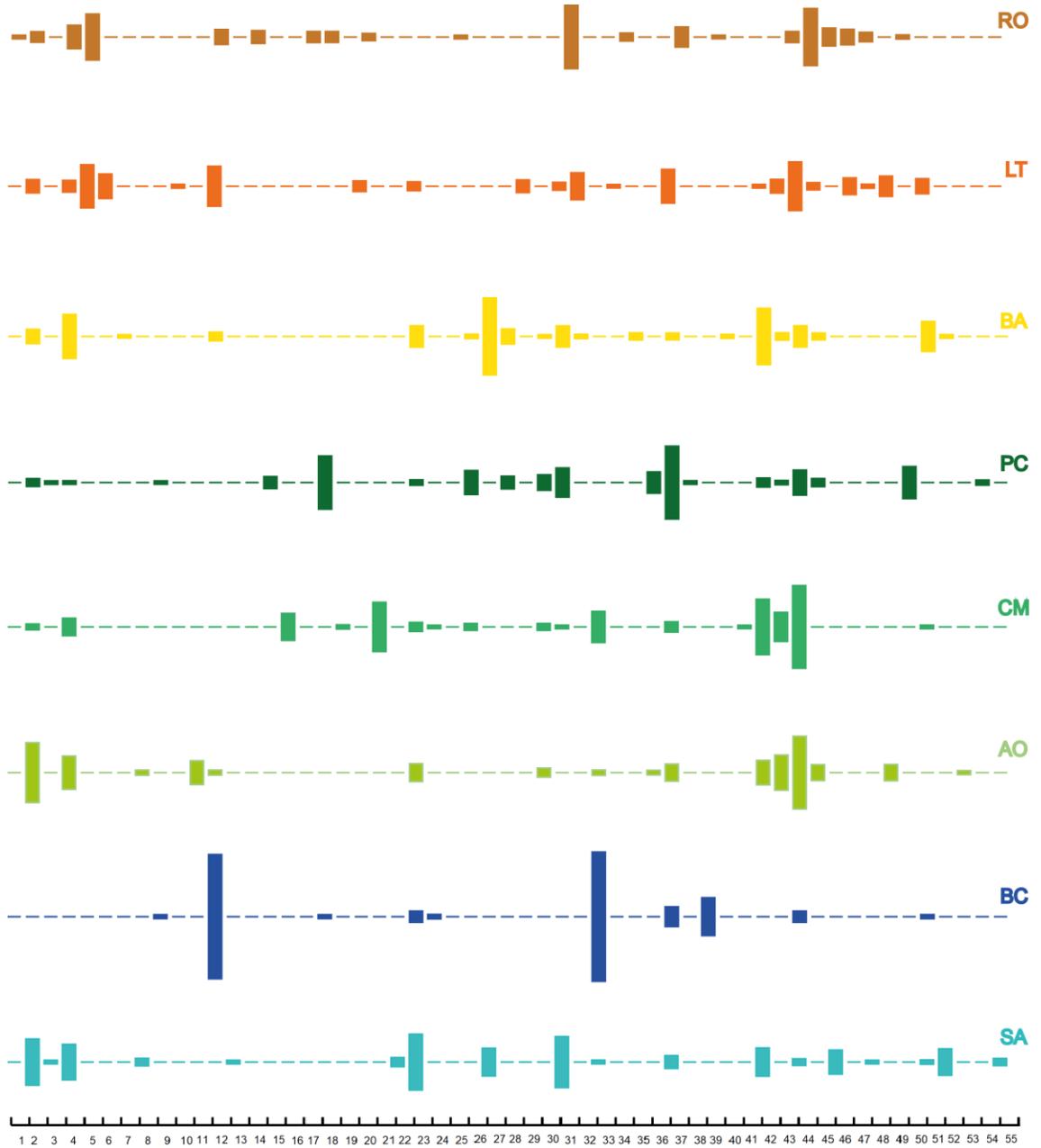
Figura 9. Cantidad de especies por familia en el conjunto de bosques de Uruguay donde se distribuye *Psidium cattleianum* f. *lucidum*

En la Tabla 7 se presentan los resultados del análisis del IVI, mostrando para cada bosque las tres especies con mayor valor. Se observa que 16 de las 55 especies relevadas se encuentran dentro de las primeras especies de mayor IVI, al menos en uno de los bosques muestreados. Las tablas completas por bosque se presentan en la Tabla 1 del Anexo 1.

Tabla 7. Densidad, frecuencia y dominancia relativas, e índice de nivel de importancia (IVI) de las tres especies con mayor valor de IVI en cada bosque

Especie	Densidad	Frecuencia	Dominancia	IVI
Bosque 1: Rodríguez				
<i>Myrsine coriacea</i>	0,213	0,162	0,153	0,528
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,075	0,074	0,327	0,476
<i>Casearia decandra</i>	0,163	0,162	0,059	0,384
Bosque 2: La Tigra				
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,150	0,134	0,110	0,394
<i>Casearia decandra</i>	0,150	0,134	0,065	0,349
<i>Citronella gongonha</i>	0,088	0,090	0,148	0,325
Bosque 3: Basilio				
<i>Myrceugenia glaucescens</i>	0,225	0,200	0,218	0,643
<i>Scutia buxifolia</i>	0,063	0,057	0,350	0,470
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	0,150	0,171	0,045	0,367
Bosque 4: Paso de la Cebada				
<i>Psidium cattleianum</i>	0,263	0,210	0,143	0,615
<i>Escallonia bifida</i>	0,100	0,081	0,268	0,449
<i>Xylosma schroederi</i>	0,113	0,065	0,094	0,271
Bosque 5: Cañada Manantiales				
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,238	0,194	0,278	0,709
<i>Scutia buxifolia</i>	0,100	0,129	0,247	0,476
<i>Guettarda uruguensis</i>	0,163	0,129	0,132	0,424
Bosque 6: Arroyo del Oro				
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,213	0,153	0,259	0,624
<i>Allophylus edulis</i>	0,175	0,153	0,186	0,514
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,100	0,102	0,100	0,301
Bosque 7: Bosque Capón				
<i>Myrsine parvula</i>	0,425	0,340	0,343	1,108
<i>Citronella gongonha</i>	0,350	0,300	0,415	1,065
<i>Sapium glandulosum</i>	0,063	0,100	0,162	0,325
Bosque 8: Sierra de los Amarales				
<i>Lithraea brasiliensis</i>	0,188	0,145	0,136	0,469
<i>Myrsine coriacea</i>	0,138	0,129	0,162	0,429
<i>Allophylus edulis</i>	0,163	0,145	0,080	0,388

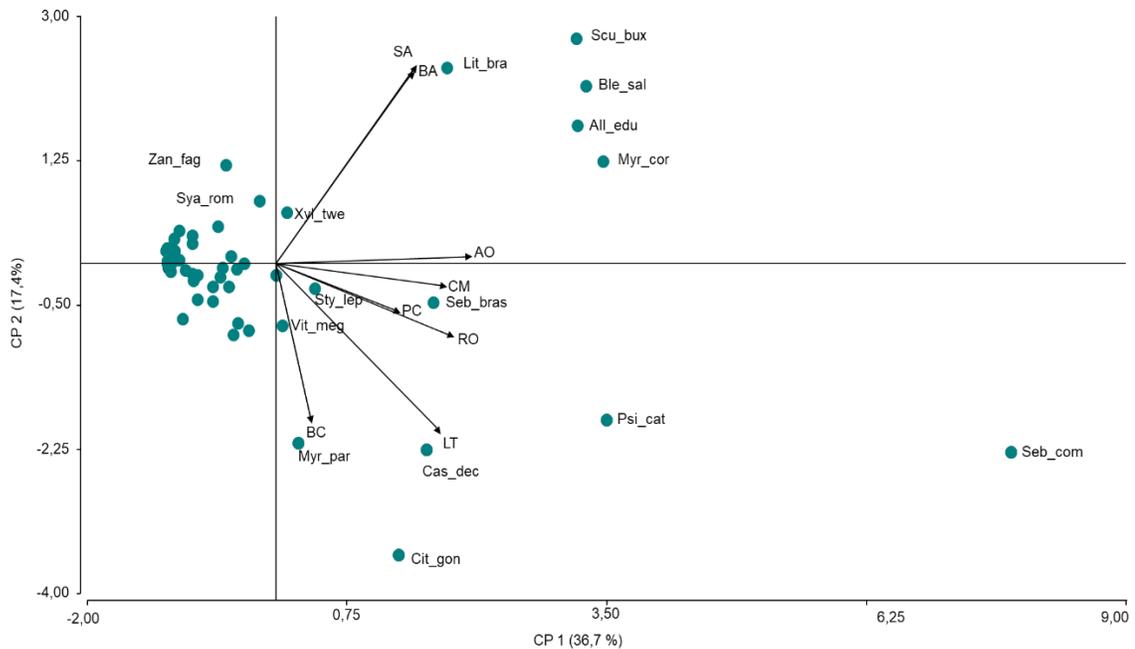
En la Figura 10 se presenta gráficamente el valor relativo de IVI para todas las especies reportadas por bosque. *Psidium cattleianum* f. *lucidum* se presentó como la especie con mayor nivel de importancia en el bosque de Paso de la Cebada. En el resto de los bosques aparece luego del cuarto lugar según el IVI.



RO Rodríguez, LT La Tigra, BA Basilio, PC Paso de la Cebada, CM Cañada Manantiales, AO Arroyo del Oro, BC Bosque Capón, SA Sierra de los Amarales. 1 *Aegiphila Hassleri*, 2 *Allophylus edulis*, 3 *Berberis laurina*, 4 *Blepharocalyx salicifolius*, 5 *Casearia decandra*, 6 *Casearia sylvestris*, 7 *Celtis iguanaea*, 8 *Celtis tala*, 9 *Cephalanthus glabratus*, 10 *Cestrum strigilatum*, 11 *Citronella gongonha*, 12 *Citharexylum montevidense*, 13 *Colletia paradoxa*, 14 *Cupania vernalis*, 15 *Daphnopsis racemose*, 16 *Dodonaea viscosa*, 17 *Erythrina crista-galli*, 18 *Escallonia bifida*, 19 *Eugenia uniflora*, 20 *Eugenia uruguayensis*, 21 *Guettarda uruguensis*, 22 *Lantana camara*, 23 *Lithraea brasiliensis*, 24 *Lithraea molleoides*, 25 *Matayba elaeagnoides*, 26 *Myrcianthes gigantea*, 27 *Myrrhinium atropurpureum* var. *Octandrum*, 28 *Myrcianthes cisplatensis*, 29 *Myrsine coriacea*, 30 *Myrceugenia euosma*, 31 *Myrceugenia glaucescens*, 32 *Myrsine laetevirens*, 33 *Myrsine parvula*, 34 *Nectandra megapotamica*, 35 *Ocotea acutifolia*, 36 *Prunus subcoriacea*, 37 *Psidium cattleianum*, 38 *Radlkoferotoma cistifolium*, 39 *Sapium glandulosum*, 40 *Schinus ferox*, 41 *Schinus longifolius*, 42 *Scutia buxifolia*, 43 *Sebastiania brasiliensis*, 44 *Sebastiania commersoniana*, 45 *Styrax leprosus*, 46 *Syagrus romanzoffiana*, 47 *Symplocos uniflora*, 48 *Tripodanthus acutifolius*, 49 *Vitex megapotamica*, 50 *Xylosma schroederi*, 51 *Xylosma tweediana*, 52 *Zanthoxylum fagara*, 53 *Zanthoxylum hyemale*, 54 *Zanthoxylum rhoifolium*, 55 *Zanthoxylum* s.p. Barras de menor altura tienen valor de IVI=0.

Figura 10. Representación gráfica del valor relativo de IVI de las especies arbóreas presentes en los bosques donde ocurre *Psidium cattleianum* f. *lucidum* en Uruguay

Se realizó análisis de componentes principales con el IVI de cada especie para cada bosque. Los dos primeros componentes principales explican el 54,1 % de la variabilidad existente (Figura 11). *Sebastiania commersoniana* presentó el mayor valor para el componente uno siendo importante en todos los bosques. *Citronella gongonha* (Mart.) R.A. Howard es importante en Bosque Capón, La Tigra y en menor medida en Rodríguez con mayor peso en el componente 2. Hacia la izquierda del eje 0 del componente principal 1 se observa un grupo numeroso de especies que tienen un bajo peso en la caracterización de los bosques.



RO Rodríguez, LT La Tigra, BA Basilio, PC Paso de la Cebada, CM Cañada Manantiales, AO Arroyo del Oro, BC Bosque Capón, SA Sierra de los Amarales. *Aeg_has* *Aegiphila Hassleri*, *All_edu* *Allophylus edulis*, *Ber_lau* *Berberis laurina*, *Ble_sal* *Blepharocalyx salicifolius*, *Cas_dec* *Casearia decandra*, *Cas_syl* *Casearia sylvestris*, *Cel_igu* *Celtis iguanaea*, *Cel_tal* *Celtis tala*, *Cep_gla* *Cephalanthus glabratus*, *Ces_str* *Cestrum strigilatum*, *Cit_gon* *Citronella gongonha*, *Cit_mont* *Citharexylum montevidense*, *Co_l_par* *Colletia paradoxa*, *Cup_ver* *Cupania vernalis*, *Dap_rac* *Daphnopsis racemose*, *Dod_vis* *Dodonaea viscosa*, *Ery_cri* *Erythrina crista-galli*, *Esc_bif* *Escallonia bifida*, *Eug_uni* *Eugenia uniflora*, *Eug_uru* *Eugenia uruguayensis*, *Gue_uru* *Guettarda uruguayensis*, *Lan_cam* *Lantana camara*, *Lit_bra* *Lithraea brasiliensis*, *Lit_moll* *Lithraea molleoides*, *Mat_ele* *Matayba elaeagnoides*, *Myr_gig* *Myrcianthes gigantea*, *Myr_atr* *Myrrhinium atropurpureum* var. *Octandrum*, *Myr_cis* *Myrcianthes cisplatensis*, *Myr_cor* *Myrsine coriacea*, *Myr_euo* *Myrceugenia euosma*, *Myr_glau* *Myrceugenia glaucescens*, *Myr_lat* *Myrsine laetevirens*, *Myr_par* *Myrsine parvula*, *Nec_meg* *Nectandra megapotamica*, *Oco_acu* *Ocotea acutifolia*, *Pru_sub* *Prunus subcoriacea*, *Psi_cat* *Psidium cattleyanum*, *Rad_cist* *Radlkoferotoma cistifolium*, *Sap_glan* *Sapium glandulosum*, *Sch_fer* *Schinus ferox*, *Sch_long* *Schinus longifolius*, *Scu_bux* *Scutia buxifolia*, *Seb_bras* *Sebastiania brasiliensis*, *Seb_com* *Sebastiania commersoniana*, *Sty_lep* *Styrax leprosus*, *Sya_rom* *Syagrus romanzoffiana*, *Sym_uni* *Symplocos uniflora*, *Tri_acu* *Tripodanthus acutifolius*, *Vit_meg* *Vitex megapotamica*, *Xyl_sch* *Xylosma schroederi*, *Xyl_twe* *Xylosma tweediana*, *Zan_fag* *Zanthoxylum fagara*, *Zan_hye* *Zanthoxylum hyemale*, *Zan_rho* *Zanthoxylum rhoifolium*, *Zan_sp* *Zanthoxylum s.p.*

Figura 11. Análisis de componentes principales según el IVI de las especies arbóreas en el conjunto de bosques donde se distribuye *Psidium cattleyanum* f. *lucidum*

Al analizar la diversidad de los bosques relevados se observa que los más diversos son La Tigra, Rodríguez y Basilio, localizados en el departamento de Cerro Largo. Paso de la Cebada en el departamento de Treinta y Tres también

presenta alto valor de diversidad. El Bosque Capón, ubicado en el mismo departamento es el menos diverso (Tabla 8). A pesar de observar esta tendencia no existieron correlaciones significativas entre los indicadores de diversidad y variables ambientales, topográficas y de suelo.

Tabla 8. Riqueza de especies (S), índice de diversidad de Shannon - Wiener (H) e índice de diversidad de Simpson (D) de los bosques donde se distribuye *Psidium cattleianum* f. *lucidum*

Bosque	Riqueza (S)	Índice de Shannon - Wiener (H)	Índice de Simpson (D)
La Tigra (CL)	21	2,69	0,076
Rodríguez (CL)	21	2,64	0,089
Paso de la Cebada (TT)	20	2,59	0,102
Basilio (CL)	20	2,54	0,097
Sierra de los Amarales (R)	18	2,46	0,098
Arroyo del Oro (TT)	16	2,40	0,105
Cañada Manantiales (TT)	17	2,36	0,114
Bosque Capón (TT)	10	1,48	0,304

CL Cerro Largo, TT Treinta y Tres, R Rocha.

En la Figura 12 se presentan fotos de cada bosque en estudio, mostrando vistas panorámicas e internas, apreciando el paisaje y la fisionomía de los mismos.



A- Rodríguez, B- La Tigra, C- Basilio, D- Paso de la Cebada, E- Cañada Manantiales, F- Arroyo del Oro, G- Bosque Capón, H- Sierra de los Amarales.

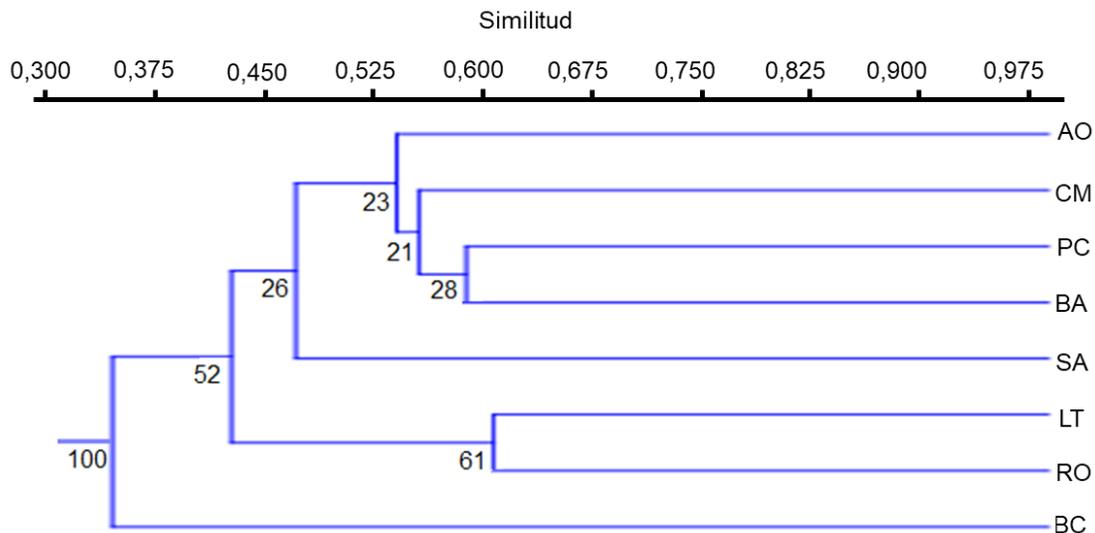
Figura 12. Fotos de bosques de Uruguay donde se distribuye *Psidium cattleianum* f. *lucidum*

Cuando se comparan las distintas comunidades estudiadas se observa que las que más se asemejan entre sí son las de Rodríguez y La Tigra ambas del departamento Cerro Largo con un índice de similitud de Sorensen de 0,62. El Bosque Capón se presentó como el más disímil, en ningún caso supera el 50% (0,5) de similitud con otros bosques (Tabla 9). Esto mismo se observa en el resultado del análisis de agrupamientos UPGMA-Sorensen (Figura 13).

Tabla 9. Análisis de similitud de Sorensen entre comunidades donde se distribuye *Psidium cattleyanum* f. *lucidum*

	BC	AO	CM	PC	LT	BA	RO	SA
BC	1,00	0,38	0,44	0,33	0,32	0,28	0,32	0,36
AO		1,00	0,55	0,56	0,54	0,51	0,43	0,47
CM			1,00	0,54	0,47	0,56	0,32	0,51
PC				1,00	0,44	0,56	0,39	0,42
LT					1,00	0,55	0,62	0,46
BA						1,00	0,35	0,49
RO							1,00	0,36
SA								1,00

RO Rodríguez, LT La Tigra, BA Basilio, PC Paso de la Cebada, CM Cañada Manantiales, AO Arroyo del Oro, BC Bosque Capón, SA Sierra de los Amarales. En celeste índice < 0,5, en amarillo índice entre 0,5 y 0,6, en verde índice mayor a 0,6.



RO Rodríguez, LT La Tigra, BA Basilio, PC Paso de la Cebada, CM Cañada Manantiales, AO Arroyo del Oro, BC Bosque Capón, SA Sierra de los Amarales.

