UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

PROSPECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE POBLACIONES SILVESTRES DE *Acca sellowiana* (Berg) Burret. (GUAYABO DEL PAÍS)

por

María PUPPO MACKINNON

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2008

Tesis aprobada por:

Director: ----------
Ing. Agr. (M.Sc.) Mercedes Rivas

Dr. Jorge Franco

Ing. Agr. (M.Sc.) Beatriz Vignale

Fecha: ----------

Autor: ----------
María Puppo Mackinnon

AGRADECIMIENTOS

A la Ing. Agr. Mercedes Rivas, mi tutora y directora de tesis, con quien me inicié en la investigación, por acompañarme tan de cerca, enseñarme y ayudarme en este proceso.

Al Dr. Jorge Franco, por su imprescindible colaboración en este trabajo y por su paciencia.

A la Ing. Agr. Beatriz Vignale, por su interés y gran esfuerzo en conocer más profundamente a los frutales nativos, que hizo posible que esta tesis se realizara.

Al Programa de Desarrollo Tecnológico (PDT) de la Dirección de Innovación, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo del MEC por financiar esta investigación.

A la Intendencia Municipal de Treinta y Tres, especialmente al Sr. Alberto De Michelli, Sr. José Puigdevall y guardaparques de la Quebrada de los Cuervos por el interés y apoyo brindado a este trabajo.

A los Srs. productores rurales Alberto De Michelli, Juan, Nesterlindo, Dario Fros y familia, que nos permitieron ingresar a sus predios para realizar este estudio, y por su interés en conocer, conservar y utilizar la flora nativa.

A Cinthia y Marcela Fros por ser nuestras guías especialistas en encontrar guayabos.

A los Ing. Agr. Andrés Berrutti e Iván Grela y Lic. Carlos Priggioni por el aporte de valiosa información en las etapas iniciales de esta investigación.

A los departamentos de Producción Vegetal y Suelos y Aguas por prestarme las herramientas necesarias para las mediciones.

Al personal de la Biblioteca de la Facultad de Agronomía, especialmente a Miriam y Sully, por el apoyo brindado.

Al Ing. Agr. Nicolás Cunda por su colaboración y buenos momentos compartidos durante los muestreos de este trabajo, y por sus valiosos aportes a la revisión.

A María Morel y Yamandú González por la disposición a compartir su tiempo y colaborar en los muestreos e interminables mediciones.

Al Dr. Néstor Mazzeo y Lic. César Fagúndez por sus muy valiosos aportes a este trabajo.

A la Dra. Lucía Gutiérrez por su interés y apoyo al trabajo.

Al Dr. Mauricio Bonifacino por la facilitación de materiales para la revisión y discusión.

A la Dra. Zohra Bennadji por su apoyo y comprensión.

A los docentes de toda la carrera quienes brindaron sus conocimientos e incrementaron mi interés por la Agronomía.

A mis amigas, Marcela, Mariana, Cecilia y Gina, por estar siempre cerca.

A Lucía, Juanjo y Martín, mis hermanos, que estuvieron rodeados de guayabos todo este tiempo y me ayudaron con las mediciones.

A Sebastián Vilar por ser mi compañero y apoyarme incondicionalmente en todo.

A mis padres, Carmen y Juan José, por permitirme desarrollar mis vocaciones sin prejuicios y apoyarme siempre.

A la familia y amigos.

TABLA DE CONTENIDO

Página
PÁGINA DE APROBACIÓN..... II
AGRADECIMIENTOS..... III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES..... VIII

1 INTRODUCCIÓN……1

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA……3

2.1 LA ESPECIE *Acca sellowiana* (Berg) Burret……..3
2.1.1 Clasificación taxonómica……..3
2.1.2 Descripción botánica……4
2.1.3 Biología reproductiva……5
2.1.4 Centro de diversidad……6
2.1.4.1 Condiciones ambientales……..…6
2.1.4.2 Comunidades vegetales……7
2.1.5 El guayabo como recurso filogenético……...9
2.1.5.1 Antecedentes en la región de origen…….…….. 9
2.1.5.2 Antecedentes fuera de la región de origen……..10
2.2 DIVERSIDAD GENÉTICA……12
2.2.1 Conceptos utilizados……..12
2.2.2 Poblaciones naturales de guayabo……..13
2.2.3 Antecedentes de domesticación y selección……..14
2.2.4 Muestreo de la diversidad genética……15
2.3 DESCRIPTORES……..17
2.3.1 Clasificación de los descriptores……..18
2.3.2 Antecedentes en *A. sellowiana*……19
2.4 CONSERVACIÓN IN SITU……..21
2.4.1 Conservación en áreas protegidas……..22
2.4.2 Conservación fuera de áreas protegidas……24

2.4.3 Estado de conservación del recurso……..24
2.4.3.1 Conservación in situ…..……..25
2.4.3.2 Conservación ex situ…… 26

3 MATERIALES Y MÉTODOS……...28
3.1 ESTRATEGIA DE MUESTREO…….28
3.1.1 Número de poblaciones a muestrear……...28
3.1.2 Número y elección de los individuos a muestrear por población……...29
3.1.3 Material colectado……...29
3.2 ZONAS DE ESTUDIO……..31
3.2.1 Quebrada de los Cuervos……..32
3.2.2 Valle Edén……32
3.2.3 Cuchilla de Laureles……...33
3.2.4 Cañitas……..33
3.3 MATERIAL VEGETAL……..34
3.3.1 Población de la Quebrada de los Cuervos…….35
3.3.2 Población de Valle Edén……36
3.3.3 Población de Cuchilla de Laureles……...37
3.3.4 Población de Cañitas……..38
3.4 CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DE LOS INDIVIDUOS Y POBLACIONES……39
3.4.1 Descriptores de fruto……..39
3.4.1.1 Variables continuas……..39
3.4.1.2 Variables cualitativas…….. 41
3.4.2 Descriptores de flor……45
3.4.2.1 Variables cuantitativas……..45
3.4.2.2 Variables cualitativas…….. 46
3.4.3 Descriptores de hoja……...48

3.4.3.1 Variables cuantitativas……48
3.4.3.2 Variables cualitativas…….. 48
3.4.4 Descriptores de planta……50
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS……..……...51
3.5.1 Selección de descriptores……..51
3.5.1.1 Análisis univariado de cuantitativas……..51
3.5.1.2 Análisis univariado de cualitativas……51
3.5.2 Diferencias entre poblaciones……...52
3.5.2.1 Análisis univariado……...52
3.5.2.2 Agrupamiento numérico……..52
3.5.2.3 Análisis multivariado de las poblaciones y los grupos numéricos……..52
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN……..……54
4.1 DESCRIPTORES……..54
4.1.1 Variables cuantitativas……54
4.1.1.1 Fruto…..……..……57
4.1.1.2 Flor…… 60
4.1.1.3 Hoja……62
4.1.2 Variables cualitativas……..63
4.1.2.1 Fruto……..……..67
4.1.2.2 Flor……...76
4.1.2.3 Hoja……78
4.2 CARACTERIZACIÓN Y ESTRUCTURA DE LAS POBLACIONES……80
4.2.1 Análisis univariado……..80
4.2.1.1 Variables cuantitativas……..……..80
4.2.1.2 Variables cualitativas……...89
4.2.1.3 Descripción general de las plantas……96

4.2.2 Análisis multivariado ……..98

4.2.2.1 Análisis de la diversidad entre poblaciones…….98

4.2.2.2 Análisis de la diversidad dentro de las poblaciones……103

5 CONCLUSIONES……...116

6 RESUMEN……...118

7 SUMMARY……...119

8 BIBLIOGRAFÍA……...120

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No. Página

1. Matriz de los objetivos de manejo y las categorías de manejo de áreas protegidas de la IUCN (IUCN, 1994). 23

2. Resultado de la estimación de componentes de varianza para las variables continuas (VC) altura de fruto (AF), diámetro de fruto (DF), relación altura diámetro (A/D), peso de fruto (PF), peso de pulpa (PP), espesor de cáscara (ECAS), resistencia de cáscara (RCAS), sólidos solubles totales (SST), acides total titulable (ATT), número de semillas (NSEM), peso de semillas (PSEM), peso de 100 semillas (P100), largo de hoja (LH), ancho de hoja (AH), distancia estigma-estambres (DISTEE), abertura floral (AFL), número de estambres (NEST) y largo del pistilo (LARPIST). 55

3. Coeficiente de Correlación de Pearson entre las variables continuas evaluadas. 56

4. Valores de F para la diferencia entre varianzas, para poblaciones e individuos, en las variables discretas. 64

5. Frecuencias relativas y absolutas para las variables cualitativas evaluadas. 65

6. Media (ẋ), desvío estándar (s), Coeficiente de Variación (CV), mínimo absoluto y de individuo (Mín abs. y Mín ind.), máximo absoluto y de individuo (Máx abs. y Máx ind.) para las variables continuas evaluadas. 83

7. Media, desvío estándar (s), mínimo (Mín) y máximo (Máx) para las cuatro poblaciones de *Acca sellowiana* estudiadas: Quebrada de los Cuervos (QC), Valle Edén (VE), Cuchilla de Laureles (CL) y Cañitas (CÑ). 84

8. Frecuencias de las variables cualitativas diferenciada por población: Quebrada de los Cuervos (QC), Valle Edén (VE), Cuchilla de Laureles (CL) y Cañitas (CÑ). 90

9. Media, desvío estándar (s), Coeficiente de Variación (CV), mínimo (Mín) y máximo (Máx) para las variables continuas evaluadas en planta. ..... .97

10. Resultados del análisis stepwise discriminante de las variables continuas para las poblaciones y los grupos numéricos. 100

11. Resultado del análisis Chi-cuadrado dividido por sus grados de libertad y su probabilidad sobre las variables discretas, para las poblaciones y los grupos numéricos. 100

12. Distancias de Mahalanobis entre grupos según las variables continuas. 101

13. Correlación de las variables continuas con los ejes canónicos. 101

14. Relaciones de pertenencia de los individuos a las poblaciones (Quebrada de los Cuervos (QC), Valle Edén (VE), Cuchilla de Laureles (CL) y Cañitas (CÑ) y a los grupos (5 grupos Ward-MLM). ... 103

15. Estadísticos simples (media, desviación estándar, mínimo y máximo) para los grupos numéricos Ward-MLM. 105

16. Frecuencias absolutas de las variables cualitativas más importantes en la discriminación de los cinco grupos Ward-MLM. 106

17. Distancias de Mahalanobis entre grupos según las variables continuas. 107

18. Correlación de las variables continuas con los ejes canónicos. 107

Figura No. Página

1. Estadios fenológicos de la floración de *Acca sellowiana* según Ducroquet y Hickel, citado por Ducroquet et al. (2000)..... 30

2. Zonas de estudio (imagen modificada de Google Earth)..... 31

3. Método de identificación a campo de los individuos..... 34

4. Sector de la foto aérea No. 98-011 (SGM, 1966-67), Quebrada de los Cuervos y predios aledaños, con los individuos de la población representados..... 35

5. Sector de la fotos aéreas No. 202-035 y 203-158 (SGM, 1966.67), zona de Valle Edén estudiada, con los individuos de la población representados..... 36

6. Imagen satelital de la zona de Cuchilla de Laureles estudiada, con los individuos de la población representados (imagen modificada de Google Earth)…….. 37

7. Sector de fotos aéreas No. 131-022 y 131-023 (SGM, 1966-67), zona de Cañitas estudiada, con los individuos de la población representados..... 38

8. Método de medición del descriptor Espesor de cáscara..... 40

9. Método de medición del descriptor Resistencia de cáscara..... 40

10. Estados del descriptor Forma del ápice (modificado de IPGRI, 2000)... 41

11. Estados del descriptor Forma de base (modificado de IPGRI, 2000)..... 42

12. Estados del descriptor Posición de sépalos..... 43

13. Método de medición del descriptor Color de piel del fruto..... 43

14. Método de medición del descriptor Color interno de la cáscara..... 44

15. Método de medición del descriptor Color interno de la cáscara..... 44

16. Método de medición de los descriptores Abertura floral y Distancia estigma-estambres..... 45

17. Método de medición del descriptor Largo del pistilo..... 46

18. Estados del descriptor Clases de distancias estigma-estambres en *A. sellowiana*. Clase 1 de 0a 0.4, Clase 2 de 0.5 a 0.9 y Clase 3 de 1.0 a 1.4. (Modificado de Degenhardt et al., 2001)..... 46

19. Estados del descriptor Distribución de estambres (modificado de Degenhardt et al., 2001)..... 47

20. Método de clasificación del descriptor Color de pétalos..... 47

21. Estados del descriptor Forma de hoja (modificado de IPGRI, 1996)..... 48

22. Estados del descriptor Forma del ápice de hoja (modificado de IPGRI, 1996)..... 49

23. Estados del descriptor Forma de la base de hoja (modificado de IPGRI, 1995)…….. 49

24. Método de clasificación para el descriptor Color del haz de hoja..... 50

25. Imagen de los frutos de dos ejemplares de *A. sellowiana* provenientes de Quebrada de los Cuervos (QC27) y Valle Edén (VE40)..... 57

26. Semillas de dos individuos de Cuchilla de Laureles con peso de 100 semillas (P100) contrastante, 0.28 y 0.08 gr. respectivamente..... 60

27. Flores donde se aprecia claramente la distancia estigma-estambres (DISTEE)..... 61

28. Hojas de dos ejemplares de *A. sellowiana* provenientes de Cuchilla de Laureles (CL11) y Valle Edén (VE26)..... 62

29. Estados del descriptor Forma de fruto (FFRUT)..... 67

30. Individuo QC15 con todos sus frutos piriformes..... 68

31. Estados del descriptor Forma de ápice (FORAP)..... 68

32. Estados del descriptor Forma de base (FORB)..... 69

33. Estados del descriptor Rugosidad (RUG)..... 70

34. Detalle de fruto con piel muy rugosa…… 70

35. Estados del descriptor propuestos para la variable posición de sépalos (SEP)..... 71

36. Frutos del individuo VE24 con pistilo persistente..... 71

37. Fruto con presencia de protuberancia en base (PB)..... 72

38. Estados propuestos para el descriptor color de piel de fruto (COLF)..... 73

39. Frutos con 4 y 5 lóculos del individuo QC27..... 74

40. Frutos con presencia de espacio entre pulpa y cáscara del individuo QC15..... 75

41. Estados del descriptor Color de pulpa (COLP)..... 75

42. Estados del descriptor Color interno de la cáscara (COLINT)..... 76

43. Estados del descriptor Color de pétalo (COLP)..... 78

44. Estados del descriptor Color de haz de hoja (COLH)..... 79

45. Gráficos de caja para las variables altura de fruto (AF), diámetro de fruto (DF), peso de fruto (PF) y peso de pulpa (PP). Las cajas representan Intervalos de Confianza con 95% de confianza para las medias de individuos y las líneas los valores mínimo y máximo..... 85

46. Gráficos de caja para las variables espesor de cáscara (ECAS), resistencia de cáscara (RCAS), número de semillas (NSEM) y peso de 100 semillas (P100). Las cajas representan Intervalos de Confianza con 95% de confianza para las medias de individuos y las líneas los valores mínimo y máximo..... 85

47. Gráficos de caja para las variables largo de hoja (LH), ancho de hoja (AH), abertura floral (AFL) y número de estambres (NEST). Las cajas representan Intervalos de Confianza de 95% confianza para las medias de individuos y las líneas los valores mínimo y máximo..... 85

48. Ubicación de los centroides de las poblaciones respecto de las dos y tres primeras variables canónicas y porcentaje de explicación de cada variable..... 102

49. Ubicación de los centroides de los grupos respecto de las dos y tres primeras variables canónicas y porcentaje de explicación de cada variable..... 108

50. Sector de la foto aérea No. 98-011 (SGM, 1966-67), Quebrada de los Cuervos y predios aledaños, con los individuos de los grupos representados..... 110

51. Sector de la fotos aéreas No. 202-035 y 203-158 (SGM, 1966.67), zona de Valle Edén estudiada, con los individuos de los grupos representados..... 112

52. Imagen satelital de la zona de Cuchilla de Laureles estudiada, con los individuos de los grupos representados (imagen modificada de Google Earth)..... 114

53. Sector de fotos aéreas No. 131-022 y 131-023 (SGM, 1966-67), zona de Cañitas estudiada, con los individuos de los grupos representados..... 115

1 INTRODUCCIÓN

La especie *Acca sellowiana* (Berg) Burret es un pequeño árbol o arbusto originario del norte de Uruguay y sur de Brasil, con potencial frutícola, medicinal y ornamental, conocido en Uruguay como guayabo del país y en Brasil como goiabeira-serrana. Las frutas son aptas para el consumo en fresco, y además de su distintivo sabor y aroma, presentan características nutricionales de interés, ostentando cantidades de Vitamina C comparables a la naranja y también altos tenores de Iodo. Esta fruta se utiliza además para la elaboración de dulces, mermeladas, jaleas y licores.

La explotación comercial del guayabo en la región de origen no se ha desarrollado aún, manteniéndose su cultivo a pequeña escala desde hace más de un siglo o solamente para consumo a nivel familiar (Vignale y Bisio, 2005). Material genético de la especie proveniente de Uruguay fue llevado a Francia a principios del siglo XX, desde donde fue diseminado a Estados Unidos, Australia y Nueva Zelanda (entre otros países), en los cuales se ha creado una próspera industria apoyada únicamente en una estrecha base genética (André 1898, Popenoe 1912, Nodari et al. 1997, Ducroquet et al. 2000). Actualmente la fruta es conocida internacionalmente como feijoa o pineapple guava.

El conocimiento y estimación de la diversidad genética de la especie es crucial para posibilitar su utilización y conservación, siendo la materia prima de los programas de mejoramiento genético y de los planes para la conservación de la especie, tanto in situ como ex situ (von Bothmer y Seberg 1995, Maxted et al. 1997, Newbury y Ford-Lloyd 1997). En este aspecto, son muy pocas las especies silvestres que cuentan con emprendimientos para el desarrollo de listas de descriptores, y menos aún trabajos de caracterización y evaluación a nivel nacional y regional (Abadie y Berretta, 2001).

En Uruguay es reciente el inicio de un programa de mejoramiento genético de frutales nativos en la estación experimental de Salto de la Facultad de Agronomía. Paralelamente se han abierto varias líneas de investigación: métodos de propagación de la especie, diversidad genética de materiales con historia de mejoramiento y estudios de mercado. Con el objetivo de conservar los recursos genéticos y fomentar su utilización sostenible, paradigma del Convenio de Diversidad Biológica (ONU, 1993), del Plan de Acción Mundial (FAO, 1996) y de la Estrategia Global de Biodiversidad (WRI et al., 1992), se comenzó a trabajar también en la prospección y caracterización de las poblaciones silvestres del país.

En el marco de esta última línea de investigación se realizó el presente trabajo de tesis, el cual tiene por objetivo general estudiar la diversidad genética de poblaciones silvestres de *Acca sellowiana* en Uruguay, utilizando caracteres morfológicos. Se plantean tres objetivos específicos: prospectar e identificar poblaciones silvestres de guayabo del país, definir una lista de descriptores y analizar la diversidad fenotípica entre y dentro de las poblaciones identificadas.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 LA ESPECIE *ACCA SELLOWIANA* (BERG) BURRET

2.1.1 Clasificación taxonómica

La especie *Acca sellowiana* (Berg) Burret pertenece a la familia Myrtaceae, subfamilia Myrtoideae, tribu Myrtea, subtribu Myrtinae (Cronquist 1981, Landrum 1986). Esta familia contiene al menos 133 géneros y más de 3800 especies, fundamentalmente en América tropical y templada, Asia tropical y Australia. Compuesta por plantas leñosas, arbustivas o arbóreas, perennes, que se caracterizan por tener hojas simples, de margen entero, nervaduras marginales y glándulas con aceites; flores actinomorfas, de ovario ínfero a semi-ínfero, con numerosos estambres. Muchas de las especies de esta familia son de gran importancia económica como productoras de madera, frutas, aceites esenciales y especias (Wilson et al., 2001).

La familia de las Mirtáceas está dividida claramente en dos subfamilias: Leptospermoidea, que agrupa las especies de fruto capsular, y Mirtoideae con especies de frutos carnosos. La primera se encuentra distribuida en Australia e incluye, entre otros, los géneros Eucalyptus L´Hér., Leptospermum J.R. Forst. & G. Forst. y Melaleuca L. La segunda, se distribuye en América y Asia tropical y está bien representada en nuestro país, con 33 especies distribuidas fundamentalmente en la zona Norte. Incluye los géneros *Acca* (Berg) Burret, *Blepharocalyx* Berg, *Calyptranthes* Sw., *Campomanesia* Ruiz y Pav., *Eugenia* Mich. ex L., *Gomidesia* Berg, *Hexachlamys* Berg, *Myrceugenia* Berg, *Myrcia* DC. ex Guill., *Myrcianthes* Berg, *Myrciaria* Berg, *Myrrhinium* Schott, *Plinia* L., *Psidium* L., (Cronquist 1981, Wilson et al. 2001, Jolochin 2007).

Los primeros registros de *Acca sellowiana* datan de 1819 cuando el botánico alemán Friedrich Sellow realiza dos colectas para la especie: una en Río Grande del Sur cercano a la frontera con Uruguay, que en ese entonces se lo conocía como “Provincia de Montevideo”, y la otra en “San Francisco de Paula”, lo que hoy es Pelotas, Brasil. En 1854 Otto Berg, basado en estas colectas describe la especie por primera vez. Berg determina en principio dos especies, que incluye en el género *Orthostemon* Berg, y luego, como ya existía el género *Orthostemon* Brown de la familia Gentianaceae, las transfiere al género *Feijoa* Berg, creado en 1858 en honor a Joao da Silva Feijo (André 1898, Mattos 1969).

Las dos especies de Berg eran *Feijoa sellowiana* Berg, correspondiente a la colecta de Uruguay-Río Grande do Sul, y *F. obovata* Berg, colectada en

Pelotas. La mayor diferencia entre ellas era en la forma y pilosidad de la hoja, la primera era de hoja oblonga, ángulo apical más cerrado y envés densamente piloso, mientras que la segunda tenía la hoja obovada, con ángulo apical obtuso y el envés de pilosidad tenue. En 1893, Kiaerskou identificó la tercera especie para el género, *F. schenckiana* colectada por Schenck en Blumenau, de una planta cultivada. Más tarde, las tres especies fueron reunidas en una sola por entender que se trataba de poblaciones delimitadas geográficamente, sin justificar la distinción a nivel de especie (Popenoe 1912, Mattos 1969).

Finalmente en 1941, el botánico alemán Burret asimila el género *Feijoa* a un género más antiguo del mismo autor, *Acca* Berg, por presentar grandes similitudes en flor y estructura de la semilla. De esta manera la especie toma el nombre que actualmente se utiliza, *Acca sellowiana* (Berg) Burret. (Legrand y Klein 1977, Landrum 1986).

A. sellowiana es conocida bajo variados nombres vernáculos, dentro y fuera de su región de origen. En nuestro país, es llamada guayabo del País o guayabo, en Brasil es conocida como goiabeira serrana, goiaberia do mato, goiaba do campo o araçá do río grande, los pueblos indígenas la llaman quirina o kanêkriyne. En algunos países de habla inglesa se la conoce como pineapple guava, brazilian guava o fig guava; en Hawai guavasteen; mientras que en países europeos y en Nueva Zelanda se le llama feijoa (Mattos 1969, Legrand y Klein 1977, Morton 1987, Del Puerto et al. 1990, Santos et al. 2005b).

2.1.2 Descripción botánica

El género *Acca* Berg pertenece a la subtribu Myrtinae y se distingue por su inflorescencia uniflora, con flores tetrámeras, de pétalos carnosos, rosa a rojo, y numerosos estambres sobresalientes, con filamentos púrpura, erectos en el botón floral. Este género posee tres especies: dos de la región andina en Perú, *A. lanuginosa* (Ruiz y Pav. ex G. Don) McVaugh y *A. macrostema* (Ruiz y Pav. ex G. Don) McVaugh y una de la zona este de Sudamérica, *A. sellowiana*. El género aparentemente más relacionado es *Myrrhinium* Schott (Landrum, 1986), ambos tienen similar distribución natural y flores con pétalos carnosos y dulces que gustan a los pájaros, pero *Myrrhinium* tiene flores más pequeñas con solo cuatro estambres, plegados dentro del botón floral (Landrum 1986, Landrum y Kawasaki 1997).

Acca sellowiana (Berg) Burret es un arbusto o pequeño árbol de follaje perenne, de tronco tortuoso con corteza escamosa de color castaño rojiza, que en nuestro país mide de 2 a 4 metros de altura, llegando a 8 metros en Brasil. Los tallos nuevos, pedúnculos, botones florales y frutos nuevos son

densamente tomentosos. Las hojas se encuentran en disposición opuesta, de textura coriácea, peninervadas, borde ligeramente recurvo, de forma elíptica a obovada, con ápice obtuso a redondeado y base aguda, haz glabro de color verde oscuro brillante y envés tomentoso (rara vez subglabro), lámina de 3 a 6 cm. de largo y 1.5 a 4 cm. de ancho, 1.5 a 2.3 la relación largo:ancho; pecíolos de 5 mm. de largo, blanquecinos. Flores vistosas, solitarias, sostenidas por pedúnculos axilares laterales, erectos, de 1.5 a 2 cm. de largo, generalmente ubicados en ramas del año; 4 sépalos, aovados, obtusos, aterciopelados en ambas caras, miden de 8 a 10 mm., los dos interiores apenas menores que los exteriores; cuatro pétalos obovados, profundamente recurvados, carnosos, comestibles, purpúreos en la cara interna y blancos en la externa, de 1.5 cm. de largo. Estambres numerosos, de color púrpura, largos y sobresalientes en las flores abiertas, de 2 a 2.5 cm. de largo, sostienen las anteras ovadas, dorsifijas; estilo robusto, de largo igual o un poco mayor que los estambres; estigma pequeño y ligeramente capitado. Ovario ínfero y adherente, de 6 a 8 mm., con cuatro lóculos, multiovular, óvulos anátropos. El fruto de forma redonda a oblonga, de 3 a 8 cm. de largo, piel rugosa a lisa, color verde a verde amarillo, coronado por el cáliz persistente; cáscara de 4 a 12 mm. de espesor, derivada del receptáculo o hipantio, dura o blanda, con aglomeraciones esclerosas. Pulpa gelatinosa de color crema, comestible, de sabor dulce acidulado y aroma característico. Semillas pequeñas y numerosas, reniformes, albuminosas, con tegumento subcrustáceo; embrión en espiral, cotiledones foliáceos, raicilla larga (Arechavaleta 1902, André, citado por Popenoe 1912, Legrand 1968, Mattos 1969, Legrand y Klein 1977, Landrum 1986, Ducroquet et al. 2000).

2.1.3 Biología reproductiva

A. sellowiana es una especie predominantemente alógama. La flor es hermafrodita, con tendencia a la dicogamia por protoginia, siendo que el estigma se torna receptivo 24 horas antes que la dehiscencia de las anteras, pero aún mantiene su receptividad por 10 horas durante la liberación de polen (Stewart, citado por Ducroquet y Hickel, 1997). También hay evidencia de otras barreras fisiológicas como la autoincopatibilidad tardía que en algunos materiales llega a ser completa (Santos et al., 2007).

La arquitectura floral impone barreras físicas a la autopolinización. El estigma está localizado generalmente algunos milímetros por encima del nivel de las anteras y el polen no puede alcanzarlo de forma gravitacional porque las flores siempre están con el estigma hacia arriba (Stewart, citado por Ducroquet y Hickel, 1997). Según Degenhardt et al. (2001) la distancia entre estigma y el plano que forman los estambres puede ser un factor importante en la selección de polinizadores. Esta característica es además junto con la distribución de los

estambres en la flor un útil descriptor ya que se mantienen constantes dentro de cada individuo (Degenhardt et al., 2001).

La misma arquitectura floral sugiere a las aves como potenciales polinizadores más que al viento y a los insectos. Las flores no tienen nectarios pero tienen cómo recompensa floral pétalos carnosos de sabor dulce que son consumidos por pájaros justo en el período de liberación del polen y receptividad del estigma (Stewart, citado por Ducroquet y Hickel, 1997). Las aves más eficientes son las de cuerpo mediano a grande, que luego de alimentarse de pétalos acaban con el plumaje cubierto de granos de polen, que trasladan a otras flores. Ducroquet y Hickel (1997) identificaron en Santa Catarina varias especies de aves comiendo los pétalos de las flores del guayabo, algunas de ellas que también se encuentran en Uruguay son naranjero (Thraupis bonariensis), cardenal azul (Stephanaphorus diademantus), sabiá (Turdus amaurochalinus), zorzal (Turdus rufiventris), calandria (Mimus spp.), viudita olivácea (Elaenia mesoleuca).

La contribución de los insectos y del viento en la polinización del guayabo tiende a ser más variable que la de los pájaros (Degenhardt et al., 2001). Los insectos que han sido reportados sobre flores son himenópteros de la superfamilia Apoidea: mangangas (Xylocopa augusti, X. frontalis y Bombus atratus) y abejas (Apis mellifera, Trigona spinipes, Tetragonisca angustula fiebrigi) (Ducroquet et al., 2000).

2.1.4 Centro de diversidad

El centro de diversidad primario de *A. sellowiana* abarca la región austro-brasilera al sureste del Río Paraná, incluyendo los estados brasileros Paraná, Santa Catalina y Río Grande del Sur y el norte del Uruguay (Legrand 1968, Ducroquet et al. 2000). En Brasil es frecuente en el altiplano de Santa Catalina y Río Grande. Más al Sur se lo encuentra nuevamente en las Sierras riograndenses y en terrenos altos de suelos ácidos que rodean a las grandes quebradas del norte de Uruguay (Legrand 1968, Ducroquet et al. 2000).

2.1.4.1 Condiciones ambientales

A. sellowiana es una especie heliófita y selectiva higrófita, que ocurre principalmente en suelos húmedos y rocosos de los campos, y vive en forma dispersa y aislada sin formar agrupamientos (Legrand y Klein, 1977). La presencia del guayabo en ambientes naturales está relacionada a la altitud, latitud y relieve que se asocian a determinadas condiciones ecológicas y edafoclimáticas (Ducroquet et al., 2000).

El clima de la región de procedencia de la especie, puede clasificarse como subtropical húmedo, aunque con frecuentes períodos de sequía durante la primavera y el verano (Thorp y Bieleski, 2002). El guayabo ocurre en regiones con temperatura media anual de 16 a 18 º C pero de una gran amplitud térmica, de 40 º C en verano hasta -8 º C durante las heladas de invierno, y en algunos lugares de elevada altitud llega a nevar. Las precipitaciones van de 1350 a 1700 mm. por año (Ducroquet et al. 2000, Thorp y Bieleski 2002), hallándose en Uruguay en el límite inferior de este rango.

Los suelos son variados en la región del guayabo. En el planalto de Santa Catalina y Río Grande presentan varias características en común, como altos tenores de arcilla (principalmente caolinita) y aluminio intercambiable (Al mayor a 2 mE/100 gramos, pudiendo llegar a 7 mE/100 g), alta CIC (mayor a 15 mE/100 g), baja saturación de bases, bajos tenores de fósforo (menos de 3 ppm y muchas veces menos de 1 ppm) y acidez acentuada (pH de 4.5). Son suelos considerados de baja fertilidad natural. Hacia el sur, en la región de Sierra de Río Grande y entrando en Uruguay se encuentran suelos también en general de baja fertilidad, con bajo contenido de materia orgánica y elevada acidez (Ducroquet et al. 2000, Thorp y BIeleski 2002). Aunque para Uruguay existe una mayor diversidad de ambientes y suelos donde se encuentra el guayabo[1].

El criterio de temperatura media anual de alrededor de 16 º C parece entonces válido para delimitar áreas de ocurrencia de la especie, pues la disminución de altitud en las poblaciones de Uruguay es compensada por el aumento de latitud, desde que otros factores ecológicos, en particular el relieve permiten la formación de bosques (Ducroquet et al., 2000).

2.1.4.2 Comunidades vegetales

A. sellowiana se encuentra asociada a tres tipos de comunidades vegetales (Thorp y Bieleski, 2002):

- Bosque subtropical que contiene numerosas especies de grandes árboles incluyendo a la *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Pino Brasil) y que ocurre en el sureste de Brasil, al borde del planalto a una altitud de 400 a 800 metros.
- Bosques Templados en donde el Pino Brasil es la especie dominante, y que se encuentra a mayores alturas, sobre los 900 metros en el planalto del sureste brasilero.

[1] Duran, A. 2008. Com. personal.

- Bosques remanentes donde la Araucaria se ha retraído y se han formado pasturas naturales, donde el guayabo se encuentra en parches aislados de vegetación arbórea de bajo porte o en bosques de galería a lo largo de los ríos. Incluye las pasturas de mayor altitud del planalto del sureste brasilero por encima de 900 metros sobre el nivel del mar, así como las pasturas y bosques de bajo porte de la Sierra Riograndense y del noreste de Uruguay.