Figura 13. Dendrograma de las comunidades donde se distribuye *Psidium cattleyanum* f. *lucidum*, según análisis de agrupamiento UPGMA- Sorensen

4.1.2. Diversidad ecológica de los bosques nativos donde ocurre *Psidium cattleyanum* f. *lucidum*

4.1.2.1. Características generales de los suelos

En los bosques en estudio el suelo bajo los árboles de *Psidium cattleyanum* f. *lucidum* estuvo siempre cubierto por tapiz herbáceo ocupando aproximadamente el 50% de la superficie, en menos frecuencia el suelo aparece cubierto por mantillo. Otras variantes como, la rocosidad, la presencia de troncos mayores a 10 cm de diámetro y el suelo descubierto, solo aparecen ocupando entre 1 y 5% de la superficie. El tapiz herbáceo está dominado, en la mayoría de los bosques y puntos de muestreo, por *Carex sellowiana* Schltl. (Cyperaceae) seguido de *Oplismenus hirtellus* (L.) P. Beaub. (Poaceae) y *Parodiophyllochloa missiona* (Ekman) Zuloaga & Morrone. (Poaceae), siendo también común la presencia de briofitas y pteridofitas formando parte del tapiz. En varias de los puntos de muestreo no se identifica una sola especie que domine, sino un grupo de dos o tres especies. En total se encontraron 27 especies herbáceas dominando el tapiz. En la Tabla 1 del Anexo 2 se presenta la lista de las especies herbáceas frecuentes en cada bosque.

En cuanto a las características edáficas es posible distinguir tres grupos de suelos, caracterizados por aspectos como profundidad del perfil, secuencia horizontes, clases texturales, entre otros. A continuación, se presentan los mapas de la distribución (Figura 14) y la descripción de las características de cada grupo. En el Bosque Capón no fue posible realizar el análisis y caracterización del perfil, ya que el suelo se presentó saturado de agua imposibilitando el uso del taladro holandés con el que se realizaron los muestreos. Sin embargo, fue posible realizar algunas apreciaciones pertinentes que distinguieron un cuarto grupo de suelo.

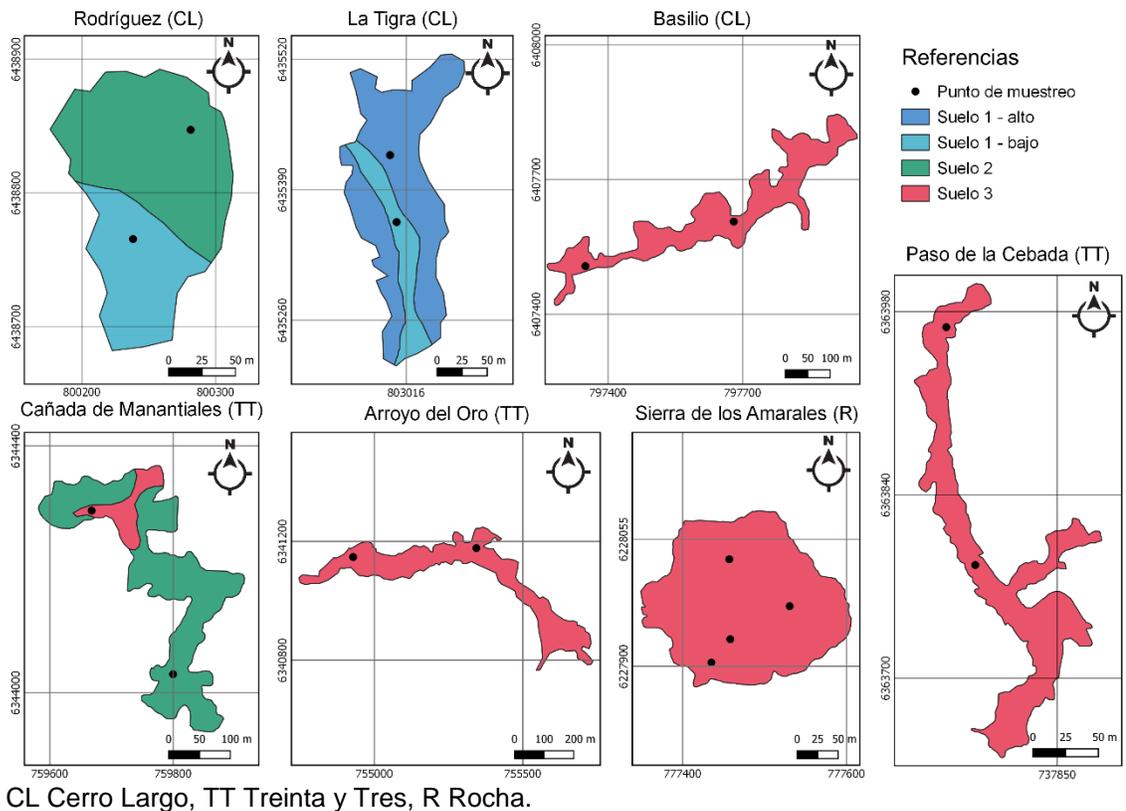


Figura 14. Mapa de los suelos presentes en los bosques donde se distribuye *Psidium cattleyanum* f. *lucidum* en Uruguay

Suelo 1: se caracteriza por suelos profundos que van de 90 a más de 110 cm de profundidad en todo el perfil. Presentan un horizonte A de 10 a 15 cm y en algunos casos puede ser más profundo cuando se diferencia un horizonte A1 y A2. La textura del horizonte A va de franca a franco arcillo-arenosa por debajo de este se presenta un horizonte B, donde los porcentajes de la fracción arcilla aumenta levemente, se desarrolla aproximadamente hasta los 40 cm de profundidad, a partir de aquí los niveles de arena van aumentando y aparece un horizonte C, en algunos casos de forma gradual con un horizonte de transición BC (Anexo 2). Este suelo está presente en el bosque de La Tigra y las partes bajas de Rodríguez (Figura 14). Cuando el suelo se encuentra en las zonas más bajas del terreno, se observó acumulación de agua en profundidad si bien no aparecen moteados.

Suelo 2: este suelo presenta profundidades que van de los 70 a 100 cm en todo el perfil. La secuencia de horizontes se da como A1-A2-B-C. El espesor del horizonte A es de unos 30 cm, diferenciándose A1 hasta los 15 cm y A2 de 15 a 30 cm. Presentan textura franca arcillo-arenosa o arcillosa. El horizonte B

que aparece en forma gradual a los 30 cm, se desarrolla hasta alrededor de los 70 cm de profundidad y presenta textura arcillo-arenosa o arcillosa. En este horizonte comienzan a aparecer moteados de tamaño moderado que ocupan de 2 a 20% de la superficie. El horizonte C presenta textura un poco más arenosa y continúan presentes los moteados (Anexo 2). Este suelo está presente en el bosque Rodríguez y Cañada Manantiales (Figura 14).

Suelo 3: son suelos que varían en profundidad de 40 a 90 cm, diferenciándose según las características del terreno (los suelos que presentan mayor profundidad se encuentran en las zonas más bajas mientras que los más superficiales se encuentran en las laderas). Presentan texturas livianas en todo el perfil, observándose una secuencia de horizontes de A1-A2-C o A1-A2-R. El horizonte A1 tiene unos 10 cm de profundidad, presenta textura franca pudiendo en algún caso presentar textura franca arenosa o arenosa-franca. Por debajo de este se presenta un horizonte A2 diferenciándose del anterior por aumento de la fracción arena y por la presencia de gravilla de hasta 10 mm de diámetro. Entre los 40 y 60 cm de profundidad aparece un horizonte C con aumento de la fracción arena y mayor presencia de gravilla, en algún caso el Horizonte C no está presente apareciendo la roca luego del horizonte A2 (Anexo 2). Este suelo se encuentra en los bosques de Cañada Manantiales, Paso de la Cebada, Arroyo del Oro, Basilio y Sierra de los Amarales (Figura 14).

Suelo 4: se ubica en una zona baja del terreno, presenta drenaje pobre y el suelo permanece saturado durante todo el año. El horizonte superficial se observó con altos contenidos de materia orgánica en descomposición (Anexo 2). Este suelo está presente en Bosque Capón.

4.1.2.2. Características químicas y físicas de los suelos

La densidad aparente de los suelos en los que se desarrolla *Psidium cattleyanum* f. *lucidum* varía entre 1,35 a 0,47 g/cm³ (Tabla 10).

Tabla 10. Densidad aparente (g/cm³) de los suelos representativos para los bosques donde ocurre *Psidium cattleyanum* f. *lucidum*

Bosque - suelo	D _{Ap} (g/cm ³)	Bosque - suelo	D _{Ap} (g/cm ³)
RO-1b	0,47	BA-3	1,17
RO-2	0,89	PC-3	1,05
LT-1 ^a	1,35	CM-2	1,08
LT-1b	0,54	CM-3	1,30
		AO-3	1,20

RO Rodríguez, LT La Tigra, BA Basilio, PC Paso de la Cebada, CM Cañada Manantiales, AO Arroyo del Oro, SA Sierra de los Amarales, 1a suelo 1 relieve alto, 1b suelo 1 relieve bajo, 2 suelo 2, 3 suelo 3.

Los suelos en los que se desarrolla *Psidium cattleianum* f. *lucidum* tienden a ser ácidos con pH que varían entre 4,0 y 5,3. Las bases totales en los primeros cm de suelo varían de 3,3 a 27 meq/100 g de suelo, con niveles de Ca de entre 1,9 a 19,7 meq /100 g de suelo. En Paso de la Cebada en particular hay un cambio drástico en los niveles de bases entre la zona superficial y la zona subsuperficial del perfil siendo 1,0 y 19,7 meq de Ca/100 g de suelo respectivamente. El P Bray presenta valores de entre 5 y 12 ppm en las partes superiores del suelo mientras que a más profundidad tiende a descender entre los rangos de 2 y 7 ppm. El porcentaje de materia orgánica presenta rangos de 3 a 8 % en la parte superficial del perfil mientras que en la parte subsuperficial el rango disminuye de 2 a 6 %. En cuanto a la granulometría, la arcilla por lo general se mantiene en el rango de entre 21 - 38 % excepto en el caso de Sierra de los Amarales en el que alcanza 68 %. Los niveles de arcilla se mantienen o disminuyen en profundidad aumentando los niveles de limo. Los bosques Paso de la Cebada y Rodríguez presentan porcentajes de limo mayores a los de arcilla. La fracción arena presenta rangos entre 20 y 68 % (Tabla 11 y Tabla 12).

Tabla 11. Resultados del análisis químico del suelo representativo para cada bosque, a dos profundidades

Bosque	Suelo	Prof.	pH	CE	Ca	Mg	K	Na	BT	P
RO	2	0-15	4,3	136	2,9	1,1	0,3	0,1	4,5	10
		15-30	4,0	86	1,5	0,5	0,1	0,1	2,2	4
LT	1	0-10	4,5	111	1,9	1,0	0,2	0,2	3,3	9
		10-20	4,5	117	1,1	0,6	0,2	0,2	2,0	6
BA	3	0-10	5,2	138	5,2	2,3	0,3	0,2	8,0	6
		10-20	5,1	88	4,4	2,0	0,2	0,2	6,9	3
PC	3	0-10	4,9	140	19,7	5,5	1,4	0,4	27,0	8
		10-20	4,7	69	1,0	0,6	0,1	0,1	1,8	2
CM	2	0-10	4,9	115	18,5	6,2	1,0	0,8	26,5	5
		10-20	4,8	70	19,7	5,5	1,0	0,7	26,9	3
AO	3	0-10	5,2	154	16,1	6,1	1,0	0,5	23,7	5
		10-20	5,3	122	18,5	6,2	0,9	0,5	26,1	4
BC		0-20	4,9	310	7,7	3,3	0,7	0,9	12,6	12
SA	3	0-10	4,5	136	2,1	1,5	0,3	0,2	4,1	7
		10-20	4,5	63	0,6	0,8	0,2	0,2	1,7	7

RO Rodríguez, LT La Tigra, BA Basilio, PC Paso de la Cebada, CM Cañada Manantiales, AO Arroyo del Oro, BC Bosque Capón, SA Sierra de los Amarales, Prof. profundidad, CE conductividad eléctrica (uS), Ca meq de calcio/100 g de suelo, Mg meq de magnesio/100 g de

suelo, K meq de potasio/100 g de suelo, Na meq de sodio/100 g de suelo, BT meq de bases totales/100 g de suelo, P fósforo Bray en ppm.

Tabla 12. Resultados del análisis químico de la granulometría del suelo representativo para cada bosque, a dos profundidades

Bosque	Suelo	Prof. (cm)	% MO	% Ac	% L	% Ar
RO	2	0-15	7,98	35	45	20
		15-30	5,50	29	45	26
LT	1	0-10	5,45	25	7	68
		10-20	3,94	21	11	68
BA	3	0-10	5,16	26	11	63
		10-20	3,18	26	14	60
PC	3	0-10	5,13	23	29	47
		10-20	3,68	23	30	47
CM	2	0-10	3,21	32	4	65
		10-20	2,05	28	10	62
AO	3	0-10	4,25	28	21	51
		10-20	3,34	30	24	46
BC		0-20	4,27	38	37	25
SA	3	0-10	5,63	68	2	30
		10-20	4,10	66	6	28

RO Rodríguez, LT La Tigra, BA Basilio, PC Paso de la Cebada, CM Cañada Manantiales, AO Arroyo del Oro, BC Bosque Capón, SA Sierra de los Amarales, MO materia orgánica, Ac arcilla, L limo, Ar arena.

4.1.2.3. Humedad del suelo y cercanía a cursos de agua

Los bosques estudiados presentan entre el 94 y 100 % de su superficie en terrenos considerados áreas húmedas, excepto los ubicados en el departamento de Rocha. Los árboles de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* que se presentan más alejados al curso de agua son los de Sierra de los Amarales con una distancia de 47 m en promedio. En el resto de los bosques, las distancias son considerablemente menores con promedios que varían entre 2 y 22 m (Tabla 13). El Bosque Capón no presenta un curso de agua dentro del mismo, sin embargo, se encuentra en una zona pantanosa que comprende tierras bajas, que permanecen inundadas durante todo el año.

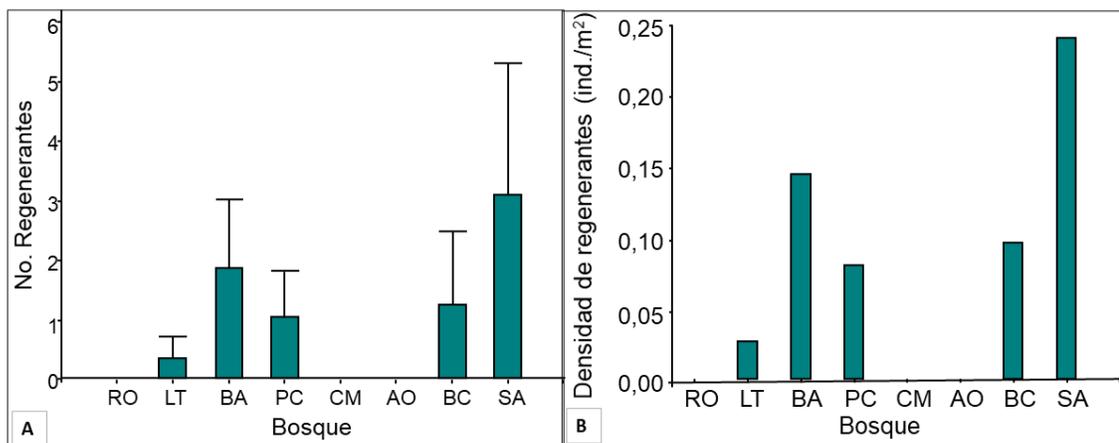
Tabla 13. Distancia de los árboles de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* a los ejes de los cursos de agua y porcentaje del bosque que se encuentra en un área húmeda

Bosque	Distancia a eje de curso de agua (m)		%Ocupado por Área húmeda
	Promedio	Desvío estándar	
Rodríguez	22	9,49	100%
La Tigra	21	10,16	99%
Basilio	6	2,98	85%
Paso de la Cebada	2	1,39	97%
Cañada Manantiales	9	8,78	94%
Arroyo del Oro	17	7,13	100%
Bosque Capón	77	13,62	100%
Sierra de los Amarales	47	5,13	0%

Fuente: elaborado en base a Presidencia de la República. (IDE) 2019.

4.1.2.4. Regeneración de *Psidium cattleianum* f. *lucidum*

En 8 de las 40 unidades de muestreo se observó presencia de regeneración de *Psidium cattleianum* f. *lucidum*. En tres de los bosques muestreados no se registró ningún individuo joven para la especie *Psidium cattleianum* f. *lucidum*. En aquellos donde se detectó la presencia de plántulas o juveniles de *Psidium cattleianum* f. *lucidum*, la densidad no supera los 0,25 ind./m² (Figura 15).



RO Rodríguez, LT La Tigra, BA Basilio, PC Paso de la Cebada, CM Cañada Manantiales, AO Arroyo del Oro, BC Bosque Capón, SA Sierra de los Amarales.

Figura 15. Número de regenerantes (A) y densidad de regeneración (B) de *Psidium cattleianum* f. *lucidum*

en los caracteres largo de pecíolo (24,8 %), largo de la base del hipanto (27,3 %) y largo del pedicelo (30,3 %,Tabla 14).

Tabla 14. Media, desvío estándar (DE), coeficiente de variación (CV), valores mínimos y máximos de los caracteres medidos para las poblaciones de *Psidium cattleyanum* f. *lucidum*

Variable	Media	DE	CV	Mínimo	Máximo
LP (mm)	7,6	1,9	24,8	3,0	16,0
LL (mm)	67,7	10,2	15,1	38	101
AL (mm)	30,8	4,6	14,8	19	44
PA (mm)	44,5	7,7	17,2	25	76
AB (°)	53,1	8,3	15,6	31	80
AA (°)	80,2	7,4	9,2	55	107
L/A	2,2	0,3	13,3	1,4	3,6
LPF (mm)	8,1	2,5	30,3	2,1	16,0
CAP (mm)	5,3	0,9	17,1	1,6	8,3
CLP (mm)	6,1	0,9	15,4	3,5	9,5
ALH (mm)	5,7	0,8	13,8	3,0	8,8
LLH (mm)	5,9	0,8	13,5	2,4	8,0
GLE (mm)	6,4	1,0	15,0	3,0	9,0
LBH (mm)	5,0	1,4	27,3	1,0	9,4

LP largo del pecíolo, LL largo de lámina, AL ancho de lámina, PA posición del ancho máximo, AB ángulo de la base, AA ángulo del ápice, L/A relación largo ancho, LPF largo del pedicelo, CAP ancho de pétalo, CLP largo de pétalo, ALH ancho de los lóbulos del hipanto, LLH largo de los lóbulos del hipanto, GLE largo del estilo, LBH largo de la base del hipanto.

4.2.2. Variabilidad de caracteres vegetativos

Las plantas de *Psidium cattleyanum* f. *lucidum* mostraron diferencias significativas entre poblaciones en todos los caracteres vegetativos (Tabla 15). Paso de la Cebada presentó los tamaños menores para todos los caracteres medidos. Basilio es la población que presentó las medias más altas de los caracteres excepto en las medidas de los ángulos. Ruta 13 y Cañada Manantiales presentaron valores intermedios para todos los caracteres medidos. La Coronilla presentó la menor relación largo ancho mientras que Arroyo del Oro el mayor valor para esta variable (Tabla 15). La variable que presenta mayor diferencia entre poblaciones es el largo del pecíolo.

Tabla 15. Medias de los caracteres vegetativos medidos en ocho poblaciones silvestres de *Psidium cattleyanum* f. *lucidum*

Población	LP	LL	AL	PA	AB	AA	L/A
RO	8,4 ef	71,9 d	30,7 b	47,4 bcd	50,2 ab	77,4 a	2,36 cd
LT	7,1 c	70,6 cd	31,2 bc	46,5 bc	49,3 a	78,5 a	2,27 bcd
Población	LP	LL	AL	PA	AB	AA	L/A
BA	9,5 g	70,7 cd	32,9 cd	49,7 d	50,7 ab	85,0 d	2,17 b
PC	5,6 a	56,3 a	25,2 a	37,6 a	50,5 ab	79,2 ab	2,24 b
CM	6,4 b	70,4 cd	31,4 bc	45,6 bc	52,8 bc	78,6 a	2,25 bc
AO	7,7 cd	71,8 d	30,4 b	47,5 cd	51,0 abc	76,7 a	2,38 d
R13	8,9 fg	67,0 bc	30,6 b	44,5 b	53,6 c	81,6 bc	2,20 b
LC	7,7 de	64,1 b	33,6 d	38,6 a	66,2 d	83,8 cd	1,92 a

LP largo del peciolo, LL largo de lámina, AL ancho de lámina, PA posición del ancho máximo, AB ángulo de la base, AA ángulo del ápice, L/A relación largo ancho, RO Rodríguez, LT La Tigra, BA Basilio, PC Paso de la Cebada, CM Cañada Manantiales, AO Arroyo del Oro, BC Bosque Capón, SA Sierra de los Amarales. Medias con las mismas letras en cada columna son estadísticamente similares (Tukey $p \leq 0,05$).

En el análisis de componentes principales (ACP), los primeros dos componentes principales explican el 82 % de la variabilidad de las poblaciones para los caracteres estudiados. El componente uno representa un 48 % de la variabilidad y el componente dos representa un 34 %. Los caracteres largo de lámina y posición del ancho máximo, tienen influencia alta y positiva sobre el componente uno, ángulo de la base y ángulo del ápice también tienen influencia sobre el componente uno pero de forma negativa, mientras que, largo del peciolo y ancho de lámina tienen influencia positiva sobre el componente dos, relación largo ancho influye casi con el mismo peso a ambos componentes (Tabla 1, Anexo 3).

En la Figura 17 se presenta gráficamente el análisis de componentes principales, si bien no se generan grupos definidos hay una tendencia a agruparse hacia la zona superior izquierda del gráfico los individuos de La Coronilla y hacia la zona inferior izquierda individuos de Paso de la Cebada. Los individuos de la población Basilio se distribuyen en la parte positiva del componente dos mientras que la población Arroyo del Oro en general lo hace en la parte negativa de este componente. La población de Rodríguez, Ruta 13, Cañada Manantiales y La Tigra se dispersan en todos los cuadrantes, sin embargo, la mayoría de los individuos de Ruta 13 están incluidos en el cuadrante superior izquierdo, mientras que Rodríguez tiende a aparecer en la zona derecha del gráfico y Cañada Manantiales y La Tigra en las zonas inferiores del mismo.

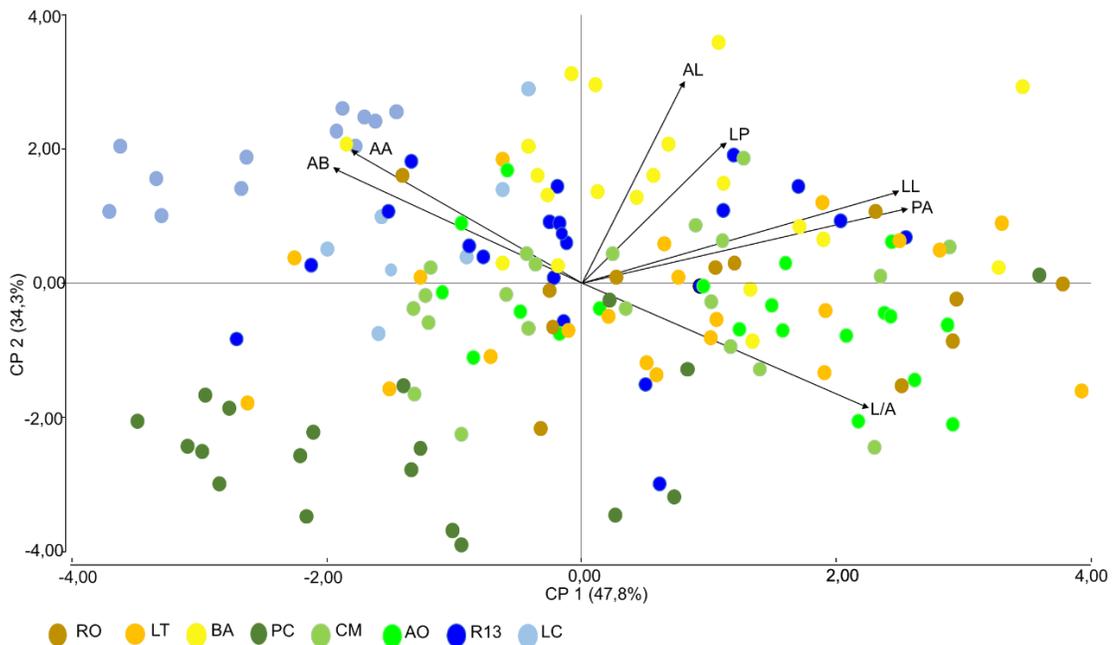
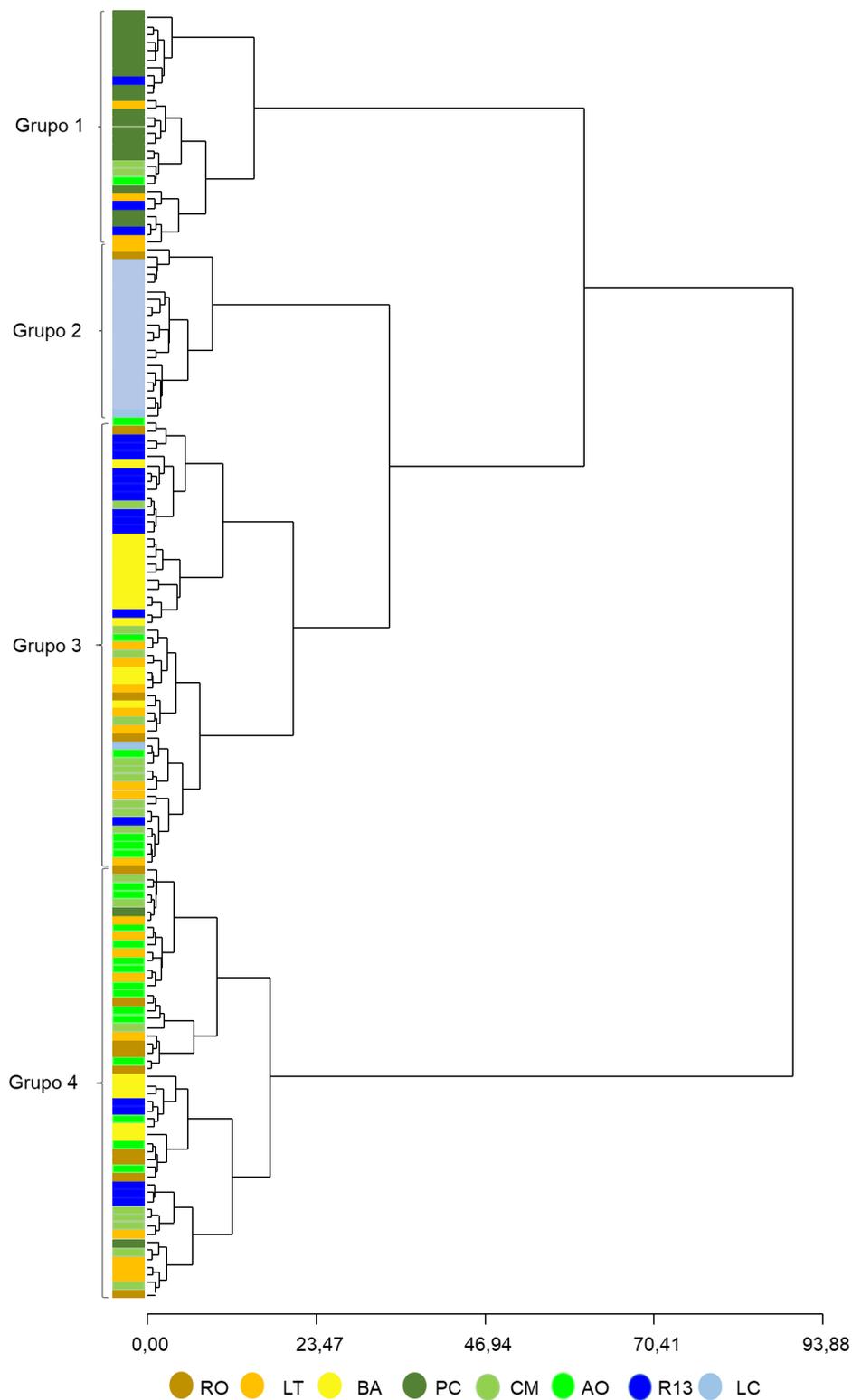


Figura 17. Dispersión de los individuos de *Psidium cattleyanum* f. *lucidum* según los componentes uno y dos para las variables vegetativas los puntos representan los individuos medidos

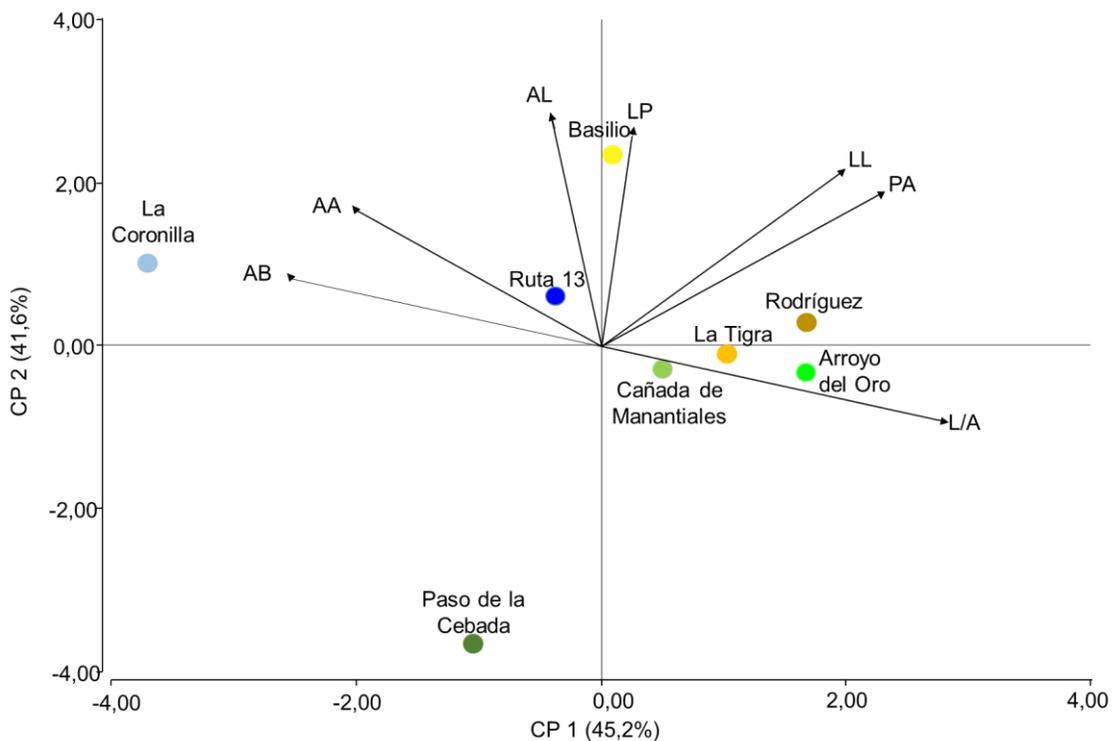
Estas agrupaciones entre individuos de una misma población también es posible observarlas al realizar el dendrograma para todos los caracteres vegetativos. Si se realiza el corte a una distancia de 23 es posible diferenciar cuatro grupos (Figura 18) de los cuales el grupo uno contiene principalmente individuos de la población de Paso de la Cebada, el grupo dos está formado en un 90% por individuos de la población La Coronilla, agrupando 19 de los 20 individuos muestreados. El grupo tres y cuatro presentan individuos de varias poblaciones, de todas formas, es posible apreciar subagrupaciones por ejemplo la población de Ruta 13 y Basilio generaron pequeños subgrupos dentro del grupo 3 (Figura 18).



Cada color identifica una población, RO Rodríguez, LT La Tigra, BA Basilio, PC Paso de la Cebada, CM Cañada Manantiales, AO Arroyo del Oro, R13 Ruta 13 y LC La Coronilla. Las variables son LP largo del pecíolo, LL largo de la lámina, PA posición del ancho máximo, AL ancho de la lámina, L/A relación largo ancho de la lámina.

Figura 18. Dendrograma para variables vegetativas de *Psidium cattleianum* f. *lucidum*

En la Figura 19 se presenta gráficamente el análisis de componentes principales para las medias de cada población, con los dos primeros componentes se explica el 87% de la variabilidad. Los autovalores y autovectores de este análisis se presentan en la Tabla 2 del Anexo 2.



Los vectores representan los caracteres vegetativos AB ángulo de la base, AA ángulo del ápice, AL ancho de la lámina, LP largo del pecíolo, LL largo de la lámina, PA posición del ancho máximo y L/A relación largo ancho de la lámina.

Figura 19. Gráfico de componentes principales para los caracteres vegetativos de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* utilizando la media de los individuos medidos por población para cada variable

Los individuos de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* estudiados mostraron diferencias significativas según niveles de ploidía en todos los caracteres vegetativos (Tabla 16). Para el carácter largo de pecíolo se diferenciaron

claramente los cuatro niveles de ploidía mostrando que para esta variable los individuos con ploidía 6x son los que presentan valores menores mientras que los individuos 8x son los que presentan las mayores medias.

Tabla 16. Medias de los caracteres vegetativos para los distintos niveles de ploidía de las poblaciones silvestres de *Psidium cattleianum* f. *lucidum*

Ploidía	LP	LL	AL	PA	AB	AA	L/A
5x	7,6 b	71,1 b	31,0 b	46,8 b	49,6 a	78,1 a	2,3 c
6x	6,5 a	66,2 a	29,0 a	43,5 a	51,4 a	78,2 a	2,3 c
7x	8,3 c	65,5 a	32,1 bc	41,6 a	59,9 b	82,7 b	2,1 a
8x	9,5 d	70,7 b	32,9 c	49,7 c	50,7 a	85,0 c	2,2 b

LP largo del pecíolo, LL largo de lámina, AL ancho de lámina, PA posición del ancho máximo, AB ángulo de la base, AA ángulo del ápice, L/A relación largo ancho. Medias con las mismas letras en cada columna son estadísticamente similares (Tukey $p \leq 0,05$).

4.2.3. Variabilidad de caracteres reproductivos

Las plantas de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* mostraron diferencias significativas entre poblaciones en todos los caracteres reproductivos (Tabla 17).

Tabla 17. Medias de los caracteres reproductivos para ocho poblaciones silvestres de *Psidium cattleianum* f. *lucidum*

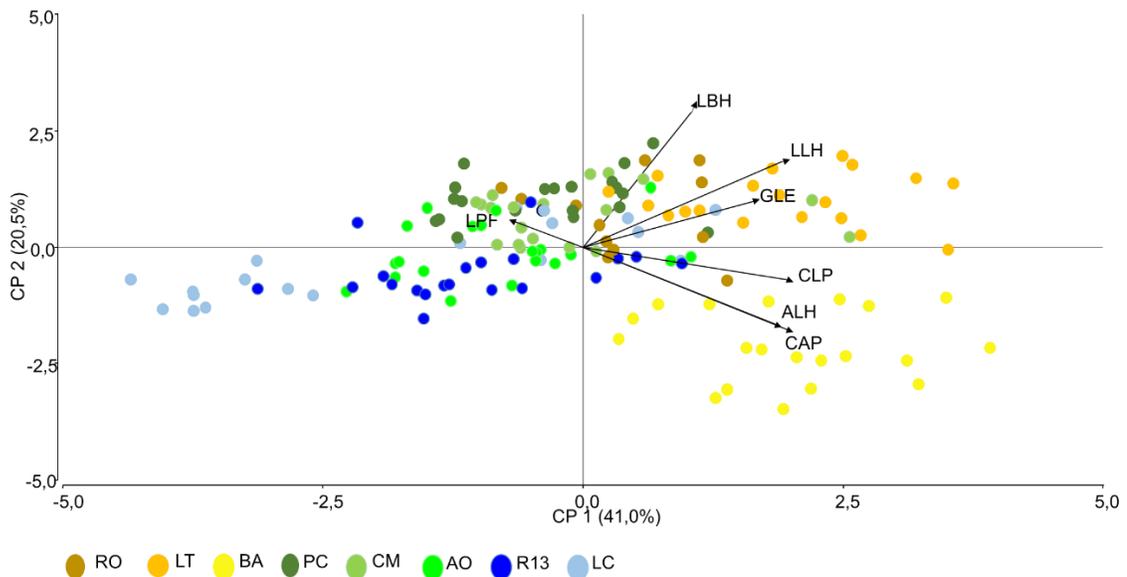
Pobl.	LPF	CAP	CLP	ALH	LLH	GLE	LBH
RO	9,0 de	5,2 a	6,7 b	5,5 ab	6,1 b	6,5 bc	5,6 c
LT	7,2 b	5,7 b	7,0 b	5,7 b	6,7 c	6,8 cd	6,5 d
BA	5,9 a	6,6 c	6,8 b	6,6 c	6,0 b	6,7 cd	4,0 a
PC	7,9 bc	4,9 a	5,6 a	5,5 ab	5,9 b	7,0 d	5,6 c
CM	7,0 b	5,2 a	5,9 a	5,5 ab	6,1 b	6,2 b	5,7 c
AO	10,0 f	5,0 a	5,9 a	5,6 ab	5,8 b	6,4 bc	4,1 a
R13	9,7 ef	5,2 a	5,9 a	5,5 ab	5,3 a	6,3 b	4,3 ab
LC	8,2 cd	5,0 a	5,8 a	5,3 a	5,5 a	5,2 a	4,6 b

LPF largo del pedicelo, CAP ancho de pétalo, CLP largo de pétalo, ALH ancho de los lóbulos del hipanto, LLH largo de los lóbulos del hipanto, GLE largo del estilo, LBH largo de la base del hipanto, RO Rodríguez, LT La Tigra, BA Basilio, PC Paso de la Cebada, CM Cañada Manantiales, AO Arroyo del Oro, BC Bosque Capón, SA Sierra de los Amarales. Medias con las mismas letras en cada columna son estadísticamente similares (Tukey $p \leq 0,05$).

Al estudiar la variabilidad presente a través del análisis de componentes principales se obtiene que los dos primeros componentes representan 41 y 21 %

de la variabilidad de los datos y lograron explicar el 62 % de la varianza total. Si se le agrega un tercer componente que representa el 15 % de la variabilidad se puede explicar el 77% de la variabilidad total. Los caracteres ancho de pétalo, largo de pétalo, ancho del lóbulo del hipanto y largo del lóbulo del hipanto, influyen con signo positivo sobre el componente uno, largo de la base del hipanto influye sobre el componente dos, largo del pedicelo tiene alta influencia sobre el componente tres y largo del estilo influye con casi el mismo peso en todos los componentes (Tabla 3, Anexo 3).

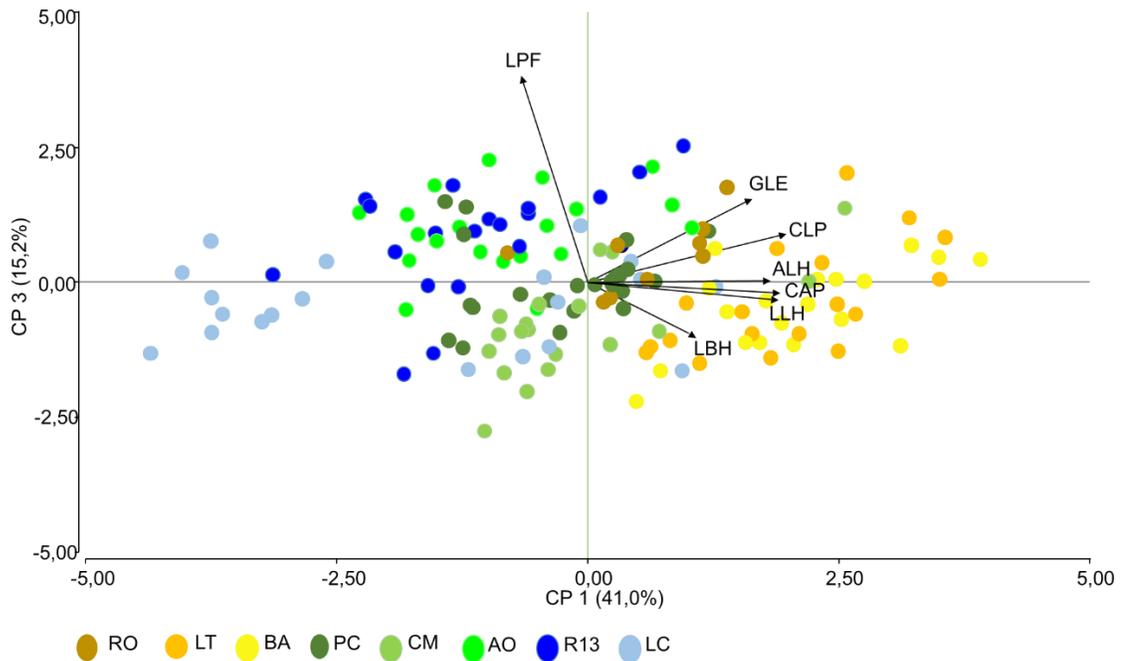
A partir de la proyección de los individuos de las distintas poblaciones se puede observar que los individuos de la población Basilio forman un grupo bien definido y se distribuyen en la parte positiva del componente uno y negativa del componente dos (Figura 20), los individuos de la población La Tigra se distribuyen en la parte positiva para ambos componentes. Una parte de la población de La Coronilla tiende a separarse del resto de los individuos y agruparse en la zona negativa para ambos componentes, en este mismo cuadrante aparecen individuos de las poblaciones de Ruta 13 y Arroyo del Oro. Por último, en el cuadrante positivo para el componente dos y negativo para el componente uno predomina individuos de las poblaciones de Paso de la Cebada, Arroyo del Oro y Cañada Manantiales, todas del departamento de Treinta y Tres (Figura 20). Las variables ALH y CAP están muy relacionadas entre sí. Los individuos de la población Rodríguez se agrupan en el centro del gráfico.



Los puntos representan los individuos medidos, cada color identifica una población, RO Rodríguez, LT La Tigra, BA Basilio, PC Paso de la Cebada, CM Cañada Manantiales, AO Arroyo del Oro, R13 Ruta 13 y LC La Coronilla. Los vectores representan los caracteres reproductivos CAP ancho de pétalo, CLP largo de pétalo, ALH ancho del lóbulo del hipanto, LLH largo del lóbulo del hipanto, LBH largo de la base del hipanto, GLE largo del estilo, LPF largo del pedicelo.