En Uruguay *Acca sellowiana* se incluye dentro de las especies de distribución restringida al noreste del territorio y es una de las especies, junto con Ocotea puberula (Rich.) Nees, *Casearia decandra* Jacq., *Citronella paniculada* (Mart.) R.A. Howard y *Symplocos uniflora* (Pohl) Benth., que determina el Núcleo Primario de la Flora Oriental propuesta por Grela (2004). Los puntos principales de Núcleo primario de la Flora Oriental son las quebradas del norte de Treinta y Tres (La Teja, Los Cuervos), los bosques del río Tacuarí, las sierras De Ríos y Aceguá (incluyendo los bosques de los ríos Yaguarón y Yaguarón Chico, arroyo de la Mina) al sur del río Negro; y las quebradas que se forman en las nacientes de los arroyos Potrero, Aurora, Paraguayo, Rubio Chico, Lunarejo, Laureles, Tres Cruces, etc. en el noroeste de Tacuarembó y Rivera. El carácter selvático que posee la vegetación se pierde totalmente al sur del arroyo Yerbal y sus afluentes (Quebrada de los Cuervos) (Grela, 2004).

Las especies que conforman esta Flora pertenecen en su gran mayoría a la Provincia Paranaense (Prado, 2000). En Uruguay son parte de las formaciones conocidas como bosques “de quebrada”, “serranos” y “ribereños”, con menor riqueza en especies que en los países vecinos (Grela, 2004). Dentro del grupo de especies que comparten el área de la Flora Oriental se incluyen: *Azara uruguayensis* (Speg.) Sleumer, *Condalia buxifolia* Reissek, *Heterothalamus alienus* (Spreng.) Kuntze, *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., *Lithraea brasiliensis* Marchand, *Sapium glandulosum* (L.) Morong, *Schinus lentiscifolius* Marchand, *Styrax leprosus* Hook. & Arn., *Xanthoxylum* sp., *Calliandra tweediei* Benth., *Calyptranthes concinna* DC., *Citronella gongonha* (Mart.) R.A. Howard, *Myrceugenia myrtoides* Berg, *Myrcia ramulosa* DC., *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez, *Quillaja brasiliensis* (A. St.-Hil. & Tul.) Mart., *Vitex megapotamica* (Spreng.) Moldenke y *Xylosma schroederi* Sleumer ex Herter entre otras.

Esta región es subdividida en dos subregiones en base a la presencia de especies exclusivas en cada una (Legrand 1968, Grela 2004). Grela (2004) los define como Hotspots o Núcleos Secundarios, que denomina Núcleo Sur y Núcleo Norte.

El Núcleo Sur, ocupa toda la mitad este de Cerro Largo y norte de Treinta y Tres, se ubica en el entorno de las sierra de Ríos y Aceguá, incluyendo los ríos Yaguarón, Yaguarón Chico y arroyo de La Mina. Geológicamente es un área de basamento cristalino, continuación de la penillanura cristalina del sureste riograndense (Legrand 1968, Grela 2004).

El Núcleo Norte abarca todo el departamento de Rivera, noroeste de Tacuarembó y sureste de Artigas. La diversidad de ambientes como cerros chatos, bosques ribereños, quebradas y demás, presente en esta zona favorecen la riqueza específica. La penillanura sedimentaria compuesta casi en su totalidad por areniscas permo-triásicas ofrece un suelo que mantiene una humedad constante, muy favorable al desarrollo de flora leñosa, por lo cual cuando las condiciones fisiográficas redundan en un mayor aprovechamiento del agua, dichos espacios se ven invadidos por asociaciones arbóreas o arbustivas (Legrand 1968, Grela 2004).

2.1.5 El guayabo como recurso fitogenético

2.1.5.1 Antecedentes en la región de origen

El Guayabo del País es una de las especies de nuestra flora nativa más conocidas a nivel popular. Las frutas son esencialmente destinadas a consumo en fresco, que además de su distintivo sabor y aroma, presentan características nutricionales de interés poseyendo cantidades de Vitamina C comparables a la naranja (35g/100g) y altos tenores de Iodo (3mg/100g) (Ducroquet et al., 2000). De todas formas la utilización de este recurso en la región de origen es mínima manteniéndose a nivel familiar (Talice et al., 1996).

Tradicionalmente son varios los productos que se obtienen a partir del guayabo, como dulces, mermeladas, jaleas y licores. En la medicina popular brasilera los extractos de varias partes de la planta como las hojas, frutos y tallos se citan con actividad antibacteriana, mientras que la infusión de las hojas es utilizada para sanar disturbios gastrointestinales como gastroenteritis y cólera infantil (Mattos 1969, Thorp y Bieleski 2002, Basile et al., citados por Santos et al. 2005b). En nuestro país no existen referencias de uso medicinal del guayabo (Talice et al., 1996). Algunos resultados recientes evidencian primariamente actividad anti-cancerígena de extractos de *A. sellowiana* en células hematológicas afectadas, identificándose a la flavona como la molécula responsable de esta actividad (Bontempo et al., 2007).

Según Correa, citado por Mattos (1969), la madera sirve para postes y combustible, su peso específico se eleva a 0.75 gr./cm^3.

Desde el punto de vista ornamental, la especie presenta varias cualidades como su follaje de tonos grisáceos, su colorida y prolongada floración y su hábito que la hace adecuada para cercos, calles y avenidas, parques y jardines. Es utilizada con este fin, tanto en su región de origen como en otros países (Mattos 1969, Dematte 1997).

A pesar de ser originaria de esta región del planeta, la mayor parte de la población uruguaya y brasilera desconoce la existencia de esta fruta. Sin embargo, Uruguay cuenta con cierta historia de domesticación. Mattos (1969) relata que en alguna visita a Uruguay tuvo oportunidad de recorrer una importante plantación frutícola ubicada en Tacuarembó. Afirma también que en las ferias de Montevideo frutos de guayabo eran encontrados en gran cantidad entre abril y mayo (Mattos, 1969). Aún en nuestros días es posible encontrar ejemplares centenarios en los establecimientos rurales de la Cuchilla Grande y la Cuchilla de Haedo acompañados de otros frutales, así como algunos pequeños montes comerciales en quintas del sur, demostrando que esta especie formaba parte de los frutales cultivados en el país (Vignale y Bisio, 2005).

En Brasil apenas se conocen algunos pocos montes comerciales de una a dos hectáreas de superficie, localizados en las regiones más frías de la Región Sur de Santa Catarina, Río Grande do Sur y entre los estados San Pablo y Minas Gerais. También se la encuentra en jardines y quintas del Sur de Brasil al igual que en Uruguay (Ducroquet et al., 2000).

Es posible que la utilización de plantas provenientes de semilla para la instalación de montes, que dan como resultado frutos de desconocida y muy variable calidad, sea una de las razones del errático y lento desarrollo del cultivo en la región de origen, así como sucedió en los primeros años del desarrollo de este cultivo en Nueva Zelanda (Thorp y Bieleski, 2002).

2.1.5.2 Antecedentes fuera de la región de origen

Desde hace más de un siglo el guayabo del país trascendió las fronteras de su región de origen, difundiéndose por países del Hemisferio Norte, Australia y Nueva Zelanda. En 1890 se hace la primera exportación desde Uruguay de un individuo de la especie, transportado por el botánico y horticultor francés Dr. André a su propiedad en la Riviera francesa. La planta fructifica 7 años después y en 1898 André publica un artículo en la revista “Revue Horticole” anunciando el éxito obtenido con su nueva adquisición y recomendando su plantación en el sur de Francia y toda la cuenca mediterránea. Por lo cual, durante los años

subsiguientes André recibe la solicitud de una gran cantidad de semillas desde los países de la región, e incluso de plantas de acodo aéreo (idénticas a la madre), esparciendo la especie a España, Italia así como a Inglaterra, donde se llegó a cultivar bajo abrigo. Este material tomó el nombre de variedad André (André 1898, Popenoe 1912).

En 1900 fue llevada a Crimea, en el Mar Negro, y de este país se extendió a países caucásicos, especialmente Azerbaiján y Georgia, donde el cultivo tuvo su primera expansión comercial significativa (Evreinoff, citado por Ducroquet et al., 2000). En 1901 y 1903 materiales provenientes de semilla y de acodos aéreos de la variedad André fueron llevados a California, Estados Unidos. Las plantas mostraron excelente adaptación, y la especie fue dispersada a otros estados del sur del país, así como a las islas de Hawai, Australia y Nueva Zelanda donde llegó en 1908 (Popenoe, 1912).

Adicionalmente se realizaron dos exportaciones más de semilla desde la región de origen del guayabo. En 1899 los hermanos Bresson realizaron una importación de abundante cantidad de semilla desde Uruguay, de la cual obtuvieron plantas diferentes a la variedad André, surgiendo la variedad Bresson. El material de los hermanos Bresson fue casi tan difundido como el de André. La otra exportación de semilla fue realizada por H. Hehre desde La Plata, Argentina hacia Los Ángeles, esta no fue ampliamente difundida como las otras dos, pero al constatarse las diferencias del material con la variedad André, acabó siendo reconocida como la variedad Hehre (Popenoe, 1912).

Actualmente *Acca sellowiana* es cultivada en Nueva Zelanda y en California con cerca de 350 hectáreas. También se encuentra en cultivo en las Repúblicas caucasianas de Georgia y Azerbaiján y en América Latina en Colombia y Chile. Es posible hallarla en quintas y jardines de la Florida y en países del mediterráneo, especialmente Italia e Israel (Bruna 1988, Ducroquet et al. 2000). Con el desarrollo del cultivo también se han generado una gama de productos diferentes a los conocidos tradicionalmente en la región de origen. En Nueva Zelanda se encuentran postres, helados y bebidas como el vino de feijoa, que han sido desarrollados para el mercado local y asiático. También se utilizan chips de frutas secas en mezclas de cereales. Se ha investigado en el desarrollo de concentrados de jugo, jugos a base de pulpa, jugos clarificados, etc., encontrando una buena estabilidad del sabor de la fruta, manteniendo en el producto el aroma distintivo de la fruta fresca, aunque el amarronamiento de la pulpa al contacto con el aire podría requerir condiciones especiales de frío o agregado de químicos (Thorp y Bieleski, 2002).

2.2 DIVERSIDAD GENÉTICA

La diversidad genética de una especie vegetal reúne la variación alélica y genotípica y representa la variación heredable dentro y entre poblaciones, resultado de miles de años de evolución. Esta diversidad permite que una especie pueda adaptarse a los cambios que se presenten en su entorno al ofrecer la posibilidad de diferentes respuestas a nuevas presiones de selección (Hidalgo 2003, Jiménez y Collada 2000). El conocimiento y estimación de esta diversidad genética es crucial para posibilitar su utilización, siendo la materia prima de los programas de mejoramiento genético. También es de suma importancia su conocimiento a la hora de planificar la conservación tanto in situ como ex situ (von Bothmer y Seberg 1995, Maxted et al. 1997, Newbury y Ford-Lloyd 1997).

2.2.1 Conceptos utilizados

Una población se define como un grupo de individuos del mismo taxón que conviven en un área determinada donde el intercambio de genes ocurre naturalmente, compartiendo el mismo pool génico (von Bothmer y Seberg 1995, Jarvis et al., 2000). En la práctica, la delimitación de una población silvestre de una especie es difícil, generalmente son tomadas como todos los individuos del mismo taxón encontrados en un lugar particular, ecológicamente homogéneo, en un tiempo determinado. Para conocer la extensión real del alcance de una población se hace necesario contar con estudios del movimiento del polen y dispersión de la semilla, los cuales son escasos o inexistentes en especies silvestres (von Bothmer y Seberg, 1995).

La diversidad genética de una especie está presente en la naturaleza en dos niveles básicos: dentro de cada población y entre las diferentes poblaciones. Es posible predecir algunos elementos importantes que describen la extensión y distribución de la diversidad genética esperada teniendo en cuenta su sistema de reproducción (Hamrick 1982, Jarvis et al. 2000). En una especie de reproducción fundamentalmente alógama, como *Acca sellowiana*, es de esperar que los niveles de polimorfismo dentro de las poblaciones así como la riqueza alélica, la heterocigosis y los niveles de recombinación sean altos. Se espera que cada individuo represente un genotipo único, que las diferencias en polimorfismo y la divergencia entre las poblaciones sea más limitada que en una especie autógama, y que la respuesta a la selección sea lenta y conservativa debido a la carga genética que posee (Jarvis et al., 2000).

La distribución de la diversidad genética de una especie no se encuentra en forma homogénea en el rango geográfico del pool genético (Hamrick 1982,

Guarino 1995b). Algunas áreas pueden contener mayor diversidad genética de la especie que otras, algunos alelos y caracteres pueden ser encontrados en algunas poblaciones y no en otras, pudiendo desarrollarse ecotipos dentro de la especie. Esta heterogeneidad en la distribución de la diversidad es en parte debida al tipo de reproducción de la especie, al efecto fundador, a la adaptación a microhábitats, así como al flujo y deriva génica. En el caso de especies domesticadas o con algún grado de domesticación, también tiene importancia la preferencia de los pobladores locales que ejercen presión de selección (Hamrick 1982, Guarino 1995b, Jarvis et al. 2000).

2.2.2 Poblaciones naturales de guayabo

En la primera descripción de la especie en 1854, Berg reconoce dos tipos diferente de guayabo basándose fundamentalmente en diferencias en características de forma y pilosidad del envés de la hoja. Luego las especies por él identificadas son unidas en una sola, no mereciendo tal distinción, sino la de poblaciones geográficamente delimitadas (Mattos, 1969).

Se distinguen dos poblaciones en Sudamérica: una población confinada a las mayores altitudes del planalto meridional brasilero, sobre suelos de origen basáltico, que abarca la sierra del Noreste de Río Grande do Sul y las sierras del planalto de Santa Catarina y del Sur del estado de Paraná, que se caracteriza por tener semillas grandes (5 a 8.9 mm^3) y frutos con cáscara dura y seca. La otra población se encuentra restricta a Uruguay y al Sur del estado de Río Grande do Sul, asociada a áreas de menor altitud, donde las plantas presentan semillas pequeñas (2.1 a 3.4 mm^3) y frutos con cáscara blanda y suculenta. Thorp indica a esta segunda población como la que diera origen a los cultivares neozelandeses (Ducroquet et al. 2000, Thorp y Bieleski 2002).

Nodari et al. (1997) evaluando material perteneciente a la colección de germoplasma de la Estación Experimental de Videira EPAGRI, Santa Catarina, verificaron la existencia de dos grupos en función del origen geográfico del germoplasma, a los que llamaron “tipo Brasil” y “tipo Uruguay”. El estudio se basó en la evaluación de caracteres morfológicos y análisis isoenzimáticos. En el primer grupo se encuentran las accesiones colectadas en Santa Catarina y Nordeste de Río Grande do Sur, que contiene semilla grande (peso de 100 semillas 0.45 a 0.60 gramos) y presenta hojas de cara abaxial verde clara y pilosidad blanquecina, corta y rala. En el segundo grupo se incluyen las accesiones uruguayas y todas aquellas provenientes del exterior de la región de origen (Nueva Zelanda, Israel, Estados Unidos), las cuales presentan semillas pequeñas (peso de 100 semillas 0.20 gramos), hojas con fase abaxial blanco grisáceo con pilosidad densa y blanca. La inclusión de las accesiones del

exterior dentro del grupo Uruguay se debe al consenso expresado por varios autores de que prácticamente todos los cultivares distribuidos fuera de la región de origen son oriundos del material introducido en Francia al final del siglo XIX por Edouard André, procedente de Uruguay (Nodari et al. 1997, Ducroquet et al. 2000).

Es necesario tener en cuenta que las dos clasificaciones descriptas anteriormente no son concluyentes, dado que son escasos los estudios sobre diversidad genética y que los pocos estudios existentes aun no demuestran de forma clara la existencia de estas poblaciones (Santos, 2005a).

A pesar de que para Uruguay existen escasos trabajos sobre la diversidad genética del guayabo, algunas prospecciones realizadas evidencian una gran diversidad fenotípica presente en poblaciones naturales y ejemplares cultivados. Talice et al. (1996) realizaron una prospección en el departamento de Tacuarembó seleccionando 8 ejemplares silvestres de *Acca sellowiana* entre los cuales encontraron diferencias en forma, tamaño, textura y color de la piel de los frutos, así como diferentes fechas de floración y maduración. Desde 1998 Vignale y Bisio realizan actividades de prospección y colecta de material en áreas silvestres y subespontáneas de ocurrencia del guayabo, quintas frutícolas y jardines de establecimientos rurales de todo el país. En estos materiales se han constatado importantes diferencias en características vegetativas, forma, calibre y calidad de frutos, productividad y época de madurez así como incidencia de antracnosis (Colletotrichum gloesporioides Penz.) (Vignale y Bisio, 2005).

2.2.3 Antecedentes de domesticación y/o selección

Casi un siglo atrás Popenoe (1912) señaló la existencia de tres variedades frutícolas: “André”, de origen francés, resultante de la importación hecha por André en 1890 a Francia, con procedencia de Uruguay; “Bresson”, variedad francesa resultado de la importación de semilla de Uruguay realizada por los hermanos Bresson en 1899; y “Hehre”, variedad norteamericana proveniente de una importación de semillas de La Plata, Argentina, hacia Los Ángeles, entre 1899 y 1912.

Desde ese entonces a nuestros días la selección de mejores materiales ha permitido el inicio de una producción comercial en varios países fuera de la región de origen. Así sucedieron selecciones en Rusia (1912), Italia (1913), Nueva Zelanda (1940), Israel (1969) y Colombia (1970). El resultado de este proceso es una extensa lista de cultivares con características diferenciadas en tipos de frutos, fechas de maduración que cubren cuatro meses de cosecha,

grado de autopolinización y adaptación a diferentes suelos y climas. Actualmente algunos de los cultivares encontrados en el mercado son: “Apollo” (neozelandés), “Coolidge” (americano), “Portici S”, “W”, “X” y “Y” (italianos), “Slor” (israelí), “Superba” (americano), “Triumph” (neozelandés), “Unique” (neozelandés) entre otros (Thorp y Bieleski, 2002).

La experiencia en mejoramiento genético de la especie en la región de origen ha sido lenta en relación al avance en el exterior. Testimonios de Mattos (1969) afirman una temprana actividad comercial y de selección de materiales en Uruguay, constatando que en los viveros de Basso & Bassani en Montevideo se vendían plantas frutícolas de dos tipos: “fruto grande” y “fruto chico y liso”, de diferente precio. En 1950-51 y 1975 Mattos evaluó 11 tipos diferentes de guayabos procedentes de Montevideo, de los cuales aseguraba tenían un alto grado de mejoramiento resultado de un proceso de decenas de años. Mattos resalta el valor del cultivar “Botali” por la calidad de la fruta y su maduración tardía (Mattos, 1986).

La actividad actual con respecto al mejoramiento genético en la región ha tomado fuerza en las últimas décadas. Desde 1986 se vienen realizando en Brasil estudios tendientes al mejoramiento de la especie. Actualmente el proyecto “Domesticaçao da Goiabeira-Serrana”, llevado adelante por EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuaria y Extensión Rural) y la Universidad Federal de Santa Catalina (UFSC), tiene por objetivo intensificar el proceso de domesticación de la especie (Santos, 2005a). Recientemente EPAGRI ha lanzado al mercado los primeros cultivares desarrollados en el ámbito local: Alcantara y Helena (Governo do Estado Santa Catarina y EPAGRI, s.f.).

En Uruguay, desde 1998 se lleva adelante un programa que estudia la diversidad genética, valor agronómico y potencial comercial, tendiente a la selección, conservación y utilización sustentable de la especie. Como resultado de la prospección en áreas silvestres, quintas frutales, jardines y parques se ha iniciado la instalación de un Jardín de Introducción en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía en Salto donde se introducen los materiales seleccionados por calidad de fruta y diversidad (Vignale y Bisio, 2005).

2.2.4 Muestre de la diversidad genética

Una estrategia de muestreo consiste en la definición del número de poblaciones a muestrear en cada área ecogeográfica, el número de individuos a muestrear en cada población, la forma de elección de los individuos y el número de semillas o material vegetativo a colectar por planta (Brown y Marshall, 1995).

Sabiendo que la mayoría de las especies consisten en numerosos genotipos diferentes, que generalmente contienen una notable variabilidad genética, y que los recursos y el tiempo para las colectas son limitados, el desafío al definir una estrategia de muestreo es que la misma optimice la cantidad de variabilidad genética colectada con un número específico y restringido de muestras (Brown y Marshall, 1995).

Las estrategias de muestreo se fundamentan en el conocimiento existente del grado de diversidad genética entre y dentro de las poblaciones. Según Marshall y Brown (1975), en las poblaciones se encuentran cuatro tipos de alelos: i) de alta frecuencia y amplia distribución, ii) alta frecuencia y distribución local, iii) baja frecuencia y amplia distribución, y iv) baja frecuencia y distribución local. Los alelos del primer grupo son prácticamente colectados con cualquier estrategia de muestreo. En el caso de alelos del tipo dos, es necesario enfantizar en la colecta de un número importante de poblaciones, procurando ambientes y microhábitats diferentes. Los del tercer tipo requieren de un número más alto de muestras por sitio, mientras que para obtener los alelos del tipo cuatro se requiere tanto aumentar el número de muestras por sitio como el número de sitios (Marshall y Brown, 1975).

Generalmente en las especies silvestres no se dispone de información sobre la estructura de la diversidad genética, por lo tanto es necesario asumir que los patrones de variación genética seguirán parcial o totalmente los patrones de la variación ecogeográfica. Este criterio aunque no es siempre cierto, es seguro y conservativo. La zonificación ecogeográfica implica definir zonas ecológicamente homogéneas, teniendo en cuenta factores como la vegetación natural, topografía, clima y suelo, así como barreras a la dispersión de polen y semillas que limitan el flujo génico. En estos casos la estrategia de muestreo más efectiva es visitar cada sitio el tiempo suficiente como para colectar los genes más comunes y visitar la mayor cantidad de sitios como sea posible, para maximizar la probabilidad de muestreo de esas poblaciones con variaciones locales (von Bothmer y Seberg 1995, Graudal et al. 2004).

En forma general las colectas tanto para la conservación ex situ como para estudios de diversidad genética de una especie suelen adoptar como objetivo obtener al menos una copia del 95 % de los alelos con frecuencia mayor a 0.05 presentes en la población. Para una especie alógama este objetivo se logra colectando semilla o material vegetativo de 30 individuos elegidos aleatoriamente, mientras que para una autógama se precisan 59 individuos (Brown y Marshall, 1995).

En cuanto a la forma de elección de los individuos, generalmente se utilizan métodos aleatorios, pero es frecuente en ambientes naturales la presencia de

microambientes que hacen necesaria una previa estratificación del área, para luego seleccionar de forma aleatoria dentro de cada estrato. Es ventajoso mantener una distancia mínima entre puntos de muestreo para evitar la colecta de individuos emparentados, esta distancia dependerá del patrón de dispersión de semillas de la especie. En algunos casos se utilizan métodos sistemáticos de muestreo para evitar problemas de muestras sesgadas (Brown y Marshall 1995, von Bothemer y Seberg 1995).

El tipo y cantidad de material a colectar por planta dependerá del objetivo de la colecta y del sistema de reproducción de la especie. Para la caracterización de materiales el número dependerá de lo establecido en el protocolo del descriptor. En el caso que el objetivo sea la conservación ex situ comúnmente interesa poder disponer de un número importante de semillas o propágulos que permitan también la realización de ensayos (von Bothemer y Seberg, 1995).

2.3 DESCRIPTORES

Clásicamente los estudios de estimación de diversidad genética en plantas han sido llevados a cabo basados en la medición de caracteres morfológicos (Marshall y Brown 1975, Newbury y Ford-Lloyd 1997, Jiménez y Collada 2000). Estas características, atributos o rasgos medibles observados en un individuo o accesión de un banco de germoplasma son definidos como “descriptores”. Su uso facilita la clasificación y almacenamiento de datos, así como el intercambio y utilización del material genético (Bioversity International, 2007).

Desde 1977 el IPGRI (International Plant Genetic Resourses Institute), hoy Bioversity International, ha venido desarrollado listas de descriptores para los cultivos principales. Estas listas incluyen atributos claves tanto para la caracterización como para la evaluación del cultivo, además también incluyen datos de pasaporte, manejo y ambiente. Según Bioversity International (2007) un descriptor está compuesto de tres elementos: el nombre, que debe ser descriptivo y lo más compacto posible, los estados, que representan las variaciones en la observación o medición del descriptor, y el método del descriptor, en el cual se describe detalladamente la forma y condiciones de medición u observación.

Se debe tener en cuenta que la medición de caracteres morfológicos da como resultado una medida indirecta de la diversidad genética ya que son medidos sobre el fenotipo del individuo y el mismo es resultado de los efectos genéticos y ambientales, así como de la interacción entre el genotipo y el ambiente. Sin embargo, este tipo de caracteres juegan un rol central en el análisis de la diversidad genética ya que permiten medir el nivel de diversidad

detectable visualmente y generalmente son caracteres de importancia agronómica utilizados por los pobladores locales y mejoradores para identificar y seleccionar a su criterio los mejores ejemplares. Por lo tanto pueden transformarse en un vínculo directo entre las preferencias del productor o mejorador y la diversidad genética. Además el método morfométrico es relativamente barato y simple comparado con otras formas de estimación de la diversidad genética (Marshall y Brown 1975, Newbury y Ford-Lloyd 1997, Jarvis et al. 2000, Jiménez y Collada 2000, Hidalgo 2003).

A partir de los años sesenta el desarrollo de técnicas moleculares basadas en el análisis de proteínas, como análisis de isoenzimas y de polimorfismo posicional de péptidos permitieron avanzar en la estimación de la diversidad genética mediante marcadores de alta heredabilidad. Más adelante, técnicas basadas en el análisis de ADN, incluyendo RFLP (Restriction Fragment Lenght Polymorphism) y con el desarrollo de la técnica de PCR (Polymerase Chain Reaction) los marcadores RAPD (Analysis and Randomly Amplified Polymorphic ADN) y otros como microsatélites han permitido estudiar la diversidad genética de forma directa (sin influencia ambiental) pero generalmente sin lograr asociaciones con el fenotipo. En los últimos años estas técnicas se han vuelto accesibles y populares (von Bothmer y Seberg 1995, Jiménez y Collada 2000, Hidalgo 2003).

Con respecto a la caracterización y evaluación de especies silvestres a nivel nacional y regional, son muy pocas las especies sobre las cuales existen emprendimientos para el establecimiento de listas de descriptores. Son requeridos importantes apoyos en capacitación y laboratorios también para caracterizaciones químicas y de calidad para le desarrollo de nuevos productos, así como mayores esfuerzos para las caracterizaciones in situ de aquellas especies que se utilizan directamente de la naturaleza (Abadie y Berretta, 2001), como es el caso de *Acca sellowiana*.

2.3.1 Clasificación de los descriptores

Bioversity International (2007) organiza los descriptores en cinco categorías prácticas: pasaporte, manejo, sitio y medio ambiente, caracterización y evaluación. Las tres primeras categorías son similares para todos los cultivos e incluyen información útil para la identificación y manejo de las accesiones en el banco de germoplasma y datos importantes para la interpretación de los resultados en aquellas características más afectadas por el ambiente.

Los descriptores de caracterización y evaluación son muy específicos y deben ser definidos para cada nuevo cultivo (Bioversity International, 2007). Un

descriptor de caracterización: "*permite una discriminación fácil y rápida entre fenotipos. Generalmente son caracteres altamente heredables, pueden ser fácilmente detectados a simple vista y se expresan igualmente en todos los ambientes*.". En cambio los descriptores de evaluación "*dependen del medio ambiente y, en consecuencia, se necesitan métodos experimentales especiales para evaluarlos…*", "*…Este tipo de descriptores incluye caracteres tales como rendimiento, productividad agronómica, susceptibilidad al estrés y caracteres bioquímicos y citológicos. Generalmente, éstas son las características más interesantes en la mejora de cultivos.*" (IPGRI, 2000).

Según el tipo de dato que brindan, los descriptores pueden clasificarse en: cualitativos o cuantitativos. Los cualitativos son aquellos expresados en estados discontinuos y según la escala utilizada para su medición se subclasifican en: i) nominales, la escala provee números que aluden arbitrariamente a nombres o etiquetas de clases diferentes sin seguir un orden lógico; ii) ordinales, la escala provee números que aluden a clases pero a diferencia de las nominales estas siguen un orden; iii) binarios, esta escala cualitativa solo tiene dos estados, por lo general implica ausencia/presencia y es codificada por 0 y 1 respectivamente. Los descriptores cuantitativos son medidos, contados o pesados usando escalas continuas o discretas, según esto se subclasifican en: iv) continuos, se refiere a características exactamente medidas que pueden asumir infinitos números de valores reales, por lo general se utiliza alguna unidad exacta del Sistema Internacional de Unidades (Système International d´Unités – SI); v) discretos, son características que requieren conteos en vez de mediciones con escalas métricas, la escala puede tomar un número finito o contable de valores (Jarvis et al. 2000, Hidalgo 2003, Bioversity International 2007).

2.3.2 Antecedentes en *A. sellowiana*

Actualmente la comunidad científica no cuenta con una lista de descriptores para *A. sellowiana* así como para la mayoría de las especies silvestres (Abadie y Berretta, 2001). Sin embargo existen algunos caracteres morfológicos que han sido utilizados con éxito para describir plantas, y otros que, aunque no han sido parte de un análisis estadístico que compruebe su capacidad discriminante, fueron y son utilizados en estudios de caracterización.

Degenhardt et al. (2001) lograron diferenciar individuos de la especie por variaciones morfológicas en la arquitectura floral. Los caracteres largo del pistilo, distancia entre estigma y estambres, distribución de estambres en la flor y el diámetro de la abertura del conjunto de estambres fueron evaluados en 7 flores en 15 accesiones. Los cuatro fueron seleccionados como buenos descriptores por los bajos valores de desvío estándar dentro de una misma planta.

En un trabajo de caracterización fenotípica de progenies de cruzamientos de guayabo, Santos et al. (2005b) caracterizaron plantas midiendo características cualitativas y cuantitativas de frutos y plantas. Las cualitativas evaluadas sobre 10 frutos de cada planta fueron: coloración de pulpa, presencia de espacio entre cáscara y pulpa, forma general, inserción de sépalos, rugosidad, consistencia, brillo y color de la cáscara. Las cuantitativas medidas fueron: peso medio, relación altura/diámetro, resistencia de la cáscara, rendimiento de pulpa (diferencia entre peso total del fruto y peso de las cáscaras), sólidos solubles totales (SST) y acidez total titulable (ATT). En las plantas se midió: altura, diámetro de tronco a 30 cm. del suelo, diámetro de copa y productividad como número de frutos.

Restrepo y Fernando (2000) caracterizaron un huerto de semilla sexual de *A. sellowiana* instalado en Caldas, Colombia, por medio de características cualitativas y cuantitativas de planta, hoja, fruto. Entre las cualitativas estuvieron: hábito de crecimiento de la planta, presencia de lenticelas en tronco, intensidad de floración, intensidad de pubescencia de hoja, forma de ápice de la hoja, velocidad de oxidación del fruto, forma de fruto y reacción a plagas y enfermedades. Entre las cuantitativas medidas se encontraban: altura de planta e inserción de primera rama, diámetro de tronco, eficiencia de copa, días de floración a cosecha, número y peso total de la cosecha, peso de fruto, SST, tamaño de hoja y diámetro de botón floral.

En Uruguay las experiencias de caracterización morfológica de individuos de guayabo han sido realizadas con descriptores cualitativos y cuantitativos de fruto, hoja y planta, así como parámetros del comportamiento fenológico. Según Vignale[2] las observaciones que se han realizado sistemáticamente en fruta son: peso, altura, diámetro, color externo de la piel, rugosidad, espesor de la cáscara, porcentaje de pulpa, color de la pulpa, número de semillas y peso de 100 semillas, porcentaje de sólidos solubles totales y ácido cítrico, tiempo de oxidación, presencia de enfermedades y de tipo sensoriales (aroma y sabor). En planta se mide altura y diámetro de copa, forma de planta, hábito de crecimiento y color del follaje. En la floración se registra la fecha de comienzo, plena floración (50 % flores) y fin de floración, mientras que para fructificación se mide el porcentaje de cuajado, número de frutas por individuo, rendimiento, fecha de comienzo y fin de cosecha.

Cunda (2006) caracterizó con un enfoque frutícola 4 plantas medias hermanas en un monte comercial de guayabo. Las características medidas en frutos fueron: diámetro y altura, forma general, forma de base y ápice,

[2] Vignale, B. 2008. Com. personal.

rugosidad y color de la piel, diámetro de pulpa, velocidad de oxidación de la pulpa, contenido de sólidos solubles totales, acidez y productividad en peso y cantidad total de frutos producidos. En hoja se midieron: forma general, forma de base, altura, ancho y grado de pilosidad del envés. Y en planta: forma general, diámetro de copa, altura de copa, altura de inserción de la primera rama, diámetro del tronco medido a 15 cm. del suelo, hábito de crecimiento, densidad de ramas. También se midieron los parámetros fenológicos: fechas de inicio, plena y fin de floración.

2.4 CONSERVACIÓN IN SITU

La “conservación in situ” es definida por el Convenio de Diversidad Biológica como “la conservación de los ecosistemas y los hábitat naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas.” (ONU, 1993).

Uruguay ratifica formalmente el Convenio de Diversidad Biológica en 1993, por lo cual se compromete a elaborar estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica y a integrar, en la medida de lo posible, la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales (URUGUAY. MVOTMA. DINAMA, 1999).

A nivel mundial la conservación de recursos fitogenéticos tiene como objetivo primario la conservación de la diversidad genética de miles de especies con importancia socioeconómica o ambiental, conocida o potencial. Por lo tanto la preocupación central de la conservación deben ser los procesos de evolución que promueven y mantienen esta diversidad. La conservación in situ se caracteriza por la sucesión de generaciones donde los genes son generalmente conservados. El proceso de selección natural asegura que la frecuencia de los alelos con influencia positiva para la población se incremente, mientras que para los alelos asociados con baja adaptabilidad decrezca (Kjaer et al., 2004).

La estrategia básica de conservación in situ puede ser subdividida en tres técnicas específicas: Conservación en Reservas Genéticas, Conservación en Granjas y Conservación en Quintas. Las dos últimas se refieren el mantenimiento de variedades de cultivos tradicionales o sistemas de cultivo, con distinta escala y diversidad de especies (Maxted et al., 1997).

La Conservación en Reservas Genéticas se define como “la locación, manejo y monitoreo de la diversidad genética en poblaciones silvestres dentro de áreas definidas designadas para la conservación en el largo plazo”. Es la estrategia preferida para la mayoría de las especies silvestres, incluyendo las especies emparentadas a los cultivos. Es aplicable para especies con cualquier tipo de semilla (ortodoxa o recalcitrante), permite la conservación de múltiples taxa en una sola reserva, manteniendo los procesos de evolución naturales. Las desventajas son que el material no esta inmediatamente disponible para la explotación agropecuaria y para el mejoramiento genético tradicional y las complicaciones que traen aparejadas la caracterización y evaluación del mismo (Maxted et al., 1997). A las áreas donde se realiza esta actividad se las denomina Unidades de Reserva Genética o Santuarios Genéticos. Su implementación requiere de una activa cooperación entre especialistas de diferentes disciplinas y entre diferentes agencias, así como de los actores locales que hacen uso del recurso (Rivas 2001, Heywood y Dulloo 2005).

Una restricción básica de las áreas protegidas es que usualmente son una pequeña parte de un ecosistema o unidad de paisaje mayor, con todas las consecuencias que la fragmentación de hábitat trae aparejado para los ecosistemas, las especies constituyentes y sus poblaciones. Por lo tanto es necesario que los países tengan en consideración la conservación de los recursos fuera de las áreas protegidas a la hora de elaborar el marco legal de los programas de conservación o considerar la designación de áreas protegidas de mayor tamaño que admitan la utilización sostenible de los recursos. El involucramiento y aprobación de los habitantes locales, productores, autoridades y otras partes interesadas es crucial para la implementación exitosa de proyectos de conservación in situ, en algunos casos son necesarios incentivos (WRI et al. 1992, Rivas 2001, Heywood y Dulloo 2005).

Es necesario tener en cuenta que las poblaciones protegidas, tanto dentro como fuera de las áreas protegidas, deben ser manejadas y monitoreadas para asegurar la sostenibilidad de las mismas en el largo plazo. Esto implica el desarrollo de planes de manejo de especies y de sitios, los mismos contienen una serie de prescripciones e intervenciones para conseguir los objetivos del área (Heywood y Dulloo, 2005).

2.4.1 Conservación en áreas protegidas

La definición de área protegida adoptada en el IV Congreso Mundial de Parques Nacionales y Áreas Protegidas es “una superficie de tierra y/o mar especialmente consagrada a la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica, así como de los recursos naturales y los recursos culturales

asociados, y manejada a través de medios legales u otros medios eficaces" (IUCN, 1994).

Existen distintos tipos de áreas protegidas que difieren en los objetivos de conservación, el grado de actividad humana permitida y el nivel de compromiso por parte de la sociedad. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 1994) generó una categorización internacional de las áreas protegidas que se presenta a continuación y en Cuadro 1.

I. Protección integral (Reserva Natural Estricta (Ia)/ Área Natural Silvestre (Ib))
II. Conservación de ecosistemas y turismo (Parque Nacional)
III. Conservación de las características naturales (Monumento Natural)
IV. Conservación a través del manejo activo (Área de Manejo de Hábitat/Especies)
V. Conservación de paisajes terrestres y marinos, y recreación (Paisajes Terrestres y Marinos Protegidos)
VI. Utilización sostenible de los ecosistemas naturales (Área Protegida con Recursos Manejados).

Cuadro 1. Matriz de los objetivos de manejo y las categorías de manejo de áreas protegidas de la IUCN (IUCN, 1994).

Objetivo de Manejo	Ia	Ib	II	III	IV	V	VI
Investigación científica	3	2	2	2	2	3	
Protección de zonas silvestres	1	2	3	3	-	2	
Preservación de las especies y la diversidad genética	1	2	1	1	1	2	1
Mantenimiento de los servicios ambientales	2	1	1	-	1	2	1
Protección de características naturales y culturales específicas	-	-	2	1	3	1	3
Turismo y recreación	-	2	1	1	3	1	3
Educación	-	-	2	2	2	2	3
Utilización sostenible de los recursos derivados de ecosistemas naturales	-	3	3	-	2	2	1
Mantenimiento de los atributos culturales y tradicionales	-	-	-	-	-	1	2

1: objetivo principal, 2: objetivo secundario, 3: objetivo potencialmente aplicable, -: no se aplica.

En cuanto a la situación de Uruguay, cuenta con 26 áreas con fines de conservación que cubren el 1,7 % de su superficie continental (300.000 has). Estas poseen distintos niveles de protección legal y no están constituidas aún dentro de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Probablemente estas

áreas fueron seleccionadas con criterios paisajísticos y ecológicos, no incluyendo necesariamente los recursos fitogenéticos. En 1999 se desarrolla la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sostenible de la Diversidad Biológica, y en el año 2000 surge la Ley 17.234 por la cual se declara la creación y gestión de un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas. El mismo se encuentra actualmente en proceso de implementación (Rivas 2001, URUGUAY. MVOTMA. DINAMA 2008).

2.4.2 Conservación fuera de áreas protegidas

El desarrollo de proyectos que integre la conservación en las áreas protegidas y en las áreas adyacentes involucra principalmente a los pobladores locales, y están recién siendo implementados. Objetivos relevantes de estos proyectos son: la planificación del manejo de los recursos fuera de las áreas y expandir y reforzar el uso sustentable de productos y servicios de la naturaleza para beneficio de los locales. Para esto es necesario crear condiciones e incentivos para la conservación por parte de los habitantes locales que hacen uso de esta diversidad (Rivas, 2001).

Algunos componentes exitosos de este tipo de proyectos han sido: proveer empleos para la gente local relacionado a las áreas protegidas, el establecimiento de áreas protegidas en las cuales la cosecha de los recursos sea compatible con la conservación de la biodiversidad (Reservas Estractivas), fomentar que las comunidades locales exploren oportunidades en el desarrollo de mercados mayores para sus productos cosechados sosteniblemente, como el desarrollo de sellos de calidad o de denominaciones de origen (terroirs), fortalecer la capacidad local para mantener y beneficiarse de la diversidad varietal, fomentar los beneficios del ecoturismo para los pobladores locales, desarrollar el rol de la medicina tradicional y asegurar su uso apropiado y sostenible (WRI et al., 1992).

2.4.3 Estado de conservación del recurso

El Estado de Conservación se refiere al estado presente del recurso genético, como el número y tamaño de las poblaciones existentes de la especie en cuestión, y los riesgos inmediatos que sufre (Graudal et al., 2004). Por lo tanto se describe la situación desde el punto de vista de la conservación in situ y ex situ.

2.4.3.1 Conservación in situ

A pesar de que probablemente en el siglo XX hubo una seria disminución en el número de ejemplares de *Acca sellowiana* en la región de origen debido a la extracción de madera para aserrío y fines energéticos de los bosques, y que esto puede haber afectado la integridad del germoplasma original, existen todavía millones de ejemplares silvestres dispersos en el área. (Ducroquet et al., 2000).

La primera preocupación de la conservación in situ debe ser asegurar que el tamaño de la población seleccionada sea lo suficientemente grande para permitir un mantenimiento a largo plazo de la especie objetivo y su diversidad genética, así como la continuidad de los procesos de evolución. Para *A. sellowiana*, al igual que para la mayoría de las especies de nuestra flora, no existen hasta el momento relevamientos sistemáticos de las poblaciones silvestres en el Uruguay, ni estudios específicos que diluciden el Tamaño Mínimo Viable de una población. El Tamaño Mínimo Viable de una población es el necesario para tener un nivel de diversidad que asegure la persistencia de la población por un tiempo determinado, y constituye la unidad de conservación (Shaffer, citado por Rivas, 2001). Ya que esto varía de acuerdo a factores como la biología, forma de vida y patrones ecogeográficos de la especie, no hay consenso para la mayoría de las especies, ni siquiera para grupos de especies (Heywood y Dulloo, 2005).

La acelerada pérdida de biodiversidad que ocurre en la actualidad es claramente resultado de la actividad humana. Es necesario tener claro cuales son las actividades y factores que amenazan y afectan esta biodiversidad para poder priorizar regiones que requieren medidas inmediatas. A pesar de que no hay estudios sobre el tema en nuestro país, las actividades humanas que pueden estar afectando el mantenimiento de algunas poblaciones silvestres de *A. sellowiana*, así como de otras especies, incluyen: pérdida o modificación de hábitat, sobrepastoreo, introducción de especies exóticas que compitan con la especie en cuestión, impacto de la utilización de herbicidas y pesticidas, introducción de enfermedades o plagas, etc. En el caso de un cultivo también se incluyen la pérdida o debilitamiento del entramado de agricultores y sus conocimientos, la introducción de variedades modernas y la cruza inadvertida de estas variedades con árboles silvestres. Otra amenaza que sufren las especies desde que se vuelven de interés económico para el hombre, son la realización de acciones contraproducentes para la conservación de su variabilidad genética, como el transporte de material entre las distintas regiones, o la plantación de numerosos individuos provenientes de un solo árbol en estas regiones (URUGUAY. OPP et al. 1992, Guarino 1995a, Fernández-López et al. 2002).

En cuanto a la conservación genética, no existen actualmente en Uruguay para ninguna especie, Reservas Genéticas propiamente dichas (Rivas, 2001). Las poblaciones de *A. sellowiana* que se mantienen se encuentran en zonas aisladas con distintos grados de protección no explicitados, sin estar en funcionamiento aún el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. En este contexto es posible hallar individuos silvestres de la especie *A. sellowiana*, protegidos de forma pasiva, en el área de la Quebrada de los Cuervos, en el departamento de Treinta y Tres, siendo ésta la única área protegida en la zona de dispersión natural de la especie en el país. Sin embargo, cabe resaltar que varias de las áreas propuestas en la zona norte para integrar el nuevo Sistema Nacional de Áreas Protegidas contendrían posiblemente poblaciones de guayabo, estas son: Valle del Lunarejo (Rivera), Valle Edén y Cuchilla de Laureles (Tacuarembó), Paso Centurión (Cerro Largo) y la propia Quebrada de los Cuervos (URUGUAY. MVOTMA. DINAMA, 2008).

Otra herramienta pasiva bajo la cual las poblaciones silvestre de la especie pueden estar siendo conservadas es por la vía legal a través de la Ley Forestal (No. 15.939), la cual prohíbe la corta y cualquier operación que atente contra la supervivencia del monte indígena.

Cabe resaltar que al existir en Uruguay una antigua tradición de cultivo del guayabo, ejemplares adultos de interés para la producción son mantenidos en granjas frutícolas del sur del país, y en quintas y jardines de estancias distribuidas por todo el país (Vignale y Bisio, 2005), las cuales en ningún caso cuentan con protección reconocida por algún organismo público y bajo la única tutela de los propietarios de los establecimientos.

En Brasil la conservación in situ es la principal forma de conservación de la especie. Las principales amenazas de erosión genética que sufren estas poblaciones en la actualidad son la remoción de vegetación nativa y la utilización de áreas para actividades agropecuarias, entre ellas la ganadería, la fruticultura y la forestación con Pinus sp. De todas formas, el bajo potencial de aprovechamiento a causa de la topografía accidentada en la mayor parte del área de distribución natural, corre a favor del mantenimiento de las poblaciones (Ducroquet et al. 2000, Santos 2005a).

2.4.3.2 Conservación ex situ

En Uruguay la experiencia en conservación ex situ de la especie es reciente, comenzando con la instalación en 1998 de una colección en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía en Salto. Actualmente esta colección mantiene más de 50 ejemplares provenientes de poblaciones silvestres y

subespontáneas e individuos cultivados en quintas o parques de estancias, seleccionados por características deseables de calidad de fruta y productividad, así como por diversidad[2].

Los esfuerzos de conservación ex situ en Brasil son importantes. El Banco Activo de Germoplasma de la Estación Experimental de Sao Joaquim de EPAGRI en Santa Catalina mantiene más de 250 genotipos, así como decenas de poblaciones son conservadas bajo la forma de semillas en CENARGEN de EMBRAPA (Santos et al., 2005b).

Fuera de la región de origen también existen colecciones de germoplasma en Nueva Zelanda, Italia, Colombia, Ucrania, Georgia y Azerbaiján. A excepción de Nueva Zelanda que posee material colectado en Brasil y Uruguay, estas colecciones poseen estrecha variabilidad genética ya que provienen de pocos ejemplares (Ducroquet et al. 2000, Thorp y Bieleski 2002).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el período noviembre 2005 - setiembre 2007 se realizó la prospección, selección y caracterización de poblaciones silvestres de *Acca sellowiana* en el noreste del Uruguay.

3.1 ESTRATEGIA DE MUESTREO

La estrategia de muestreo consiste en la definición del número de poblaciones a muestrear en cada área ecogeográfica, el número de individuos a muestrear en cada población, la forma de elección de los individuos y el número de semillas o material vegetativo a colectar por planta (Brown y Marshall, 1995).

3.1.1 Número de poblaciones a muestrear

Considerando el desconocimiento sobre la estructura de la diversidad genética de las poblaciones naturales de *Acca sellowiana* en Uruguay, y los recursos y tiempo disponible para las colectas, se decidió llevar a cabo el muestreo en cuatro sitios, dos en el área norte y dos en el noreste. La selección de las zonas de estudio se realizó en base a una lista preliminar de sitios donde pudieran encontrarse poblaciones naturales de *Acca sellowiana*. Para la obtención de esta lista se utilizaron cuatro fuentes de información: Herbario "Profesor Bernardo Rosengurtt" (serie MVFA Museo Vegetal Facultad de Agronomía), revisión de bibliografía, entrevistas a especialistas y personas locales (Ing. Agr. Primavera Izaguirre, Ing. Agr. Iván Grela, Ing. Agr. Andrés Berruti, Lic. Carlos Priggioni y guardaparques), y salidas exploratorias y/o de prospección.

Los criterios utilizados para la selección de las zonas fueron básicamente tres:

- Criterio fitogeográfico: basándose en la propuesta de dendrofloras para el Uruguay de Grela (2004), se distribuyeron los sitios de tal forma que abarcaran el Núcleo Sur y el Núcleo Norte de la dendroflora Oriental, la cual contiene la distribución natural de *A. sellowiana* en nuestro país.

- Distancia entre los sitios: se seleccionaron sitios lo suficientemente distanciados como para adoptar el supuesto de que no existe intercambio genético entre ellos.

- Interés para la conservación: se intentó que los sitios elegidos tuvieran antecedentes de propuestas para su conservación, con el objetivo de contribuir a la definición de áreas protegidas o aportar esfuerzo de investigación en áreas ya existentes.

3.1.2 Número y elección de los individuos a muestrear por población

Se muestrearon entre 50 y 54 individuos por zona de estudio. Los supuestos asumidos fueron dos:

- los individuos de cada zona, ecológicamente homogénea, son parte de una misma población (von Bothmer y Seberg, 1995)

- 50 plantas son suficientes para representar a una población de una especie alógama, conteniendo al menos una copia del 95 % de los alelos con frecuencia mayor a 0.05 presentes en la población (Brown y Marshall, 1995).

En cuanto a la forma de selección de los individuos, se realizó de forma aleatoria a medida que se prospectaba el sitio. El único criterio utilizado fue la pertenencia a la especie sin hacer selección de plantas. De esta forma se obtuvieron representantes de cada población en una gama de edades, condiciones de crecimiento y estados sanitarios.

3.1.3 Material colectado

Como el objetivo del presente estudio fue estudiar la diversidad genética de la especie, se colectaron hojas, frutos y flores en número de diez[2] (Santos 2005a, Degenhart et al. 2007).

Las diez hojas, totalmente desarrolladas, fueron recolectadas en otoño del sector medio de la brotación y de la parte media de la copa.

Las diez flores fueron colectadas en estado fenológico F2 según Ducroquet et al. (1991), que corresponde a flor totalmente abierta (Figura 1), en lo posible de todas las partes de la planta.

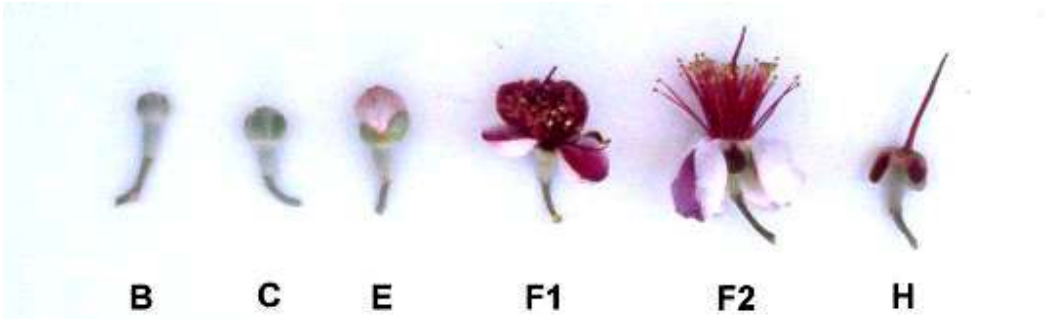


Figura 1. Estadios fenológicos de la floración de *Acca sellowiana* según Ducroquet y Hickel, citados por Ducroquet et al. (2000).

Los diez frutos colectados por árbol estaban en estado de madurez, tomando como Índice de Madurez el momento en que se torna fácil la separación del fruto del pedúnculo (Kader, 2005). Colectados en lo posible de todas las partes del árbol.

3.2 ZONAS DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en cuatro zonas (Figura 2): Quebrada de los Cuervos en el departamento de Treinta y Tres, Valle Edén y Cuchilla de Laureles en Tacuarembó y Cañitas en Cerro Largo.

Figura 2. Zonas de estudio (imagen modificada de Google Earth).

3.2.1 Quebrada de los Cuervos

El área se encuentra al centro norte del departamento de Treinta y Tres, a 45 km. de la capital departamental. Su ubicación geográfica es 32°54.7' S; 54°27.5' O, Carta Topográfica “Puntas del Yerbal” Escala 1:50.000 del SGM (E-18).

Es un paso muy estrecho del arroyo Yerbal Chico a través de la Sierra del Yerbal, que se destaca por su belleza. Fitogeográficamente está comprendida dentro del Núcleo Sur de la Flora Oriental (Grela, 2004).

Según datos históricos (serie 1961-1990) de la Dirección Nacional de Meteorología correspondientes a la Estación Meteorológica de Treinta y Tres, ubicada 30 km. al sur del área de la Quebrada de los Cuervos, esta región presenta una temperatura media anual de 16.8 ºC, con temperatura máxima media anual de 22.9 ºC, temperatura mínima media anual de 11.2 ºC, y extremos de 40.2 y -7.6 ºC. La precipitación acumulada media anual es de 1292 mm.

La Quebrada de los Cuervos fue declarada Área Protegida en 1986 por resolución del Ejecutivo Municipal. La superficie del área desde ese entonces es de 365 has. En el marco del nuevo Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), creado por ley en el año 2000 (Ley No. 17.234), se planea incluir esta área al sistema, sumándole 2321 ha estatales y 1669 ha privadas. En este nuevo marco el área responderá a la categoría Paisaje Protegido (URUGUAY, MVOTMA, s.f.).

3.2.2 Valle Edén

Valle Edén está ubicado en la Sierra de Tambores, en el departamento de Tacuarembó, 25 km. al oeste de la capital departamental. Su ubicación geográfica es 31°50.3' S; 56°07.0' O, Carta Topográfica “Tacuarembó” Escala 1:50.000 del SGM (J-12). Está comprendida por el Núcleo Norte de la Flora Oriental (Grela, 2004). Es una zona emblemática para el departamento tanto desde el punto de vista biológico como cultural.

Según datos históricos (serie 1961-1990) de la Dirección Nacional de Meteorología correspondientes a la Estación Meteorológica de Rivera, ubicada 120 km. al noreste de Valle Edén, la temperatura media anual es de 18.1 ºC, la temperatura máxima media anual de 23.4 ºC, temperatura mínima media anual de 12.7 ºC, y extremos de 41.5 y -5.0 ºC. La precipitación acumulada media anual es de 1639 mm.

3.2.3 Cuchilla de Laureles

Cuchilla de Laureles se encuentra en el norte del departamento de Tacuarembó. La ubicación geográfica es 31°21.3' S; 55°57.8' O, Carta Topográfica “Paso del Cerro” Escala 1:50.000 del SGM (J-10). Forma parte del Núcleo Norte de la Flora Oriental, definido por Grela (2004), Es parte del sistema de quebradas del norte del país. Es una zona de interés por su biodiversidad, que se encuentra en estudio para su incorporación al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (URUGUAY. MVOTMA. DINAMA, 2008).

Los datos meteorológicos correspondientes a Cuchilla de Laureles son los mismos que para Valle Edén ya que la estación más cercana es la misma: Estación Meteorológica de Rivera, ubicada 65 km. al noreste del área.

3.2.4 Cañitas

Cañitas esta ubicada al oeste del departamento de Cerro Largo. Ubicación geográfica 32°19.4' S; 53°52.0' O, Carta Topográfica “Sierra de Los Ríos” Escala 1:50.000 del SGM (C-15). Se encuentra en las inmediaciones de la Sierra de Ríos, constituyendo parte del Núcleo Sur de la Flora Oriental (Grela, 2004).

Según datos históricos (serie 1961-1990) de la Dirección Nacional de Meteorología correspondientes a la Estación Meteorológica de Melo ubicada 30 km. al oeste del área de Cañitas, la temperatura media anual es de 17.0 ºC, la temperatura máxima media anual de 23.4 ºC, temperatura mínima media anual de 11.0 ºC, y extremos de 40.4 y -11.0 ºC. La precipitación acumulada media anual es de 1238 mm.

3.3 MATERIAL VEGETAL

Se trabajó con 204 plantas de *A. sellowiana*, 50 en Quebrada de los Cuervos, Cuchilla de Laureles y Cañitas y 54 en Valle Edén. La determinación de los individuos se realizó durante la prospección de cada sitio. Se marcaron con cinta (Figura 3) y se georreferenciaron con GPS, asignándoles un código para su posterior identificación.

Figura 3. Método de identificación a campo de los individuos.

3.3.1 Población de la Quebrada de los Cuervos

Los individuos fueron codificados del QC01 a QC50. De QC1 a QC37 se encontraron dentro del Área Protegida, y de QC38 a QC50 en un potrero vecino, conocido como "Potrero de las Guayabas" propiedad del Sr. Alberto Demichelli. La población abarca un área total de 700 ha. (Figura 4), que se ubica en las laderas (bosque serrano) y cimas (praderas) de la sierra.

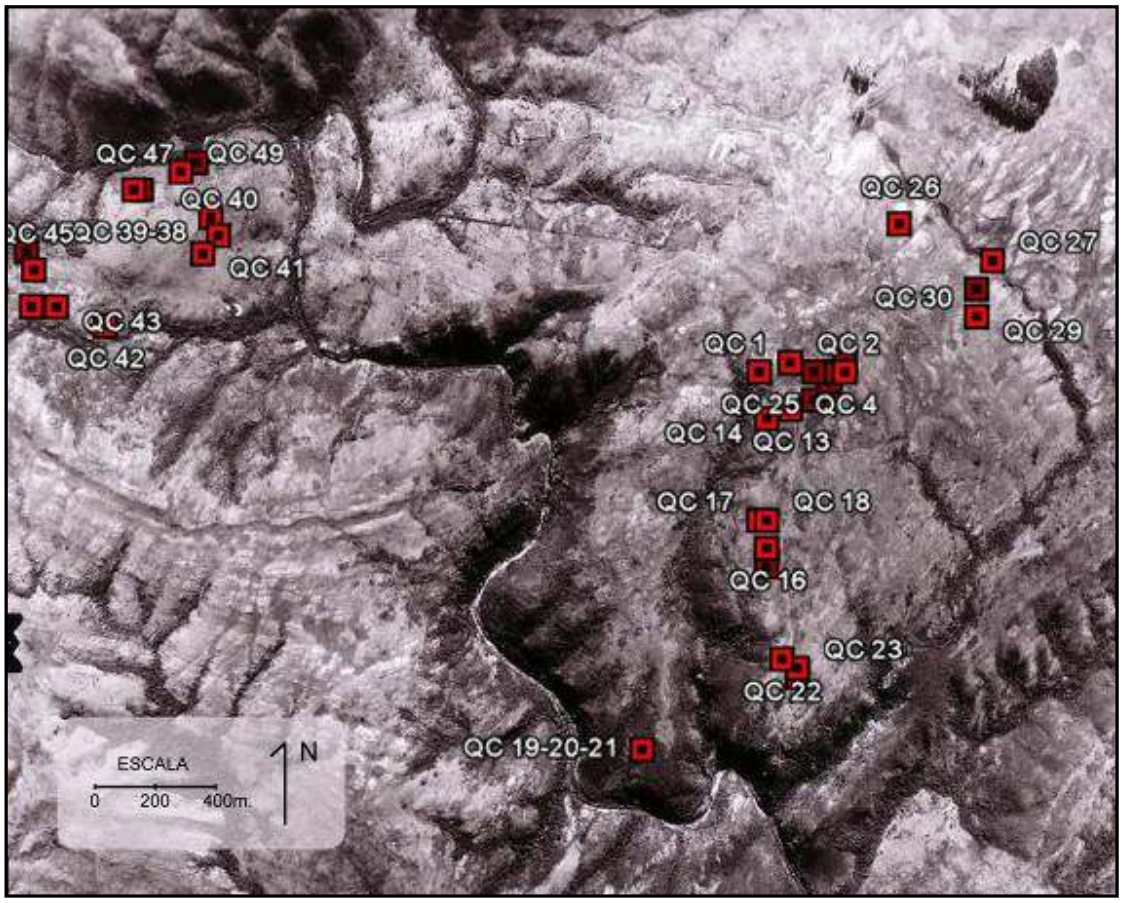


Figura 4. Sector de la foto aérea No. 98-011 (SGM, 1966-67), Quebrada de los Cuervos y predios aledaños, con los individuos de la población representados.

3.3.2 Población de Valle Edén

Los individuos de Valle Edén se codificaron y numeraron de VE01 a VE54. Se hallaron distribuidos principalmente a lo largo de un camino vecinal, protegidas por el monte nativo o por el alambrado (Figura 5). En el total, las plantas se extendieron en 750 hás, pero la mayor parte se acumuló en el bosque ribereño correspondiente a la Cañada de la Virgen y Cañada del Sauce, ocupando tan solo 160 ha

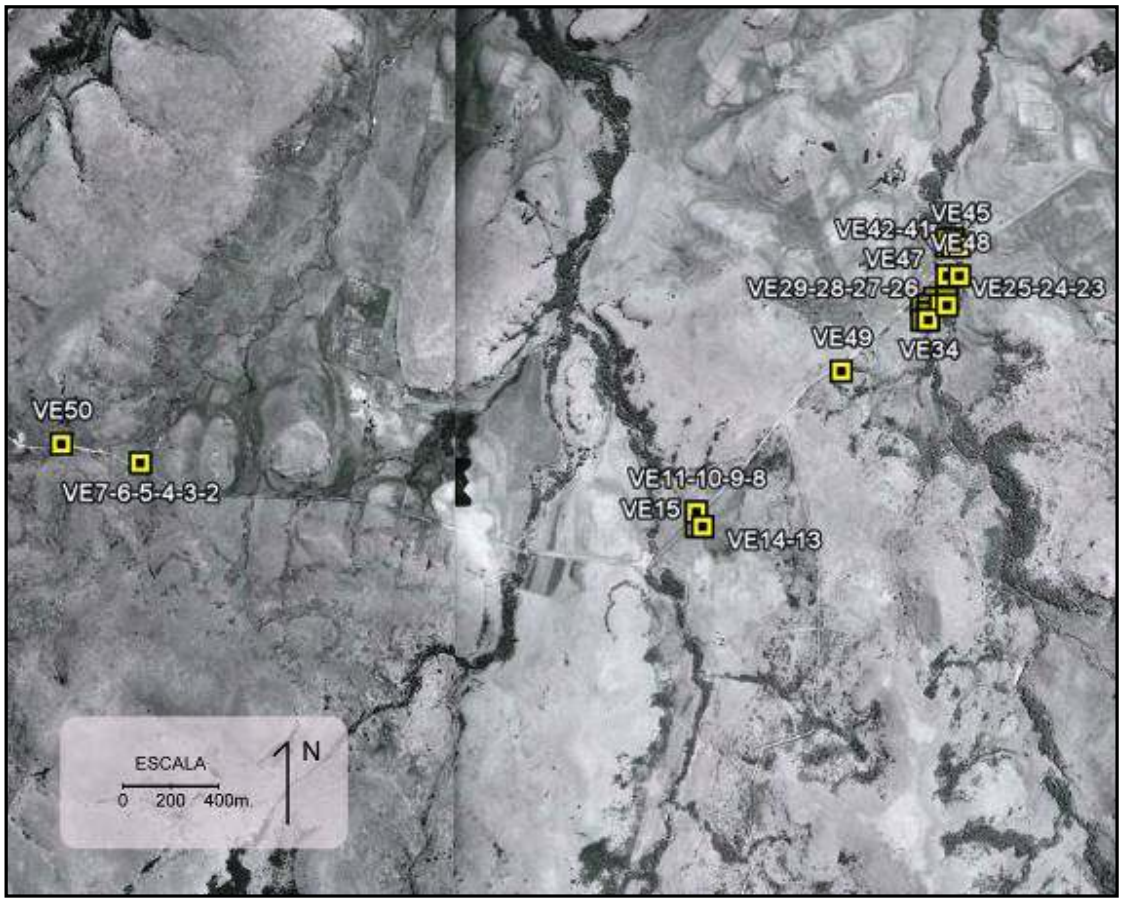


Figura 5. Sector de la fotos aéreas No. 202-035 y 203-158 (SGM, 1966.67), zona de Valle Edén estudiada, con los individuos de la población representados.