Figura 20. Dispersión de los individuos de *Psidium cattleyanum f. lucidum* según los componentes uno y dos para las variables reproductivas

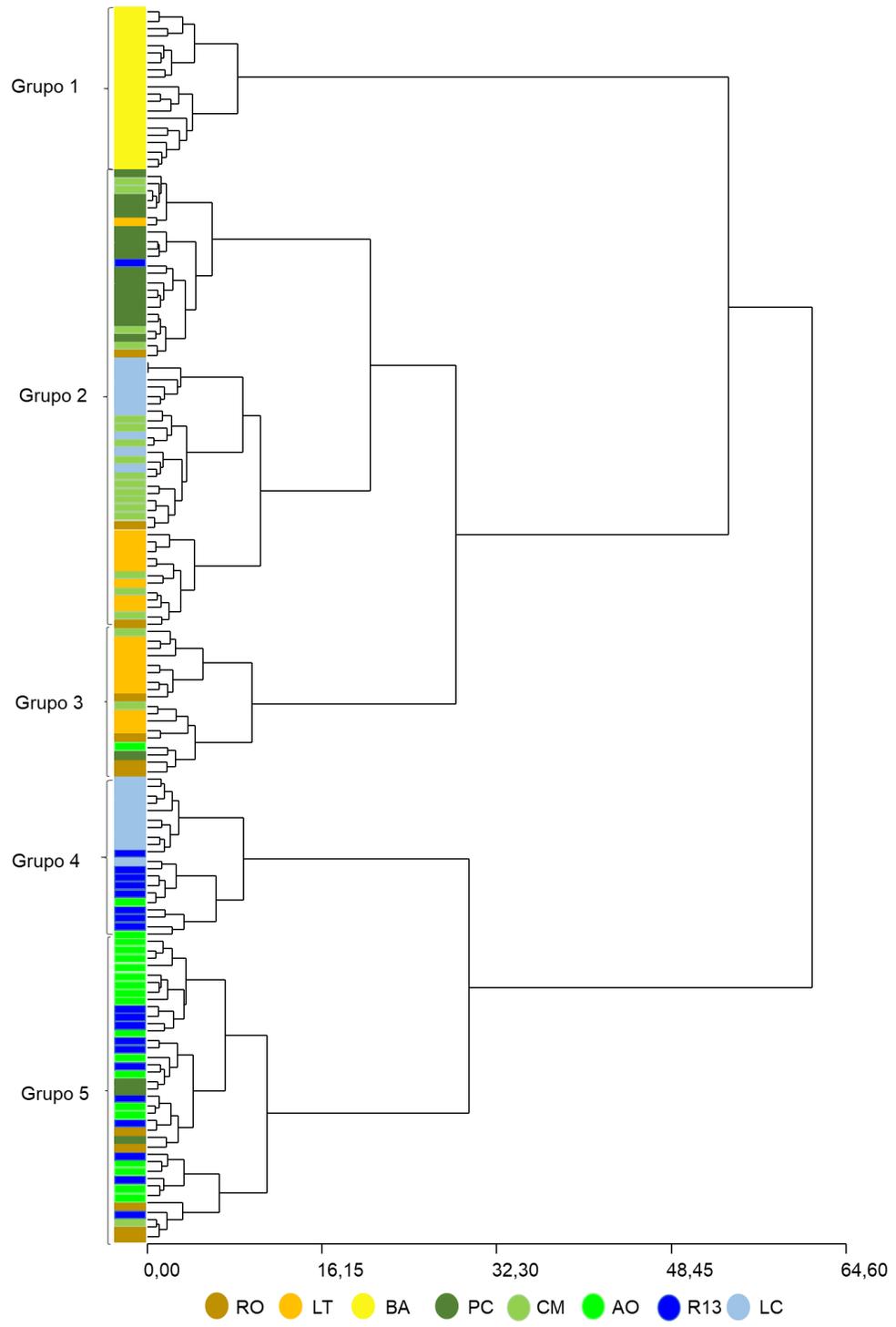
En la Figura 21 se presenta gráficamente la dispersión de los individuos y las variables explicativas para el componente uno y tres, se observa que si bien los individuos de las distintas poblaciones se mezclan más comparado con los grupos que formaban al analizar los primeros dos componentes principales, sigue existiendo una agrupación geográfica observando agrupamiento entre individuos del departamento de Cerro Largo (tonos anaranjados) hacia la parte positiva del componente uno, en la zona central y hacia la izquierda del gráfico se distribuyen los individuos de Treinta y Tres (tonos verdes) que si bien se mezclan un poco con los individuos de Rocha (tonos azules) estos últimos tienen una tendencia más hacia la izquierda, especialmente una parte de la población de La Coronilla que se presenta formando un grupo que no se caracteriza por ninguna de las variables estudiadas.



Los puntos representan los individuos medidos, cada color identifica una población, RO Rodríguez, LT La Tigra, BA Basilio, PC Paso de la Cebada, CM Cañada Manantiales, AO Arroyo del Oro, R13 Ruta 13 y LC La Coronilla. Los vectores representan los caracteres reproductivos CAP ancho de pétalo, CLP largo de pétalo, ALH ancho del lóbulo del hipanto, LLH largo del lóbulo del hipanto, LBH largo de la base del hipanto, GLE largo del estilo, LPF largo del pedicelo.

Figura 21. Dispersión de los individuos de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* según los componentes uno y tres para las variables reproductivas

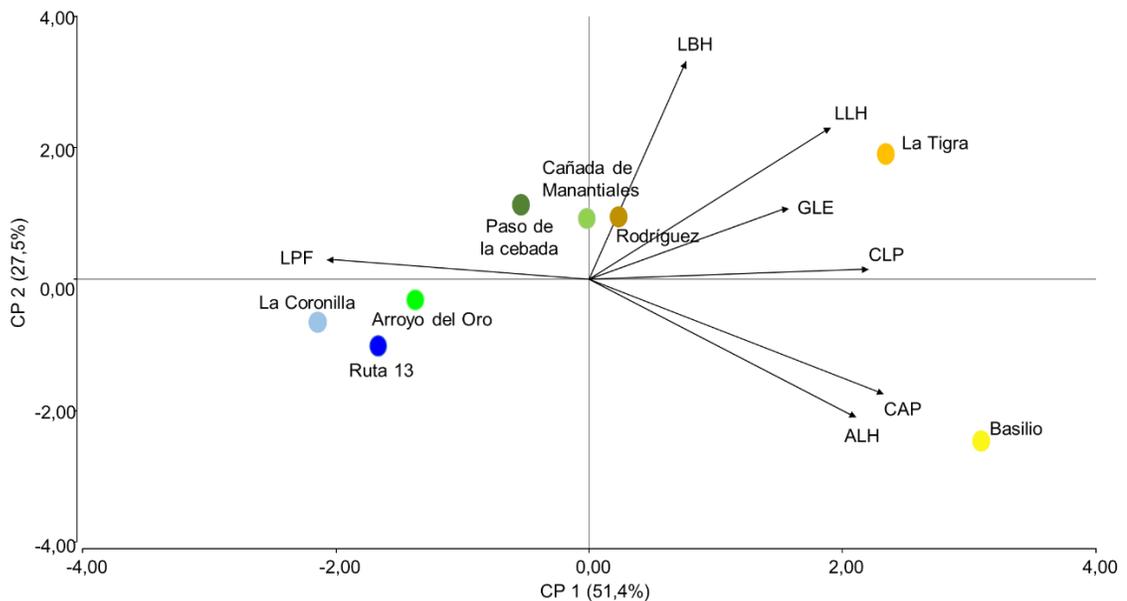
En la Figura 22 se presenta el dendrograma realizado a partir de las variables reproductivas. Si se realiza un corte a aproximadamente una distancia de 30 se pueden distinguir 5 grupos. El grupo uno coincide exactamente con la población Basilio. El grupo dos presenta individuos de Paso de la Cebada, Cañada Manantiales, La Tigra y La Coronilla formando subgrupos. El grupo tres se compone principalmente de individuos de La Tigra, el conglomerado cuatro está formado por las poblaciones de La Coronilla y Ruta 13 ambas del departamento de Rocha, por último el grupo cinco agrupa individuos de Arroyo del Oro y Ruta 13. La población Rodríguez presenta individuos dispersos en casi todos los grupos.



Cada color identifica una población, RO Rodríguez, LT La Tigra, BA Basilio, PC Paso de la Cebada, CM Cañada Manantiales, AO Arroyo del Oro, R13 Ruta 13 y LC La Coronilla. Las variables son CAP ancho de pétalo, CLP largo de pétalo, ALH ancho del lóbulo del hipanto, LLH largo del lóbulo del hipanto, LBH largo de la base del hipanto, GLE largo del estilo, LPF largo del pedicelo.

Figura 22. Dendrograma para variables reproductivas de *Psidium cattleyanum* f. *lucidum*

En la Figura 23 se presenta gráficamente el análisis de componentes principales para las medias de cada población. Con los dos primeros componentes se explica el 79% de la variabilidad total.



Los vectores representan los caracteres reproductivos CAP ancho de pétalo, CLP largo de pétalo, ALH ancho del lóbulo del hipanto, LLH largo del lóbulo del hipanto, LBH largo de la base del hipanto, GLE largo del estilo, LPF largo del pedicelo.

Figura 23. Dispersión de las medias de las poblaciones de *Psidium cattleyanum* f. *lucidum* según los componentes uno y dos para las variables reproductivas

Los individuos de *Psidium cattleyanum* f. *lucidum* medidos presentaron diferencias significativas para todos los caracteres reproductivos cuando se agruparon por ploidías (Tabla 18). Al realizar prueba de Tukey no se observa ningún carácter que separe claramente a los cuatro grupos, tampoco se observa una tendencia clara de que las menores ploidías presentan tamaños menores ni viceversa con las ploidías más altas (Tabla 18).

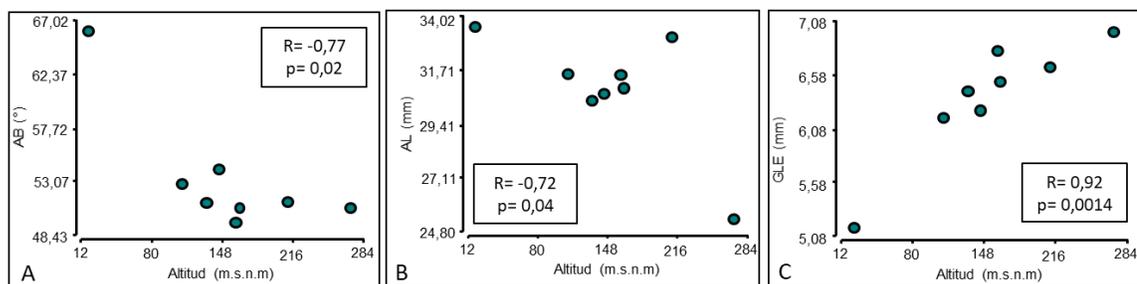
Tabla 18. Medias de los caracteres reproductivos para los distintos niveles de ploidías de las poblaciones silvestres de *Psidium cattleyanum* f. *lucidum*

Ploidía	LPF	CAP	CLP	ALH	LLH	GLE	LBH
5x	7,96 b	5,50 b	6,92 b	5,62 a	6,42 c	6,7 b	6,13 c
6x	8,27 b	4,99 a	5,79 a	5,46 a	5,85 b	6,20 a	5,00 b
7x	9,69 c	5,17 a	5,86 a	5,52 a	5,33 a	6,26 a	4,25 a
8x	5,86 a	6,55 c	6,80 b	6,62 b	5,93 b	6,67 b	3,98 a

LPF largo del pedicelo, CAP ancho de pétalo, CLP largo de pétalo, ALH ancho de los lóbulos del hipanto, LLH largo de los lóbulos del hipanto, GLE largo del estilo, LBH largo de la base del hipanto, Medias con las mismas letras en cada columna son estadísticamente similares (Tukey $p \leq 0,05$).

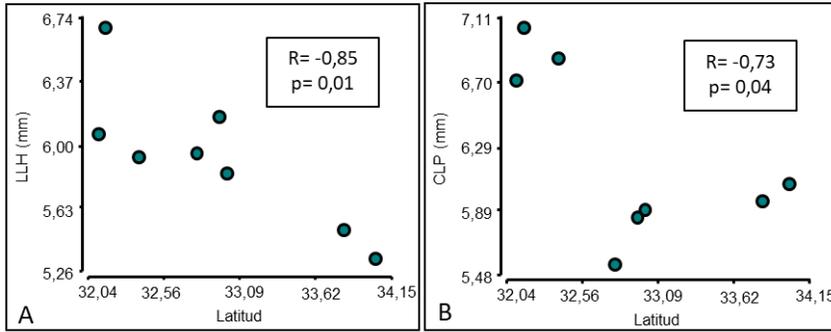
4.2.4. Relaciones entre características morfológicas con variables geográficas y topográficas

Se observaron correlaciones significativas ($p < 0,05$) entre la altitud y caracteres de ancho de lámina, ángulo de la base de la lámina y largo del estilo (Figura 24). La latitud está correlacionada negativamente con largo de pétalo y largo del lóbulo del hipanto, lo que supone que a mayor latitud las flores presentan verticilos más cortos (Figura 25). La distancia de las plantas de *Psidium cattleyanum* f. *lucidum* a los cursos de agua no estuvo significativamente relacionada a ninguno de los caracteres morfológicos medidos.



A- Correlación entre altitud y ángulo de la base de la lámina (AB), B- correlación entre altitud y ancho de la lámina (AL), C- correlación entre latitud y largo del estilo (GLE).

Figura 24. Gráfico de dispersión para las medias de los caracteres medidos según altitud de los bosques donde están las poblaciones de *Psidium cattleyanum* f. *lucidum*



A- Correlación entre latitud y largo del lóbulo del hipanto (LLH), B- correlación entre latitud y largo del pétalo (CLP).

Figura 25. Gráfico de dispersión para las medias de los caracteres medidos según latitud de los bosques donde están las poblaciones de *Psidium cattleianum* f. *lucidum*

5. DISCUSIÓN

En Uruguay *Psidium cattleyanum* f. *lucidum* ocurre en dos tipos de bosques: bosque latifoliado serrano rupícola (bosque serrano) de sustrato cristalino en la mayoría de los casos, aunque también puede aparecer en suelos de areniscas y bosque latifoliado de planicie paludícola (bosque pantanoso o capón, Brazeiro et al., 2020). Son bosques que varían mucho en su composición con índices de similitud de Sorensen menores a 0,62. Todos presentan fuerte influencia paranaense con la presencia de algunas especies características como *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez, *Ocotea acutifolia* (Nees) Mez, *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm. *Casearia decandra* Jacq., *Cupania vernalis* Cambess., *Matayba elaeagnoides* Radlk., *Myrcianthes gigantea* (D.Legrand) D.Legrand, *Myrceugenia euosma* (O. Berg) D. Legrand, *Myrceugenia glaucescens* (Cambess.) D. Legrand & Kausel, *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (Cabrera y Willink 1973, Fiaschi y Pirani 2009, Haretche et al. 2012). La familia Myrtaceae aparece como la principal familia en cuanto al número de especies, al igual que ocurre en otros bosques del Norte y Este del país (Bonifacino et al. 1998, Grela y Brussa 2003, Piaggio y Delfino 2009, Machado y González 2016, Justo y Lucas 2018, Toranza et al. 2018) y también en el Sureste de Brasil (Salimon y Negrelle 2001, Jurinitz y Jarenkow 2003, Budke et al. 2007, De Marchi y Jarenkow 2008, Staggemeier et al. 2017). Un gran número de familias (18) y géneros (21) están representadas sólo por una o dos especies, lo cual apoya la hipótesis de que el área de ocurrencia de *Psidium cattleyanum* f. *lucidum* es una zona de transición biogeográfica (Grela 2004, Haretche et al. 2012).

Solo en uno de los bosques estudiados (Paso de la Cebada), *Psidium cattleyanum* f. *lucidum* estuvo dentro de las especies con mayor valor de importancia (IVI) en la comunidad, lo que difiere de otros trabajos realizados en el Sureste de Brasil donde es frecuente que aparezca como una de las especies con mayor valor de importancia (Salimon y Negrelle 2001, Staggemeier et al. 2016). En estos estudios el atributo que le da más peso al IVI es la dominancia debido a la presencia de múltiples tallos, llegando a 35 en algún caso (Salimon y Negrelle, 2001). Esto también se observó en bosques de Australia donde *Psidium cattleyanum* está presente como especie exótica altamente invasora (Tng et al., 2016). En el presente trabajo *Psidium cattleyanum* f. *lucidum* presentó bajos valores de dominancia, siendo difícil encontrar individuos con múltiples tallos. Los bajos valores de IVI reportados en los resultados podrían estar vinculados a las características de los suelos, ya que en este estudio presentan texturas medias y pH bajos y se ha mostrado que la densidad de plantas de *Psidium cattleyanum* fue mayor en suelos más arenosos y con pH más altos (Tng et al., 2016). Por otro lado, esta diferencia respecto a otros estudios, en particular de aquellos

dentro del rango de distribución natural de la especie, podrían vincularse al hecho de que Uruguay representa el límite Sur de distribución de la especie (Grela, 2004), por lo que las condiciones ambientales (ej. climáticas y edafológicas) podrían estar condicionando su rol dentro de las comunidades, donde coexiste con otras especies más adaptadas a las condiciones locales.

La diversidad arbórea de las comunidades donde ocurre *Psidium cattleyanum* f. *lucidum* en Uruguay es media ($2 < H < 3$), con excepción del Bosque Capón ($H < 2$). Este es un parche de bosque de pequeña superficie, con un ambiente homogéneo y características edafológicas complejas, tales como el anegamiento del suelo, lo que genera un sitio particular dominado por pocas especies adaptadas a dichas condiciones con *Myrsine parvula* (Mez) Otegui y *Citronella gongonha* (Mart.) R.A. Howard (Brussa y Grela 2007, Loures et al. 2007). Esto podría explicar en parte que la riqueza en este sitio sea marcadamente menor a bosques donde el suelo tiene mejor drenaje (Lieberman et al. 1985, Balslev et al. 1987, Budke et al. 2007). La diversidad media que presentan la mayoría de los bosques coincide con lo registrado en otras comunidades boscosas del Sureste de Brasil (Salimon y Negrelle 2001, Caddah 2006, Budke et al. 2007, Campos y Martins 2016). En general la diversidad de los bosques neotropicales varía según gradientes ambientales como latitud, altitud y suelo, principalmente influenciado por el régimen de lluvias (Gentry 1988, Clinebell et al. 1995), sin embargo, en este estudio no se observaron correlaciones significativas entre estas variables y la riqueza de los bosques, quizás debido a que el rango de las características ambientales no fue suficientemente importante y además el número de repeticiones fue bajo (8). De todas formas, se observó una tendencia de disminución de la diversidad con la latitud.

Psidium cattleyanum f. *lucidum* en Uruguay se desarrolla en suelos texturas medias, sin diferenciación textural, rangos de materia orgánica de 3 % a 8 %, bases totales en general de 3,3 a 8,0 meq/100g de suelo, en algunos casos bases totales más altas con rangos de 23 a 27 meq/100g de suelo, pH de 4,3 a 5,2 y valores de P de 5 a 12 ppm. Estas condiciones coinciden con los requerimientos que tiene la especie cuando se cultiva con fines productivos, donde se recomienda cultivar sobre suelos con más de 3 % de materia orgánica o en su defecto realizar agregados antes de instalar el cultivo (Gomes et al. 2010, Speroni et al. 2018). Además, la especie no requiere altos valores de pH en el suelo para crecer adecuadamente, siendo igual el crecimiento de la planta cuando se aumenta el pH mediante encalado (Benati et al., 2018). Sin embargo, en suelos con pH menores a 5 predomina Al^{+3} (Casanova, 1999) el cual puede ser tóxico si las plantas no tienen mecanismos de tolerancia o los niveles son muy altos en suelo (Rivera et al., 2016). En este trabajo no se evaluó el nivel de Al^{+3} de los suelos, pero se recomienda en futuros trabajos ya que los bajos pH

llevan a pensar que posiblemente existe Al^{+3} formando parte de la capacidad intercambio catiónico (CIC) de dichos suelos y sería interesante conocer qué efecto que genera el Al^{+3} sobre *Psidium cattleianum*.

Los tipos de suelos donde se desarrolla *Psidium cattleianum* f. *lucidum* son Brunosoles Subéutricos (Suelos 1, 2 y 3 Figura 14, Durán, 1991) y en algún caso la secuencia de horizontes coincide con el perfil modal de los Brunosoles Subéutricos Háplicos de la unidad de suelo Sierra de Polanco (Suelo 3 Figura 14, MAP. DSF, 1979). También se encontró *Psidium cattleianum* f. *lucidum* desarrollándose sobre Histosoles, tipo de suelo que pertenece al gran grupo de los Hidromórficos, presentando drenaje pobre y saturado de agua durante todo el año, en este suelo se observó altos contenidos de materia orgánica en descomposición en el horizonte superficial formando un horizonte orgánico “H” (Altamirano et al., 1976). En todos los bosques la densidad aparente en relación a la textura de los suelos es adecuada para que no se generen restricciones en el crecimiento de raíces (USDA, 1999).