3.3.3 Población de Cuchilla de Laureles

La población de Laureles se distribuyó en un área de aproximadamente 50 ha, la más pequeña de las cuatro. Los individuos se codificaron del CL01 a CL50 (Figura 6)

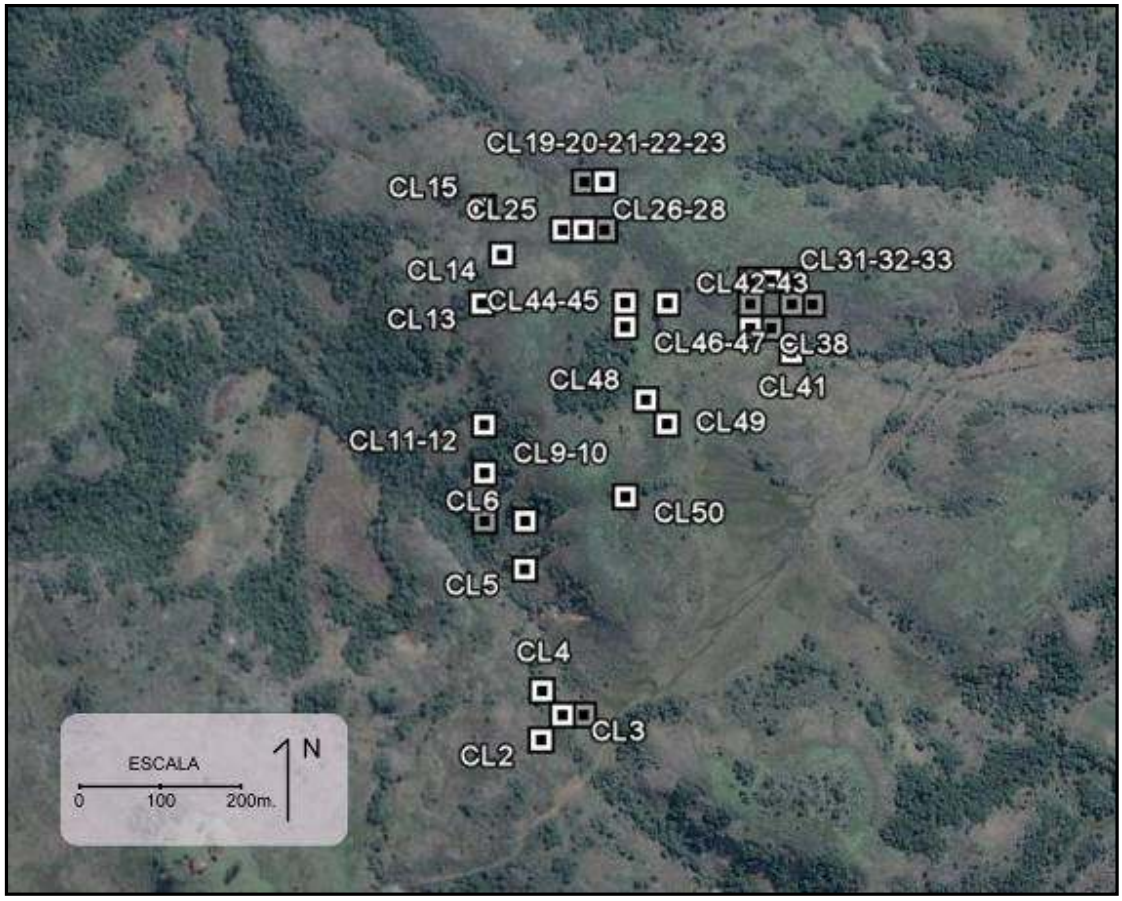


Figura 6. Imagen satelital de la zona de Cuchilla de Laureles estudiada, con los individuos de la población representados (imagen modificada de Google Earth).

3.3.4 Población de Cañitas

Los individuos de Cañitas se numeraron y codificaron del CÑ01 a CÑ50 (Figura 7). Se distribuyeron en un área aproximada de 720 ha

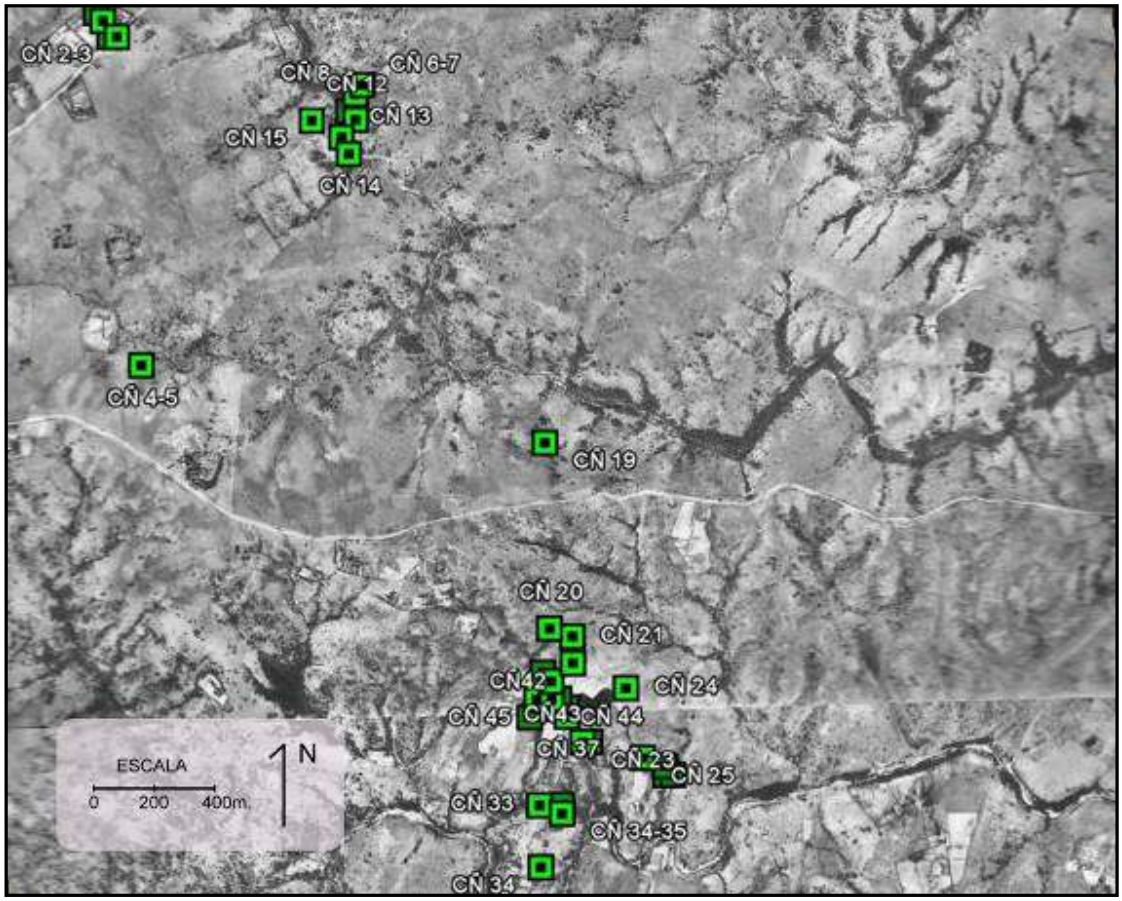


Figura 7. Sector de fotos aéreas No. 131-022 y 131-023 (SGM, 1966-67), zona de Cañitas estudiada, con los individuos de la población representados.

3.4 CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DE LOS INDIVIDUOS Y POBLACIONES

Para la caracterización fenotípica de los individuos y poblaciones se utilizaron características de fruto, flor y hoja. Al no poseer *A. sellowiana* una lista oficial de descriptores, debió realizarse revisión de aquellas características usadas por los distintos grupos de investigación que trabajan con la especie, así como de descriptores de otras especies que pudieran adaptarse al Guayabo.

A continuación se presentan las variables cuantitativas y cualitativas evaluadas para fruto, flor, hoja y planta.

3.4.1 Descriptores de fruto

3.4.1.1 Variables continuas

Altura de fruto

La altura del fruto fue medida con calibre desde la base hasta el ápice, sin considerar los sépalos. Se expresó en mm.

Diámetro de fruto

El ancho del fruto se midió con calibre en el diámetro ecuatorial mayor. Se expresó en mm.

Relación altura-diámetro de fruto

Se calculó el cociente entre la altura y el diámetro de fruto.

Peso de fruto

Se utilizó una balanza digital para estimar el peso en gramos de cada uno de los frutos.

Peso de pulpa

Luego del corte del fruto, se extrajo la pulpa con una cuchara para ser pesada en balanza digital. Los datos se expresaron en mm.

Espesor de cáscara

Luego de extraer la pulpa, se midió el espesor de la cáscara mediante un calibre digital. Los resultados se expresaron en mm. (Figura 8)

Figura 8. Método de medición del descriptor espesor de cáscara.

Resistencia de cáscara

Se estimó la resistencia de la cáscara con un penetrómetro manual (McCormisck Fruit Tech Co.), con punta plana de 8 mm. de diámetro. Se tomó la lectura luego de la extracción de la pulpa, en la zona ecuatorial de la misma. Se expresó en kg./cm^2 (Feippe y Carballo, 2003) (Figura 9).

Figura 9. Método de medición del descriptor resistencia de cáscara.

Sólidos solubles totales

Se estimaron los sólidos solubles totales con refractómetro. Se colocaron 2 a 3 gotas de jugo sobre el prisma y se realizó la lectura. Se expresó en º Brix (Feippe y Carballo, 2003).

Acidez Total Titulable (ATT)

Se realizó una titulación con NaOH 0.1 N para estimar el contenido de ácido cítrico presente en la muestra. Se extrajo el jugo de la totalidad de la muestra de diez frutos, se tomaron cinco ml. a los que se le agregó 20 ml. de agua

destilada y tres gotas de indicador Fenolftaleína. Luego se tituló con la solución de NaOH, hasta obtener un cambio del color estable por más de 30 segundos (Feippe y Carballo, 2003). Los datos se expresaron en gr. de ácido cítrico/100 ml. de jugo.

Número de semillas por fruto

Luego de extraerlas del fruto, lavarlas para retirar restos de pulpa y secarlas, se contaron las semillas de cada fruto.

Peso de semillas

Se pesaron la totalidad de las semillas de cada fruto. Se expresó el resultado en gramos.

Peso de 100 semillas

Teniendo el número de semillas y su peso, se calculó el peso de 100 semillas. Se expresó el resultado en gramos.

3.4.1.2 Variables cualitativas

Forma de fruto

Se discretizó la variable Relación altura-diámetro del fruto. Se utilizó la escala de Ducroquet et al. que propone cuatro estados:

- redondo (1): A/D < 1.1
- oval (2): 1.1 < A/D < 1.3
- oblongo (3): 1.3 < A/D < 1.5
- elongado (4): A/D > 1.5

Forma del ápice

Se clasificó el ápice del fruto según 3 estados (Figura 10):

- redondo(1)
- truncado (2)
- acuminado (3)

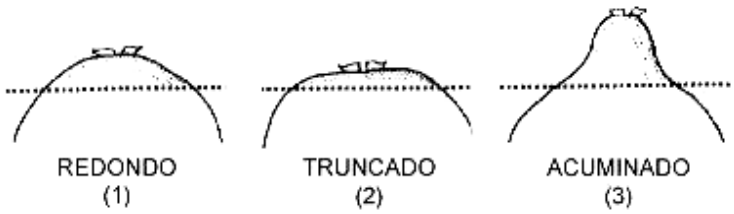


Figura 10. Estados del descriptor forma del ápice (modificado de IPGRI, 2000).

Forma de la base

Se clasificó la base del fruto según 5 clases (Figura 11):

- convexo (1)
- truncado (2)
- agudo (3)
- cóncavo (4)
- con cuello (5)

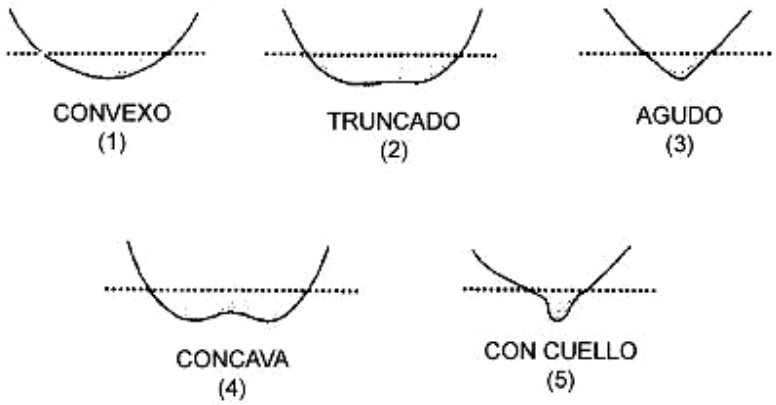


Figura 11. Estados del descriptor forma de base (modificado de IPGRI, 2000).

Protuberancia en base

Se registró la presencia (1) o ausencia (0) de una pequeña protuberancia en la base del fruto.

Posición del ápice

Se clasificó la posición del ápice según la simetría del fruto, en dos estados:

- central (1)
- asimétrico (2)

Posición de los sépalos

La posición de los sépalos se registró acorde a tres estados (Figura 12):

- abierto (1)
- semiabierto (2)
- erecto (3)

Figura 12. Estados del descriptor posición de sépalos.

Rugosidad

Se clasificó la rugosidad de la piel en cuatro clases:

- liso (1)
- algo rugoso (2)
- rugoso (3)
- muy rugoso (4)

Color de piel

Para determinar el color de la superficie externa de la piel del fruto se utilizó para comparar el repertorio de colores de Société Française des Chrysanthémistes (1905) (Figura 13).

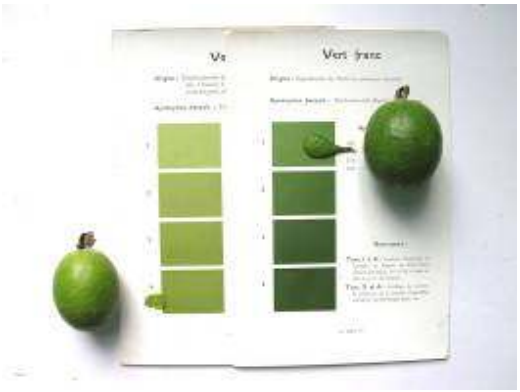


Figura 13. Método de medición del descriptor color de piel del fruto.

Persistencia del pistilo

Se registró la presencia (1) o ausencia (0) del pistilo en los frutos.

Color interno de la cáscara

Se clasificó el color de la superficie interna de la cáscara del fruto mediante la comparación con el repertorio de colores de la Société Française des Chrysanthémistes (1905) (Figura 14).

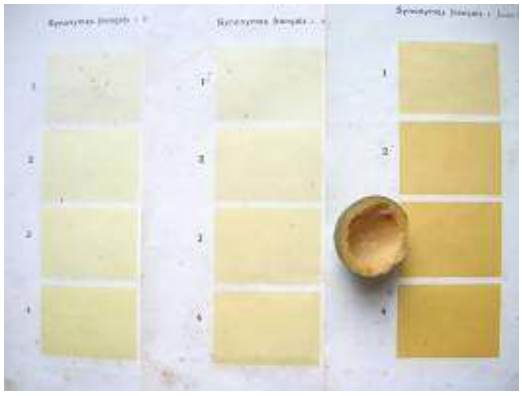


Figura 14. Método de medición del descriptor color interno de la cáscara.

Color de la pulpa

Se realizó la medición de la misma forma que para color de piel y de cáscara interna (Figura 15).

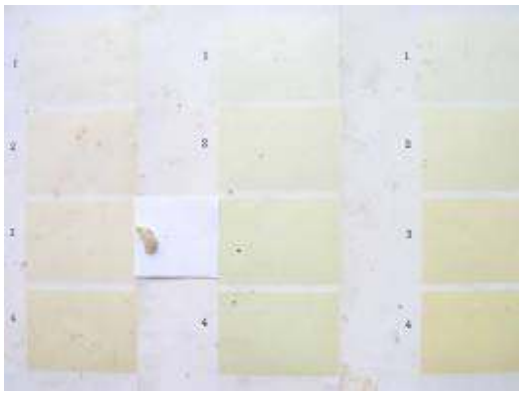


Figura 15. Método de medición del descriptor color interno de la cáscara.

Espacio pulpa-cáscara

Se observó la presencia (1) o ausencia (0) de espacio entre la pulpa y la cáscara.

3.4.2 Descriptores de flor

3.4.2.1 Variables cuantitativas

Distancia estigma-estambres

Se midió la distancia entre estigma y el conjunto de estambres, se expresó en mm. (Figura 16).

Figura 16. Método de medición de los descriptores abertura floral y distancia estigma-estambres.

Abertura floral

Se tomaron dos medidas de distancia perpendiculares entre si del diámetro de abertura del conjunto de estambres, atravesando el conjunto por su punto medio. El valor promedio se expresó en cm. (Figura 16).

Número de estambres

Se contó el número de estambres de cada una de las flores.

Largo del pistilo

Se midió el largo del pistilo desde el estigma a la inserción con el ovario (Figura 17). Se expresó en cm.

Figura 17. Método de medición del descriptor largo del pistilo.

3.4.2.2 Variables cualitativas

Clases de distancia estigma-estambres

Se discretizó la variable continua Distancia estigma-estambres en tres clases (Figura 18):

- 0 a 0.4 (1)
- 0.5 a 0.9 (2)
- 1.0 a 1.4 (3)

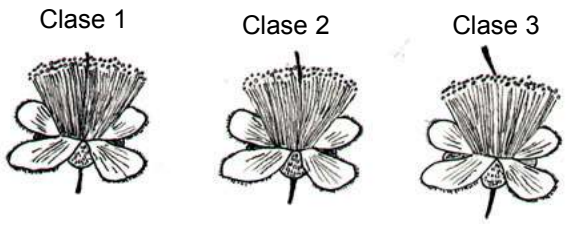


Figura 18. Estados del descriptor clases de distancias estigma-estambres en *A. sellowiana.* Clase 1 de 0a 0.4, Clase 2 de 0.5 a 0.9 y Clase 3 de 1.0 a 1.4. (Modificado de Degenhardt et al., 2001).

Distribución de estambres

La distribución de los estambres se clasificó acorde a dos estados según lo propuso Degenhart et al. (2001) (Figura 19):

- radial (1)
- aleatoria (2)

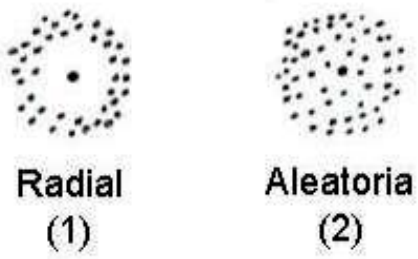


Figura 19. Estados del descriptor distribución de estambres (modificado de Degenhardt et al., 2001).

Color de pétalos

Se clasificó el color de la cara adaxial de los pétalos por comparación con el repertorio de colores de la Société Française des Chrysanthémistes (1905) (Figura 20).

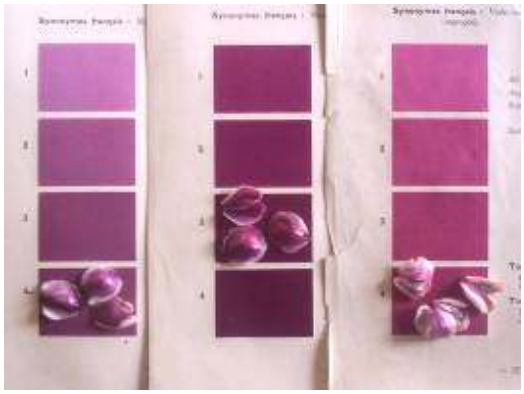


Figura 20. Método de clasificación del descriptor color de pétalos.

3.4.3 Descriptores de hoja

3.4.3.1 Variables cuantitativas

Largo de hoja

Se midió la distancia de la base hasta el extremo apical de la lámina, expresado en milímetros.

Ancho de la hoja

Se midió como la distancia de borde a borde en la línea transversal más ancha de la hoja, expresado en milímetros.

Relación largo-ancho de hoja

Se calculó el cociente entre largo y ancho de la hoja.

3.4.3.2 Variables cualitativas

Forma de la hoja

Se clasificó la forma general de la hoja acorde a tres estados del descriptor (Figura 21):

- oval (1)
- obovada (2)
- elíptica (3)

Estas tres formas se diferencian claramente por la ubicación de la línea transversal más ancha de la hoja: si se ubica en la mitad inferior es oval, en el medio de la hoja es elíptica y si lo hace en la mitad superior es obovada (Figura 21).

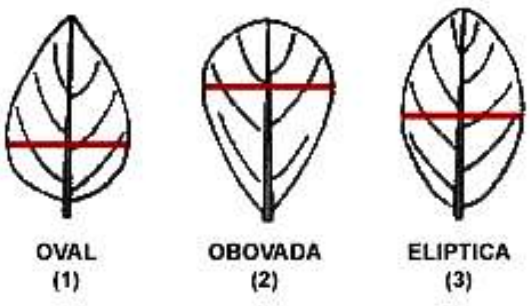


Figura 21. Estados del descriptor forma de hoja (modificado de IPGRI, 1996).

Forma del ápice de hoja

Se clasificó la forma del ápice de la hoja en cuatro clases o estados del descriptor (Figura 22):

- redondeado (1)
- agudo (2)
- obtuso (3)
- emarginado (4)

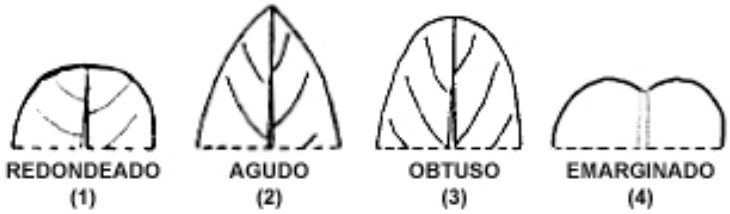


Figura 22. Estados del descriptor forma del ápice de hoja (modificado de IPGRI, 1996).

Forma de base de hoja

La forma de la base de la hoja se estableció acorde a dos estados del descriptor (Figura 23):

- redondeado (1)
- cuneado (2)

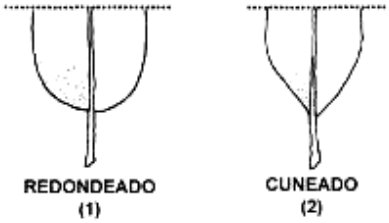


Figura 23. Estados del descriptor forma de la base de hoja (modificado de IPGRI, 1995).

Color del haz de hoja

Se clasificó el color de la cara adaxial de la hoja por comparación con el repertorio de colores de la Société Française des Chrysanthémistes (1905) (Figura 24).

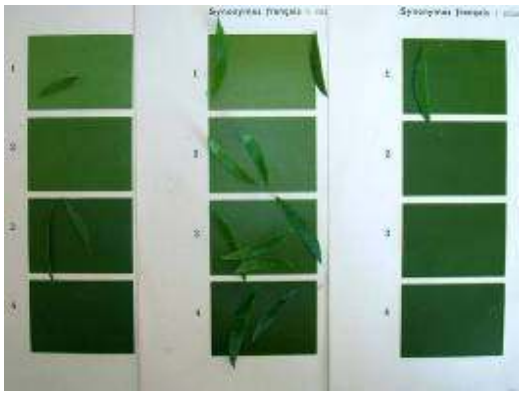


Figura 24. Método de clasificación para el descriptor color del haz *de hoja.*

Pilosidad del envés

Se observó y registró la densidad de pelos del envés de las hojas en dos estados:

- algo piloso (1)
- muy piloso (2)

3.4.4 Descriptores de planta

A los efectos de asociar los datos obtenidos a las características de los individuos, se registraron las medidas que se presentan a continuación. Estas variables no fueron analizadas como descriptores debido a las diferentes edades y estados de las plantas.

Altura

Se midió desde el nivel del suelo hasta la altura de la última brotación, se expresó en metros.

Diámetro de copa

Se registraron dos medidas perpendiculares, se tomó el diámetro mayor y la medida transversal. Se calculó el promedio y se expresó en metros.

Área basal

Se midió el diámetro de tronco a 20 cm. del suelo y en el caso de múltiples troncos se midieron todos aquellos mayores a 2 cm. de diámetro y con ellos se calculó el área basal. Se expresó en cm^2.

Número de troncos

Se contaron y registraron los troncos presentes en la cepa a 20 cm. sobre el suelo.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

El modelo utilizado para la estimación de componentes de varianzas fue un Modelo Linear Mixto:

$$Y_{jkl} = \mu + P_j + I_{k(j)} + M_{l(jk)},$$

donde Y_{jkl} es el valor fenotípico de la j-ésima población, k-ésimo individuo, l-ésimo muestra dentro de individuo, P_j es el efecto aleatorio de la j-ésima población, $I_{k(j)}$ es el efecto aleatorio del k-ésimo individuo dentro de la j-ésima población y $M_{l(jk)}$ es el efecto aleatorio de la l-ésima muestra del k-ésimo individuo dentro de la j-ésima población.

3.5.1 Descriptores

3.5.1.1 Análisis univariado de cuantitativas

Con el objetivo de describir la diversidad en las variables cuantitativas, se calcularon los estadísticos simples BLUP (Best Linear Unbiased Predictor), desviación estándar (s), coeficiente de variación (CV %), máximo y mínimo. Se realizó la estimación de componentes de varianza a través de modelos mixtos utilizando el PROC MIXED de SAS con el método de Máxima Verosimilitud Restringida (REML), obteniéndose la varianza entre poblaciones (s^2P), entre individuos dentro de población ($s^2I(P)$) y entre muestras dentro de individuos $s^2M(IP)$, y los Intervalos de Confianza (IC) de Máxima Verosimilitud con 95 % confianza para cada varianza. Se testeó cada varianza si era significativamente diferente de cero ($p < 0.05$). Para encontrar variables que se comportaron como descriptores discriminantes de individuos se adoptó el criterio IC $s^2I(P)$ > IC $s^2M(IP)$.

3.5.1.2 Análisis univariado de cualitativas

Con el mismo objetivo pero para las variables cualitativas se calcularon las frecuencias y se realizó la estimación de componentes de varianza a través

de modelos mixtos utilizando el PROC GLIMMIX de SAS con el método de estimación de máxima verosimilitud restringida y asumiendo una distribución multinomial de las variables de respuesta. Se calculó F para la determinación de las diferencias significativas entre individuos con el objetivo de identificar descriptores discriminantes de individuos.

3.5.2 Diferencias entre poblaciones

3.5.2.1 Análisis univariado

Para cuantificar las diferencias entre poblaciones en las variables cuantitativas se estimó el componente de varianza asociado a población (s^2P) y se testeó si era significativamente diferente de cero ($p < 0.05$). Para las variables cualitativas se calculó el F asociado a población y se determinó si la varianza entre poblaciones era significativamente mayor que la variancia entre individuos dentro de población ($p < 0.05$).

3.5.2.2 Agrupamiento numérico

Con el objetivo de ver cómo se agrupaban los individuos numéricamente, se utilizó el método de dos etapas Ward-MLM (Franco et al., 1998) sobre todas las variables de fruto y hoja. En la primera etapa se definen grupos por el método jerárquico Ward, y en la segunda etapa los grupos son refinados por el Modified Location Model (MLM). Este proceso optimiza el uso de dos funciones relacionadas maximizando las distancias entre grupos, generando grupos más compactos. Permite utilizar toda la información disponible ya que utiliza tanto las variables cuantitativas como las cualitativas produciendo mejores clasificaciones.

3.5.2.3 Análisis multivariado de las poblaciones y los grupos numéricos

Se realizó un análisis discriminante para identificar las variables cuantitativas de mayor peso en la diferenciación de las poblaciones y los grupos numéricos. Se utilizó el procedimiento PROC STEPDISC con el método de selección FORWARD y un nivel de significancia del 15 % (Gutiérrez, 2001). En este método el programa construye un modelo de discriminación “paso a paso”, donde en cada paso realiza un análisis de varianza y se selecciona la variable con mayor valor F, introduciéndola en el modelo como covariable, luego procede al siguiente paso.

La importancia de las variables cualitativas en la discriminación de poblaciones y grupos numéricos se determinó con el estadístico Chicuadrado (ajustado por sus grados de libertad), probando la independencia entre cada variable categórica y cada agrupamiento. Se utilizó el procedimiento PROC FREQ del paquete estadístico SAS.

Para representar gráficamente la diferenciación de los grupos numéricos se llevó a cabo un Análisis Canónico. Este procedimiento determina funciones canónicas que son combinaciones lineales de las distintas variables, mediante un análisis de varianza multivariado con una prueba F que busca maximizar la relación varianza entre grupos sobre la varianza dentro de grupos. Se utilizó el procedimiento PROC CANDISC.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DESCRIPTORES

4.1.1 Variables cuantitativas

Los componentes de varianza estimados $s^2I(P)$ (varianza entre individuos dentro de poblaciones) y s^2M (IP) (varianza entre muestras dentro de individuo) difirieron significativamente de cero para todas las variables consideradas. El componente de varianza s^2P (varianza entre poblaciones) fue significativamente diferente de cero para todas las variables excepto para relación altura-diámetro de fruto (A/D), acidez total titulable (ATT) y peso de semillas (PSEM) (Cuadro 2).

Las varianzas entre individuos representaron entre 19 % y 61 % de las varianzas totales, a excepción de largo del pistilo (LARPIST) que solo representó el 6 % y acidez total titulable (ATT) el 85%. Las varianzas entre muestras dentro de individuo fueron relativamente altas para todas las variables, explicando más del 20 % de las varianzas totales, con valores extremos para largo del pistilo (87 %) y para la relación largo-ancho de hoja (67 %) (Cuadro 2). Degenhardt et al. (2002) hallaron para caracteres cuantitativos de fruto varianzas debida a muestras dentro de individuo valores que fluctuaban entre el 27 y 50 % de las varianzas totales.

La relación entre las varianzas varió de acuerdo a la variable considerada. Se halló que las variables altura de fruto (AF), diámetro de fruto (DF), peso de fruto (PF), peso de pulpa (PP), espesor de cáscara (ECAS), resistencia de cáscara (RCAS), distancia estigma-estambres (DISTEE) y número de estambres (NEST) cumplieron con el criterio de mayor varianza entre individuos que dentro de individuos (IC $s^2I(L)$ > IC $s^2M(IL)$) (Cuadro 2), indicando su poder discriminante para diferenciar plantas.

Las varianzas entre poblaciones estadísticamente significativas, representaron entre el 7 y el 44 % de la varianza total, discriminando entre poblaciones.

Cuadro 2. Resultado de la estimación de componentes de varianza para las variables continuas (VC) altura de fruto (AF), diámetro de fruto (DF), relación altura diámetro (A/D), peso de fruto (PF), peso de pulpa (PP), espesor de cáscara (ECAS), resistencia de cáscara (RCAS), sólidos solubles totales (SST), acides total titulable (ATT), número de semillas (NSEM), peso de semillas (PSEM), peso de 100 semillas (P100), largo de hoja, (LH), ancho de hoja (AH), distancia estigma-estambres (DISTEE), abertura floral (AFL), número de estambres (NEST) y largo del pistilo (LARPIST).

VC	s^2P	$s^2I(P)$	s^2M (IP)	s^2T	Ratio pob.	Ratio ind.	IC $s^2I(P)$	IC s^2M	
AF (mm.)	25.3** (37)	28.9** (42)	14.3** (21)	68.5 (100)	0,87	2.03	21.9 - 40.0	12.9 - 15.8	+
DF (mm.)	23.0** (44)	19.3** (36)	10.5** (20)	52.8 (100)	1,19	1.84	14.6 - 26.8	9.5 - 11.6	+
A/D	0.0010^{ns} (4)	0.0114** (46)	0.0125** (50)	0.0248 (100)	0,08	0.91	0.0084 - 0.0165	0.0113 - 0.0139	
PF (g)	38.1** (35)	44.7** (41)	26.8** (24)	109.6 (100)	0,85	1.67	33.8 - 61.9	24.3 -29.7	+
PP (g)	5.4** (31)	7.3** (42)	4.7** (27)	17.4 (100)	0,74	1.56	5.4 - 10.2	4.9 - 5.2	+
ECAS (mm.)	0.32** (23)	0.75** (53)	0.35** (24)	1.41 (100)	0,43	2.15	0.56 - 1.03	0.31 - 0.39	+
RCAS (kg/cm^2)	9.5** (31)	13.1** (44)	7.5** (25)	30.0 (100)	0,72	1.74	9.9 - 18.2	6.80- 8.4	+
SST (ºBrix)	5.26** (32)	5.4** (33)	5.7** (35)	16.4 (100)	0,97	0.95	3.9 - 8.0	5.1 - 6.4	
ATT (gr/100ml)	0.019^{ns} (15)	0.111** (85)	-	0.130 (100)	0,17	-	0.0742 - 0.1857	-	
NSEM	210** (17)	350** (29)	646** (54)	1.206 (100)	0,60	0.54	244 - 546	580 - 724	
PSEM (g)	0.0001^{ns} (4)	0.0016** (47)	0.0017** (49)	0.0035 (100)	0,08	0.95	0.0012 - 0.0024	0.0016 - 0.0019	
P100 (g)	0.0017** (31)	0.0019** (36)	0.0017** (33)	0.0053 (100)	0,87	1.12	0.0014 - 0.0028	0.0015 - 00.19	
LH (mm.)	28.0** (33)	27.3** (33)	28.5** (34)	83.8 (100)	1,03	0.96	22.1 - 34.4	26.8 - 30.5	
AH (mm.)	4.9** (22)	7.3** (33)	9.9** (45)	22.0 (100)	0,67	0.73	5.9 - 9.3	9.30- 10.6	
L/A	0.004** (8)	0.012** (25)	0.032** (67)	0.048 (100)	0,34	0.37	0.009 - 0.016	0.030 - 0.034	
DISTEE (mm.)	0.4* (7)	3.7** (61)	2.0** (32)	6.2 (100)	0,11	1.88	2.9 - 5.0	1.8 - 2.2	+
AFL (mm.)	0.45** (42)	0.20** (19)	0.42** (39)	1.07 (100)	2,27	0.48	0.14 - 0.29	0.38 - 0.47	
NEST	75.7** (37)	76.3** (37)	53.1** (26)	205.2 (100)	0,99	1.44	58.4 - 104.1	48.1 - 58.84	+
LARPIST (mm.)	0.054** (7)	0.044** (6)	0.679** (87)	0.778 (100)	1,23	0.07	0.024 - 0.109	0.617 - 0.751	

s^2P: varianza entre poblaciones; $s^2I(L)$: varianza entre individuos dentro de poblaciones; $s^2M(IP)$: varianza entre muestras dentro de individuos; s^2T: varianza total; Ratio pob.: razón entre s^2P/ $s^2I(P)$; Ratio ind.: razón entre $s^2I(P)$/ $s^2M(IP)$; IC $s^2I(P)$ y IC $s^2M(IP)$: Intervalos de Confianza de máxima verosimilitud de $s^2I(P)$ y $s^2M(IP)$ con $\alpha = 0.5$; ns: no significativo; **: significativo a 1% de probabilidad; +: cumple criterio $s^2I(P) >$ IC $s^2M(IP)$.

Cuadro 3. Coeficiente de Correlación de Pearson entre las variables continuas evaluadas.

	AF	DF	A/D	PF	PP	E CAS	R CAS	SST	N SEM	P SEM	P100	LH	AH	L/A	DIST EE	AFL	N EST	LAR PIST
AF	1.00	0.93	0.06	0.92	0.89	0.62	0.10	-0.22	0.13	0.45	0.46	-0.04	-0.02	0.00	-0.09	0.42	0.34	0.42
DF	**0.93**	1.00	-0.29	0.94	0.89	0.69	0.13	-0.24	0.12	0.45	0.53	-0.15	-0.11	-0.10	-0.15	0.44	0.33	0.43
A/D	0.06	-0.29	1.00	-0.15	-0.10	-0.28	-0.07	0.13	0.02	-0.08	-0.24	0.35	0.27	0.32	0.19	-0.10	0.00	-0.10
PF	**0.92**	**0.94**	-0.15	1.00	0.95	0.66	0.14	-0.18	0.11	0.41	0.42	-0.12	-0.06	-0.12	-0.15	0.47	0.39	0.45
PP	**0.89**	**0.89**	-0.10	**0.95**	1.00	0.44	0.00	-0.16	0.15	0.41	0.34	-0.07	-0.03	-0.06	-0.12	0.47	0.39	0.45
ECAS	**0.62**	**0.69**	-0.28	**0.66**	**0.44**	1.00	0.43	-0.24	-0.06	0.27	0.54	-0.29	-0.20	-0.28	-0.23	0.24	0.17	0.18
RCAS	0.10	0.13	-0.07	0.14	0.00	**0.43**	1.00	0.32	0.05	0.08	0.18	0.08	0.14	-0.08	0.12	0.40	0.30	0.30
SST	-0.22	-0.24	0.13	-0.18	-0.16	-0.24	0.32	1.00	0.44	0.23	-0.29	0.33	0.29	0.25	0.17	0.07	0.10	0.03
NSEM	0.13	0.12	0.02	0.11	0.15	-0.06	0.05	**0.44**	1.00	0.76	-0.40	0.38	0.39	0.21	0.08	0.18	0.09	0.10
PSEM	**0.45**	**0.45**	-0.08	**0.41**	**0.41**	0.27	0.08	0.23	**0.76**	1.00	0.19	0.12	0.11	0.10	-0.03	0.20	0.13	0.13
P100	**0.46**	**0.53**	-0.24	**0.42**	**0.34**	**0.54**	0.18	-0.29	-0.40	0.19	1.00	-0.37	-0.42	-0.06	-0.20	0.18	0.13	0.19
LH	-0.04	-0.15	**0.35**	-0.12	-0.07	-0.29	0.08	**0.33**	**0.38**	0.12	-0.37	1.00	0.88	0.61	0.24	0.00	0.10	0.02
AH	-0.02	-0.11	**0.27**	-0.06	-0.03	-0.20	0.14	**0.29**	**0.39**	0.11	-0.42	**0.88**	1.00	0.16	0.20	0.06	0.09	0.00
L/A	0.00	-0.10	**0.32**	-0.12	-0.06	-0.28	-0.08	**0.25**	0.21	0.10	-0.06	**0.61**	0.16	1.00	0.16	-0.08	0.05	0.06
DISTEE	-0.09	-0.15	0.19	-0.15	-0.12	-0.23	0.12	0.17	0.08	-0.03	-0.20	0.24	0.20	0.16	1.00	0.10	0.08	0.19
AFL	**0.42**	**0.44**	-0.10	**0.47**	**0.47**	0.24	**0.40**	0.07	0.18	0.20	0.18	0.00	0.06	-0.08	0.10	1.00	0.65	0.77
NEST	**0.34**	**0.33**	0.00	**0.39**	**0.39**	0.17	**0.30**	0.10	0.09	0.13	0.13	0.10	0.09	0.05	0.08	**0.65**	1.00	0.49
LARPIST	**0.42**	**0.43**	-0.10	**0.45**	**0.45**	0.18	**0.30**	0.03	0.10	0.13	0.19	0.02	0.00	0.06	0.19	**0.77**	**0.49**	1.00

Valores en negrita son significativos por test t-Student con probabilidad de 0.001.

4.1.1.1 Fruto

Altura (AF), Diámetro (DF), Peso total (PF) y Peso de pulpa (PP)

Las variables relacionadas al tamaño de fruto, como se esperaba, estuvieron fuertemente correlacionadas (Cuadro 3), por lo cual se presentan juntas. La varianza entre individuos encontrada en las cuatro variables superó en todos los casos el 40 % de la varianza total y fue significativamente mayor que la varianza entre muestras dentro de individuo. AF presentó el mayor ratio entre ambas varianzas (2.03) y PP el menor (1.56). De acuerdo a los datos obtenidos estos cuatro descriptores son útiles para discriminar plantas (Cuadro 2 y Figura 25).

Estos resultados son de suma importancia ya que indican que existe diversidad para características productivas sujetas a selección. De todas formas es necesario tener en cuenta que PF, AF, DF y rendimiento de pulpa (%) presentaron diferencias significativas entre años en un estudio realizado para tres años por Degenhardt et al. (2002, 2003), de modo que sería recomendable tener repeticiones en el tiempo de estas características.

Figura 25. Imagen de los frutos de dos ejemplares de *A. sellowiana* provenientes de Quebrada de los Cuervos (QC27) y Valle Edén (VE40).

Las variables de tamaño del fruto estuvieron correlacionadas positivamente, en mayor o menor medida, con las variables continuas espesor de cáscara (ECAS), peso de semillas (PSEM), peso de 100 semillas (P100), abertura floral (AFL), número de estambres (NEST) y largo del pistilo (LARPIST) (Cuadro 3). Indicando que en los individuos con frutos más grandes hubo cierta tendencia a hallar frutos de cáscara más gruesa, semillas de mayor peso, flores de mayor abertura, con más estambres y pistilo más largo. No se encontró correlación con las variables de tamaño de fruto y las vegetativas.

Relación altura-diámetro (A/D)

La variable A/D mostró alta variabilidad entre individuos pero también entre muestras dentro de individuo, presentando un ratio entre varianzas de 0.91. Estos datos no permitirían incluir a esta variable como descriptor discriminante de planta (Cuadro 2).

Este comportamiento sobre la falta de uniformidad en la forma de fruta de un mismo genotipo ya había sido reportado por Mattos (1986), Degenhardt et al. (2003), Cunda (2006). Sería recomendable investigar si un aumento del tamaño de muestra por individuo permitiría mejorar el poder discriminante de esta variable. También podría evaluarse si la posición de los frutos en el árbol incide sobre la diversidad de formas en un mismo individuo. Degenhardt et al. (2007) observaron que para esta variable era necesaria una muestra de 20 frutos para lograr representatividad.

Espesor de cáscara (ECAS) y resistencia de cáscara (RCAS)

Las variables ECAS y RCAS también presentaron un alto porcentaje de su varianza total como varianza entre individuos (53 y 44 % respectivamente). Con un 95 % de confianza la varianza entre individuos resultó mayor que la varianza entre muestras dentro de individuos y la relación entre ambas varianzas fue de 2.15 y 1.74 respectivamente (Cuadro 2). Estos datos permiten proponer a estas variables como descriptores discriminantes de planta.

El método de medición de RCAS requiere cierta experiencia en la utilización del penetrómetro. La falta de práctica de quién realizó las mediciones puede ser el motivo por el cual el rango de datos fue extremadamente amplio (3.0 a 28.0 kg./cm^2) y tan alejado de los encontrados por Santos (2005a) (4.2 y 8.9 kg./cm^2).

El Coeficiente de Correlación de Pearson para ambas variables fue de 0.43, indicando en cierta medida, que cáscaras gruesas fueron las más resistentes y finas menos. ECAS estuvo correlacionada además positivamente con las variables de tamaño de fruto (AF, DF, PF y PP) y peso de 100 semillas (P100). Mientras que RCAS se correlacionó débilmente, de forma positiva con las

variables continuas de flor, abertura floral (AFL), número de estambres (NEST) y largo del pistilo (LARPIST) (Cuadro 3).

Sólidos solubles totales (SST) y Acidez total titulable (ATT)

La variable química de calidad interna de la fruta SST presentó similar variabilidad entre individuos que entre muestras dentro de individuo. El ratio entre ambas varianzas fue 0.95 y los intervalos se superpusieron completamente (Cuadro 2). Según estos datos, la variable no sería un descriptor efectivo para discriminar plantas.

ATT, a diferencia del resto de las variables, solo tiene un valor por individuo y no fue posible obtener los 5 ml. necesarios en todas las muestras. De todas formas se observó que la mayor parte de la varianza de ATT fue entre individuos (85 %) y no entre poblaciones (Cuadro 2).

Antes de descartar estos descriptores, sería importante realizar nuevos estudios. Probablemente se podría mejorar su poder discriminante midiendo un mayor número de frutos por individuo y asegurando que el grado de madurez sea uniforme. No hay que olvidar que el guayabo es un fruto climatérico, por lo cual SST y ATT varían según la madurez y el estado de almacenamiento de la fruta (Rodríguez et al., 2006).

Número de semillas (NSEM), Peso de semillas (PSEM) y Peso de 100 semillas (P100)

NSEM y PSEM mostraron mayor varianza entre muestras dentro de individuo que entre individuos, con un Ratio entre ellas de 0.54 y 0.95 respectivamente (Cuadro 2). Estas variables no serían buenos descriptores de plantas. La influencia del ambiente sobre las mismas es reconocida, en particular el número de semillas estaría afectado por la disponibilidad de óvulos fértiles, tasa de polinización y fecundación. También en este caso el número de frutos evaluados y su disposición en el árbol podrían estar afectando el poder discriminante de la característica.

P100, a diferencia de las dos variables anteriores, presentó mayor variabilidad entre individuos que entre muestras dentro de individuos, con una relación entre varianzas de 1.12 (Cuadro 2 y Figura 26). Esta variable es un descriptor ampliamente utilizado para la descripción varietal de diversos cultivos, sin embargo, en este caso no cumplió con el criterio adoptado de mayor varianza entre individuos que varianza entre muestras dentro de individuo con 95 % de Confianza. De todos modos, no debería eliminarse como posible descriptor hasta realizar otros estudios sobre su poder discriminante.

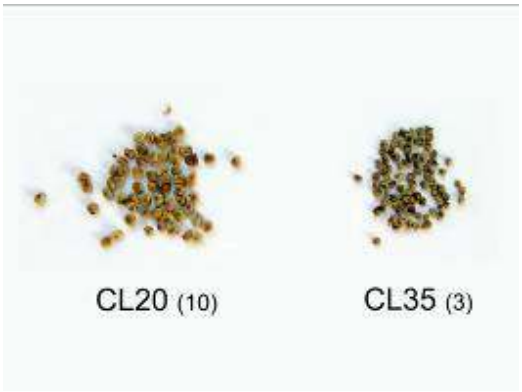


Figura 26. Semillas de dos individuos de Cuchilla de Laureles con peso de 100 semillas (P100) contrastante, 0.28 y 0.08 gr. respectivamente.

NSEM y PSEM estuvieron fuertemente correlacionadas (0.76), indicando que mayor número de semillas implicó mayor peso de las semillas (Cuadro 3).

Por otra parte, NSEM tuvo correlación positiva pero no muy alta con sólidos solubles totales (SST). PSEM estuvo correlacionada positivamente con las variables de tamaño de fruto (AF, DF, PF, PP). Y P100 además de correlacionarse positivamente con las variables de tamaño de fruto, estuvo correlacionada también de forma positiva con espesor de cáscara (ECAS) (Cuadro 3).

4.1.1.2 Flor

Distancia estigma-estambres (DISTEE)

DISTEE fue la que tuvo un mayor porcentaje de su varianza total como varianza entre individuos (61 %). El ratio de varianzas fue de 1.88 y los intervalos de confianza no se superpusieron, con un 95 % de confianza (Cuadro 2). El poder discriminante de esta variable permitió proponerla como un buen descriptor de plantas (Figura 27). A esta misma conclusión llegó Dehenhardt et al. (2001, 2005).

Número de estambres (NEST)

La variable NEST con una relación de varianzas entre individuos y entre muestras dentro de individuos de 1.44, y con sus intervalos de confianza diferenciados con un 95 % de confianza, permiten postular el poder discriminante de este descriptor para diferenciar plantas.

Como ya se vio antes, NEST presentó Coeficientes de Correlación de Pearson positivos con abertura floral (AFL) y largo de pistilo (LARPIST) (Cuadro 3).

Figura 27. Flores donde se aprecia claramente la distancia estigma-estambres (DISTEE).

Abertura floral (AFL)

AFL presentó mayor varianza entre muestras dentro de individuo que entre individuos, con una relación entre varianzas de 0.48. Este resultado no concuerda con lo hallado por Degenhardt et al. (2001) que le atribuye poder discriminante de plantas al presentar un bajo desvío estándar.

Es posible que estos resultados se deban a fallas en la medición de la abertura floral, ya que requiere que la flor sea recién colectada, y por las características de este estudio fue necesario almacenarlas hasta llegar al laboratorio, en ese tiempo puede haber sido afectada notoriamente esta medida.

Como se mencionó anteriormente, AFL estuvo altamente correlacionada de forma positiva con largo de pistilo (LARPIST) y número de estambres (NEST) (Cuadro 3).

Largo de pistilo (LARPIST)

LARPIST fue la variable de menor varianza entre individuos (6 %) y mayor varianza entre muestras dentro de individuo (87 %). Por lo cual el ratio entre estas varianzas fue el menor, con un valor de 0.07. El alto valor de varianza entre muestras dentro de individuos encontrada discrepa con Degenhardt et al. (2001), quienes observaron que el tamaño del pistilo era prácticamente el mismo en las flores de una misma planta. Quizás se deba repetir la evaluación de esta característica, midiendo un mayor número de flores por individuo.

LARPIST presentó Coeficiente de Correlación de Pearson de 0.77 y 0.49 para abertura floral (AFL) y número de estambres (NEST), indicando que para flores de pistilo más largo hubo mayor abertura floral y más cantidad de estambres. También estuvo algo correlacionada con las variables de tamaño de fruto (AF, DF, PF y PP) (Cuadro 3).

4.1.1.3 Hoja

Largo (LH), Ancho (AH) y Relación largo-ancho (L/A)

La relación entre las varianzas entre individuos y entre muestras dentro de individuos para LH, AH y L/A fueron 0.93, 0.73 y 0.37 respectivamente, indicando que en todas hubo mayor variabilidad entre hojas de un mismo individuo que entre individuos (Cuadro 2 y Figura 28).

El bajo poder discriminante de estas variables probablemente sea atribuible a las diferentes condiciones ambientales que se generan dentro de la planta y entre plantas (exposición a la luz y viento, posición en la rama, época de desarrollo, etc.). Sería necesario realizar estudios específicos sobre los caracteres cuantitativos de hoja tratando de disminuir la magnitud de los efectos ambientales con plantas en las mismas condiciones, aumentando el número de muestras por individuos, con estratos dentro de la planta y evaluación en varios años.

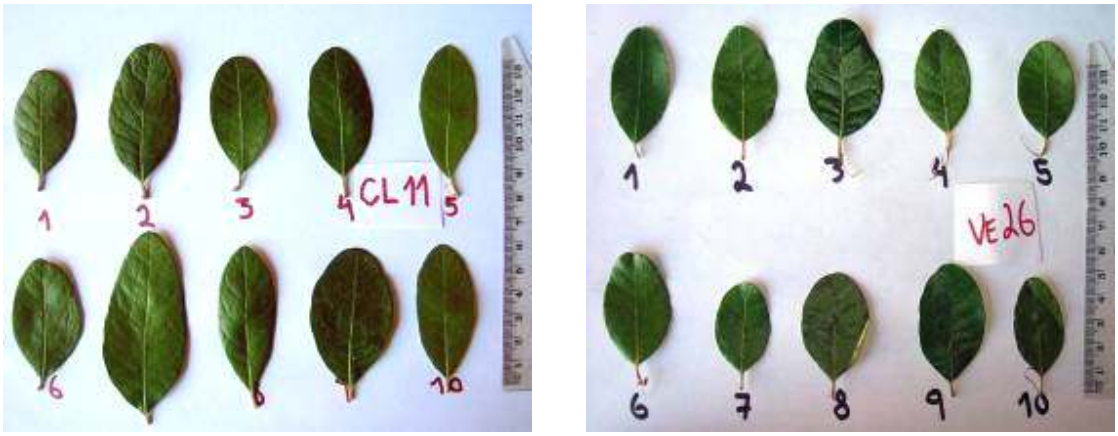


Figura 28. Hojas de dos ejemplares de *A. sellowiana* provenientes de Cuchilla de Laureles (CL11) y Valle Edén (VE26).

Las variables LH y AH estuvieron alta y positivamente correlacionadas entre si (Cuadro 3).

4.1.2 Variables cualitativas

Los resultados obtenidos sobre el poder discriminante de las variables cualitativas analizadas indicaron que siete de ellas diferenciaron plantas (Cuadro 4). Estas fueron: forma de fruto (FFRUT), posición de sépalos (SEP), rugosidad (RUG), color de la pulpa (COLP), color interno de la cáscara (COLINT), dureza de cáscara (DCAS) y clases de distancia estigma-estambres (CDISTEE). Se propone que estas variables sean consideradas en una lista de descriptores de la especie.

Por otro lado se encontró que diez variables discriminaron a las poblaciones (Cuadro 4). Estas fueron: forma de fruto (FFRUT), forma de ápice (FORAP), posición de los sépalos (SEP), número de lóculos (NLOC), color de pulpa (COLP), color interno de la cáscara (COLINT), dureza de la cáscara (DCAS), distribución de estambres (DEST), forma de hoja (FORH) y forma de ápice de hoja (FORAPH).

A continuación se discutirán los resultados obtenidos para cada variable como posible descriptor de plantas, considerando los estados propuestos para el mismo y la forma de medición.

Cuadro 4. Valores de F para la diferencia entre varianzas, para poblaciones e individuos, en las variables discretas.

Variable discreta	Valor F Poblaciones	Valor F Individuos
Forma de fruto (FFRUT)	4.37**	3.45**
Forma del ápice (FORAP)	3.49**	0.15^{ns}
Protuberancia en base (PB)	1.58^{ns}	0.66^{ns}
Forma de la base (FORB)	0.96^{ns}	0.27^{ns}
Posición del ápice (POSAP)	1.24^{ns}	0.26^{ns}
Posición de sépalos (SEP)	11.60**	1.84**
Rugosidad (RUG)	1.57^{ns}	1.31*
Color de piel (COLF)	0.65^{ns}	0.12^{ns}
Pistilo (PP)	1.92^{ns}	0.48^{ns}
Número de lóculos (NLOC)	3.98**	0.93^{ns}
Espacio pulpa-cáscara (ESPPC)	0.09^{ns}	0.39^{ns}
Color de la pulpa (COLP)	9.11**	2.72**
Color interno de la cáscara (COLINT)	15.40**	2.22**
Velocidad de oxidación (VELOX)	0.54^{ns}	1.20^{ns}
Dureza de la cáscara (DCAS)	4.57**	4.13**
Forma de hoja (FORH)	3.34**	0.43^{ns}
Forma de ápice de hoja (FORAPH)	2.11*	0.53^{ns}
Forma base de hoja (FORBH)	1.14^{ns}	0.49^{ns}
Color haz de la hoja (COLH)	1.50^{ns}	0.17^{ns}
Clases Distancia estigma-estambre (CDISTEE)	1.07^{ns}	1.77**
Distribución estambres (DEST)	5.98**	0.26^{ns}
Color de pétalos (COLPET)	0.97^{ns}	0.13^{ns}

ns: no significativo; **: significativo a 1% de probabilidad; * significativo a 5% de probabilidad.

Cuadro 5. Frecuencias relativas y absolutas para las variables cualitativas evaluadas.

Variable discreta		Frecuencias de individuos					Frecuencias absolutas				
	C	1	2	3	4	n1	1	2	3	4	n2
FFRUT	F	25	51	11	0	87	254	429	145	37	865
	%	29	59	13	0		29	50	17	4	
FFRUT: Forma de fruto; C1: redondo; C2: oval; C3: oblongo; C4: elongado											
	C	1	2	3	n1		1	2	3	n2	
FORAP	F	84	6	1	91		766	79	20	865	
	%	92	7	1			89	9	2		
FORAP: forma de ápice; C1: redondo; C2: truncado; C3: acuminado											
	C	0	1	n1			0	1	n2		
PB	F	62	29	91			555	307	863		
	%	68	32				64	36			
PB: protuberancia en base; C0: ausência; C1: presencia											
	C	1	2	3	4	5	n1	1	2	3	4	5	n2
FORB	F	64	14	8	4	0	90	531	167	121	41	3	863
	%	71	16	9	4	0		62	19	14	5	0	
FORB: forma de la base; C1: convexo; C2: truncado; C3: agudo; C4: côncavo; C5: con cuello													
	C	1	2	n1			1	2	n2				
POSAP	F	88	3	91			799	60	859				
	%	97	3				93	7					
POSAP: posición de ápice; C1: centrado; C2: asimétrico													
	C	1	2	3	n1		1	2	3	n2			
SEP	F	51	22	14	87		403	228	213	844			
	%	59	25	16			48	27	25				
SEP: posición de sépalos; C1: abierto; C2: semiabierto; C3: erecto													
	C	1	2	3	4	n1	1	2	3	4	n2		
RUG	F	19	59	11	0	89	184	574	102	6	866		
	%	21	66	12	0		21	66	12	1			
RUG: rugosidad de piel; C1: liso; C2: algo rugoso; C3: rugoso; C4 muy rugoso													
	C	1	2	3	4	5	6	7	n1	1	2	3	4	5	6	7	n2
COLF	F	14	8	1	10	2	49	2	86	132	72	12	131	15	446	25	866
	%	16	9	1	12	2	57	2		16	9	1	16	2	53	3	
COLF: color de piel del fruto; C1: verde franco tono 1; C2: verde franco tono 4; C3: verde prado; C4: verde musgo; C5: verde junco; C6: verde Aucuba; C7: verde Boj																	
	C	0	1	n1			0	1	n2				
PP	F	75	15	90			706	155	861				
	%	83	17				82	18					
PP: pistilo persistente en fruto; C0: ausente; C1: presente													
	C	3	4	5	n1		3	4	5	n2			
NLOC	F	0	88	3	91		29	699	48	776			
	%	0	97	3			4	90	6				
NLOC: número de lóculos; C3: tres; C4: cuatro; C5: cinco													
	C	0	1	n1			0	1	n2				
ESPPC	F	86	3	89			748	54	802				
	%	97	3				93	7					
ESPPC: espacio entre pulpa y cáscara; C0: ausente; C1: presente													
	C	1	2	3	4	n1	1	2	3	4	n2		
COLPP	F	3	58	18	8	87	35	512	143	54	744		
	%	3	67	21	9		5	69	19	7			
COLPP: color de pulpa; C1: blanco verdoso; C2: blanco crema; C3: blanco ámbar; C4: amarillo de Nápoles													
COLINT	C	1	2	3	4	n1	1	2	3	4	n2		

	F	28	6	48	6	88	255	57	442	75	829	
	%	32	7	55	7		31	7	53	9		
COLINT: color interno de la cáscara; C1: blanco ámbar; C2: amarillo de Nápoles tono 1; C3: amarillo de Nápoles tono 4; C4: amarillo miel												
	C	1	2	3	n1		1	2	3	n2		
VELOX	F	3	24	61	88		18	216	558	792		
	%	3	69	14			2	27	71			
VELOX: velocidad de oxidación; C1: lenta; C2: media; C3: rápida												
	C	1	2	3	4	5	6	n1	1	2	3	4	5	6	n2
DCAS	F	12	5	42	7	18	3	87	105	62	378	77	176	37	
	%	14	6	48	8	21	3		13	7	45	9	21	5	
DCAS: dureza de cáscara; C1: blanda; C2: media blanda; C3: media; C4: media dura; C5: dura; C6 muy dura															
	C	1	2	3	n1		1	2	3	n2		
FORH	F	5	184	11	200		134	1627	212	1973		
	%	3	92	11			7	82	11			
FORH: forma de la hoja; C1: oval; C2: obovada; C3: elíptica												
	C	1	2	3	4	n1	1	2	3	4	n2	
FORAPH	F	125	1	69	5	200	1057	14	725	173	1969	
	%	63	1	35	3		53	1	37	9		
FORAPH: forma del ápice de la hoja; C1: redondeado; C2: agudo; C3: obtuso, C4: emarginado												
	C	1	2	n1	1	2	n2					
FORBH	F	37	163	200	449	1528	1977					
	%	19	82		23	77						
FORBH: forma de la base de hoja; C1: redondeado; C2: cuneado												
	C	1	2	3	4	5	n1	1	2	3	4	5	n2
COLH	F	3	2	15	178	2	200	27	27	230	1662	24	1970
	%	2	1	8	89	1		1	1	12	85	1	
COLH: color de haz de hoja; C1: verde franco tono 1; C2: verde franco tono 4; C3: verde Boj; C4:verde Aucuba; C5: verde musgo pasado													
	C	0	1	2	3	n1	0	1	2	3	n2	
CDISTEE	F	2	78	42	0	122	12	559	315	9	895	
	%	2	64	34	0		1	63	35	1		
CDISTEE: clases de distancia estigma-estambre; C0: < 0; C1: 1 a 4; C2: 5 a 9; C3: 10 a 14												
	C	1	2	n1	1	2	n2					
DEST	F	80	44	124	513	338	851					
	%	65	35		60	40						
DEST: distribución de estambres; C1: radial; C2: aleatoria												
	C	1	2	3	4	n1	1	2	3	4	n2	
COLPET	F	2	54	10	21	87	13	248	85	127	473	
	%	2	62	11	24		3	52	18	27		
COLPET: color de pétalo; C1: violeta Cobalto, C2: violeta obispo; C3: magenta; C4: violeta púrpura												

C: clase; F: frecuencia; % frecuencia porcentual; n1: número de individuos analizados; n2 número de frutos, hojas o flores medidos.

4.1.2.1 Fruto

Forma de fruto (FFRUT)

La variable FFRUT, que corresponde a la discretización del cociente entre las variables altura y diámetro de fruto, mostró un valor F de 3.45, con alta significancia ($p < 0.0001$), lo que permitió incluirlo como descriptor discriminante de plantas (Cuadro 4). Se observaron los cuatro estados propuestos para el descriptor (Cuadro 5 y Figura 29). A nivel global el estado más frecuente fue el oval (2) con un 50 % de los frutos, mientras que el elongado (4) fue el menos frecuente (4 %). A nivel de individuos, el 59% presentaron como valor modal la forma oval, un 29% forma redonda, un 13% forma oblonga. Ningún individuo presentó como valor modal el estado elongado.

Este descriptor es comúnmente utilizado en frutales para discriminar individuos (IPGRI, 1995, 2000) y en el caso de los cultivares de guayabo en las descripciones varietales de los mismos (Thorp y Bieleski, 2002). En general la variable presenta alta heredabilidad y repetibilidad. De todas formas, en este estudio se encontró variación dentro de los individuos, hallándose solo 25 de 87 individuos con el 100 % de los frutos evaluados de forma uniforme. Esta condición es apreciada en la producción comercial y suele ser un criterio de selección en el mejoramiento. Esta variación en la forma de fruto dentro de un mismo individuo ya fue reportada para la especie por Mattos (1986), Cunda (2007), y para otras especies emparentadas como Psidium guajava (Molero et al., 2003).

Figura 29. Estados del descriptor forma de fruto (FFRUT).

Por otra parte, se destaca que la variable también se valida como descriptor para discriminar poblaciones (Cuadro 4).

Por último es importante resaltar que se encontró una planta que además de mostrar uniformidad en la forma de todos sus frutos, la misma no se ajustó a esta clasificación. Este individuo de la Quebrada de los Cuervos (QC15), presentó todos sus frutos piriformes (Figura 30), la cual ya había sido reportada por Mattos (1986), Santos (2005a).

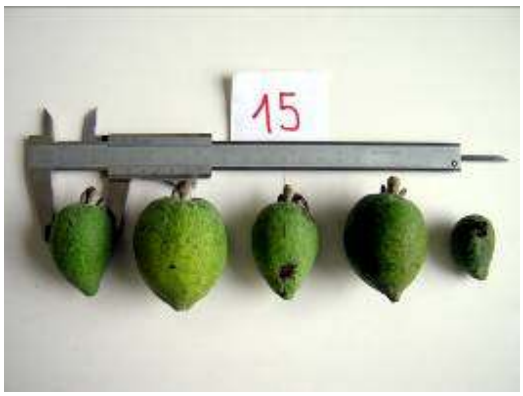


Figura 30. Individuo QC15 con todos sus frutos piriformes.

Forma de ápice (FORAP)

En cuanto a la variable FORAP, no mostró en este estudio capacidad para discriminar entre plantas (Cuadro 4). Se hallaron los tres estados del descriptor (Figura 31), aunque el 89 % de los frutos y el 92 % de los valores modales de los individuos presentaron su ápice redondo (Cuadro 5). Esto coincide con los datos relevados por Cunda (2002), donde todas las plantas evaluadas presentaron este tipo de forma.

Figura 31. Estados del descriptor forma de ápice (FORAP).

Se sugiere se realicen otros estudios antes de descartar a la variable como descriptor de plantas. La forma del ápice del fruto es utilizada para caracterizar los recursos genéticos de algunos frutales y para descripciones varietales (IPGRI, 1995, 2000).

Por otro lado, la variable mostró poder discriminante de poblaciones (Cuadro 4), siendo un descriptor válido para ese nivel.

Forma de base (FORB)

La variable FORB no mostró poder discriminante entre individuos ni poblaciones (Cuadro 4), por lo que no se puede concluir que sea descriptor a ninguno de los dos niveles. Se observaron los cinco estados propuestos para el descriptor (Figura 32). Predominaron los frutos con base de forma convexa (62 %), mientras que sólo se hallaron cinco frutos con base con cuello. A nivel de individuos, un 71 % presentó como moda frutos con base convexa, y ninguno con base con cuello (Cuadro 5).

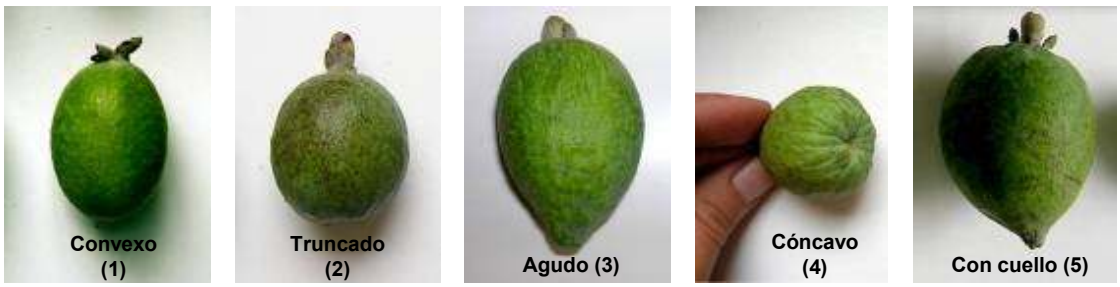


Figura 32. Estados del descriptor forma de base (FORB).

Al igual que en forma de ápice, la forma de la base de fruto es utilizada como descriptor en algunas especies de frutales y variedades (IPGRI, 1995, 2000). Por lo tanto, se sugiere se realicen otros estudios antes de descartar a la variable como descriptor de plantas.

Rugosidad (RUG)

La variable RUG presentó poder discriminante entre planta, permitiendo postularlo como descriptor (Cuadro 4). De los 89 individuos con datos, 78 presentaron el 80 % de los frutos con igual estado de rugosidad.