Los hábitats naturales donde se distribuye *Psidium cattleianum* f. *lucidum* se caracterizan por presentar cursos de agua y/o tierras húmedas. Esto ya se observó en un estudio anterior en Uruguay (Speroni et al., 2017), como también en otras partes del mundo (Wikler, 2007). Esta característica repercute en la instalación de un cultivo ya que es imprescindible un buen abastecimiento de agua, especialmente en los primeros años de vida de las plantas y en los momentos de crecimiento de fruto, siendo la mayoría de las veces necesaria la instalación de riego para obtener frutos con buen calibre y calidad en sistemas productivos (Morton 1987, Speroni et al. 2018). Esta condición de humedad se refleja en las herbáceas que dominan el perfil (briófitas, pteridófitas y monocotiledóneas), siendo en general especies exigentes en condiciones de humedad (Delgadillo y Cardenas et al. 1990, Watkins et al. 2007). La presencia de briófitas y pteridófitas también se ha encontrado dominando en bosques altamente invadidos por *Psidium cattleianum* en las islas Mauricio (Dullo et al., 1999).

Además de caracterizar la diversidad de suelos y comunidades en las que habita *Psidium cattleianum* f. *lucidum* en Uruguay, este trabajo aporta evidencia de que la saturación de agua en el suelo, así como la heterogeneidad del mismo, juegan un papel muy importante en la composición y diversidad de los bosques en el país (Budke et al., 2007). Los análisis de similitud de los bosques permiten identificar tres grupos, los cuales a la vez se diferencian en características de suelos y niveles de diversidad: grupo I) integrado por dos bosques de Cerro Largo, presentan una composición y diversidad muy similar siendo está la más alta de los bosques presentes en este estudio, se desarrollan sobre suelos de tipo Brunosoles Subéutricos, grupo II) conformado por bosques

de diversidad intermedia que se distribuyen en suelos de tipo Brunosoles Subéutricos Háplicos y grupo III) integrado únicamente por Bosque Capón, que presenta una estructura y composición marcadamente diferente a los otros y una diversidad considerablemente más baja, con solo 10 especies desarrollándose sobre Histosoles.

La regeneración de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* en los bosques de Uruguay es muy baja (0,25 ind./m² a 0 ind./m²). Este resultado coincide con otros estudios realizados en la zona de distribución natural de la especie (Campos y Martins, 2016), pero difiere de evidencias en zonas del mundo donde se comporta como una especie exótica invasora (Huenneke y Vitousek 1990, Tng et al. 2016). *Psidium cattleianum* es considerada especie pionera o secundaria temprana en las etapas de sucesión (Salimon y Negrelle 2001, Campos y Martins 2016, Gogosz y Boeger 2019), presentando mejor éxito de propagación en bosques que sufrieron algún disturbio (Tng et al., 2016). Este efecto no sería atribuible a la incidencia de la radiación solar, ya que es una especie que se reporta como tolerante a la sombra (Huenneke y Vitousek, 1990). También se descarta que la baja densidad de plántulas en este estudio sea por la falta de semillas ya que la especie produce abundantes y el porcentaje de germinación suele ser alto en condiciones de laboratorio (Huenneke y Vitousek 1990, Bernachina y Pereyra 2014), sin embargo, la germinación en el campo parece ser más baja. Los animales pueden jugar un papel en la dispersión de las semillas, pero no en la germinación y establecimiento de las mismas. En estudios donde se observa alta densidad de plántulas estas provienen principalmente de rebrotes vegetativos y no de semillas (Huenneke y Vitousek, 1990). Un estudio anterior reportó una relación positiva entre densidad de plántulas y características ecológicas y estructurales del bosque como: altura del dosel, pH y textura liviana del suelo (Tng et al., 2016). Contrariamente, en este trabajo se detectó una relación positiva entre la cantidad de plántulas y texturas pesadas del suelo.

La menor densidad de plántulas de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* en bosques maduros podría deberse a la competencia intraespecífica, vinculada a la presencia de patógenos y depredadores de semillas o plántulas en torno a la planta madre, como se plantea en la hipótesis de Janzen-Connell (Janzen 1970, Connell 1971). En ese sentido hay que destacar que, en la metodología de este estudio, la regeneración fue estudiada en una parcela circular de 2 m de radio, centrada en el tronco de la planta madre. En esta línea, un metaanálisis reciente que compiló estudios experimentales de comunidades boscosas encontró un fuerte apoyo a esta hipótesis (Comita et al., 2014). También pueden darse efectos de competencia alelopática con la planta madre o especies adyacentes ya establecidas o combinación de estos factores (Wikler 2007, Tng et al. 2016). En futuros trabajos sería importante ajustar el método de muestreo, aumentando el número de repeticiones, midiendo sitios de todo el bosque y no solo puntualmente

cercano al individuo adulto, es interesante conocer la incidencia de factores como la radiación solar, la presencia de otras especies, el efecto de la herbivoría y/o el pisoteo, la procedencia de propágulos (semilla o estolones), entre otros.

La variabilidad ecológica contribuye a la funcionalidad del ecosistema, la cual puede estar influenciada por rasgos morfológicos de una especie característica de la comunidad (Breza et al., 2012). Quizás, la variabilidad de los rasgos morfológicos que presenta *Psidium cattleianum* f. *lucidum* dentro y entre las poblaciones podría influenciar la variabilidad ecológica encontrada, aunque en general no es la especie característica al menos en cuanto al índice de nivel de importancia.

La media de los caracteres morfológicos medidos en los individuos, están dentro de los rangos reportados para *Psidium cattleianum* por Alchurrut (2015), aunque, en algunas variables como tamaño de lámina, largo de pecíolo y largo de pedicelo, las medidas máximas superan el rango máximo reportado por este autor.

Los coeficientes de variación (CV) de los caracteres estudiados fue en general menor a 20 % lo que se interpreta como baja variabilidad morfológica (Adebola y Morakinyo 2006, Lewu et al. 2006, Nooryazdan et al. 2010, Hernández-Verdugo et al. 2012). Esta variabilidad se observa en menor medida dentro de las poblaciones en comparación con la variación entre las mismas, ya que al analizar en conjunto los caracteres morfológicos los individuos de una misma población forman grupos tanto en el ACP como en el dendrograma. La reducida variabilidad intrapoblacional encontrada en las poblaciones es de esperar para una especie apomíctica como *Psidium cattleianum* (Souza-Pérez y Speroni 2017, Da Luz et al. 2019), donde los embriones contenidos en las semillas son de origen asexual. Esta condición reproductiva lleva a pensar que la baja variabilidad fenotípica observada es consecuencia de la baja variabilidad genética de las poblaciones. Es probable que los individuos de una población representan clones provenientes de semilla apomíctica (Campbell y Dickinson 1990, Mansyah et al. 2010), aunque también, puede estar ocurriendo reproducción vegetativa como se ha reportado para otros estudios de esta especie (Huenneke y Vitousek, 1990), siendo la estrategia de reproducción vegetativa algo común entre especies de reproducción apomíctica (Bicknell y Koltunowb, 2004).

De todas formas, la variabilidad fenotípica intrapoblacional reportada no es cero, es decir, existe -aunque bajo- cierto grado de variabilidad morfológica dentro de las poblaciones. El grado de variabilidad intrapoblacional difiere según la población en cuestión, la población Rodríguez es la que se agrupa menos, tanto en caracteres reproductivos como vegetativos, mientras que la población

Basilio es la que mejor se agrupa especialmente en los caracteres reproductivos. Otras poblaciones presentan grupos con cierta distancia en el dendrograma. Por ejemplo, la población La Coronilla presenta algunos individuos en el grupo 2 y el resto agrupados en el 4, la población Ruta 13 presenta individuos en el grupo 4 y 5 y la población La Tigra presenta individuos en los grupos 2 y 3 (Figura 22). Esta variabilidad puede estar originada por varias causas. Una de ellas puede relacionarse a variaciones genéticas, entre ellas mutaciones a lo largo de muchas generaciones (Manning y Dickson, 1986) como también, puede existir cierto grado de recombinación genética entre los individuos ya que la apomixis en *Psidium cattleianum* es facultativa, presentando en baja frecuencia embriones de origen sexual (Speroni et al. 2017, Da Luz et al. 2019). Esto posibilita la ocurrencia de variabilidad dentro de las poblaciones debido a que la recombinación sexual genera alta segregación de genes en los descendientes (Usberti y Jain 1978, Campbell y Dickinson 1990, Thompson y Ritland 2006, Whitton et al. 2008). De todas formas, sería de esperar mayores valores de variabilidad morfológica a causa de la recombinación sexual, por lo que es más probable que sea otra la explicación de la variabilidad intrapoblacional encontrada. Por ejemplo, es posible que la variabilidad fenotípica sea la expresión de la variabilidad ambiental de cada sitio, ya que un mismo genotipo puede variar su expresión fenotípica según las condiciones del ambiente en el que se desarrolle (Gianoli, 2004).

Algunos autores han utilizado el término “clina” para referirse a las variaciones que no son de origen genético, sino que se atribuyen a la plasticidad que presentan los individuos al necesitar adaptarse a distintas condiciones ambientales. Esta plasticidad puede darse a distintas escalas ya sea individuo, población o especie (Huxley 1938, Gianoli 2004, Breza et al. 2012, Krushelnycky et al. 2020). Esto podría estar explicando los patrones de distribución encontrados en las poblaciones, tanto en el ACP de las variables morfológicas como en el dendrograma. Por ejemplo, la población Rodríguez presenta mayor variación morfológica entre sus individuos al desarrollarse sobre un bosque mixto. Además de la variación intrapoblacional, la variación inter-poblacional también podría explicar un patrón de distribución clinal en la variación fenotípica de las poblaciones (Gianoli 2004, Trindade y Chavez 2005). El análisis de los resultados obtenidos muestra que existen diferencias significativas entre las poblaciones para todos los caracteres medidos y, las poblaciones cercanas geográficamente, tienden a parecerse más. En este caso, la latitud y la altitud explican en gran parte los patrones de distribución, ya que se encontró relación entre el tamaño de órganos vegetativos y reproductivos y las dos variables geográficas mencionadas. En general, la plasticidad morfológica observada también puede explicarse por las adaptaciones fisiológicas en respuesta a la variabilidad ambiental (Cordell et al. 1998, Lee et al. 2002). En este sentido, los resultados coinciden con estos autores al observar que, caracteres tales como

ángulo de la base de la lámina y ancho de la lámina, se correlacionan negativamente con la altitud. Por otro lado, Raseira y Raseira (1996) encontraron que el largo de los verticilos florales en materiales brasileños de *Psidium cattleianum* se correlacionaban positivamente con el aumento de la latitud a diferencia de los resultados de este estudio, en el cual caracteres reproductivos como largo del lóbulo del hipanto y largo del pétalo presentan menor tamaño a mayor latitud. Este estudio abarca la variación morfológica de la especie para Uruguay, zona Sur de la distribución natural de la especie, por lo que sería interesante ampliar los estudios fuera de los límites del país para captar mejor la plasticidad fenotípica adaptativa a lo largo de toda la distribución natural de la especie (Gianoli, 2004).

La variación encontrada entre poblaciones no es posible explicarla a través de un único carácter. Sin embargo, el largo del pecíolo es el que separa mejor los grupos entre poblaciones y entre niveles de ploidía, siendo además el que presentó mayor CV. Algunos autores han reportado que los caracteres vegetativos son más apropiados para discriminar grados de ploidía (Chansler et al., 2016) y es curioso observar que, el carácter largo de pecíolo, también resultó discriminante en especies de Maloideae (Manning y Dickson, 1986).

En estudios anteriores se ha constatado que las poblaciones silvestres uruguayas están conformadas por individuos poliploides que comparten el grado de ploidía dentro de la población, encontrando citotipos 5x, 6x, 7x y 8x (Vázquez 2014, Speroni et al. 2017). Al analizar los datos agrupando todos los individuos de igual nivel de ploidía (sea de la misma población o no), se observan diferencias significativas en los caracteres morfológicos tanto vegetativos como reproductivos. No se encuentra relación proporcional positiva clara entre el tamaño de órganos y el grado de ploidía. Sólo para el caso de los órganos vegetativos de la población de mayor ploidía (8x) se observaron mayores tamaños de órganos vegetativos, pero no se cumple esta relación para el resto de las poblaciones con menores grados de ploidía ni para el caso de los caracteres reproductivos. Distintos autores encuentran discordancia sobre el tema, en algunos casos observan que mayores grados de ploidía se relacionan con mayores tamaños de órganos (Schifino-Wittmann 2004, Dančák et al. 2012, Koblíva et al. 2016) mientras que, en otros estudios no se encuentra esta relación (Stebbins, citado por Otto y Whitton, 2000).

La variabilidad encontrada en los sitios que habita *Psidium cattleianum* f. *lucidum* tanto a nivel de población como de comunidad, visibiliza la importancia de conocer, analizar y cuantificar la diversidad presente en un sitio, para aportar las evidencias que permitan generar planes de conservación y uso sustentable de la naturaleza (Álvarez et al., 2006). En este sentido se considera importante la conservación in situ de *Psidium cattleianum* f. *lucidum*, ya que no solo atiende la

conservación genética de la especie, sino que también otros aspectos como la conservación de las interacciones ecológicas dentro de la comunidad en la que habita (Pezoa, 2001).

6. CONCLUSIONES

En Uruguay *Psidium cattleianum* f. *lucidum* ocurre en bosques de tipo latifoliado serrano rupícola y bosque latifoliado de planicie paludícola. Están ubicados en una zona de transición biogeográfica con influencia paranaense y se caracterizan por presentar diversidad media a baja. La familia más importante en número de especies es Myrtaceae y muchas familias están representadas por una o dos especies. El valor de importancia de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* dentro de la comunidad en general es bajo.

Estos bosques se desarrollan sobre suelos de tipo Brunosoles Subéutricos en algunos casos Brunosoles Subéutricos Háplicos e Histosoles. Presentan alto contenido de materia orgánica, pH ácidos y buenas condiciones de humedad. La característica de los suelos condiciona la composición y la estructura de estos bosques.

La regeneración de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* en los bosques de Uruguay es muy baja, al menos en las condiciones metodológicas de este estudio.

Las poblaciones de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* presentan baja variabilidad morfológica en caracteres reproductivos y vegetativos, siendo menor la variación intrapoblacional que la variación interpoblacional. Esto coincide con la variación esperada para la forma de reproducción apomíctica que presenta la especie.

Los patrones de plasticidad de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* al adaptarse a condiciones ambientales pueden estar explicando la variabilidad fenotípica tanto intra como inter poblacional.

El largo de pecíolo es el carácter con mayor poder discriminante de los caracteres estudiados, especialmente para distinguir grados de ploidía.

La población de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* de mayor grado de ploidía (8x) se asocia a hojas más grandes, pero no se explica por una clara relación entre el tamaño de órganos y el grado de ploidía.

La variabilidad encontrada tanto a nivel de población como de comunidad visualiza la importancia de la conservación de los bosques nativos en Uruguay y manifiesta la necesidad de generar planes de conservación y formas sustentables de los usos que se hace de ellos.

7. RESUMEN

Conocer la diversidad que existe en una región es importante para poder conservarla, valorarla y utilizarla de forma sustentable. Este trabajo busca conocer la variabilidad morfológica de las poblaciones de *Psidium cattleianum* f. *lucidum* y la variabilidad florística y ecológica de las comunidades en las que se encuentra, se llevó a cabo en diez bosques nativos ubicados en los departamentos de Cerro Largo, Treinta y Tres y Rocha. Se realizó relevamiento de las especies arbóreas mediante el método de cuadrantes centrados y se calculó índice de nivel de importancia (IVI), diversidad y similitud de Sorensen. Se caracterizó el suelo, cobertura del tapiz y regeneración. Se midió caracteres en hojas y flores en los que se estimó la media, desvío estándar y coeficiente de variación. Se utilizó ANOVA con prueba de Tukey y análisis multivariados (componentes principales y conglomerados) para las pruebas estadísticas. La variación florística, ecológica y morfológica encontrada se correlacionó con variables ambientales, de suelo y topográficas. Se encuentra que la especie habita bosques latifoliados, serrano rupícola o de planicie paludícola y se desarrollan sobre suelos Brunosoles e Histosoles respectivamente. En las comunidades se identifican 55 especies arbóreas distribuidas en 25 familias, siendo Myrtaceae la más importante en número de especies. La diversidad es de media a baja (1,48 - 2,69 H y 0,304 - 0,076 D), la riqueza varía entre 10 y 21 especies y los bosques más parecidos presentan similitud de 62 %. *Psidium cattleianum* f. *lucidum* presenta baja regeneración y solo en uno de los bosques ocupa el primer lugar en cuanto a IVI. Se observa baja variabilidad morfológica con mayor variación entre poblaciones que dentro de las mismas, formándose grupos entre individuos de igual población. Los distintos niveles de ploidía no generan grupos claros ni presentan relación entre el grado de ploidía y tamaño de órganos. Se discute cómo la distribución espacial influye en la variación florística de las comunidades y cómo las características ecológicas dan información para ser incorporados al cultivo. Además, se discute la asociación entre la variación morfológica con la forma de reproducción y plasticidad de la especie.

Palabras clave: Arazá; Bosques nativos; Uruguay; Variabilidad ecológica; Variabilidad morfológica.

8. SUMMARY

Knowing the diversity that exists in a region is important to be able to conserve, value and use it in a sustainable way. The target of this work is to know the morphological variability of the populations of *Psidium cattleianum* f. *lucidum* and the floristic and ecological variability of the communities in which it is found, was carried out in ten native forests located in the provinces of Cerro Largo, Treinta y Tres and Rocha. The tree species were studied using the centered quadrant method and importance level index (IVI), diversity and similarity were calculated. The soil, carpet coverage and regeneration were characterized. Characteristics were measured in leaves and flowers in which the mean, standard deviation and coefficient of variation were estimated. ANOVA with Tukey's test and multivariate analysis such as principal component and clusters were used for statistical tests. The floristic, ecological and morphological variation found was correlated with environmental, soil and topographic variables. This species inhabits broadleaf hillside forest on rocky substrate and broadleaf plain forest swampy soils. These develop on Brunosols and Histosols soils respectively. In the communities, 55 tree species are identified which are distributed in 25 families, Myrtaceae is the most important in number of species. The diversity is from medium to low (1.48 - 2.69 H and 0.304 - 0.076 D), the richness varies between 10 and 21 species and the most similar forests show 62 % similarity. *Psidium cattleianum* f. *lucidum* shows low regeneration and ranks first in terms of IVI only in one of the forests. Low morphological variability is observed with greater variation between populations than within them, forming groups between individuals of the same population. The different levels of ploidy neither generate well defined groups nor relationship between the degree of ploidy and the size of the organs. It is discussed how space distribution influences the floristic variation of the communities and how the ecological characteristics provide information to be incorporated into the crop. In addition is discussed the association between the morphological variation with the way of reproduction and plasticity of the species.

Keywords: Arazá; Native forests; Uruguay; Ecological variability; Morphological variability.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Adebola, P. O.; Morakinyo, J. A. 2006. Evaluation of morpho-agronomic variability of wild and cultivated kola (*Cola* species Schott et Endl.) in South Western Nigeria. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 53(4):687-694.
2. Alchurrut, M. 2015. Estudios taxonómicos en *Psidium cattleianum* Sabine. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 57 p.
3. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echeverría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: clasificación de suelos. Montevideo, MAP. DSF. t. 1, 96 p.
4. Álvarez, M.; Córdoba-Córdoba, S.; Villareal, H. M.; Escobar, F.; Fagua, G.; Gast, F.; Mendoza, H.; Ospina, M.; Umaña, A. M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. 236 p.
5. Asker, S. E.; Jerling, L. 1992. Apomixis in plants. Boca Raton, FL, CRC. 157 p.
6. Atchison, E. 1947. Chromosome numbers in the Myrtaceae. *American Journal of Botany*. 34(3):159-164.
7. Avalos-Gavilla, A.; Morales-Romero, L. M.; Rojas-Moya, X. 2019. Actividad antifúngica in vitro del extracto acuoso de *Psidium cattleianum* Sabine frente a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. *Revista de Protección Vegetal*. 34(2):1-5.
8. Balslev, H.; Luteyn, J.; Øllgaard, B.; Holm-Nielsen, L. B. 1987. Composition and structure of adjacent unflooded and floodplain. *Opera Botanica*. 92:37-57.
9. Benati, J. A.; Navroski, R.; Herter, F. G.; Nava, G.; Franzon, R. C. 2018. Crescimento do araçazeiro amarelo submetido à aplicação de calcário e fósforo em pré-plantio. In: Simpósio Nacional do Morango (8º.), Encontro sobre Pequenas Frutas Nativas (8º., 2018, Pelotas). Anais. Pelotas, EMBRAPA Clima Temperado. pp. 175-178.