Los cuatro estados del descriptor fueron validados (Figura 33). Se halló que el 66 % de los individuos tenían frutos algo rugosos, 21 % lisos y 12 % rugosos. El estado muy rugoso fue casi inexistente, solo hallándose en seis frutos, sin llegar a ser moda de ningún individuo (Cuadro 5 y Figura 34).

Este descriptor es utilizado también en otras especies de Citrus y Avocado (IPGRI, 1995, 2000). Además ha sido utilizada para describir variedades de guayabo y como criterio de selección en algunos programas de mejoramiento, siendo la piel lisa preferida sobre las rugosas (Thorp y Bieleski, 2002). Esta

variación encontrada en materiales uruguayos evidencia la posibilidad de selección por este carácter.

Figura 33. Estados del descriptor rugosidad (RUG).

Figura 34. Detalle de fruto con piel muy rugosa.

Posición de los sépalos (SEP)

La variable SEP presentó poder discriminante tanto entre individuos como entre poblaciones (Cuadro 4). Por lo cual se lo propone como descriptor a los dos niveles. Se observaron los tres estados propuestos (Figura 35), con dominancia de la posición abierta, presente en el 48 % de los frutos medidos, siendo moda del 59 % de los individuos (Cuadro 5).

Figura 35. Estados del descriptor propuestos para la variable posición de sépalos (SEP).

Presencia/ausencia de Pistilo persistente (PP)

La variable PP no mostró poder discriminante de plantas en ninguno de los dos niveles evaluados, individuos y poblaciones. Sin embargo, se debería considerar que el valor F poblaciones fue de 1.92, lo que indicaría cierto poder discriminante (Cuadro 4).

Los individuos presentaron comportamiento errático con respecto a esta característica, existiendo aquellos con todos sus frutos con pistilo permanente (Figura 36), otros sin pistilo y algunos individuos que presentaron frutos con los dos estados. No se encontró en la literatura ningún estudio referente a este carácter para la especie. La presencia de PP en el fruto maduro tuvo baja frecuencia absoluta (9 %) y fue moda en el 17 % de los individuos evaluados (Cuadro 5).

Figura 36. Frutos del individuo VE24 con pistilo persistente.

Presencia/ausencia de protuberancia en base (PB)

PB no permitió discriminar plantas ni poblaciones (Cuadro 4), por lo cual no fue posible proponerla como descriptor para ninguno de los dos niveles. El porcentaje de frutos evaluados que tuvieron una pequeña protuberancia sobresaliendo de la base fue 36 % (Cuadro 5 y Figura 37).

Figura 37. Fruto con presencia de protuberancia en base (PB).

Color de piel de fruto (COLF)

La variable COLF no discriminó plantas ni poblaciones (Cuadro 4), por lo cual no fue posible proponerla, según los datos de este estudio, como descriptor. Probablemente el bajo poder discriminante de esta variable se deba a que se plantearon demasiados estados del descriptor, en algunos casos difíciles de distinguir entre ellos y sujetos a cierto grado de subjetividad.

Teniendo en cuenta que este tipo de descriptor es frecuentemente parte de listas de descriptores de especies y variedades frutales, granos, etc. Se considera antes de descartarlo para guayabo, revisar la lista de colores, sintetizando y ajustando las opciones. Una dificultad adicional que presenta este descriptor es la imposibilidad de comparar con otros trabajos al no contar con referencias de los colores utilizados.

Se identificaron, por comparación con el repertorio de colores de Société Française des Chrysanthémistes (1905), siete estados para el descriptor: verde franco, tono 1 (1), verde franco, tono 4 (2), verde prado, tono 4 (3), verde musgo, tono 2 (4), verde junco, tono 4 (5), verde Aucuba, tono 3 (6) y verde Boj, tono 4 (7) (Figura 38).

Figura 38. Estados propuestos para el descriptor color de piel de fruto (COLF).

El 57 % de los individuos presentó frutos verde Aucuba (6), 16 % verde franco, tono 1 (1) y 12 % verde musgo (4) y el resto se repartió entre los otros colores (Cuadro 5). La variabilidad hallada podría estar indicando la posibilidad de selección para este carácter entre materiales uruguayos. Según Thorp y Bieleski (2002) los colores verde oscuro son los preferidos por los mejoradores neozelandeses para sus variedades comerciales.

Dureza de cáscara (DCAS)

La variable dureza de cáscara (DCAS) permitió la discriminación estadística de individuos y de poblaciones (Cuadro 4), por lo cual se propone como descriptor en ambos niveles. Se registraron datos para los seis estados propuestos para el descriptor. El valor más común fue el medio (45 %), repartiéndose el resto de los frutos entre blando (13 %) y duro (21 %) (Cuadro 5).

Número de lóculos (NLOC)

La variable NLOC no logró diferenciar individuos (Cuadro 4), por lo que no puede proponerse como descriptor de plantas. Los datos mostraron que los individuos mayormente presentan cuatro lóculos, aunque con alguna variación entre y dentro de individuos. Se hallaron individuos con frutos de tres, cuatro y cinco lóculos, variando las proporciones en cada individuo (Cuadro 5 y Figura 39). Este hecho ya había sido citado por Mattos (1986) para materiales uruguayos y Thorp y Bieleski (2002) para algunas variedades comerciales neocelandesas.

Figura 39. Frutos con 4 y 5 lóculos del individuo QC27.

Por otro lado, NLOC mostró poder discriminante de poblaciones (Cuadro 4), incluyéndose en la lista de descriptores para este nivel.

Velocidad de oxidación (VELOX)

No fue posible discriminar individuos ni poblaciones mediante la variable VELOX (Cuadro 4). Los datos muestran que la oxidación fue rápida en un 70 % de los frutos medidos y media en un 27 %. A pesar de que pocos individuos presentaron oxidación lenta (3 %) (Cuadro 5), es importante que exista esta condición entre los materiales uruguayos para posibilitar el mejoramiento, ya que el oscurecimiento de la pulpa perjudica la aceptación del fruto y del jugo (Ducroquet et al., 2000).

Presencia/ausencia espacio pulpa-cáscara (ESPPC)

La variable ESPPC no discriminó plantas ni poblaciones (Cuadro 4). Los datos obtenidos revelaron una baja presencia en los frutos evaluados (7 %). A nivel de individuo sólo fue moda en tres de ellos, muestreados en 2006 (dos en la Quebrada de los Cuervos y uno en Valle Edén, Figura 40). Este resultado coincide con Santos (2005a) quien halló presencia en este carácter solo en el 3.6 % de los individuos evaluados. Debido a la muy baja frecuencia en que se presenta, y a que probablemente sea producto de efectos ambientales más que genéticos, no parece ser de utilidad como descriptor de plantas.

Figura 40. Frutos con presencia de espacio entre pulpa y cáscara del individuo QC15.

Color de la pulpa (COLP)

La variable COLP mostró poder discriminante de planta (Cuadro 4), por lo cual se propone como descriptor para guayabo. Presentó cuatro estados: blanco verdoso, tono 3 (1), blanco crema, tono 3 (2), blanco ámbar, tono 2 (3) y amarillo de Nápoles, tono 2 (4) (Société Française des Chrysanthémistes, 1905) (Figura 41). El más común fue blanco crema presente en el 67 % de los individuos y el blanco ámbar en el 21 % (Cuadro 5).

Figura 41. Estados del descriptor color de pulpa (COLP).

La medición de esta característica presentó cierto grado de dificultad, debido a la transparencia de la pulpa. A esto se suma que, al igual que el resto de las variables que incluyen colores, es alto el grado de subjetividad al comparar con tablas de colores muy cercanos y que la oxidación de la pulpa puede estar afectando la medida.

La variable también mostró gran capacidad para discriminar poblaciones, presentando un valor F poblaciones de 9.11 ($p < 0.0001$), lo que permitió incluirlo como descriptor a este nivel.

Color interno de la cáscara (COLINT)

La variable COLINT también presentó poder discriminante entre plantas y entre poblaciones (Cuadro 4), proponiéndose como descriptor para guayabo en los dos niveles.

Se identificaron cuatro estados: blanco ámbar, tono 4 (1), amarillo de Nápoles, tono 1 (2), amarillo de Nápoles, tono 4 (3) y amarillo miel, tono 4 (4) (Société Française des Chrysanthémistes, 1905) (Figura 42). El 55 % de los individuos fue amarillo de Nápoles, tono 4 y el 32 % blanco ámbar (Cuadro 5).

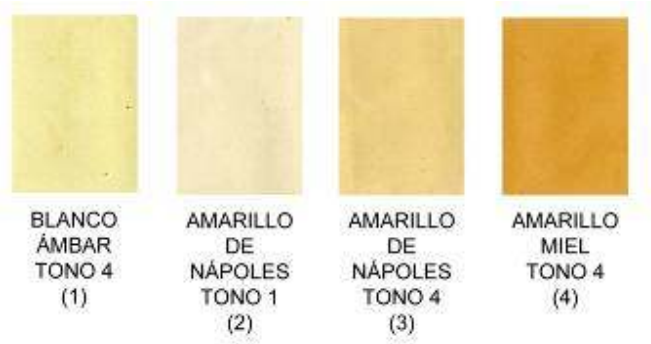


Figura 42. Estados del descriptor color interno de la cáscara (COLINT).

4.1.2.2 Flor

Clase de distancia estigma-estambres (CDISTEE)

La variable CDISTEE presentó poder discriminante entre plantas (Cuadro 4), avalando su inclusión en la lista de descriptores de plantas de la especie. Esto es coincidente con el resultado obtenido para la versión cuantitativa de esta variable (DISTEE) y con lo hallado por Degenhardt et al. (2001).

Se validaron los tres estados propuestos y se halló un nuevo estado en que el estigma se encuentra por debajo de los estambres (distancia < 0) (Cuadro 5). Esta nueva condición puede ser de sumo interés como posible indicador de autogamia.

Los valores se distribuyeron principalmente en dos estados: 0 a 5 y de 5 a 10 mm. en un 63 y 35 % respectivamente. Las otras dos clases se presentaron con muy bajas frecuencias, la clase de distancia < 0 fue moda en 2 individuos mientras que la clase 10 a 15 mm. solo se registró en un fruto (Cuadro 5). Esta distribución de frecuencias contrasta con lo encontrado por Degenhardt et al. (2001) en el Banco de Germoplasma de Sao Joaquim, donde solo el 13 %

presentó distancia menor a 5 mm., el 60 % de los individuos presentó distancia entre 5 a 10 mm. y el 27 % entre 10 a 15 mm.

Degenhardt et al. (2001, 2005) sugieren que esta característica debe tener un fuerte componente genético y que puede ser un factor importante en la selección de polinizadores. Sería necesario un estudio específico para ver si las poblaciones uruguayas se diferencian en este caracter con las poblaciones brasileras y si hay diferencias en el tipo del polinizador o en la frecuencia de individuos autofértiles.

No fue posible en este estudio diferenciar estadísticamente las poblaciones evaluadas con esta variable (Cuadro 4).

Distribución de estambres (DEST)

La variable DEST no logró diferenciar individuos, pero sí se obtuvo significancia estadística para el valor F poblaciones (Cuadro 4), por lo cual se lo propone como descriptor de poblaciones. De todas formas sería importante evaluar nuevamente su capacidad como descriptor de planta, ya que Degenhardt et al. (2001) lo consideran para su inclusión.

Se validaron los dos estados propuestos. Los valores hallados se distribuyeron de forma bastante equitativa entre los estados radial y aleatorio, 60 a 40 % respectivamente (Cuadro 5). Esto coincide con lo hallado por Degenhardt et al. (2001), aunque el 60 % presentó distribución aleatoria de los estambres.

Color de pétalo (COLPET)

La variable COLPET no discriminó estadísticamente individuos ni poblaciones (Cuadro 4), por lo cual no es posible proponerlo como descriptor a ninguno de los dos niveles. Probablemente este resultado se debe a que su medición fue dificultosa ya que el color se encuentra en una capa de tejido muy fino que se despega fácilmente de la superficie del pétalo, que por debajo es blanco. Además muchas flores no presentaron pétalos (posiblemente fueron comidos por aves) y en otros casos estaban en mal estado para la estimación del color. Sería necesario realizar la evaluación nuevamente en condiciones más controladas. Este tipo de descriptor es utilizado en otros cultivos (IPGRI, 1995, 2000).

Se identificaron cuatro estados para el descriptor: violeta Cobalto, tono 1 (1), violeta obispo, tono 2 (2), magenta, tono 2 (3) y violeta púrpura, tono 2 (4) (Société Française des Chrysanthémistes, 1905) (Figura 43). El estado más común fue el violeta obispo con el 52 % de los datos, mientras que violeta púrpura y magenta obtuvieron el 27 y 18 % (Cuadro 5).

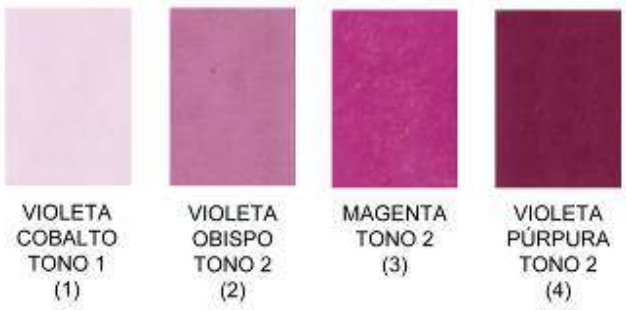


Figura 43. Estados del descriptor color de pétalo (COLP).

4.1.2.3 Hoja

Forma (FORH)

La FORH no discriminó individuos (Cuadro 4), por lo cual no es posible incluirlo como descriptor de planta según estos datos. Probablemente esto sucede por la variabilidad encontrada entre muestras dentro de individuo, sólo 68 individuos de los 200 evaluados presentaron las 10 hojas con la misma forma.

Se validaron los tres estados propuestos, aunque el 82 % de las hojas presentaron la forma ovobada (Cuadro 5). Este descriptor es utilizado comúnmente en la descripción de recursos genéticos y de variedades (IPGRI, 1995, 2000). Se considera necesario, antes de eliminar definitivamente a la variable como descriptor, repetir estudios de este tipo aumentando el tamaño de muestra y definiendo con mayor exactitud el momento y estadio de las hojas a colectar.

Esta variable presentó valor F significativo para las poblaciones estudiadas (Cuadro 4), indicando su aptitud como descriptor de poblaciones.

Forma de ápice (FORAPH)

La variable FORAPH presentó similar situación que el descriptor anterior, diferenciando poblaciones pero no individuos (Cuadro 4), por lo cual es posible proponerlo como descriptor de poblaciones.

Aunque se validaron los cuatro estados propuestos, el estado agudo solo estuvo presente en el 1 % de las hojas medidas. Los estados más comunes fueron redondeado y obtuso. El estado emarginado estuvo presente en el 9 % de las hojas medidas, mientras que solo fue moda de 3 individuos (Cuadro 5).

Forma de base (FORBH)

No fue posible discriminar ni individuos ni poblaciones por medio de la variable FORBH (Cuadro 4), por lo cual no se propone como descriptor a ninguno de los dos niveles.

Fueron validados los dos estados propuestos, siendo el estado cuneado el más frecuente (Cuadro 5).

Color de haz (COLH)

La variable COLH no presentó capacidad discriminante en ninguno de los niveles evaluados (Cuadro 4). Por lo cual no es posible con estos datos proponerlo como descriptor.

Se identificaron cinco estados para el descriptor: verde franco, tono 1 (1), verde franco, tono 4 (2), verde Boj, tono 4 (3), verde Aucuba, tono 3 (4) y verde musgo pasado, tono 4 (5) (Société Française des Chrysanthémistes, 1905) (Figura 44). El color más frecuente fue verde Aucuba, con el 85 % de las mediciones y el siguiente color fue verde Boj, con el 12 % (Cuadro 5).

Figura 44. Estados del descriptor color de haz de hoja (COLH).

Este descriptor es utilizado comúnmente en otras especies (IPGRI, 1995, 2000), por lo que se sugieren mayores estudios antes de descartar este descriptor, con las mismas indicaciones que para FORH.

4.2 CARACTERIZACIÓN Y ESTRUCTURA DE LAS POBLACIONES

4.2.1 Análisis univariado

4.2.1.1 Variables cuantitativas

El componente de varianza s^2P (varianza entre poblaciones) fue significativamente diferente de cero para todas las variables excepto para relación altura-diámetro de fruto (A/D), acidez total titulable (ATT) y peso de semillas (PSEM). Estas varianzas representaron entre el 7 y el 44 % de la varianza total, discriminando entre poblaciones (Cuadro 2). Por otro lado, las varianzas entre individuos fueron todas significativas y representaron entre 19 % y 61 % de las varianzas totales, a excepción de largo del pistilo (LARPIST) que solo representó el 6 %.

La relación entre ambas varianzas (Ratio) fluctuó alrededor de 0.86 (Cuadro 2), indicando que la diversidad interna de las poblaciones fue mayor o igual a la diversidad entre las poblaciones, como es de esperarse de una especie alógama. Presentó valores extremos en la variable abertura floral (AFL) con un Ratio de 2.27 y en la variable distancia estigma-estambres con un Ratio de 0.11.

Altura (AF), Diámetro (DF), Peso total (PF) y Peso de pulpa (PP)

Los valores de AF y DF oscilaron entre 11 y 59 mm. y entre 9 y 53 mm. respectivamente (Cuadro 6). Estos valores coinciden con los valores hallados por Mattos (1986), Cunda (2006) para materiales uruguayos domesticados, pero difieren de lo reportado por Mattos (1986) para variedades típicas brasileras las cuales presentan valores de 50 a 95 mm. de alto y 35 a 53 mm. de diámetro.

Las variables PF y PP fueron las que presentaron mayor coeficiente de variación, 104 y 116 %. PF osciló entre 0.7 y 88.8 gr., con una media de 10.1 gr. (Cuadro 6). Estos valores también estuvieron en el orden de lo reportado por Mattos (1986) y Cunda (2006) para materiales uruguayos con cierta historia de mejoramiento pero difirieron a lo encontrado por Nodari et al. (1997) para los materiales evaluados en el Banco de Germoplasma de *A. sellowiana* de EPAGRI en Santa Catarina, que presentaron mayor peso, en un rango entre 31 y 200 gr. con una media de 92.6 gr. Para algunas variedades comerciales neocelandesas se reportan con frecuencia frutos por encima de los 240 gr. (Thorp y Bieleski, 2002). El PP representó en forma promedio el 35 % del peso total del fruto (Rendimiento de pulpa), con mínimo de 12 % y máximo de 69 %. Comparando estos datos con resultados obtenidos en Brasil de 33 % (Santos, 2005a) y 26 % (Degenhardt et al., 2007), podemos decir que los materiales uruguayos presentan importantes posibilidades de selección en cuanto a esta característica.

Las cuatro variables presentaron varianza significativa entre y dentro de las poblaciones. La varianza entre poblaciones osciló entre 31 y 44 % de la varianza total (Cuadro 2). En base al Cuadro 7 y a la Figura 45, puede verse que con 95 % de confianza los frutos de la Quebrada de los Cuervos (QC) fueron los de mayor tamaño, ya que para las cuatro variables los IC(95%) fueron mayores al resto. Se observaron frutos de 7.9 a 51.8 gr. siendo el conjunto de datos más diverso (mayor desvío estándar), con una media de 18.9 gr. Los frutos más pequeños y menos diversos (menor desvío estándar) se hallaron en Valle Edén (VE), con un rango de peso de fruto de 1.9 a 10.7 gr., y una media de 5.3 gr. Aunque no puede afirmarse estadísticamente que los de VE hayan sido diferentes de los de Cañitas (CÑ), si lo fueron de los de Cuchilla de Laureles (CL) que presentaron tamaño intermedio.

Debido a que no se dispone de repeticiones en el tiempo y a que se trata de características que en general son afectadas por el ambiente, los valores obtenidos para estas variables son de valor relativo. El período en que se tomaron los datos y particularmente el período de floración a fructificación (diciembre a febrero) fue relativamente seco en la región de Valle Edén, con déficit de -100 a -200 ml., mientras que en las otras poblaciones durante ese mismo período no hubo déficit hídrico o incluso algunos mm. extra (GRAS, 2008). Esto podría ser uno de los motivos del reducido tamaño de fruto en Valle Edén.

Para estas variables los niveles de diversidad entre y dentro de poblaciones fueron similares, fluctuando el Ratio de varianzas entre 0.74 y 1.19 (Cuadro 2), estando en correspondencia con lo esperado para una especie predominantemente alógama (Hamrick, 1982). Aunque, si bien en términos generales se espera mayor diversidad dentro de poblaciones que entre las mismas, en este caso se trata de poblaciones silvestres distanciadas lo suficiente entre ellas como para que no ocurra flujo génico.

Relación altura-diámetro de fruto (A/D)

Los valores hallados en A/D fueron desde 0.60 a 1.91, implicando una gran variedad de formas de fruta (Cuadro 6). Estos resultados difieren a lo encontrado por Nodari et al. (1997) para materiales tipo Uruguay donde los valores siempre fueron superiores a 1.3.

La varianza entre poblaciones no fue significativamente diferente de cero, mientras que la varianza entre individuos dentro de poblaciones si lo fue (Cuadro 2). Sin embargo, como se presentó en el capítulo anterior, cuando se discretiza este variable, los resultados indican la existencia de diversidad entre y dentro de poblaciones.

Espesor de cáscara (ECAS) y Resistencia de cáscara (RCAS)

Para ECAS y RCAS se hallaron datos medios de individuo de 1.1 a 6.7 mm. y de 5.6 a 25.6 kg./cm^2 respectivamente, con medias de 2.6 mm. y 12.7 kg./cm^2 (Cuadro 6). Mattos (1986) reporta valores de ECAS que van de 3 a 19 mm., y sugiere que este carácter se encuentra asociado positivamente a la rugosidad de la cáscara. Los valores de RCAS hallados no coincidieron con los datos de Santos (2005a), quien halló una media de 5.8 kg./cm^2 fluctuando entre 4.2 y 8.9 kg./cm^2. Posiblemente estas diferencias en los rangos observados de RCAS se deban a falta de práctica en el método de medición del descriptor por quien tomó las medidas en el presente estudio.

ECAS presentó una varianza entre poblaciones del 23 % de la varianza total (Cuadro 2). Las poblaciones QC y CÑ tuvieron, con un 95 % de confianza, mayor espesor de cáscara que las poblaciones de VE y CL. Los valores medios fueron de 3.2 y 2.9 contra 2.1 y 2.3 mm., respectivamente. El conjunto de datos más diverso fue el de QC (Cuadro 7 y Figura 46). Estos resultados afirman que es posible la selección para estas características a nivel de individuos y poblaciones.

Para RCAS la varianza entre poblaciones fue del 33 % del total (Cuadro 2). Las poblaciones de CL, VE y CÑ se diferenciaron claramente siendo los individuos de VE los de cáscara más resistente y los de CL los de cáscara menos resistentes (Cuadro 7 y Figura 46). Los valores medios fueron de 15.7 y 9.1 kg./cm^2 respectivamente. La población QC fue también la más diversa y sus individuos no se diferenciaron de los de la población de VE y CÑ.

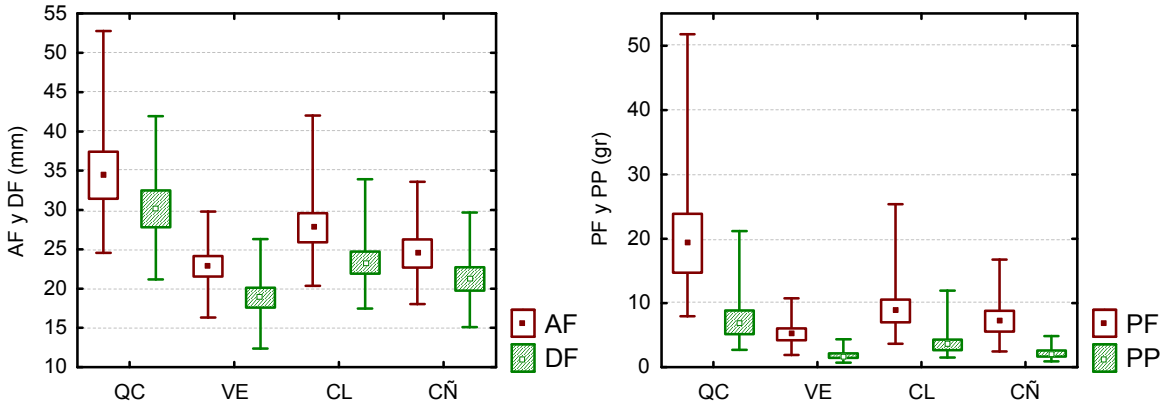
Cuadro 6. Media (□), desvío estándar (s), Coeficiente de Variación (CV), mínimo absoluto y de individuo (Mín abs. y Mín ind.), máximo absoluto y de individuo (Máx abs. y Máx ind.) para las variables continuas evaluadas.

Variable continua	□	s	CV (%)	Mín abs.	Máx abs.	Mín ind.	Máx ind.
Altura de fruto (mm.)	27.4	8.3	30.3	11.3	58.7	16.3	52.8
Diámetro de fruto (mm.)	23.4	7.3	31.1	8.8	52.6	12.4	41.9
Relación A/D de fruto	1.2	0.16	13.3	0.60	1.91	0.97	1.43
Peso de fruto (gr.)	10.1	10.5	104.1	0.7	88.8	1.9	51.8
Peso de pulpa (gr.)	3.6	4.2	116.4	0.2	42.5	0.7	21.1
Espesor de cáscara (mm.)	2.6	1.2	45.3	0.5	10.0	1.1	6.7
Resistencia de cáscara (kg/cm^2)	12.7	5.5	43.0	3.0	28.0	5.2	25.6
SST (ºBrix)	15.1	4.0	26.8	6.0	28.5	10.6	23.6
ATT (gr/100ml)	0.85	0.35	41.2	-	-	0.24	1.97
Número de semillas	47	34.7	73.9	3	240	15	114
Peso de semillas (gr.)	0.077	0.059	77.2	0.001	0.374	0.017	0.263
Peso de 100 semillas (gr.)	0.176	0.073	41.5	0.027	0.575	0.082	0.327
Largo de hoja (mm.)	45.4	9.2	20.1	21	86	31	70
Ancho de hoja (mm.)	26.8	4.7	17.5	16	48	20	39
Relación L/A de hoja	1.70	0.22	12.9	1.03	2.78	1.45	2.08
Distancia estigma-estambres (mm.)	3.6	2.5	68.8	-7	10	-5.2	7.8
Abertura floral (mm.)	2.3	1.0	45.5	1.0	5.3	1.1	3.9
Número de estambres	64	14.3	22.3	27	115	40	104
Largo del pistilo (mm.)	2.3	0.9	37.8	0.8	3.5	1.8	3.5

Cuadro 7. Media, desvío estándar (s), mínimo (Mín) y máximo (Máx) para las cuatro poblaciones de *Acca sellowiana* estudiadas: Quebrada de los Cuervos (QC), Valle Edén (VE), Cuchilla de Laureles (CL) y Cañitas (CÑ).

POB	AF	DF	A/D	PF	PP	ECAS	RCAS	SST	ATT	NSEM	PSEM	P100	LH	AH	L/A	DISTEE	AFL	NEST	LARPIST
QC																			
Media	34.1	29.9	1.16	18.9	6.8	3.2	14.5	14.3	0.93	41	0.080	0.222	42.3	25.4	1.68	3.3	3.1	75	2.6
s	7.6	6.0	0.13	11.7	4.8	1.3	5.4	1.7	0.42	18.7	0.037	0.043	5.1	2.8	0.12	2.0	0.7	11	0.3
Mín	24,6	21,2	0,97	7,9	2,7	1,3	6,2	11,8	0,47	17	0,032	0,159	33,8	21,2	1,47	0,5	2,3	59,8	2,3
Máx	52,8	41,9	1,40	51,8	21,1	6,7	25,6	16,9	1,97	72	0,184	0,327	56,5	31,1	1,95	7,3	3,9	104,3	3,5
VE																			
Media	23.0	19.0	1.21	5.3	1.9	2.1	15.7	18.3	0.69	55	0.075	0.137	50.5	29.3	1.73	4.3	2.4	66	2.3
s	3.2	3.3	0.13	2.4	0.9	0.4	3.1	3.6	0.24	21.6	0.29	0.035	6.7	3.3	0.11	1.4	0.4	8	0.2
Mín	16,3	12,4	1,00	1,9	0,7	1,1	9,0	11,2	0,24	20	0,035	0,082	40,5	23,1	1,53	1,3	1,6	50,0	2,2
Máx	29,8	26,3	1,43	10,7	4,3	2,7	23,8	23,6	0,91	98	0,147	0,194	69,5	39,1	2,08	7,8	3,7	82,3	2,4
CL																			
Media	27.7	23.3	1.19	8.8	3.5	2.3	9.1	14.7	0.88	61	0.086	0.149	49.2	28.0	1.77	3.8	2.1	61	2.3
s	4.6	3.5	0.08	4.5	2.1	0.6	1.9	1.9	0.23	20.2	0.051	0.037	4.5	2.5	0.11	1.8	0.3	8	0.2
Mín	20,3	17,4	1,10	3,7	1,5	1,2	5,2	11,0	0,50	39	0,042	0,096	35,5	21,2	1,57	0,5	1,6	39,5	2,1
Máx	42,0	33,9	1,42	25,4	11,9	4,0	14,5	19,0	1,24	114	0,263	0,256	62,1	33,7	2,02	7,6	2,8	77,3	2,5
CÑ																			
Media	24.6	21.3	1.17	7.2	2.2	2.9	11.6	13.1	0.88	30	0.065	0.193	39.7	24.6	1.63	3.0	1.5	55	2.1
s	5.3	4.4	0.08	4.8	1.3	0.9	3.2	1.7	0.24	13.1	0.038	0.058	4.2	2.0	0.10	2.8	0.2	5	0.3
Mín	18,0	15,1	1,03	2,4	0,9	1,3	7,1	10,6	0,69	15	0,017	0,102	30,6	19,5	1,45	-5,2	1,1	46,5	1,8
Máx	33,6	29,7	1,36	16,7	4,8	5,1	19,1	15,5	1,32	52	0,136	0,311	47,2	27,9	1,79	6,5	1,8	67,2	2,3

POB: poblaciones; AF: altura de fruto (mm.); DF: diámetro de fruto (mm.); A/D: relación altura-diámetro de fruto; PF: peso de fruto (gr.); PP: peso de pulpa (gr.); ECAS: espesor de cáscara (mm.); RCAS: resistencia de cáscara (kg./cm2); SST: sólidos solubles totales (ºBrix); ATT: acides total titulable (gr. Acido Cítrico/100ml jugo); NSEM: número de semillas; PSEM: peso de semillas (gr.); P100: peso de 100 semillas (gr.); LH: largo de hoja (mm.); AH: ancho de hoja (mm.); L/A: relación largo-ancho de hoja; DISTEE: distancia estigma-estambre (mm.); AFL: abertura floral (cm.); NEST: número de estambres; LARPIST: largo del pistilo (cm.).



Figuras 45. Gráficos de caja para las variables *altura de fruto* (AF), *diámetro de fruto* (DF), *peso de fruto* (PF) y *peso de pulpa* (PP). Las cajas representan Intervalos de Confianza con 95% de confianza para las medias de individuos y las líneas los valores mínimo y máximo.

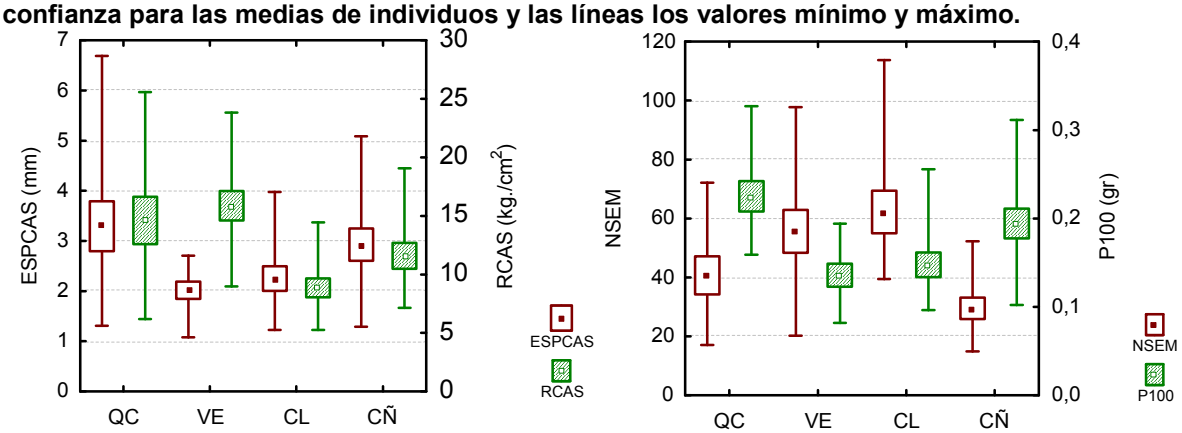


Figura 46 Gráficos de caja para las variables *espesor de cáscara* (ECAS), *resistencia de cáscara* (RCAS), *número de semillas* (NSEM) y *peso de 100 semillas* (P100). Las cajas representan Intervalos de Confianza con 95% de confianza para las medias de individuos y las líneas los valores mínimo y máximo.

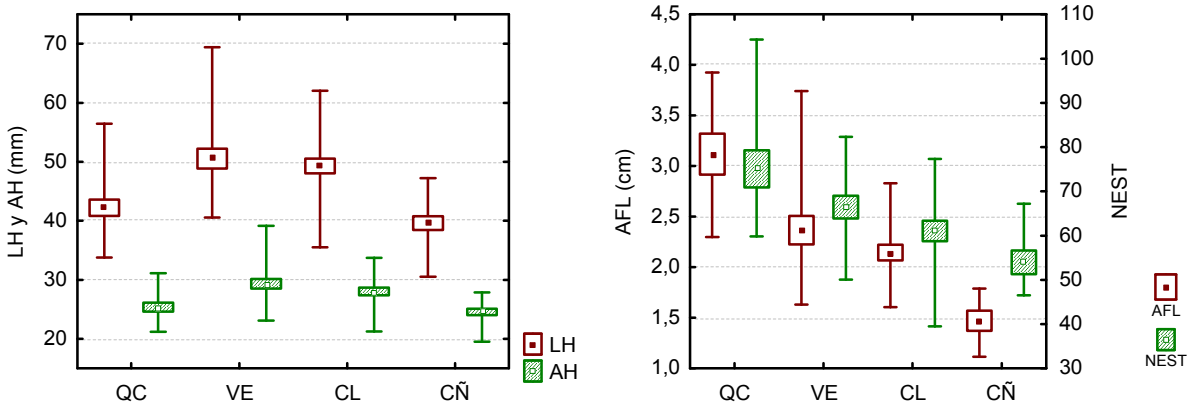


Figura 47. Gráficos de caja para las variables *largo de hoja* (LH), *ancho de hoja* (AH), *abertura floral* (AFL) y *número de estambres* (NEST). Las cajas representan Intervalos de Confianza de 95% confianza para las medias de individuos y las líneas los valores mínimo y máximo.

Sólidos solubles totales (SST) y Acidez total titulable (ATT)

La variable de calidad interna de la fruta SST presentó una alta varianza entre poblaciones y varianza entre individuos dentro de poblaciones significativamente diferente de cero, representando el 32 y 33 % de la varianza total (Cuadro 2). Los valores medios de individuos oscilaron entre 10.6 y 23.6 º Brix, con una media de 15.1 ºBrix (Cuadro 6). Este rango es algo mayor que el encontrado en los accesos de la colección de Videira (SC-Brasil) por Ducroquet et al. (2000), que fue de 9 a 16 ºBrix. Cunda (2006), describe fruta con calidad de consumo óptima en la cual halló un valor medio de 13 ºBrix. Estos valores obtenidos, tan por encima de lo habitual podrían estar explicados por la dependencia del grado de madurez que presenta generalmente esta característica (Rodríguez et al., 2006), por la condición de climatéricos.

La variable SST diferenció claramente a la población VE, que presentó su IC(95%) superior a las otras poblaciones y el conjunto de datos con mayor diversidad, con un valor medio de 18.3 ºBrix y un desvío estándar de 3.6 (Cuadro 7). Debería considerarse que este dato podría estar afectado por la sequía durante el año de muestreo. A su vez la población CÑ también se diferenció por tener los menores valores, con una media de 13.1 ºBrix. Las otras dos poblaciones no se diferenciaron entre ellas, observándose una media de 14.3 para QC y 14.7 ºBrix para CL. Estos valores coinciden con lo observado por Vignale[2] quien también encontró diferentes concentraciones de azúcares dependientes del origen del material.

Con respecto a la variable ATT, la misma no permitió diferenciar poblaciones pero sí individuos dentro de poblaciones (Cuadro 2). Presentó valores que fueron de 0.24 a 1.97 gr. de ácido cítrico/100 ml. jugo, con una media de 0.85 (Cuadro 6). Estos valores son normales para frutas de baja y alta acidez en la especie[2]. Hay que tener en cuenta que para una misma planta los valores de acidez son totalmente dependientes de la madurez de la fruta, disminuyendo a medida que aumenta el grado de madurez, incluso después de cosechada (Rodríguez et al., 2006). El grado de disminución tiene una determinación genética, lo que indica que en algunos orígenes podría disminuir más rápidamente que en otros[2]. Por lo cual, estos valores de un único momento de la cosecha pueden no estar representando claramente al individuo. Sería necesario para esto caracterizar al individuo por su curva de acidez, con múltiples mediciones distribuidas durante el tiempo de cosecha.

Número de semillas (NSEM), Peso de semillas (PSEM) y Peso de 100 semillas (P100)

NSEM presentó un coeficiente de variación de 74 %, cercano a lo hallado por Degenhardt et al. (2007) (CV de 63 a 72 %). Se obtuvo una media de 47 con valores medios de individuo que fluctuaron entre 15 y 114, hallándose

frutos con 3 y 240 semillas (Cuadro 6). En algunos casos se observaron en mayor o menor medida unas pequeñas estructuras marrones que seguramente correspondían a óvulos abortados. De igual forma, Mattos (1986) encontró una media de 56 y un rango de 1 a 104 semillas, reportando también la presencia de óvulos abortados. Esta variable probablemente sea influenciada por el grado de autoincompatibilidad de la planta, la efectividad de la polinización y el aislamiento de otros ejemplares.

P100 presentó una media general de 0.176 gr., cercana a la media de 0.20 gr. encontrada para materiales uruguayos por Nodari et al. (1997), pero con valores medios de individuos que fluctuaron entre 0.082 y 0.327, con extremos de 0.027 y 0.575 gr. para algunos frutos (Cuadro 6). Estos últimos valores extremos estarían superponiéndose con el rango hallado por el autor para las accesiones de tipo Brasil de 0.45 a 0.60 gr., indicando la necesidad de ahondar más en la pertinencia de la clasificación de tipo Uruguay - tipo Brasil planteada por Nodari et al. (1997).

Tanto NSEM como P100, presentaron varianza entre y dentro de poblaciones significativamente diferente de cero. La varianza entre poblaciones representó el 31 % de la varianza total en P100 y 14 % en NSEM (Cuadro 2). Al mirar los IC(95%) de las poblaciones para las variables vemos que los individuos de VE y CL produjeron frutos con mayor número de semillas y menor peso, mientras que los individuos de QC y CÑ presentaron frutos con semillas más pesadas y en menor número. QC fue la población con individuos de mayor P100, con media de 0.222 gr. contra 0.137, 0.149 y 0.193 gr. de VE, CL y CÑ respectivamente. CÑ fue la población con individuos de menor NSEM, con una media de 30 semillas en comparación con 41, 55 y 61 semillas de QC, VE y CL respectivamente (Cuadro 7 y Figura 46).

PSEM, no diferencia poblaciones pero sí individuos dentro de poblaciones (Cuadro 2). Presentó un alto coeficiente de variación de 77 %, hallándose valores de 0.017 a 0.263 gr. de biomasa destinada a semillas en fruto (Cuadros 6).

Distancia estigma-estambres (DISTEE)

La variable DISTEE presentó una media de 3.6 mm., oscilando los valores medios de individuos entre -5.2 y 7.8. El valor negativo, citado por primera vez, corresponde a dos únicos individuos que presentaron para la mayoría de sus flores el nivel de los estambres superior al nivel del estigma (Cuadro 6).

Las poblaciones difirieron para esta característica (significancia al 5% de probabilidad), al igual que los individuos dentro de las poblaciones (Cuadro 2). Se halló que DISTEE fue mayor en los individuos de la población VE que en QC

y CÑ según los IC(95%), con media de 4.3 mm. Los valores de DISTEE en la población CL fueron intermedios a las otras poblaciones. Cabe resaltar que los datos más diversos fueron los de CÑ, siendo la única población donde se hallaron individuos con el estigma en un nivel inferior al de los estambres (Cuadro 7).

Abertura floral (AFL) y Número de estambres (NEST)

Los flores presentaron una AFL que osciló entre 1.1 y 3.9 cm., con una media de 2.3 cm., menor a la hallada por Degenhardt et al. (2001) que fue de 3.3 cm. Mientras que para NEST, los valores medios de individuos estuvieron en el rango de 40 a 104, con una media de 64 estambres (Cuadro 6).

Tanto AFL como NEST presentaron varianzas significativamente diferente de cero tanto a nivel intra como interpoblacional (Cuadro 2). Diferenciaron a las cuatro poblaciones según los IC(95%), variando en forma conjunta (Figura 47). QC fue la que presentó individuos con flores con mayor abertura y número de estambres, con media de 3.5 cm. de abertura y 75 estambres. En orden decreciente le siguieron VE, CL y por último CÑ, con media 1.5 cm. de abertura y 55 estambres (Cuadro 7).

Largo del pistilo (LARPIST)

Tanto la varianza entre poblaciones como entre individuos dentro de las poblaciones difirió significativamente de cero (Cuadro 2), presentando QC el grupo de datos más dispersos para esta variable, así como para AFL Y NEST (Cuadro 7).

Los valores medios de los individuos en la variable LARPIST fluctuaron entre 1.8 y 3.5 cm., con una media de 2.3 cm. (Cuadro 6). Para las poblaciones, LARPIST varió de forma similar a las dos anteriores, siendo los individuos de QC los que presentaron pistilo más largo y CÑ los de pistilo más corto según los IC(95%). Las poblaciones VE y CL no se diferenciaron entre ellas y tuvieron valores intermedios a QC y CÑ (Cuadro 7).

Largo de hoja (LH), Ancho de hoja (AH) y Relación largo-ancho (L/A)

Las variables de hoja LH, AH y L/A presentaron los niveles más bajos de variación en comparación con el resto de las variables, siendo los coeficientes de variación de 20, 17 y 13 % respectivamente. Los valores obtenidos en LH y AH fueron muy cercanos a lo esperado según Mattos (1986), encontrándose hojas de 2.1 a 8.6 cm. de largo y de 1.6 a 4.8 cm. de ancho. Los valores de L/A estuvieron en el rango 1.03 a 2.78, indicando los distintos aspectos de hojas que se encontraron (Cuadro 6).

Las variables de hoja también presentaron varianza entre poblaciones y entre individuos dentro de poblaciones significativamente diferentes de cero (Cuadro 2). En base a sus IC(95%) (Figura 47), puede decirse que los individuos de las poblaciones VE y CL presentaron hojas de mayores dimensiones que los individuos de QC y CÑ, tanto en largo como ancho. La variable relación L/A mostró menores valores en los individuos de la población CÑ, con IC(95%) menor al resto, indicando una posible distinción en el aspecto de las hojas (Cuadro 7).

4.2.1.2 Variables cualitativas

Se encontraron diez variables cualitativas con poder discriminante de poblaciones y siete de planta. Los descriptores de población fueron: forma de fruto (FFRUT), forma de ápice (FORAP), posición de sépalos (SEP), número de lóculos (NLOC), color de la pulpa (COLP), color interno de la cáscara (COLINT), dureza de cáscara (DCAS), forma de hoja (FORH) y forma de ápice de hoja (FORAPH). Los descriptores de planta fueron: forma de fruto (FFRUT), posición de sépalos (SEP), rugosidad (RUG), color de la pulpa (COLP), color interno de la cáscara (COLINT), dureza de cáscara (DCAS) y clases de distancia estigma-estambres (CDISTEE) (Cuadro 4).

Forma de fruto (FFRUT)

La variable FFRUT discriminó tanto plantas como poblaciones, indicando la existencia de diversidad intra e interpoblaciones, tal como fue encontrado para dieciséis de las variables cuantitativas consideradas (Cuadro 4). Las poblaciones de CÑ, QC y CL presentaron el 90, 89 y 81 % de sus frutos entre redondo y oval, en contraste con la población VE que presentó frecuencias más equitativas y con mayor cantidad de frutos de forma oblonga y elongada (Cuadro 8), por lo tanto es la más variable para esta característica.

La estructuración de las poblaciones en una especie predominantemente alógama sería atribuible al aislamiento de las mismas, a la selección natural y a probables efectos fundacionales.

Cuadro 8. Frecuencias de las variables cualitativas diferenciada por población: Quebrada de los Cuervos (QC), Valle Edén (VE), Cuchilla de Laureles (CL) y Cañitas (CÑ).

Variable	Clases		Quebrada de los Cuervos	Valle Edén	Cuchilla de Laureles	Cañitas
Forma de fruto	redondo	1	80 (39)	82 (27)	37 (19)	55 (35)
	oval	2	104 (50)	121 (29)	117 (62)	87 (56)
	oblongo	3	20 (10)	79 (25)	31 (16)	15 (9)
	elongado	4	3 (1)	27 (9)	5 (3)	2 (1)
Forma del base	convexo	1	103 (50)	206 (67)	141 (74)	81 (51)
	truncado	2	61 (30)	28 (9)	23 (12)	55 (35)
	agudo	3	28 (14)	75 (24)	16 (8)	2 (1)
	cóncavo	4	11 (5)	0 (0)	10 (5)	20 (13)
	con cuello	5	3 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Protuberancia en base	ausente	0	178 (86)	186 (60)	88 (46)	103 (65)
	presente	1	28 (14)	122 (40)	102 (54)	55 (35)
Forma del ápice	redondo	1	141 (68)	303 (98)	180 (95)	142 (90)
	truncado	2	66 (32)	2 (1)	5 (2.5)	6 (4)
	acuminado	3	1 (0)	4 (1)	5 (2.5)	10 (6)
Posición del ápice	centrado	1	198 (97)	298 (97)	167 (88)	136 (86)
	asimétrico	2	6 (3)	10 (3)	22 (12)	22 (14)
Posición de sépalos	abierto	1	58 (28)	133 (45)	126 (68)	86 (55)
	semiabierto	2	75 (36)	108 (36)	28 (15)	17 (11)
	erecto	3	73 (35)	57 (19)	30 (16)	53 (34)
Rugosidad de piel	liso	1	36 (17)	40 (13)	48 (25)	60 (38)
	algo rugoso	2	102 (49)	246 (80)	140 (74)	86 (54)
	rugoso	3	69 (33)	23 (7)	2 (1)	8 (5)
	muy rugoso	4	1 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (3)
Color de piel	verde franco, tono 1	1	117 (56)	6 (2)	1 (1)	8 (5)
	verde franco, tono 4	2	49 (24)	21 (7)	0 (0)	2 (1)
	verde prado	3	5 (2)	7 (2)	0 (0)	0 (0)
	verde musgo	4	5 (2)	79 (27)	18 (10)	29 (19)
	verde junco	5	0 (0)	3 (1)	11 (6)	1 (1)
	verde Aucuba	6	31 (15)	163 (55)	146 (82)	106 (71)
	verde Boj	7	1 (0)	19 (6)	2 (1)	3 (2)
Pistilo	ausente	0	197 (95)	237 (77)	137 (74)	135 (85)
	presente	1	11 (5)	72 (23)	48 (26)	24 (5)
Número de lóbulos	tres	3	8 (4)	11 (4)	2 (1)	8 (6)
	cuatro	4	169 (88)	263 (92)	146 (88)	121 (92)
	cinco	5	16 (8)	11 (4)	18 (11)	3 (2)
Espacio pulpa-cáscara	ausente	0	167 (86)	264 (91)	182 (100)	135 (100)
	presente	1	27 (14)	27 (9)	0 (0)	0 (0)
Color de la pulpa	blanco verdoso	1	1 (1)	12 (5)	21 (12)	1 (1)
	blanco crema	2	79 (42)	224 (87)	100 (59)	109 (83)

	blanco ámbar	3	99 (53)	8 (3)	26 (15)	10 (8)
	amarillo de Nápoles	4	7 (4)	13 (5)	23 (14)	11(8)
Color del mesocarpo	Blanco de ámbar	1	109 (53)	61 (21)	51 (28)	34 (22)
	amarillo de Nápoles tono 1	2	13 (6)	165 (57)	8 (4)	36 (23)
	amarillo de Nápoles tono 4	3	82 (40)	65 (22)	117 (65)	78 (51)
	amarillo de miel	4	0 (0)	0 (0)	4 (2)	6 (4)
Velocidad de oxidación	lenta	1	18 (9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	media	2	53 (28)	58 (20)	86 (47)	19 (14)
	rápida	3	121 (63)	228 (80)	96 (53)	113 (86)
Dureza de la cáscara	blanda	1	8 (4)	52 (17)	18 (10)	27 (18)
	media-blanda	2	16 (8)	27 (9)	13 (7)	6 (4)
	media	3	65 (33)	110 (36)	142 (78)	61 (40)
	media-dura	4	28 (14)	38 (12)	2 (1)	9 (6)
	dura	5	50 (26)	70 (23)	7 (4)	49 (32)
	muy dura	6	28 (14)	8 (3)	0 (0)	1 (1)
Distancia estigma-estambres	< 0	0	0 (0)	0 (0)	0 (0)	12 (11)
	1 a 4	1	176 (72)	107 (48)	204 (63)	72 (67)
	5 a 9	2	64 (26)	112 (50)	116 (36)	23 (21)
	10 a 14	3	3 (1)	4 (2)	2 (1)	0 (0)
Distribución estambres	radial	1	26 (11)	178 (82)	262 (86)	47 (47)
	aleatoria	2	205 (89)	39 (18)	41 (14)	53 (53)
Color de pétalos	violeta Cobalto	1	0 (0)	0 (0)	13 (8)	0 (0)
	violeta obispo	2	60 (31)	51 (89)	101 (59)	36 (71)
	magenta	3	71 (37)	6 (11)	8 (5)	0 (0)
	violeta púrpura	4	62 (32)	0 (0)	50 (2)	15 (29)
Forma de hoja	oval	1	40 (8)	8 (2)	19 (4)	67 (14)
	obovada	2	406 (84)	433 (86)	388 (78)	400 (82)
	elíptica	3	36 (7)	62 (12)	93 (19)	21 (4)
Forma de ápice de hoja	redondeado	1	239 (49)	316 (64)	277 (55)	225 (46)
	agudo	2	1 (0)	0 (0)	13 (3)	0 (0)
	obtuso	3	195 (40)	164 (33)	175 (35)	191 (39)
	emarginado	4	52 (11)	16 (3)	35 (7)	70 (14)
Forma base de hoja	redondeado	1	121 (25)	50 (10)	118 (24)	160 (33)
	cuneado	2	365 (75)	454 (90)	381 (76)	328 (67)
Color haz de la hoja	verde franco, tono 1	1	0 (0)	27 (5)	0 (0)	0 (0)
	verde franco, tono 4	2	0 (0)	26 (5)	0 (0)	0 (0)
	verde Boj	3	39 (8)	49 (10)	136 (27)	6 (1)
	verde Aucuba	4	439 (91)	397 (80)	363 (73)	463 (95)
	verde musgo pasado	5	7 (1)	0 (0)	0 (0)	17 (4)

Forma de ápice de fruto (FORAP)

FORAP también presentó diversidad entre poblaciones, no así entre individuos dentro de las poblaciones (Cuadro 4). A diferencia de la variable anterior, la población más diversa fue la QC ya que presentó un 68 % de los frutos con ápice redondo y un 32 % con ápice truncado. En las otras poblaciones el 90 % o más de los frutos fueron de ápice redondo. Sin embargo, la población de QC no mostró frutos con ápice acuminado, mientras que las otras poblaciones si lo hicieron, aunque en baja frecuencia. CÑ fue la que obtuvo mayor frecuencia de frutos de ápice acuminado, mostrando el 6 % de sus frutos con esta forma (Cuadro 8).

Forma de base de fruto (FORB)

FORB no discriminó poblaciones ni individuos (Cuadro 4). De todas formas surgen algunas observaciones interesantes. QC fue la única población que presentó los cinco estados del descriptor. CL y CÑ presentaron frutos con cuatro de los estados, mientras que VE presentó sólo tres de los estados, siendo la población con más individuos con base aguda (Cuadro 8).

Rugosidad (RUG)

La variable RUG no discriminó poblaciones, pero sí individuos dentro de poblaciones (Cuadro 4). En el Cuadro 8 puede observarse que la población QC fue la más diversa en cuanto a la distribución de las frecuencias, pero CÑ fue la que presentó todas las clases posibles, aunque en muy baja frecuencia para las clases rugoso y muy rugoso. A pesar de que en todas las poblaciones la clase más frecuente fue para la algo rugoso, puede verse que las poblaciones VE, CL y CÑ tuvieron como segunda frecuencia mayor a la clase lisa mientras que en QC lo fue la clase muy rugoso.

Posición de sépalos (SEP)

La variable SEP presentó un alto valor F poblaciones, indicando el alto poder discriminante de esta variable (Cuadro 4). También diferenció individuos dentro de poblaciones.

Nuevamente la población QC se presentó como la más diversa al presentar la distribución de frecuencias más homogénea (Cuadro 8). La fracción de la clase semiabierta fue apenas mayor a las otras fracciones. En cambio para las otras poblaciones la fracción mayor fue la de sépalos abiertos y la distribución de frecuencias fue menos homogénea, siendo CL la menos diversa. La población de CÑ presentó una distribución distinta a las demás ya que la segunda fracción en importancia fue en la clase erecto.

Presencia/ausencia de Pistilo persistente (PP)

La variable PP no demostró poder discriminar poblaciones ni individuos (Cuadro 4), aunque presentó un valor F poblaciones bastante alto, 1.92. Como puede observarse en el Cuadro 8, VE y CL fueron las poblaciones que presentaron mayor porcentaje de frutos con pistilo permanente (23 y 26 %). Mientras que en QC y CÑ el porcentaje de frutos con esta condición fue muy bajo, alcanzando sólo al 5 % de los frutos.

Presencia/ausencia de protuberancia en base (PB)

Al igual que la variable anterior, PB no discriminó poblaciones ni individuos dentro de poblaciones (Cuadro 4). De todas formas, aunque las diferencias entre las poblaciones fueron débiles, puede verse en el Cuadro 8 que la población de QC solo presentó 14 % de sus frutos con protuberancia, mientras que el resto de las poblaciones presentaron entre 35 % (CÑ) y 54 % (CL) de los frutos con esta característica.

Color de piel de fruto (COLF)

COLF tampoco discriminó poblaciones e individuos dentro de poblaciones con significancia estadística (Cuadro 4). Sin embargo, se puede ver en el Cuadro 8 que QC presentó diferencias con el resto de las poblaciones, siendo el color más común en la población el verde franco, tono 1 (1) y en segundo lugar el verde franco, tono 4 (2). Mientras que en las poblaciones VE, CL y CÑ el color más frecuente fue el verde Aucuba (6) y en segundo lugar verde musgo (4).

Dureza de cáscara (DCAS)

La variable DCAS discriminó con significancia estadística tanto a las poblaciones como a los individuos dentro de poblaciones (Cuadro 4). Todas las poblaciones presentaron cáscara de dureza media como la más frecuente, pero la población CL la presentó en el 78 % de sus frutos, mientras que en el resto de las poblaciones el porcentaje fluctuó entre 33 y 40 %. Además, CL presentó el resto de los frutos en las clases blanda o media blanda y muy pocos en las otras clases. Por otro lado, en QC sucedió lo contrario presentando el resto de los frutos en las clases 4, 5 y 6 y fue la que presentó mayores frecuencias en las clase muy dura. En las poblaciones VE y CÑ la distribución entre las clases blandas y duras fue más pareja pero con cierta tendencia hacia las duras (Cuadro 8).

Número de lóculos (NLOC)

NLOC mostró poder discriminante entre poblaciones y no entre individuos dentro de poblaciones (Cuadro 4). Las cuatro poblaciones revelaron que más del 88 % de sus frutos presentaron cuatro lóculos. Sin embargo, QC y CL presentaron mayores porcentajes de frutos con cinco lóculos (8 y 11 %

respectivamente), mientras que CÑ presentó mayor porcentaje de frutos con tres lóculos (6 %). VE presentó porcentajes similares de frutos con tres y cinco lóculos (Cuadro 8).

Velocidad de oxidación (VELOX)

VELOX no diferenció estadísticamente poblaciones ni individuos dentro de poblaciones (Cuadro 4). La rápida oxidación fue el valor más frecuente en todas las poblaciones. Sin embargo, en la población de QC fue en la única que se observaron frutos con velocidad de oxidación lenta (Cuadro 8).

Presencia/ausencia espacio pulpa-cáscara (ESPPC)

ESPPC no presentó capacidad de discriminar poblaciones ni individuos dentro de poblaciones (Cuadro 4). Probablemente esta variable sea atribuible exclusivamente a efectos ambientales.

Color de la pulpa (COLP)

COLP mostró capacidad para discriminar las poblaciones y los individuos dentro de las poblaciones (Cuadro 4). La población QC resultó ser diversa presentando como color más frecuente el blanco ámbar (3), seguido del blanco crema (2). Las poblaciones VE y CÑ aparecen como muy poco diversas para esta característica, presentando mayoritariamente pulpa de color blanco crema (2). CL presenta también diversidad, siendo la que presenta frecuencias más altas de los otros dos colores de pulpa (Cuadro 8)

Color interno de la cáscara de fruto (COLINT)

COLINT fue la que presentó mayor valor F poblaciones (Cuadro 4), indicando un gran poder discriminante para esta variable. También discriminó entre plantas dentro de poblaciones. Las poblaciones CL y CÑ fueron las que presentaron las cuatro clases de color, aunque CÑ presentó frecuencias mejor distribuidas. Todas las poblaciones presentaron como clase predominante al color amarillo de Nápoles, tono 4, excepto QC en la cual fue blanco ámbar. El color amarillo miel que estuvo ausente o en muy baja frecuencia en las poblaciones QC, CL y CÑ, en VE representó el 22 % de los frutos, siendo la segunda clases en importancia en esa población. Lo mismo sucedió con el color amarillo de Nápoles, tono 1, que estuvo presente en muy baja frecuencia excepto en la población CÑ donde constituyó el 23 % de los frutos (Cuadro 8).

Clase de distancia estigma-estambres (CDISTEE)

CDISTEE no mostró valor F poblaciones con significancia estadística (Cuadro 4), aunque debe tenerse en cuenta que esta variable cuando fue medida de forma cuantitativa tuvo poder discriminante. Los individuos dentro de poblaciones fueron discriminados de ambas formas. Todas las poblaciones mostraron la clase 1 como la más frecuente, excepto VE que, aunque por poca

diferencia, mostró a la clase 3 como la más frecuente. La población CÑ fue la que más se diferenció del resto ya que fue la única que presentó flores en la clase 0 y ninguna en la clase 3 (Cuadro 8).

Distribución de estambres (DEST)

Esta variable también diferenció poblaciones, no así individuos dentro de poblaciones (Cuadro 4). La población CÑ fue la que presentó mayor diversidad en sus flores ya que las dos clases estuvieron en frecuencias casi iguales. Las poblaciones VE y CL fueron poco diversas, siendo la clase radial la predominante en ambas, con el 82 y 87 % de las flores. La población QC, también fue poco diversa, pero en cambio presentó el 89 % de sus flores con los estambres distribuidos de forma aleatoria (Cuadro 8).

Color de pétalo (COLPET)

COLPET no mostró capacidad estadística para diferenciar a las poblaciones ni a los individuos dentro de poblaciones (Cuadro 4). De todas maneras, es posible ver que QC fue la población que mostró más equitativamente distribuida las frecuencias de los colores violeta obispo (2), magenta (3) y violeta púrpura (4); mientras que el resto de las poblaciones presentaron como color más común a violeta obispo (2). El caso más extremo fue el de VE que presentó poca diversidad, revelando que el 89 % de las flores fueron violeta obispo (2). También es importante notar que la población CL fue la única que presentó el color violeta Cobalto (1), presentando los cuatro estados del descriptor (Cuadro 8).

Forma (FORH)

FORH mostró diferencias estadísticas entre las poblaciones, no así entre los individuos dentro de poblaciones (Cuadro 4). Todas las poblaciones revelaron más de un 78 % de las hojas con forma elíptica, pero se diferenciaron en la distribución de las clases del resto de las hojas. Mientras que CL y VE presentaron el 19 y 12 % de sus hojas de forma obovada (3), CÑ presentó 14 % de sus hojas de forma oval (1). QC presentó frecuencias muy similares para ambas clases (Cuadro 8).

Forma de ápice (FORAPH)

FORAPH también discriminó de forma estadística a las poblaciones, pero no a los individuos dentro de poblaciones (Cuadro 4). Todas las poblaciones mostraron como forma más común el ápice redondeado (1) y como segunda forma más común el ápice obtuso (3). QC y CÑ mostraron más del 10 % de las hojas con ápice emarginado (4) mientras que VE y CL menos de 7 %. CL fue la única que presentó hojas con ápice agudo (2) (Cuadro 8).

Forma de base (FORBH)

Las poblaciones y los individuos no se diferenciaron estadísticamente por la variable FORBH (Cuadro 4). Todas presentaron principalmente forma de base cuneada (Cuadro 8).

Color de haz (COLH)

COLH tampoco diferenció estadísticamente poblaciones e individuos (Cuadro 4). Más del 73 % de las hojas de las poblaciones fueron de color verde Aucuba (4). VE fue la única población que presentó hojas de color verde franco tono 1 (1) y verde franco tono 4 (2) (Cuadro 8).

4.2.1.3 Descripción general de las plantas

A nivel general las plantas silvestres de guayabo presentaron una altura media de 2.4 m. con un coeficiente de variación de 41 %, un diámetro de copa 3.0 m. con un coeficiente de variación de 50 %, un área basal de 127.9 cm^2 con un coeficiente de variación de 110 % y un promedio de 4 troncos con un coeficiente de variación de 94 % (Cuadro 9).

Se destaca en particular la QC por presentar plantas de menor altura promedio y un mayor número de troncos (Cuadro 9). Esto podría asociarse al manejo sin pastoreo del área municipal desde hace varios años, lo que ha posibilitado el desarrollo de plantas nuevas.

En el caso de VE las plantas presentaron el menor valor de área basal y diámetro de copa (Cuadro 9). Esto podría deberse a que las plantas presentaban cierto grado de deterioro debido a que se encontraban en potreros pastoreados y en general estaban en competencia con otras especies del bosque nativo. Por otra parte fue la población con más cantidad de individuos fustales. Por otra parte, las plantas de CL fueron las de mayor tamaño (Cuadro 9).

Cuadro 9. Media, desvío estándar (s), Coeficiente de Variación (CV), mínimo (Mín) y máximo (Máx) para las variables continuas evaluadas en planta.

	Altura (m.)	Diámetro de copa (m.)	Área Basal (cm2)	No. troncos
QC				
Media	1,8	2,6	103,8	6
s	0,6	1,9	157,0	5,8
CV	35,1	75,5	151,3	102,0
Mín	0,8	0,6	0,0	0
Máx	3,5	13,4	904,4	28
VE				
Media	2,5	2,5	79,7	4
s	1,3	1,3	100,5	4,0
CV	50,6	50,8	126,0	96,6
Mín	0,8	0,6	0,0	0
Máx	6,0	5,1	425,3	16
CL				
Media	3,1	3,8	232,6	4
s	0,8	1,1	146,1	3,0
CV	24,3	28,3	62,8	68,9
Mín	1,6	1,6	0,0	1
Máx	4,8	5,7	602,6	13
CÑ				
Media	2,4	3,1	100,8	3
s	0,7	1,2	105,0	2,8
CV	29,4	38,5	104,1	80,6
Mín	0,6	0,5	0,0	0
Máx	3,7	6,1	425,6	14
TOTAL				
MEDIA	2,4	3,0	127,9	4
S	1,0	1,5	141,3	4,1
CV	41,1	50,1	110,5	93,8
MIN	0,6	0,5	0,0	0
MAX	6,0	13,4	904,4	28

4.2.2 Análisis multivariado

La matriz de datos fue de 72 individuos, 14 variables continuas (11 de fruto y 3 de hoja), cinco variables binomiales (de fruto) y 14 variables multinomiales (10 de fruto y 4 de hoja).

4.2.2.1 Análisis de la diversidad entre poblaciones

Según el análisis stepwise discriminante, las variables cuantitativas que más diferenciaron a las poblaciones fueron: sólidos solubles totales (SST), diámetro de fruto (DF), largo de hoja (LH), resistencia de cáscara (RCAS), espesor de cáscara (ECAS), número de semillas (NSEM), peso de semillas (PSEM) y peso de 100 semillas (P100) (Cuadro 10). De todas estas variables la única que no fue coincidente con el análisis de varianza fue PSEM.

También los resultados del análisis canónico confirman estas variables, donde el primer eje (CAN 1), que explica el 67 % de la varianza, estuvo correlacionado de forma positiva con SST y LH, y negativamente con P100, el segundo eje (CAN 2), que explica el 21 % de la varianza, con RCAS, y el tercer eje (CAN 3), que explica el 12 % de la varianza, con las variables asociadas a tamaño de fruto (AF, DF, PF, PP) (Cuadro 13).