10. Bernaschina, C. Y. S.; Pereyra, A. C. G. 2014. Caracterización de frutos y biología de semillas de poblaciones silvestres de *Psidium cattleyanum* Sabine, "Arazá"(Myrtaceae). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 65 p.
11. Bicknell, R. A.; Koltunow, A. M. 2004. Understanding apomixis: recent advances and remaining conundrums. *The Plant Cell*. 16(1):228-245.
12. Blake, G. R.; Hartge, K. H. 1986. Bulk Density. In: Klute, A. ed. *Methods of soil analysis: part 1 physical and mineralogical methods*. 2nd. ed. Madison, WI, s.e. pp. 363 - 375 (Agronomy no. 9).
13. Bonifacino, M.; Cattaneo, M.; Profumo, L. 1998. Caracterización fitosociológica de un bosque de quebrada sobre el arroyo del Potrero. Cuchilla Negra, departamento de Rivera. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 104 p.
14. Bouza, C. N.; Covarrubias, D. 2005. Estimación del índice de diversidad de Simpson en m sitios de muestreo. *Revista Investigación Operacional*. 26(2):187-197.
15. Brazeiro, A.; Betancourt, A.; Haretche, F. 2020. Bosques nativos de Uruguay: distribución, diversidad y propuesta de clasificación. *Plantae*. 3:18-35.
16. Breza, L. C.; Souza, L.; Sanders, N. J.; Classen, A. T. 2012. Within and between population variation in plant traits predicts ecosystem functions associated with a dominant plant species. *Ecology and Evolution*. 2(6):1151-1161.
17. Brussa, C.; Grela, I. 2007. Flora arbórea del Uruguay: con énfasis en las especies de Rivera y Tacuarembó. Montevideo, COFUSA. 529 p.
18. Budke, J. C.; Jarenkow, J. A.; de Oliveira-Filho, A. T. 2007. Relationships between tree component structure, topography and soils of a riverside forest, Rio Botucaraí, Southern Brazil. *Plant Ecology*. 189(2):187-200.
19. Cabrera, A.; Willink, A. 1973. Biogeografía de América Latina. Washington, D. C., OEA. 117 p. (Serie Biología no. 13).

20. Caddah, M. K. 2006. Análise da estrutura de um trecho de floresta ombrófila densa das terras baixas na Ilha Rasa, Guaraqueçaba-PR, Brasil. Tesis Bacharel em Ciências Biológicas. Curitiba, Brasil, Universidad de Paraná. 37 p.
21. Campbell, C. S.; Dickinson, T. A. 1990. Apomixis, patterns of morphological variation, and species concepts in subfam. Maloideae (Rosaceae). *Systematic Botany*. 15(1):124-135.
22. Campos, W. H.; Martins, S. V. 2016. Natural regeneration stratum as an indicator of restoration in area of environmental compensation for mining limestone, municipality of Barroso, MG, Brazil. *Revista Árvore*. 40(2):189-196.
23. Casanova, O. 1999. Acidez y encalado en suelos del Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía. 17 p.
24. Chansler, M. T.; Ferguson, C. J.; Fehlberg, S. D.; Prather, L. A. 2016. The role of polyploidy in shaping morphological diversity in natural populations of *Phlox amabilis*. *American Journal of Botany*. 103(9):1546-1558.
25. Chebataroff, J. 1942. La vegetación del Uruguay y sus relaciones fitogeográficas con el resto de América del Sur. *Revista Geográfica*. 2(4-5-6):49-90.
26. Clinebell, R. R.; Phillips, O. L.; Gentry, A. H.; Stark, N.; Zuuring, H. 1995. Prediction of neotropical tree and liana species richness from soil and climatic data. *Biodiversity & Conservation*. 4(1):56-90.
27. Comita, L. S.; Queenborough, S. A.; Murphy, S. J.; Eck, J. L.; Xu, K.; Krishnadas, M.; Beckman, N.; Zhu, Y. 2014. Testing predictions of the Janzen–Connell hypothesis: a meta-analysis of experimental evidence for distance- and density-dependent seed and seedling survival. *Journal of Ecology*. 102(4):845-856.
28. Connell, J. H. 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. *In*: *Dynamics of Populations* (1970, Oosterbeek). *Proceedings. Wageningen, s.e.* pp. 298-312.
29. Cordell, S.; Goldstein, G.; Mueller-Dombois, D.; Webb, D.; Vitousek, P. M. 1998. Physiological and morphological variation in *Metrosideros polymorpha*, a dominant Hawaiian tree species, along an

altitudinal gradient: the role of phenotypic plasticity. *Oecologia*. 113(2):188-196.

30. Costa, I. 2004. Estudos cromossômicos em espécies de Myrtaceae Juss. no Sudeste do Brasil. Tesis Maestría en Biología Vegetal. Campinas, Brasil. Universidad Estatal de Campinas. Instituto de Biología. 80 p.
31. _____. 2009. Estudos evolutivos em Myrtaceae: aspectos citotaxonômicos e filogenéticos em Myrteae, enfatizando *Psidium* e gêneros relacionados. Dr. en Biología Vegetal. Campinas, Brasil. Universidad Estatal de Campinas. Instituto de Biología. 235 p.
32. _____.; Forni-Martins, E. 2006a. Chromosome studies in Brazilian species of *Campomanesia* Ruiz & Pávon and *Psidium* L.(Myrtaceae Juss.). *Caryologia*. 59(1):7-13.
33. _____.; _____. 2006b. Chromosome studies in species of *Eugenia*, *Myrciaria* and *Plinia* (Myrtaceae) from south-eastern Brazil. *Australian Journal of Botany*. 54(4):409-415.
34. _____.; _____. 2007. Karyotype analysis in South American species of Myrtaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 155(4):571-580.
35. Cottam, G.; Curtis, J. T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*. 37(3):451-460.
36. Da Luz, C.; Vaio, M.; Fuchs, J.; Speroni, G. 2019. Apomixis y sexualidad en *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae): determinación por citometría de flujo en semillas. In: Congreso Latinoamericano de Botánica (12°. 2018, Quito). Memorias. Quito, Ecuador, Universidad Técnica de Cotopaxi/Universidad Central del Ecuador. pp. 394-395.
37. Dančák, M.; Duchoslav, M.; Trávníček, B. 2012. Taxonomy and cytogeography of the *Molinia caerulea* complex in central Europe. *Preslia*. 84(2):351-374.
38. De Marchi, T. C.; Jarenkow, J. A. 2008. Estrutura do componente arbóreo de mata ribeirinha no rio Camaquã, município de Cristal, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia. Série Botânica*. 63(2):241-248.

39. De Souza, G. C.; Haas, A. P. S.; Von Poser, G. L.; Schapoval, E. E. S.; Elisabetsky, E. 2004. Estudios etnofarmacológicos de remedios antimicrobianos en el Sur de Brasil. *Revista de Etnofarmacología* 90(1):135-143.
40. Degener, O. 1939. *Flora Hawaiensis: the new illustrated flora of the Hawaiian islands*. Honolulu, National Science Foundation. s.p.
41. Delgadillo, C.; Cardenas, M. A. 1990. *Manual de briofitas*. 2ª. ed. México, D. F., UNAM. 131 p. (Cuaderno no. 8).
42. Dulloo, M. E.; Maxted, N.; Guarino, L.; Florens, D.; Newbury, H. J.; Ford Lloyd, B. V. 1999. Ecogeographic survey of the genus *Cofleu* in the Mascarene Islands. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 131:263-284.
43. Durães, E. R.; de Paula, J. A.; Naves, P. L. 2015. Gênero *Psidium*: aspectos botânicos, composição química e potencial farmacológico. *Revista Processos Químicos*. 9(17):33-40.
44. Durán, A. 1991. *Los suelos del Uruguay*. Montevideo, Hemisferio Sur. 398 p.
45. Feippe, A.; Ibanez, F.; Calistro, P.; Zoppolo, R.; Vignale, B. 2010. Uruguayan native fruits provide antioxidant phytonutrients and potential health benefits. *Acta Horticulturae*. no. 918:443-448.
46. Fiaschi, P.; Pirani, J. R. 2009. Review of plant biogeographic studies in Brazil. *Journal of Systematics and Evolution*. 47(5):477-496.
47. Galho, A. S.; Lopes, N. F.; Bacarin, M. A.; Lima, M. D. G. D. S. 2007. Composição química e respiração de crescimento em frutos de *Psidium Cattleianum* sabine durante o ciclo de desenvolvimento. *Revista Brasileira de Fruticultura* 29(1):61-66.
48. Gentry, A. H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 75(1):1-34.
49. Gianoli, E. 2004. Plasticidad fenotípica adaptativa en plantas. In: Cabrera, M. ed. *Fisiología ecológica en plantas: mecanismos y respuestas al estrés en los ecosistemas*. Valparaíso, Chile, Universidad de Concepción. Departamento de Botánica. pp. 13-25.

50. Gogosz, A. M.; Boeger, M. R. T. 2019. Functional morphology of subtropical tree seedlings in southern Brazil. *Rodriguésia*. 70:p. irr.
51. Gomes, G. C.; Gomes, J. C. C.; da Cunha, L. F. 2010. Produtividade do araçá-amarelo (*Psidium cattleianum* L.) em sistema de produção ecológico aos seis anos da implantação. In: Encontro de Iniciação Científica e Pós Graduação da EMBRAPA Clima Templado (3°. , 2010, Pelotas). Resúmenes. Pelotas, Brasil, EMBRAPA Clima Templado. s.p.
52. Google Earth. s.f. Google Earth Pro: imágenes satelitales de los bosques bajo estudio, localizados en los departamentos de Cerro Largo, Treinta y Tres y Rocha, Uruguay. (en línea). s.l. s.p. Consultado nov. 2020. Disponible en <https://www.google.es/earth/download/gep/agree.html>
53. Grela, I.; Brussa, C. 2003. Relevamiento florístico y análisis comparativo de comunidades arbóreas de Sierra de Ríos (Cerro Largo-Uruguay). *Agrociencia* (Montevideo). 7(2):11-26.
54. _____. 2004. Geografía florística de especies arbóreas de Uruguay: propuesta para la delimitación de dendrofloras. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. Montevideo, Uruguay. PEDECIBA. 95 p.
55. Haretche, F.; Mai, P.; Brazeiro, A. 2012. Woody flora of Uruguay: inventory and implication within the Pampean region. *Acta Botánica Brasilica*. 26(3):537-552.
56. Hernández-Verdugo, S.; Porras, F.; Pacheco-Olvera, A.; López-España, R. G.; Villarreal-Romero, M.; Parra-Terraza, S.; Osuna Enciso, T. 2012. Caracterización y variación ecogeográfica de poblaciones de Chile (*Capsicum annuum* var. *glabrusculum*) silvestre del Noroeste de México. *Polibotánica*. no. 33:175-191.
57. Huenneke, L. F.; Vitousek, P. M. 1990. Seedling and clonal recruitment of the invasive tree *Psidium cattleianum*: implications for management of native Hawaiian forests. *Biological Conservation*. 53(3):199-211.
58. Huxley, J. S. 1939. Clines: an auxiliary method in taxonomy. *Bijdragen tot de Dierkunde*. 27(1):491-520.
59. Janzen, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist*. 104(940):501-528.

60. Jolochin, G. 2008. Revisión de Myrtaceae Dans. de la flora uruguaya. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 201 p.
61. Jurinitz, C. F.; Jarenkow, J. A. 2003. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil. *Brazilian Journal of Botany*. 26(4):475-487.
62. Justo, C.; Lucas, C. 2018. Bases para una evaluación del estado de condición del bosque ribereño en la cuenca del río Queguay (Paysandú, Uruguay). In: Brazeiro, A. ed. Recientes avances en investigación para la gestión y conservación del bosque nativo de Uruguay. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. Facultad de Ciencias/MGAP/BMEL. pp. 67-69.
63. Kaplán, A.; Labella S.; Rucks L.; Durán A. 1997. Manual para la descripción e interpretación del perfil del suelo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 69 p.
64. Koblíva, L.; Hroneš, M.; Koutecký, P.; Štech, M.; Trávníček, B. 2016. *Symphytum tuberosum* complex in central Europe: cytogeography, morphology, ecology and taxonomy. *Preslia*. 88(1):77-112.
65. Koske, R.; Gemma, J. 2006. Arbuscular Mycorrhizae Effects on Growth of Two Hawaiian Species: indigenous *Osteomeles anthyllidifolia* (Rosaceae) and Invasive *Psidium cattleianum* (Myrtaceae). *Pacific Science*. 60(4):471-482.
66. Krushelnycky, P. D.; Felts, J. M.; Robichaux, R. H.; Barton, K. E.; Litton, C. M.; Brown, M. D. 2020. Clinal variation in drought resistance shapes past population declines and future management of a threatened plant. *Ecological Monographs*. 90(1):1-22.
67. Lee, L. S.; Brooks, L. O.; Homer, L. E.; Rossetto, M.; Henry, R. J.; Baverstock, P. R. 2002. Geographic variation in the essential oils and morphology of natural populations of *Melaleuca alternifolia* (Myrtaceae). *Biochemical Systematics and Ecology*. 30(4):343-360.
68. Legrand, D. 1936. Las Mirtáceas de Uruguay. *Anales del Museo de Historia Natural de Montevideo*. Serie 2. no. 11. 71 p.
69. _____. 1968. Las Mirtáceas del Uruguay, III. Facultad de Agronomía (Montevideo). *Boletín* no. 101. 80 p.

70. Lewu, F. B.; Grierson, D. S.; Afolayan, A. J. 2007. Morphological diversity among accessions of *Pelargonium sidoides* DC. in the Eastern Cape, South Africa. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 54(1):1-6.
71. Lieberman, M.; Lieberman, D.; Hartshorn, G. S.; Peralta, R. 1985. Small-scale altitudinal variation in lowland wet tropical forest vegetation. *The Journal of Ecology*. 73(2):505-516.
72. Loures, L.; Carvalho, D. A. D.; Machado, E. L. M.; Marques, J. J. G. D. S. 2007. Florística, estrutura e características do solo de um fragmento de floresta paludosa no sudeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 21(4):885-896.
73. Lozano, V. V.; Vélez, L. F. O.; Rojano, B. A. 2013. Cambios en la actividad antioxidante durante el desarrollo de frutos de *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae). *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín* 66(1):6939-6947.
74. Machado, A. P.; González, H. A. 2016. Estudio fitosociológico de un bosque de quebradas en la cañada Yerba Sola, Cerro Largo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 87 p.
75. Machado, R. M. 2016. Distribuição geográfica e análise cariotípica de citótipos de *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae). Tesis Maestría en Biología Vegetal. Campinas, Brasil. Universidad Estatal de Campinas. 91 p.
76. Manning, J. T.; Dickson, D. P. E. 1986. Asexual reproduction, polyploidy and optimal mutation rates. *Journal of Theoretical Biology*. 118(4):485-489.
77. Mansyah, E.; Muas, I.; Jawal, M. A. S.; Sobir, R. P. 2010. Morphological variability of apomictic mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) in Indonesia: morphological evidence of natural populations from Sumatra and Java. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. 42(1):1-8.
78. MAP. CONEAT (Ministerio de Agricultura y Pesca. Comisión Nacional de Estudio Agroeconómico de la Tierra, UY). 1979. Índices de productividad grupos CONEAT. Montevideo. 167 p.

79. _____. DSF (Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Fertilizantes, UY). 1979. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: descripción de las unidades de suelos. Montevideo. t. 3, 452 p.
80. Matteucci, S. D.; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, D. C., OEA. 77 p. (Serie Biología no. 22).
81. MGAP. DGF (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección General Forestal, UY). 2018. Cartografía forestal 2018. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado oct. 2020. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/resultados-cartografia-forestal-nacional-2018>
82. MIEM. DINAMIGE (Ministerio de Industria Energía y Minería. Dirección Nacional de Minería y Geología, UY). 2012. Unidades geológicas color y trama. Montevideo. Esc. 1:500.000. Color.
83. Moreno, C. E. 2000. Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza, CYTED/UNESCO.ORCYT/SEA. v.1, 84 p. (M&T–Manuales y Tesis SEA).
84. Morrone, J. 2001. Biogeografía de América Latina y el Caribe. Zaragoza, CYTED/UNESCO.ORCYT/SEA. v.3, 148 p. (M&T–Manuales y Tesis SEA).
85. Morton, J. F. 1987. Fruits of warm climates. Miami, FL, Creative Resource Systems. s.p.
86. Nooryazdan, H.; Serieys, H.; Baciliéri, R.; David, J.; Bervillé, A. 2010. Structure of wild annual sunflower (*Helianthus annuus* L.) accessions based on agro-morphological traits. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 57(1):27-39.
87. Otto, S. P.; Whitton, J. 2000. Polyploid incidence and evolution. *Annual Review of Genetics*. 34(1):401-437.
88. _____. 2007. The evolutionary consequences of polyploidy. *Cell*. 131(3):452-462.
89. Pezoa, A. 2001. Estrategias de conservación de la diversidad biológica. In: Squeo, F.; Arancio, G.; Gutiérrez, J. eds. Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación. La Serena, Universidad de la Serena. pp. 273-280.

90. Piaggio, M.; Delfino, L. 2009. Florística y fitosociología de un bosque fluvial en Minas de Corrales, Rivera, Uruguay. *Iheringia. Série Botânica*. 64(1):45-51.
91. Presidencia de la República. IDE, UY. 2019. Información geográfica. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado oct. 2020. Disponible en <https://www.gub.uy/infraestructura-datos-espaciales/geoservicios>
92. Raseira, M.; Raseira, A. 1996. Contribuição ao estudo do araçazeiro, *Psidium cattleianum*. Pelotas, EMBRAPA. CPACT. 95 p.
93. Raven, P. 1975. The Bases of Angiosperm Phylogeny: cytology. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 62(3):724-764.
94. Rivera, Y.; Moreno, L.; Herrera, M.; Romero, H. M. 2016. La toxicidad por aluminio (Al³⁺) como limitante del crecimiento y la productividad agrícola: el caso de la palma de aceite. *Palmas*. 37(1):11-23
95. Salimon, C. I.; Negrelle, R. R. 2001. Natural regeneration in a quaternary coastal plain in southern Brazilian Atlantic Rain forest. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 44(2):155-163.
96. Schifino-Wittmann, M. 2004. Poliploidia e seu impacto na origem e evolução das plantas silvestres e cultivadas. *Agrociência*. 10(2):151-157.
97. Sobral, M. 2003. A família Myrtaceae no Rio Grande do Sul. São Leopoldo, Unisinos. 215 p.
98. _____; Jarenkow, J. A.; Brack, P.; Irgang, B.; Larocca, J.; Rodrigues, R. 2006. Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul. São Carlos, RiMa. 350 p.
99. Souza-Peréz, M.; Speroni, G. 2017. New apomictic pathway in Myrtaceae inferred from *Psidium cattleianum* female gametophyte ontogeny. *Flora*. 234:34-40.
100. Speroni, G.; Mazzella, C.; Vignale, C.; Pritsch, C.; Cabrera, D.; Bonifacino, M.; Quezada, M.; Silva, M. P.; Jolochin, G.; Tardáguila, A.; Gaiero, P.; Millán, C.; Trujillo, C. 2012. Estudios biológicos y taxonómicos en la especie frutal nativa *Psidium cattleianum* (Myrtaceae). In: Encuentro Nacional sobre Frutos Nativos (6^o.,

2012, Las Brujas, Canelones, UY). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 23-35 (Actividades de Difusión no. 679).

101. _____.; _____.; Pritsch, C.; Bonifacino, M.; Vaio, M.; Souza-Pérez, M.; Vásquez, S.; González, S.; Millán, C.; Trujillo, C.; Quezada, M.; Raffo, M.; Scaltritti, J.; Cazzullo, Y.; Bernal, J.; Borges, A.; Vignale, B.; Cabrera, D. 2015. Avances en los estudios sobre Arazá. In: Encuentro Nacional sobre Frutos Nativos (7º., Colonia, UY). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 1-7 (Actividades de Difusión no. 745).
102. _____.; _____.; _____.; _____.; _____.; _____.; _____.; Da Luz, C.; Trujillo, C.; Núñez, E.; González, M.; Astigarraga, L.; Machado, G.; Borges, A.; Vignale, B.; Cabrera, D. 2017. ¿Cuánto conocemos del arazá en Uruguay y sus poblaciones silvestres? In: Encuentro Nacional de Frutos Nativos (8º., 2017, Rocha, UY). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 6-12 (Actividades de Difusión no. 772).
103. _____.; Vignale, B.; Cabrera, D. 2018. Arazá. s.l., PROCISUR. 19 p.
104. Staggemeier, V. G.; Cazetta, E.; Morellato, L. P. C. 2017. Hyperdominance in fruit production in the Brazilian Atlantic rain forest: the functional role of plants in sustaining frugivores. *Biotropica*. 49(1):71-82.
105. Thompson, S. L.; Ritland, K. 2006. A novel mating system analysis for modes of self-oriented mating applied to diploid and polyploid arctic *Easter daisies* (*Townsendia hookeri*). *Heredity*. 97(2):119-126.
106. Tng, D. Y.; Goosem, M. W.; Paz, C. P.; Preece, N. D.; Goosem, S.; Fensham, R. J.; Laurance, S. G. 2016. Characteristics of the *Psidium cattleianum* invasion of secondary rainforests. *Austral Ecology*. 41(4):344-354.
107. Toranza, C.; Haretche, F.; Brazeiro, A. 2018. Distribución y diversidad del bosque serrano en Uruguay. In: Brazeiro, A. ed. Recientes avances en investigación para la gestión y conservación del bosque nativo de Uruguay. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. Facultad de Ciencias/MGAP/BMEL. pp. 59-62.

108. Trindade, M. D. G.; Chaves, L. J. 2005. Genetic structure of natural *Eugenia dysenterica* DC (Myrtaceae) populations in northeastern Goiás, Brazil, accessed by morphological traits and RAPD markers. *Genetics and Molecular Biology*. 28(3):407-413.
109. Usberti Jr, J. A.; Jain, S. K. 1978. Variation in *Panicum maximum*: a comparison of sexual and asexual populations. *Botanical Gazette*. 139(1):112-116.
110. USDA (United States Department of Agriculture, US). 1999. Soil Quality Test Kit Guide. Washington, D. C. 82 p.
111. Vasconcelos, T. N.; Proença, C. E.; Ahmad, B.; Aguilar, D. S.; Aguilar, R.; Amorim, B. S.; Campbell, K.; Costa, I. R.; De-Carvalho, P.S.; Faria, J.; Giarretta, A.; Kooij, P. W.; Lima, D. F.; Mazine, F.F.; Peguero, B.; Prenner, G.; Santos, M. F. Soewarto, J.; Wingler, A.; Lucas, E. J. 2017. Myrteae phylogeny, calibration, biogeography and diversification patterns: increased understanding in the most species rich tribe of Myrtaceae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 109:113-137.
112. Vázquez, S. 2014. *Psidium cattleyanum* Sabine y *Acca sellowiana* (Berg.) Burret (Myrtaceae): caracterización cromosómica y cariotípica en poblaciones silvestres y genotipos seleccionados en programas nacionales del mejoramiento. Lic. en Ciencias Biológicas. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Ciencias. 86 p.
113. Vignale, B.; Cabrera, D.; Rodríguez, P.; Machado, G. 2016. Selección de frutales nativos en Uruguay. *Horticultura Argentina*. 35(87):19-29.
114. Watkins Jr, J. E.; Mack, M. C.; Sinclair, T. R.; Mulkey, S. S. 2007. Ecological and evolutionary consequences of desiccation tolerance in tropical fern gametophytes. *New Phytologist*. 176(3):708-717.
115. Whitton, J.; Sears, C. J.; Baack, E. J.; Otto, S. P. 2008. The dynamic nature of apomixis in the angiosperms. *International Journal of Plant Sciences*. 169(1):169-182.
116. Wikler, C. 2007. Problemática do Araçazeiro como planta invasora. In: Pedrosa-Macedo, J. H.; DalMolin, A.; Smith, C. W. orgs. O

Araçazeiro: ecologia e controle biológico. Curitiba, Brasil, FUPEF do Paraná. pp. 7-18.

9. ANEXOS

9.1. ANEXO 1. RESULTADOS DE LA VARIABILIDAD FLORÍSTICA Y DIVERSIDAD ARBÓREA

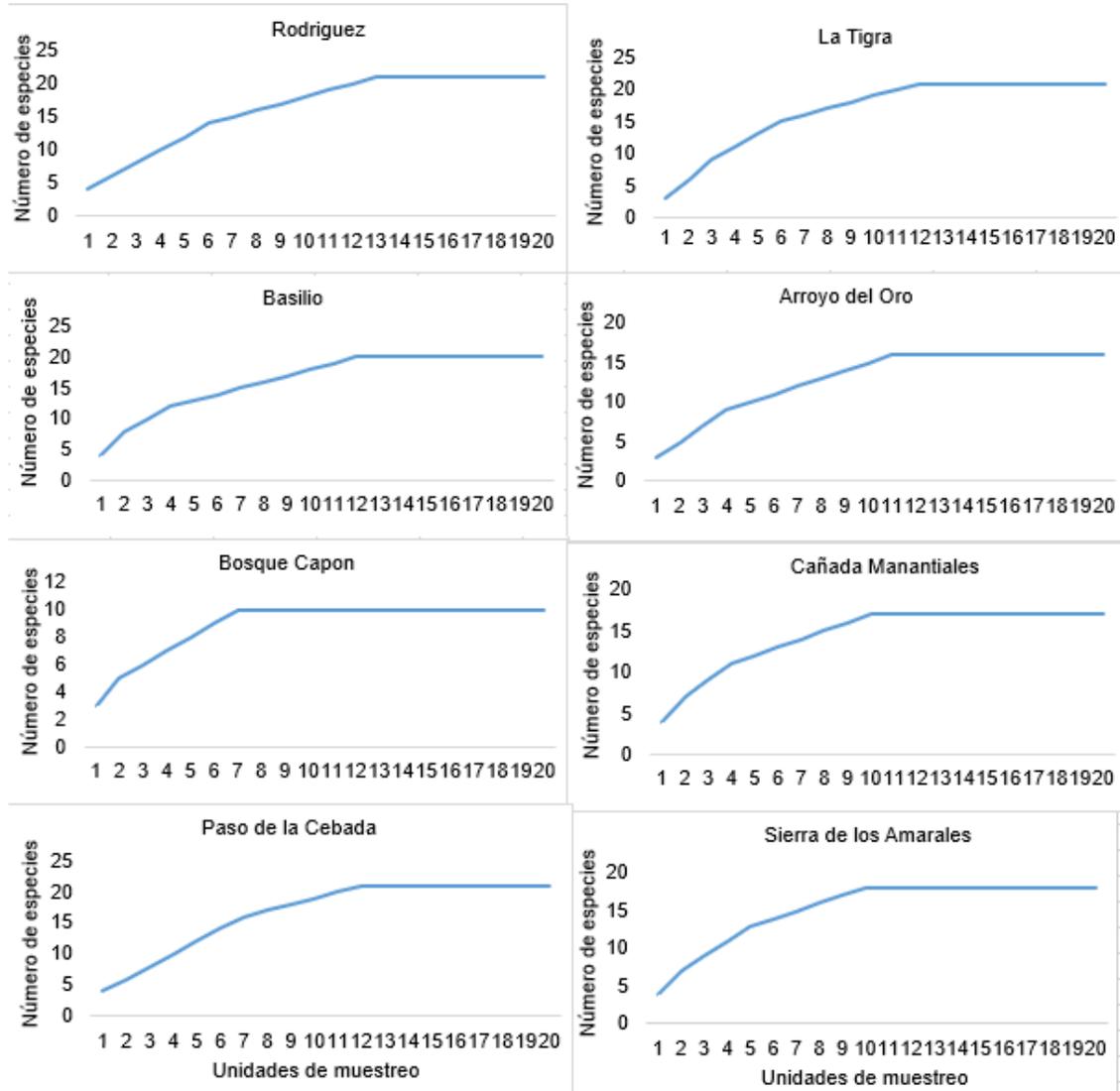


Figura 1. Curva de acumulación de especies para cada uno de los bosques donde se distribuye *Psidium cattleyanum* muestreados en este estudio

Tabla 1. Densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa e índice de valor de importancia (IVI) de las especies en cada uno de los bosques donde se distribuye *Psidium cattleianum* muestreados en este estudio

Especie	Densidad	Frecuencia	Cobertura	IVI
Bosque 1: Rodríguez. Depto. Cerro Largo				
<i>Myrsine coriácea</i>	0,213	0,162	0,153	0,528
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,075	0,074	0,327	0,476
<i>Casearia decandra</i>	0,163	0,162	0,059	0,384
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	0,075	0,088	0,032	0,195
<i>Psidium cattleianum</i>	0,063	0,074	0,031	0,167
<i>Styrax leprosus</i>	0,063	0,059	0,027	0,149
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	0,025	0,029	0,074	0,129
<i>Citronella gongonha</i>	0,038	0,044	0,043	0,125
<i>Cupania vernalis</i>	0,025	0,029	0,053	0,107
<i>Erythrina crista-galli</i>	0,013	0,015	0,066	0,093
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,038	0,029	0,025	0,092
<i>Escallonia bífida</i>	0,038	0,044	0,010	0,091
<i>Allophylus edulis</i>	0,038	0,044	0,006	0,088
<i>Symplocos uniflora</i>	0,025	0,029	0,024	0,079
<i>Nectandra megapotamica</i>	0,025	0,029	0,013	0,068
<i>Eugenia uruguayensis</i>	0,025	0,015	0,021	0,061
<i>Zanthoxylum sp.</i>	0,013	0,015	0,019	0,046
<i>Vitex megapotamica</i>	0,013	0,015	0,007	0,034
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,013	0,015	0,003	0,030
<i>Aegiphila hassleri</i>	0,013	0,015	0,003	0,030
<i>Sapium glandulosum</i>	0,013	0,015	0,002	0,029
Bosque 2: La Tigra. Depto. Cerro Largo				
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,150	0,134	0,110	0,394
<i>Casearia decandra</i>	0,150	0,134	0,065	0,349
<i>Citronella gongonha</i>	0,088	0,090	0,148	0,325
<i>Psidium cattleianum</i>	0,125	0,105	0,044	0,274
<i>Myrsine laetevirens</i>	0,075	0,045	0,098	0,218
<i>Casearia sylvestris</i>	0,050	0,060	0,089	0,198
<i>Vitex megapotamica</i>	0,038	0,045	0,083	0,165
<i>Symplocos uniflora</i>	0,013	0,015	0,108	0,136
<i>Xylosma tweediana</i>	0,038	0,045	0,040	0,123
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,038	0,045	0,029	0,111
<i>Allophylus edulis</i>	0,038	0,045	0,026	0,108
<i>Myrcianthes gigantea</i>	0,025	0,030	0,048	0,103
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	0,038	0,045	0,012	0,094
<i>Eugenia uruguayensis</i>	0,038	0,045	0,004	0,086

Especie	Densidad	Frecuencia	Cobertura	IVI
Bosque 2: La Tigra. Depto. Cerro Largo				
<i>Lithraea brasiliensis</i>	0,013	0,015	0,045	0,073
<i>Myrsine coriácea</i>	0,013	0,015	0,036	0,064
<i>Styrax leprosus</i>	0,025	0,030	0,003	0,058
<i>Tripodanthus acutifolius</i>	0,013	0,015	0,005	0,032
<i>Cestrum strigilatum</i>	0,013	0,015	0,004	0,032
<i>Scutia buxifolia</i>	0,013	0,015	0,002	0,030
<i>Nectandra megapotamica</i>	0,013	0,015	0,001	0,029
Bosque 3: Basilio. Depto. Cerro Largo.				
<i>Myrceugenia glaucescens</i>	0,225	0,200	0,218	0,643
<i>Scutia buxifolia</i>	0,063	0,057	0,350	0,470
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	0,150	0,171	0,045	0,367
<i>Xylosma tweediana</i>	0,113	0,114	0,023	0,250
<i>Lithraea brasiliensis</i>	0,050	0,057	0,070	0,178
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,075	0,057	0,045	0,177
<i>Myrsine coriacea</i>	0,038	0,043	0,095	0,176
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>	0,063	0,043	0,021	0,126
<i>Allophylus edulis</i>	0,050	0,057	0,012	0,119
<i>Citronella gongonha</i>	0,013	0,014	0,045	0,072
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,025	0,029	0,006	0,060
<i>Ocotea acutifolia</i>	0,013	0,014	0,033	0,060
<i>Psidium cattleianum</i>	0,025	0,029	0,003	0,057
<i>Styrax leprosus</i>	0,025	0,029	0,003	0,057
<i>Myrceugenia euosma</i>	0,013	0,014	0,010	0,036
<i>Myrsine laetevirens</i>	0,013	0,014	0,008	0,035
<i>Schinus ferox</i>	0,013	0,014	0,006	0,033
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0,013	0,014	0,003	0,030
<i>Myrrhinium atropurpureum var.</i>	0,013	0,014	0,002	0,029
<i>Octandrum</i>				
<i>Celtis iguanaea</i>	0,013	0,014	0,001	0,028
Bosque 4: Paso de la Cebada. Depto. Treinta y Tres.				
<i>Psidium cattleianum</i>	0,263	0,210	0,143	0,615
<i>Escallonia bifida</i>	0,100	0,081	0,268	0,449
<i>Xylosma schroederi</i>	0,113	0,065	0,094	0,271
<i>Myrsine coriacea</i>	0,050	0,065	0,132	0,246
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,050	0,065	0,097	0,212
<i>Myrceugenia euosma</i>	0,075	0,097	0,031	0,202
<i>Prunus subcoriacea</i>	0,050	0,048	0,082	0,180
<i>Myrrhinium atropurpureum var.</i>				
<i>Octandrum</i>	0,050	0,065	0,016	0,131
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>	0,025	0,032	0,050	0,107

Especie	Densidad	Frecuencia	Cobertura	IVI
Bosque 4: Paso de la Cebada. Depto. Treinta y Tres.				
<i>Daphnopsis racemosa</i>	0,038	0,048	0,015	0,101
<i>Scutia buxifolia</i>	0,025	0,032	0,019	0,077
<i>Styrax leprosus</i>	0,025	0,032	0,012	0,069
<i>Allophylus edulis</i>	0,025	0,032	0,009	0,067
<i>Lithraea brasiliensis</i>	0,025	0,016	0,005	0,046
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0,013	0,016	0,015	0,043
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,013	0,016	0,008	0,037
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	0,013	0,016	0,002	0,031
<i>Radlkoferotoma cistifolium</i>	0,013	0,016	0,002	0,030
<i>Berberis laurina</i>	0,013	0,016	0,002	0,030
<i>Cephalanthus glabratus</i>	0,013	0,016	0,000	0,029
Bosque 5: Cañada Manantiales. Depto. Treinta y Tres.				
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,238	0,194	0,278	0,709
<i>Scutia buxifolia</i>	0,100	0,129	0,247	0,476
<i>Guettarda uruguensis</i>	0,163	0,129	0,132	0,424
<i>Myrsine párvula</i>	0,075	0,081	0,112	0,268
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,088	0,097	0,065	0,250
<i>Dodonaea viscosa</i>	0,113	0,081	0,038	0,231
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	0,038	0,048	0,065	0,151
<i>Psidium cattleyanum</i>	0,038	0,048	0,003	0,089
<i>Lithraea brasiliensis</i>	0,025	0,032	0,020	0,078
<i>Myrceugenia euosma</i>	0,025	0,032	0,001	0,058
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> var.				
<i>Octandrum</i>	0,025	0,032	0,001	0,058
<i>Allophylus edulis</i>	0,013	0,016	0,022	0,051
<i>Eugenia uniflora</i>	0,013	0,016	0,008	0,037
<i>Xylosma tweediana</i>	0,013	0,016	0,003	0,032
<i>Myrsine coriácea</i>	0,013	0,016	0,002	0,031
<i>Schinus longifolius</i>	0,013	0,016	0,001	0,030
<i>Lithraea molleoides</i>	0,013	0,016	0,001	0,029
Bosque 6: Arroyo del Oro. Depto. Treinta y Tres.				
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,213	0,153	0,259	0,624
<i>Allophylus edulis</i>	0,175	0,153	0,186	0,514
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,100	0,102	0,100	0,301
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	0,100	0,119	0,067	0,286
<i>Scutia buxifolia</i>	0,088	0,102	0,021	0,210
<i>Citharexylum montevidense</i>	0,025	0,017	0,162	0,204
<i>Lithraea brasiliensis</i>	0,038	0,051	0,065	0,153
<i>Psidium cattleyanum</i>	0,063	0,068	0,016	0,146
<i>Vitex megapotamica</i>	0,038	0,051	0,051	0,140

Especie	Densidad	Frecuencia	Cobertura	IVI
Bosque 6: Arroyo del Oro. Depto. Treinta y Tres.				
<i>Styrax leprosus</i>	0,050	0,068	0,018	0,136
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> var.				
<i>Octandrum</i>	0,038	0,034	0,007	0,078
<i>Myrsine párvula</i>	0,013	0,017	0,016	0,045
<i>Celtis tala</i>	0,025	0,017	0,002	0,044
<i>Citronella gongonha</i>	0,013	0,017	0,014	0,044
<i>Prunus subcoriacea</i>	0,013	0,017	0,010	0,040
<i>Zanthoxylum hyemale</i>	0,013	0,017	0,005	0,034
Bosque 7: Bosque Capón. Depto. Treinta y Tres.				
<i>Myrsine parvula</i>	0,425	0,340	0,343	1,108
<i>Citronella gongonha</i>	0,350	0,300	0,415	1,065
<i>Sapium glandulosum</i>	0,063	0,100	0,162	0,325
<i>Psidium cattleianum</i>	0,063	0,100	0,008	0,170
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,025	0,040	0,031	0,096
<i>Lithraea brasiliensis</i>	0,025	0,040	0,031	0,096
<i>Lithraea molleoides</i>	0,013	0,020	0,006	0,038
<i>Xylosma tweediana</i>	0,013	0,020	0,003	0,035
<i>Cephalanthus glabratus</i>	0,013	0,020	0,002	0,034
<i>Escallonia bífida</i>	0,013	0,020	0,001	0,033
Bosque 8: Sierra de los Amarales. Depto. Rocha.				
<i>Lithraea brasiliensis</i>	0,188	0,145	0,136	0,469
<i>Myrsine coriacea</i>	0,138	0,129	0,162	0,429
<i>Allophylus edulis</i>	0,163	0,145	0,080	0,388
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	0,100	0,113	0,086	0,299
<i>Scutia buxifolia</i>	0,050	0,048	0,139	0,237
<i>Myrceugenia glaucescens</i>	0,088	0,113	0,032	0,233
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0,063	0,065	0,095	0,222
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (s/m)	0,013	0,016	0,173	0,202
<i>Psidium cattleianum</i>	0,038	0,048	0,021	0,107
<i>Lantana cámara</i>	0,038	0,032	0,007	0,076
<i>Celtis tala</i>	0,025	0,032	0,006	0,063
<i>Zanthoxylum</i> sp.	0,013	0,016	0,031	0,060
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,025	0,016	0,014	0,055
<i>Xylosma tweedianum</i>	0,013	0,016	0,008	0,036
<i>Myrsine párvula</i>	0,013	0,016	0,003	0,031
<i>Berberis laurina</i>	0,013	0,016	0,002	0,031
<i>Tripodanthus acutifolius</i>	0,013	0,016	0,002	0,031
<i>Colletia paradoxa</i>	0,013	0,016	0,002	0,031

*s/m: sin muestra

9.2. ANEXO 2. RESULTADOS DE LA VARIABILIDAD DE LOS SUELOS DONDE OCURRE *Psidium cattleianum* f. *lucidum*

Tabla 1. Lista de especies herbáceas dominantes presentes en los bosques donde ocurre *Psidium cattleianum* f. *lucidum* en Uruguay

Especie	C	familia	RO	LT	BA	PC	CM	BC	AO	SA
<i>Galium humile</i> Cham. & Schtdl.	D	Rubiaceae		1						
<i>Prunella vulgaris</i> L.	D	Lamiaceae			1					
<i>Carex sellowiana</i> Schtdl.	M	Cyperaceae	1	1		2	2	5	3	
<i>Carex</i> sp.	M	Cyperaceae						3		
<i>Eleocharis sellowiana</i> Kunth	M	Cyperaceae	1							
<i>Eleocharis</i> sp.	M	Cyperaceae			1					
<i>Juncus imbricatus</i> Laharpe	M	Juncaceae				1	1			1
<i>Amelichloa ambigua</i> (Speg.) Arriaga & Barkworth	M	Poaceae			1					
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.	M	Poaceae			1					
<i>Chusquea tenella</i> Nees	M	Poaceae	1							
<i>Erianthus angustifolius</i> Nees	M	Poaceae					1			
<i>Jarava filifolia</i> (Nees) Ciald.	M	Poaceae				1				
<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P. Beauv.	M	Poaceae	3	2						5
<i>Parodiophyllochloa missiona</i> (Ekman) Zuloaga & Morrone	M	Poaceae	3			1		1		1
<i>Parodiophyllochloa rhizogona</i> (Hack.) Zuloaga & Morrone	M	Poaceae								1
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	M	Poaceae		1	1					1
<i>Paspalum plicatulum</i> Michx.	M	Poaceae				1				
<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi	M	Poaceae				2				

Especie	C	familia	RO	LT	BA	PC	CM	BC	AO	SA
<i>Piptochaetium stipoides</i> (Trin. & Rupr.) Hack. ex Arechav.	M	Poaceae					1			
<i>Polygala adenophylla</i> A. St.- Hil. & Moq.	M	Poaceae			1					
<i>Setaria fiebrigii</i> R.A.W. Herrm.	M	Poaceae				1				
<i>Rumohra adiantiformis</i> (G. Forst.) Ching	P	Dryopteridac eae				2				
<i>Deparia petersenii</i> (Kunze) M.Kato	P	Athyriaceae	1	1						
<i>Blechnum australe</i> auct. non L.	P	Blechnaceae	1							
<i>Neoblechnum brasiliense</i> (Desv.) Gasper & V.A.O. Dittrich	P	Blechnaceae	2							
<i>Adiantum poiretii</i> Wikstr.	P	Pteridaceae							1	

C clasificación, D dicotiledónea, M monocotiledónea, P pteridófito.

Los números hacen referencia a la cantidad de puntos de muestreo en los que aparece cada especie.

9.2.1. Suelo 1

Tabla 2. Perfil del suelo 1 en zona de relieve bajo y pantanoso, en el bosque Rodríguez, Cerro Largo

Ho.	prof. (cm)	color	textura	transición	raíces
A1	0-15	10YR 3/2	FAc	gradual	abundantes
B	1-55	S/D	*S/D	S/D	S/D
C	55+	S/D	S/D		S/D

No hay presencia de revestimientos, moteados ni concreciones en ninguno de los horizontes del perfil. *A partir de los 15 cm comienza un color negro intenso, con textura altamente esponjosa con alto contenido de materia orgánica en descomposición. Prof. Profundidad.

Tabla 3. Perfil del suelo 1 en zona de relieve bajo y pantanoso en el bosque La Tigra, Cerro Largo

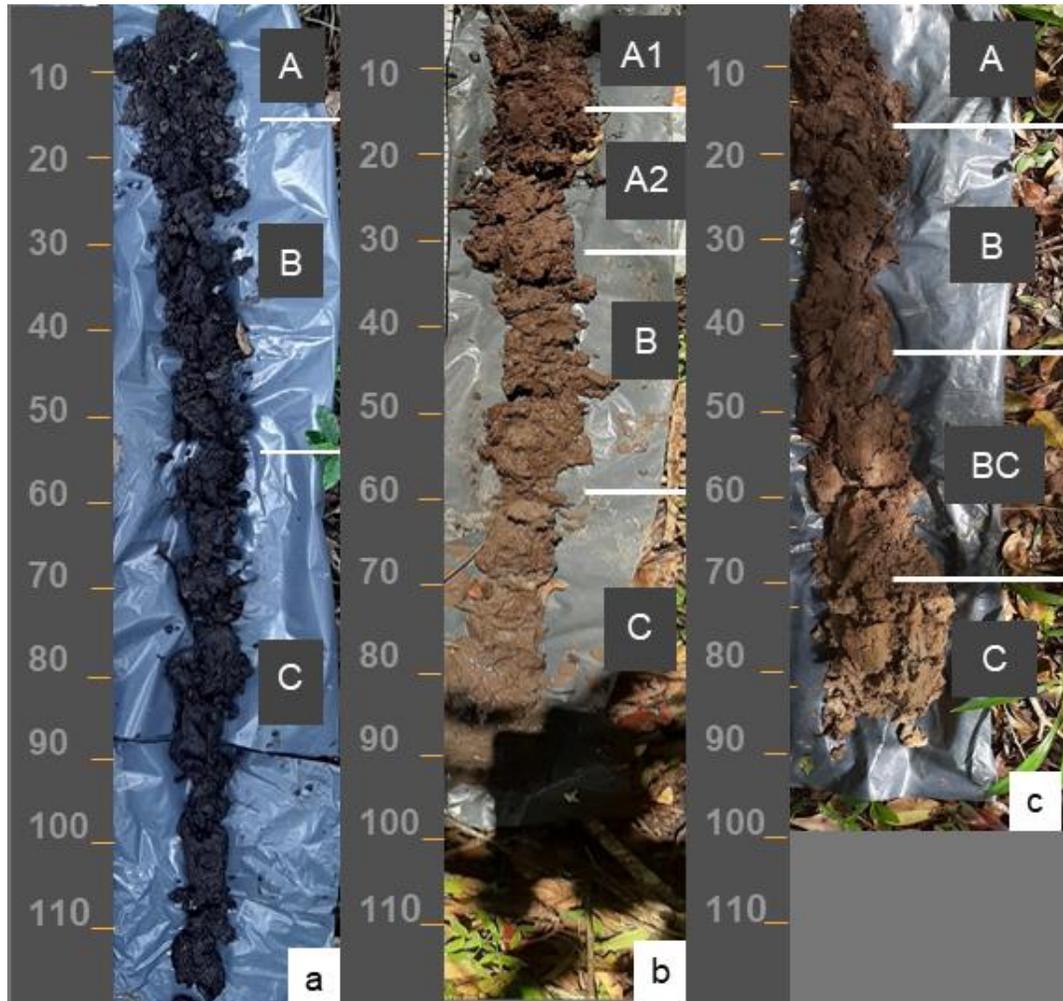
Ho.	prof. (cm)	color	textura	transición	raíces
A1	0-10	10YR 2/2	F	gradual	abundantes
A2	10-23	10YR 2/2	F	gradual	s/d
B	23-45	10YR 2/1	F	gradual	s/d
C	45+	10YR 4/1	FAr		s/d

No hay presencia de revestimientos, concreciones ni moteados en ninguno de los horizontes del perfil. Prof. profundidad.

Tabla 4. Perfil del suelo 1 en zona de ladera alta del bosque La Tigra, Cerro Largo

Ho.	prof. (cm)	color	textura	transición	raíces
A	0-15	10YR 2/2	FAcAr	gradual	abundantes
B	15-40	10YR 3/2	FAcAr	gradual	comunes
BC	40-65	7.5YR 4/3	FAcAr	gradual	comunes
C	65+	10YR 5/4	Ar		comunes

No hay presencia de revestimientos, concreciones ni moteados en ninguno de los horizontes del perfil. Prof. profundidad.



a- Suelo 1 en la zona baja de Rodríguez, b- suelo 1 en la zona baja de La Tigra, c- suelo 1 en la zona alta de La Tigra.

Figura 1. Perfiles del suelo 1 en los distintos bosques donde se distribuye *Psidium cattleyanum*

9.2.2. Suelo 2

Tabla 5. Perfil del suelo 2 en la zona alta del bosque Rodríguez, Cerro Largo

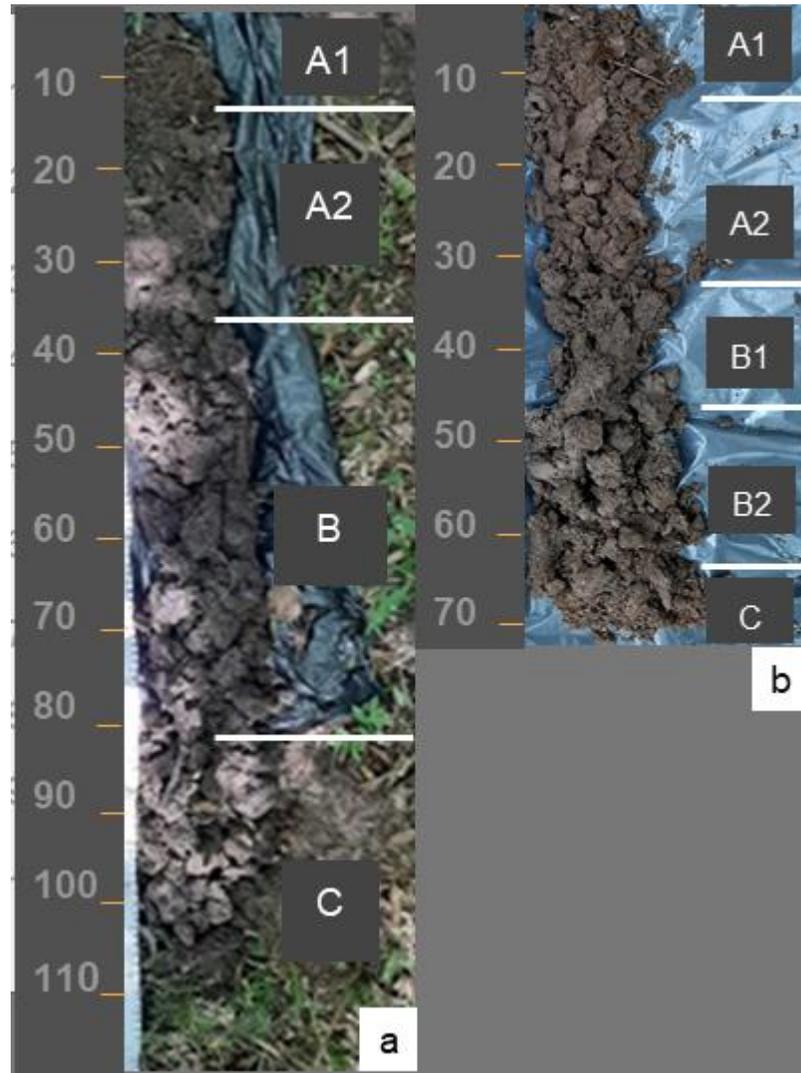
Ho.	prof. (cm)	color	textura	transición	moteados	raíces
A1	0-10	10YR 3/2	Ac	clara		abundantes
A2	10-30	10YR 3/2	Ac	gradual		abundantes
B1	30-42	10YR 3/1	Ac	gradual		comunes
B2	42-60	10YR 4/2	FAC	gradual		comunes
C	60+	10YR 4/3	FAC		2 a 20 %, 2 – < 5 mm, 5YR 5/8	comunes

No hay presencia de revestimientos, ni concreciones en ninguno de los horizontes del perfil.

Tabla 6. Perfil del suelo 2 en bosque Cañada Manantiales, Treinta y Tres

Ho.	prof. (cm)	color	textura	transición	moteados	raíces
A1	0-12	10 YR 3/2	FACAr	clara	-	abundantes
A2	12-36	10 YR 4/2	FACAr	gradual	-	abundantes
B	36-82	10 YR 3/1	AcAr	clara	2 a 20 %, 2 – < 5 mm, 7.5 YR 5/8	comunes
C	82+	7.5 YR 3/1	AcAr		2 a 20 %, 2 – < 5 mm, 7.5 YR 5/8	comunes

No hay presencia de revestimientos ni concreciones en ninguno de los horizontes del perfil.



a- Suelo 2 en zona alta del relieve en Rodríguez, b- suelo 2 en Cañada Manantiales.

Figura 2. Perfiles del suelo 2 en los distintos bosques donde se distribuye *Psidium cattleianum*

9.2.3. Suelo 3

Tabla 7. Perfil del suelo 3 en bosque Basilio, Cerro Largo

Ho.	prof. (cm)	color	textura	transición	Raíces
A1	0-9	7.5YR 2.5/1	FAcAr	clara	abundantes
A2	9-63	7.5YR 3/3	FAcAr	clara	comunes
C	63+	10YR 2/1	Ar gv		

No hay presencia de revestimientos, concreciones ni moteados en ninguno de los horizontes del perfil.

Tabla 8. Perfil del suelo 3 en bosque Basilio, Cerro Largo

Ho.	prof. (cm)	color	textura	transición	raíces
A1	0-8	7.5YR 2.5/1	AcAr	gradual	abundantes
A2	8-25	7.5YR 2.5/1	FAcAr	clara	comunes
C	25-45	10YR 2/1	AcAr gv		comunes
R	45				

No hay presencia de revestimientos, concreciones ni moteados en ninguno de los horizontes del perfil.

Tabla 9. Perfil del suelo 3 en Paso de la Cebada, Treinta y Tres

ho.	prof. (cm)	color	textura	transición	raíces
A1	0-10	7.5 YR 2.5/2	F	gradual	abundantes
A2	10-40	7.5 YR 3/4	F gv		abundantes
R	40+				

No hay presencia de revestimientos, concreciones ni moteados en ninguno de los horizontes del perfil.

Tabla 10. Perfil del suelo 3 en Cañada Manantiales, Treinta y Tres

Ho.	prof. (cm)	color	textura	transición	moteados	raíces
A1	0-15	7.5YR 3/2	Far	gradual	-	abundantes
A2	15-50	10 YR 4/2	ArF gv	gradual	1 %, 2 - < 5 mm, 7.5 YR 5/8	comunes
C	50+	7.5 YR 3/2	ArF gv		2 a 20 %, 2 - < 5 mm, 7.5 YR 5/8	comunes

No hay presencia de revestimientos ni concreciones en ninguno de los horizontes del perfil.

Tabla 11. Perfil del suelo 3 en Arroyo del Oro, Treinta y Tres

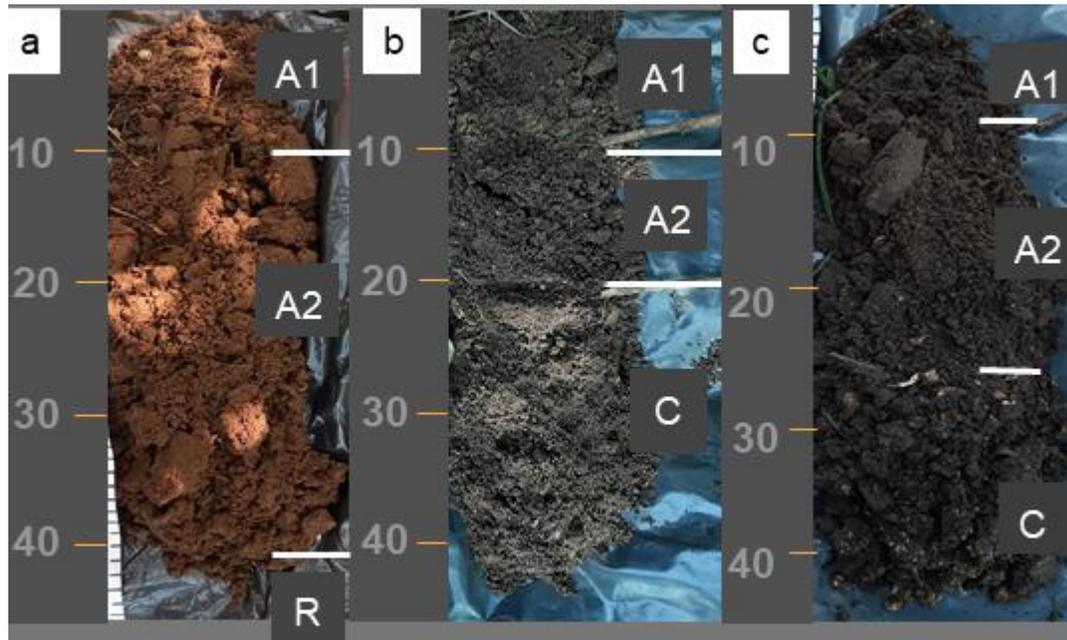
Ho.	prof. (cm)	color	textura	transición	raíces
A1	0-13	10YR 3/2	FACAr	gradual	abundantes
A2	13-50	10YR 3/2	FACAr	gradual	comunes
C	50+	10YR 3/2	Ar		comunes

No hay presencia de revestimientos, concreciones ni moteados en ninguno de los horizontes del perfil.

Tabla 12. Perfil del suelo 3 en Sierra de los Amarales, Rocha

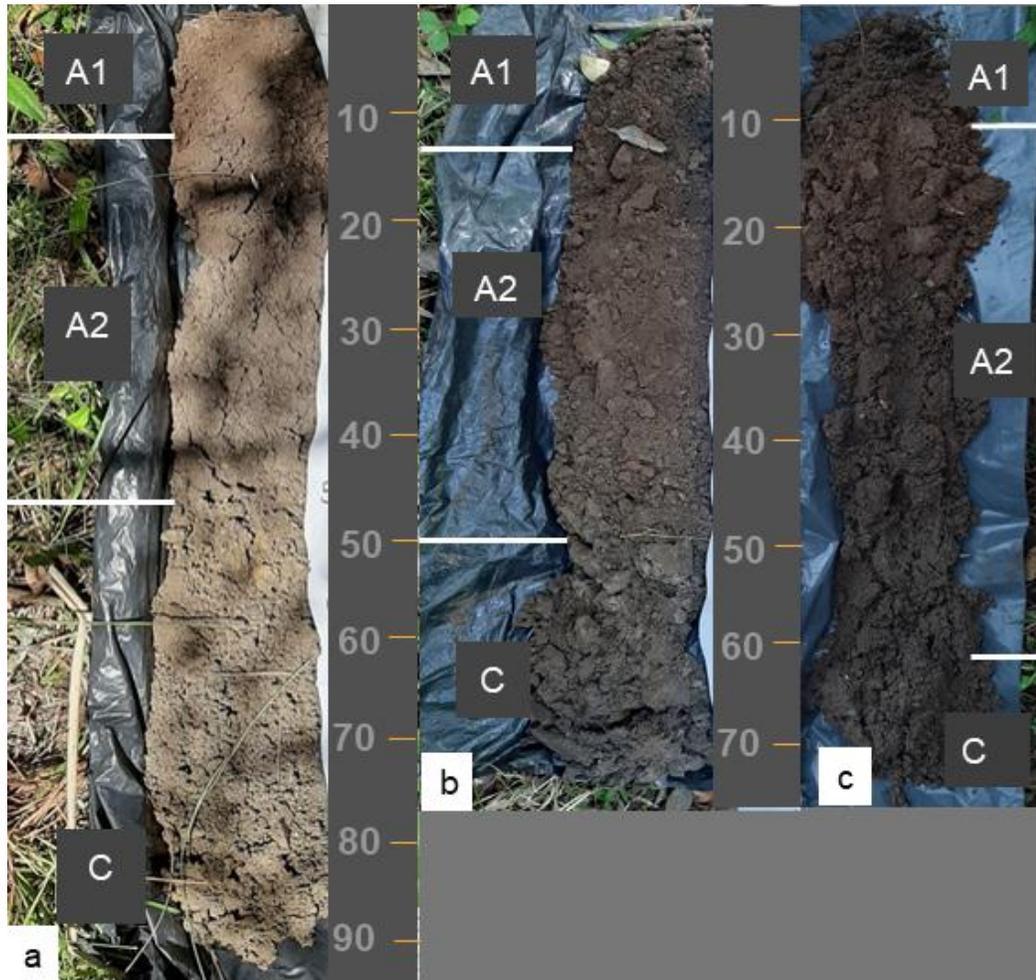
Ho.	prof. (cm)	color	textura	transición	raíces
A1	0-10	10YR 2/2	FcAr	abrupto	presentes
A2	10-20	10YR 2/2	FACAr gv	gradual	presentes
C	20-40	10YR 3/2	ArF gv		presentes
R	40				

No hay presencia de revestimientos, concreciones ni moteados en ninguno de los horizontes del perfil.



a- Suelo 3 en Paso de la Cebada, b- suelo 3 en Sierra de los Amarales, c- suelo 3 en Basilio.

Figura 3. Perfiles superficiales del suelo 3 en los distintos bosques donde se distribuye *Psidium cattleianum*



a- Suelo 3 en Cañada Manantiales, b- suelo 3 en Arroyo del Oro, c- suelo 3 en Basilio.

Figura 4. Perfiles profundos del suelo 3 en los distintos bosques donde se distribuye *Psidium cattleianum*

9.2.4. Suelo 4



Figura 5. Aspecto de la superficie del suelo 4 en Bosque Capón

9.3. ANEXO 3. RESULTADOS DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DE LAS POBLACIONES DE *Psidium cattleianum*

Tabla 1. Autovalores y autovectores del análisis de componentes principales por individuo para los caracteres vegetativos

autovalores				autovectores		
lambda	valor	proporción	prop. acum.	variables	e1	e2
1	3,35	0,48	0,48	LP	0,22	0,40
2	2,4	0,34	0,82	LL	0,48	0,26
3	0,63	0,09	0,91	AL	0,16	0,58
4	0,49	0,07	0,98	PA	0,50	0,21
5	0,1	0,01	1	AB	-0,38	0,33
6	0,03	0	1	AA	-0,35	0,38
7	0	0	1	L/A	0,44	-0,36

Correlación cofenética= 0,963.

Tabla 2. Autovalores y autovectores del análisis de componentes principales por población para los caracteres vegetativos

autovalores				autovectores		
lambda	valor	proporción	prop. acum.	variables	e1	e2
1	3,16	0,45	0,45	LP	0,05	0,51
2	2,91	0,42	0,87	LL	0,37	0,40
3	0,69	0,1	0,97	AL	-0,08	0,54
4	0,22	0,03	1	PA	0,44	0,36
5	0,01	0	1	AB	-0,48	0,16
6	0	0	1	AA	-0,38	0,32
7	0	0	1	L/A	0,53	-0,17

Correlación cofenética= 0,991.

Tabla 3. Autovalores y autovectores del análisis de componentes principales por individuo para los caracteres reproductivos

autovalores				autovectores			
lambda	valor	proporción	prop. acum.	variables	e1	e2	e3
1	2,87	0,41	0,41	LPF	-0,15	0,13	0,88
2	1,44	0,21	0,62	CAP	0,45	-0,40	-0,04
3	1,07	0,15	0,77	CLP	0,46	-0,15	0,21
4	0,62	0,09	0,86	ALH	0,42	-0,37	0,01
5	0,48	0,07	0,92	LLH	0,43	0,42	-0,07
6	0,28	0,04	0,96	GLE	0,38	0,23	0,36
7	0,25	0,04	1,00	LBH	0,24	0,66	-0,22

Correlación cofenética= 0,954.

Tabla 4. Autovalores y autovectores del análisis de componentes principales por población para los caracteres reproductivos

autovalores				autovectores		
lambda	valor	proporción	prop. acum.	variables	e1	e2
1	3,6	0,51	0,51	LPF	-0,40	0,06
2	1,93	0,28	0,79	CAP	0,46	-0,34
3	0,79	0,11	0,9	CLP	0,43	0,03
4	0,57	0,08	0,98	ALH	0,42	-0,42
5	0,11	0,02	1	LLH	0,38	0,46
6	0,01	0	1	GLE	0,31	0,22
7	0	0	1	LBH	0,15	0,66

Correlación cofenética= 0,953.