Las variables cualitativas que tuvieron más peso en la discriminación de las poblaciones según el estadístico chi-cuadrado corregido por los grados de libertad, fueron: forma de ápice del fruto (FORAP), posición de los sépalos (SEP), forma de fruto (FFRUT), color de pulpa (COLP), color de piel de fruto (COLF), forma de base del fruto (FORB), velocidad de oxidación (VELOX), dureza de cáscara (DCAS) y color interno de la cáscara (COLINT) (Cuadro 11). Este resultado fue coincidente para seis de las nueve variables del resultado del análisis GLIMMIX (Cuadro 4).

Las distancias de Mahalanobis entre las poblaciones mostraron que Valle Edén (VE) fue la población que más se separó del resto (Cuadro 12). Los individuos de VE tuvieron la mayor concentración de azúcares en los frutos, las hojas más largas y las semillas de menor peso (Cuadro 7), por lo cual fue la población con mayor coordenada de CAN 1. A su vez, también fue la que presentó mayor RCAS, por lo que también obtuvo la mayor coordenada de CAN 2 (Figura 48).

CÑ presentó el segundo mayor valor de distancia con el resto de las poblaciones (Cuadro 12). Los individuos tuvieron la menor concentración de azúcares en fruto, las hojas de menor longitud y semillas de peso relativamente

alto, presentando el menor valor de la coordenada CAN 1 (Cuadro 7 y Figura 48).

QC y CL presentaron una distancia de Mahalanobis promedio similar (Cuadro 12). QC presentó valores medios de concentración de azúcares y longitud de hoja, pero fue la de mayor peso de 100 semillas y mayor tamaño de frutos del total de las poblaciones (Cuadro 7), por lo que presentó el mayor valor de coordenada en CAN 3. Por último, CL fue la población con individuos de frutos de cáscara menos resistente lo que se refleja en CAN 2 (Figura 48).

Las tres distancias de Mahalanobis mayores fueron VE-CÑ, VE-QC y CL-CÑ (Cuadro 12), coincidiendo con las mayores distancias geográficas entre poblaciones (en el orden de los 220 km.). Un caso particular fue el de QC-CL que presentó una distancia de Mahalanobis intermedia, aunque se distancian geográficamente también 220 km. Por último, las poblaciones menos distanciadas fueron QC-CÑ, que además las dos pertenecen al Núcleo Sur de la flora oriental (Grela, 2004) distanciándose geográficamente 86 km. De forma similar la distancia entre VE-CL, que pertenecen al Núcleo Norte fue intermedia.

Cuadro 10. Resultados del análisis stepwise discriminante de las variables continuas para las poblaciones y los grupos numéricos.

		Poblaciones			Grupos Numéricos	
		F	Pr > F		F	Pr > F
1	SST	27,5	<.0001	Peso de fruto	48,7	<.0001
2	Diámetro de fruto	18,5	<.0001	Resistencia de cáscara	16,6	<.0001
3	Largo de hoja	17,1	<.0001	SST	10,8	<.0001
4	Resistencia de cáscara	14,2	<.0001	Ancho de hoja	9,4	<.0001
5	Espesor de cáscara	9,6	<.0001	Número de semillas	5,5	0,0007
6	Número de semillas	8,9	<.0001	Diámetro de fruto	4,0	0,006
7	Peso de semillas	3,9	0,0125	Relación L/A de hoja	3,2	0,0188
8	Peso de 100 semillas	3,1	0,0322	Largo de hoja	3,4	0,0149
9				Altura de fruto	2,7	0,0369
10				Peso de pulpa	2,6	0,0483

Cuadro 11. Resultado del análisis Chi-cuadrado dividido por sus grados de libertad y su probabilidad sobre las variables discretas, para las poblaciones y los grupos numéricos.

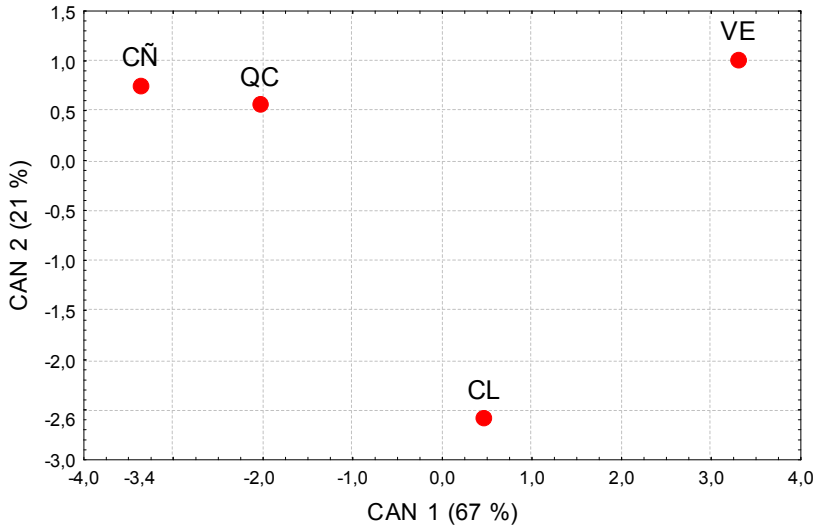
	Poblaciones			Grupos numéricos	
Variable	x2/gl	Pr	Variable	x2/gl	Pr
Color del fruto	3,46	< 0,0001	Color de la piel del fruto	2,54	< 0,0001
Color de pulpa	3,60	0,0002	Color de pulpa	2,83	0,0007
Color interno de la cáscara	3,02	0,0013	Dureza de cáscara	2,22	0,0014
Forma de base	5,02	0,0018	Posición de sépalos	2,98	0,0024
Posición de sépalos	3,23	0,0036	Forma de fruto	2,84	0,0037
Velocidad de oxidación	2,85	0,0088	Forma de ápice	2,36	0,005
Forma de ápice	2,44	0,009	Forma de base	3,67	0,0054
Forma de fruto	2,50	0,0204	Forma base de hoja	3,49	0,0074
Dureza de cáscara	1,77	0,0327	Protuberancia en base	3,13	0,0139
Protuberancia en base	2,03	0,1074	Velocidad de oxidación	2,30	0,0185
Forma hoja	1,71	0,1146	Rugosidad	2,03	0,0386
Posición de ápice	1,95	0,119	Color de hoja	1,98	0,0444
Forma de base de hoja	1,68	0,1679	Color interno de la cáscara	1,76	0,0494
Número de lóculos	1,48	0,1815	Pistilo	1,92	0,1038
Forma de ápice de hoja	1,43	0,1998	Forma hoja	1,29	0,2447
Color de hoja	1,40	0,2119	Posición de ápice	1,19	0,314
Rugosidad	1,39	0,2158	Espacio pulpa-cáscara	1,18	0,3194
Pistilo	1,06	0,3668	Forma de ápice de hoja	1,14	0,3345
Espacio pulpa-cáscara	0,78	0,5074	Número de lóculos	0,66	0,7288

Cuadro 12. Distancias de Mahalanobis entre grupos según las variables continuas.

LUGAR	QC	VE	CL	CÑ
QC	0	32,36	19,44	13,09
VE	32,36	0	20,96	46,83
CL	19,44	20,96	0	28,30
CÑ	13,09	46,83	28,30	0
Promedio	16,22	25,04	17,17	22,06

Cuadro 13. Correlación de las variables continuas con los ejes canónicos.

Variable	**CAN 1**	**CAN 2**	**CAN 3**
Altura de fruto (AF)	-0,173916	-0,114771	0,567911
Diámetro de fruto (DF)	-0,254433	-0,073598	0,678819
Relación A/D (A/D)	0,158595	-0,071213	-0,10934
Peso de fruto (PF)	-0,192225	0,010382	0,586281
Peso de pulpa (PP)	-0,162043	-0,051816	0,591157
Espesor de cáscara (ECAS)	-0,225529	0,089069	0,244436
Resistencia de cáscara (RCAS)	0,115572	0,524607	0,106877
Sólidos solubles totales (SST)	0,388898	0,231369	0,055881
Número de semillas (NSEM)	0,212803	-0,281847	0,099577
Peso de semillas (PSEM)	0,012044	-0,155524	0,14967
Peso de 100 semillas (P100)	-0,300835	0,157726	0,32594
Largo de hoja (LH)	0,332756	-0,120277	-0,043302
Ancho de hoja (AH)	0,286483	-0,02299	-0,067058
Relación L/A (L/A)	0,191761	-0,246883	0,09944
Varianza explicada (%)	67 %	21 %	12 %



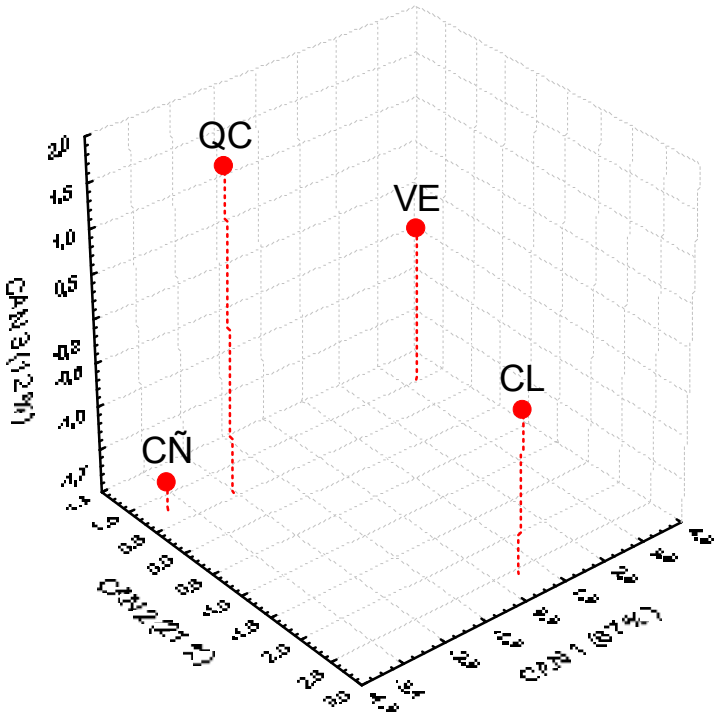


Figura 48. Ubicación de los centroides de las poblaciones respecto de las dos y tres primeras variables canónicas y porcentaje de explicación de cada variable.

4.2.2.2 Análisis de la diversidad dentro de las poblaciones

Los resultados del método de agrupamiento Ward-MLM, indicaron que la mejor opción era formar cinco grupos. Esta nueva agrupación demostró que la estructura de las poblaciones fue diversa dentro y entre ellas, confirmando los resultados del análisis univariado. En todas las poblaciones se encontraron al menos dos de los cinco grupos del modelo, a excepción de la población de VE que presentó solamente un grupo dominante (Cuadro 14).

Cuadro 14. Relaciones de pertenencia de los individuos a las poblaciones (Quebrada de los Cuervos (QC), Valle Edén (VE), Cuchilla de Laureles (CL) y Cañitas (CÑ) y a los grupos (5 grupos Ward-MLM).

		POBLACIONES				
GRUPOS		QC	VE	CL	CÑ	No. Total
	N	2	5	10	5	22
1	% población	11.1	21.7	58.8	35.7	
	% grupo	9.1	22.7	45.5	22.7	
	N	0	18	0	1	19
2	% población	0	78.3	0	7.1	
	% grupo	0	94.7	0	5.3	
	N	1	0	7	0	8
3	% población	5.6	0	41.2	0	
	% grupo	12.5	0	87.5	0	
	N	8	0	0	8	16
4	% población	44.4	0	0	57.1	
	% grupo	50	0	0	50	
	N	7	0	0	0	7
5	% población	38.9	0	0	0	
	% grupo	100	0	0	0	
No. Total		18	23	17	14	72

N: no. de individuos; % población: porcentaje de observaciones de cada grupo en cada población; % grupo: porcentaje de observaciones de cada población en cada grupo.

Según los resultados del análisis stepwise discriminante las variables continuas que en mayor medida influenciaron esta agrupación fueron: peso de fruto (PF), resistencia de cáscara (RCAS), sólidos solubles totales (SST), ancho de hoja (AH), número de semillas (NSEM), diámetro de fruto (DF), relación L/A de hoja (L/A), largo de hoja (LH), altura de fruto (AH) y peso de pulpa (PP) (Cuadro 10).

El primer eje canónico explicó el 46 % de la varianza y estuvo correlacionado positivamente con las variables de tamaño (AF, DF PF y PP) y con el espesor de la cáscara (ECAS), el segundo eje explicó el 32 % de la varianza y estuvo correlacionado positivamente con ECAS y RCAS y el tercero explicó un 16 % de la varianza y estuvo correlacionado positivamente con SST, LH y AH y con las variables de peso de fruto (AF, DF PF y PP) (Cuadro 18).

Las distancias de Mahalanobis para las variables continuas indicaron que el grupo que más se diferenció del resto fue el G5, y que principalmente se separó del G2. El G1 fue el más intermedio y las menores diferencias se dieron entre el G1 y el G2 y entre el G1 y el G3 (Cuadro 17). Las diferencias entre el G5 y el G2 se dieron en el primer eje, G5 reunió los individuos de frutos más grandes y de cáscara más gruesa, mientras que G2 los individuos de frutos más chicos y de cáscara más fina (Cuadro 15 y Figura 49).

En cuanto a las variables cualitativas, las que tuvieron más peso en la discriminación de los grupos fueron: forma de ápice (FORAP), forma de base de hoja (FORBH), protuberancia en base (PB), posición de sépalos (SEP), forma de fruto (FFRUT), color de pulpa (COLP), color de fruto (COLF), forma de base del fruto (FORB), velocidad de oxidación (VELOX), dureza de cáscara (DCAS), rugosidad (RUG), color de haz de hoja (COLH) y color interno de la cáscara (COLINT) (Cuadro 11).

En la Cuadro 14 se expone la estructura de las poblaciones según los grupos. Puede verse que alguna de las poblaciones tuvieron grupos casi o totalmente exclusivos (G2, G3 y G5). Así G2 presentó el 95 % de sus individuos de la población VE, G3 el 88 % de CL y G5 el 100 % de QC. Mientras G1 estuvo compuesto por individuos de todas las poblaciones pero con predominancia de la población CL (59 %), y G4 presentó 50 % de sus individuos de QC y el otro 50 % de CÑ.

Cuadro 15. Estadísticos simples (media, desviación estándar, mínimo y máximo) para los grupos numéricos Ward-MLM.

Gr.	AF	DF	A/D	PF	PP	E CAS	R CAS	SST	N SEM	PSEM	P100	LH	AH	L/A
G 1														
Media	24.5	20.3	1.05	6.2	2.3	2.0	10.3	14.8	49	0.071	0.153	46.1	26.5	1.47
s	3.7	3.2	1.42	2.6	1.1	0.5	2.7	2.4	18.2	0.031	0.058	7.8	3.5	2.02
Mín	18.0	15.1	1.21	2.4	1.0	1.3	5.2	10.6	15	0.017	0.093	35.3	21.2	1.74
Máx	31.6	26.4	0.10	11.7	4.3	2.9	14.9	20.4	85	0.136	0.311	69.5	36.6	0.12
G 2														
Media	23.2	19.6	1.00	5.3	1.9	2.2	16.4	18.9	56	0.077	0.139	51.2	29.7	1.63
s	3.3	3.2	1.43	2.4	1.0	0.4	2.3	2.9	19.8	0.029	0.031	6.7	3.1	1.87
Mín	18.4	15.4	1.20	2.7	0.8	1.5	12.1	14.0	20	0.035	0.086	44.2	26.4	1.73
Máx	29.8	26.3	0.12	10.7	4.3	3.1	20.6	23.0	98	0.147	0.192	68.5	39.1	0.07
G 3														
Media	33.0	26.9	1.15	13.4	5.6	2.6	8.2	13.4	70	0.120	0.159	49.9	29.6	1.61
s	4.8	4.0	1.40	6.3	3.4	0.6	1.7	1.7	24.2	0.067	0.023	5.9	2.1	1.88
Mín	28.1	23.0	1.23	7.4	2.7	2.1	6.2	11.0	41	0.067	0.134	42.9	26.8	1.70
Máx	42.0	33.9	0.08	25.4	11.9	4.0	11.8	16.6	114	0.263	0.191	62.1	33.7	0.10
G 4														
Media	28.6	26.2	0.97	12.0	3.8	3.3	15.0	13.5	34	0.069	0.224	39.7	24.4	1.45
s	4.3	3.7	1.28	4.3	1.4	0.9	3.5	1.4	13.5	0.029	0.051	2.9	1.1	1.81
Mín	21.4	18.7	1.10	4.7	1.5	1.9	9.3	11.6	17	0.033	0.159	32.8	22.1	1.64
Máx	36.5	33.5	0.08	20.7	6.9	5.1	20.7	16.9	72	0.129	0.327	44.1	26.6	0.09
G 5														
Media	43.0	36.5	1.09	32.3	11.2	4.3	14.3	14.9	53	0.118	0.223	42.1	26.2	1.47
s	5.4	3.3	1.30	10.7	4.8	1.2	5.8	1.4	14.9	0.039	0.024	4.3	3.6	1.76
Mín	36.9	32.6	1.18	22.0	7.4	3.1	8.6	12.5	33	0.071	0.190	35.1	21.7	1.64
Máx	52.8	41.9	0.08	51.8	21.1	6.7	25.6	16.7	71	0.184	0.253	46.1	29.6	0.10

AF: altura de fruto (mm.); DF: diámetro de fruto (mm.); A/D: relación altura-diámetro de fruto; PF: peso de fruto (gr.); PP: peso de pulpa (gr.); ECAS: espesor de cáscara (mm.); RCAS: resistencia de cáscara (kg./cm2); SST: sólidos solubles totales (ºBrix); ATT: acides total titulable (gr. Ácido Cítrico/100ml jugo); NSEM: número de semillas; PSEM: peso de semillas (gr.); P100: peso de 100 semillas (gr.); LH: largo de hoja (mm.); AH: ancho de hoja (mm.); L/A: relación largo-ancho de hoja.

Cuadro 16. Frecuencias absolutas de las variables cualitativas más importantes en la discriminación de los cinco grupos Ward-MLM.

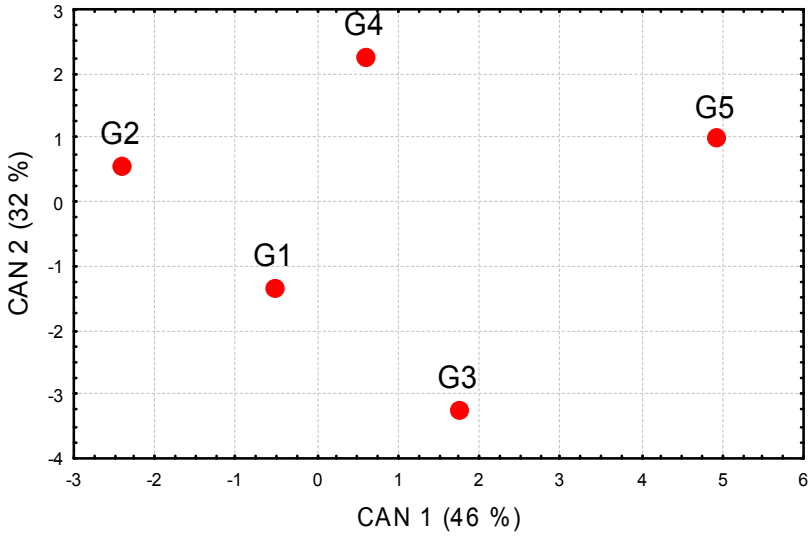
Variable cualitativa	Clases		G1	G2	G3	G4	G5	Total
Forma de la base del fruto (FORB)	convexo	1	18	17	6	5	4	50
	truncado	2	1	0	1	7	1	10
	agudo	3	3	2	0	2	1	8
	cóncavo	4	0	0	1	2	1	4
Forma de la base de hoja (FORBH)	redondeado	1	5	0	3	5	0	13
	cuneado	2	17	19	5	11	7	59
Protuberancia en base (PB)	ausente	0	9	15	6	14	6	50
	presente	1	13	4	2	2	1	22
Posición de sépalos (SEP)	abierto	1	18	9	5	4	2	38
	semiabierto	2	4	8	2	5	2	21
	erecto	3	0	2	1	7	3	13
Forma de fruto (FFRUT)	redondo	1	2	7	0	10	1	20
	oval	2	16	9	6	5	6	42
	oblongo	3	4	3	2	1	0	10
Color de la pulpa (COLP)	blanco verdoso	1	1	0	2	0	0	3
	blanco crema	2	15	18	2	11	3	49
	blanco ámbar	3	3	0	1	5	4	13
	amarillo de Nápoles	4	3	1	3	0	0	7
Color de piel (COLF)	verde franco, tono 1	1	0	0	0	8	6	14
	verde franco, tono 4	2	2	1	1	1	1	6
	verde prado	3	1	0	0	0	0	1
	verde musgo	4	4	1	0	2	0	7
	verde junco	5	0	0	1	0	0	1
	verde Aucuba	6	15	16	6	5	0	42
	verde Boj	7	0	1	0	0	0	1
Forma del ápice (FORAP)	redondo	1	22	19	8	14	4	67
	truncado	2	0	0	0	2	3	5
Velocidad de oxidación (VELOX)	lenta	1	0	0	0	0	2	2
	media	2	6	2	5	3	2	18
	rápida	3	16	17	3	13	3	52
Dureza de la cáscara (DCAS)	blanda	1	6	1	0	0	0	7
	media-blanda	2	2	1	2	0	0	5
	media	3	12	9	6	9	2	38
	media-dura	4	1	2	0	0	3	6
	dura	5	1	6	0	7	1	15
	muy dura	6	0	0	0	0	1	1
Rugosidad de piel (RUG)	liso	1	5	3	2	2	1	13
	algo rugoso	2	17	14	6	11	2	50
	rugoso	3	0	2	0	3	4	9
Color haz de la hoja (COLH)	verde franco tono 1	1	0	2	0	0	0	2
	verde franco tono 4	2	0	0	0	0	0	0
	verde Boj	3	0	3	2	0	1	6
	verde Aucuba	4	22	14	6	16	6	64
Color interno de la cáscara (COLINT)	blanco ámbar	1	8	3	2	3	5	21
	amarillo de Nápoles tono 1	2	2	0	0	2	0	4
	amarillo de Nápoles tono 4	3	11	12	6	11	2	42
	amarillo miel	4	1	4	0	0	0	5

Cuadro 17. Distancias de Mahalanobis entre grupos según las variables continuas.

GRUPOS	G1	G2	G3	G4	G5
G1	0,0	13,2	14,9	16,2	42,7
G2	13,2	0,0	35,1	19,8	54,8
G3	14,9	35,1	0,0	34,9	36,0
G4	16,2	19,8	34,9	0,0	32,7
G5	42,7	54,8	36,0	32,7	0,0
promedio	17,4	24,6	24,2	20,7	33,2

Cuadro 18. Correlación de las variables continuas con los ejes canónicos.

Variable	**CAN 1**	**CAN 2**	**CAN 3**
Altura de fruto (AF)	0,671181	0,054601	0,290581
Diámetro de fruto (DF)	0,679414	0,209734	0,19376
Relación A/D (A/D)	-0,040191	-0,22851	0,146108
Peso de fruto (PF)	0,73355	0,196562	0,388069
Peso de pulpa (PP)	0,590098	0,060069	0,341823
Espesor de cáscara (ECAS)	0,423202	0,328097	0,11717
Resistencia de cáscara (RCAS)	-0,12861	0,467348	0,32001
Sólidos solubles totales (SST)	-0,306324	0,069645	0,55963
Número de semillas (NSEM)	-0,00305	-0,250225	0,300735
Peso de semillas (PSEM)	0,178782	-0,121392	0,223872
Peso de 100 semillas (P100)	0,271632	0,286908	-0,207799
Largo de hoja (LH)	-0,193781	-0,224036	0,336799
Ancho de hoja (AH)	-0,145961	-0,194578	0,408875
Relación L/A (L/A)	-0,142628	-0,167188	0,049821
Varianza explicada (%)	46 %	32 %	16 %



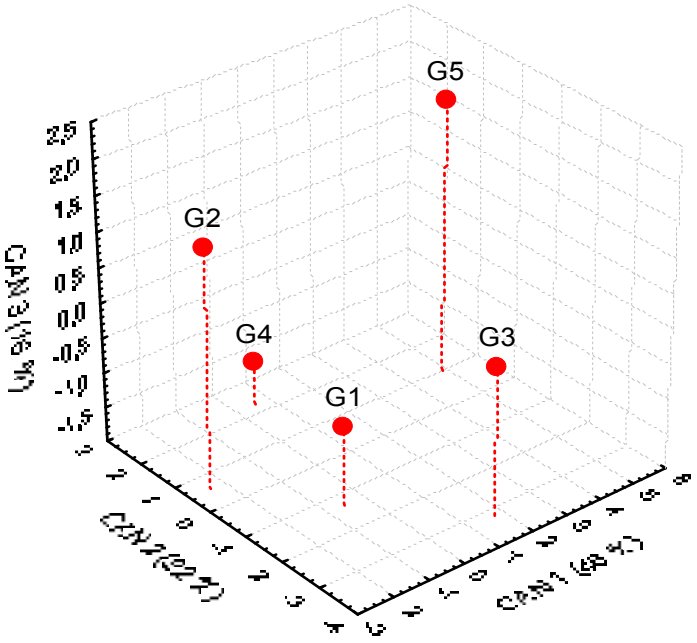


Figura 49. Ubicación de los centroides de los grupos respecto de las dos y tres primeras variables canónicas y porcentaje de explicación de cada variable.

Población de la Quebrada de los Cuervos

La población de Quebrada de los Cuervos fue la que mostró presencia de mayor número de grupos, existiendo individuos de los grupos G1, G3, G4 y G5, aunque G1 y G3 pobremente representados por solo dos y un individuos respectivamente (Cuadro 14). Por lo cual, la población básicamente se dividió en dos grupos, G4 y G5, que según el análisis canónico se separaron principalmente por el primer y tercer eje (Figura 49). Ocho individuos de la Quebrada (44 %) pertenecieron a G4 el cual agrupó individuos de frutos de pequeño tamaño, forma más bien redonda y de base truncada o redonda y piel algo rugosa, cáscara de grosor medio y resistencia media a alta (Cuadros 15 y 16); siete (40 % de la población) pertenecieron a G5 que reunió a los individuos de frutos más grandes, de forma generalmente oval, piel color verde franco tono 1 y generalmente rugosa y cáscara gruesa de similar resistencia (Cuadros 15 y 16).

La división de la población de QC principalmente en dos grupos podría estar asociada a la distribución geográfica de las colectas. Si miramos la Figura 50 vemos que los siete individuos del G5 estuvieron dentro del predio del área protegida, en la ladera este a la Quebrada propiamente dicha, mientras que la mayor parte de los individuos del G4 estuvieron distribuidos principalmente en el “Potrero de las Guayabas” ubicado en un campo vecino, a 2.5 km. de las plantas del G5, con excepción de dos individuos de G4 (QC13 y QC23) ubicados cercanos a los del G5. Por otra parte, el único individuo del G3 presente en QC (no se muestra en la figura 50) se encuentra en el establecimiento ecoturístico “El Capricho” ubicado a 3.8 km. del área protegida.

Esta distribución geográfica de los grupos en la Quebrada podría deberse a varias razones, una de ellas podría ser que se tratara de dos poblaciones aisladas o con intercambio genético acotado, y que haya existido efecto fundacional y/o selección natural. Sería necesario estudiar en profundidad ambos grupos, tanto con repetición en años de los descriptores morfológicos como con marcadores moleculares. También es necesario conocer los mecanismos de dispersión de la semilla y el polen de la especie, en la mayoría de las especies el flujo génico entre poblaciones separadas pocos cientos de metros suele ser menor al 1 %, y menos del 0.01 % en aquellas separadas más de 1.5 km. (Hamrick, 1982).

Otra posibilidad que explique las diferencias entre G4 y G5 podría ser que las principales variables que distinguen ambos grupos son las de tamaño de fruto (AF, DF, PF y PP), que pueden verse afectadas por el ambiente. En el área municipal de la Quebrada, donde se encuentra el G5, los árboles están en mejores condiciones que los que se encuentran en el potrero adyacente donde está G4. Los manejos son distintos en ambos predios, en la Quebrada de los

Cuervos las plantas están en exclusión de pastoreo por lo cual la mayor competencia sobre ellas es ejercida por el pastizal, desarrollándose a cielo abierto sin protección ni sombra alguna de otros árboles, mientras que el potrero de las guayabas está bajo régimen de pastoreo ovino por lo cual muchas de las plantas están ramoneadas y generalmente en grupos de árboles o arbustos.

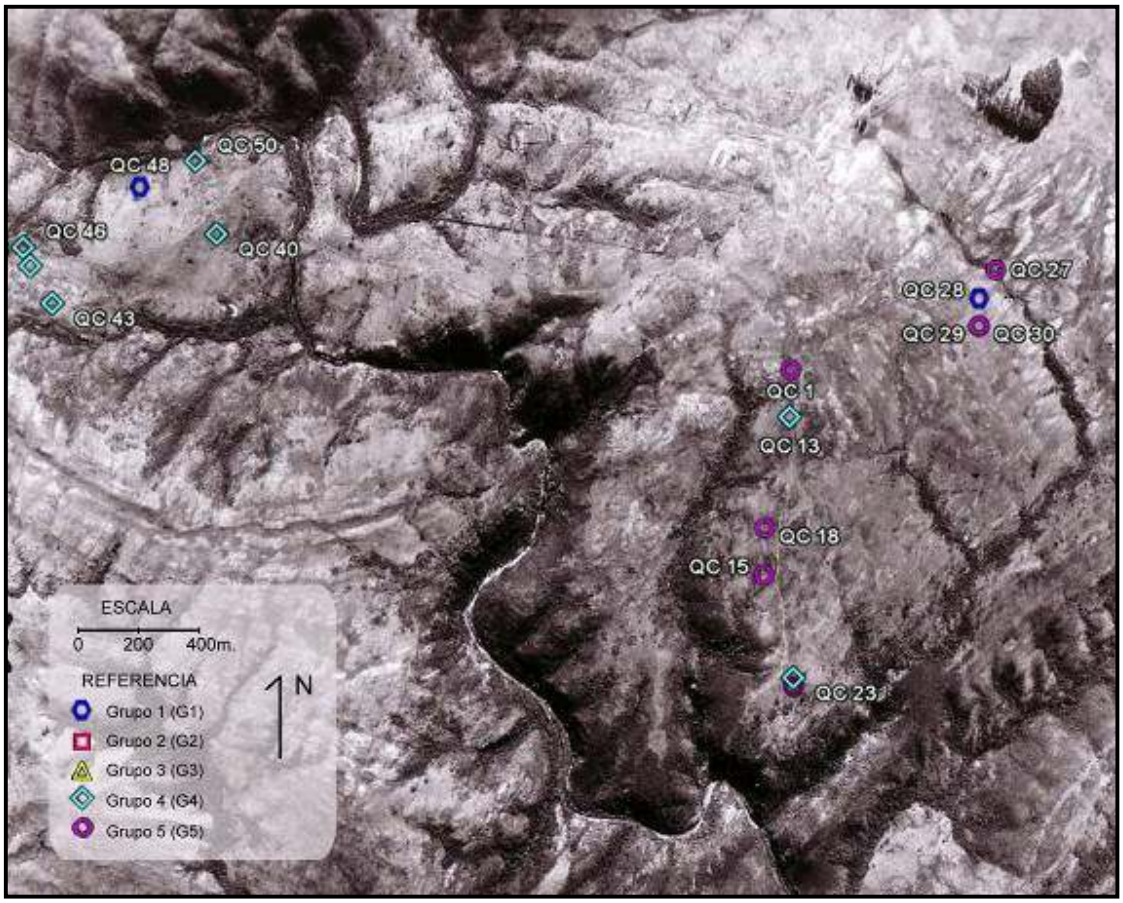


Figura 50. Sector de la foto aérea No. 98-011 (SGM, 1966-67), Quebrada de los Cuervos y predios aledaños, con los individuos de los grupos representados.

Considerando la diversidad de esta población y el potencial para la selección de los materiales existentes, es altamente justificable continuar trabajando en la prospección y caracterización de materiales, así como en la elaboración de conservación in situ de la misma.

Población de Valle Edén

La población Valle Edén presentó el G2 como grupo mayoritario con el 78 % de los individuos (Cuadro 14). A su vez, G2 fue prácticamente exclusivo de la población de VE, con un solo individuo en CÑ. Este grupo se caracterizó por tener los frutos más pequeños y con el mayor contenido de azúcares, de forma generalmente oval o redonda, de piel algo rugosa con excepciones y de color generalmente verde Aucuba, con los sépalos en posición abierta o semiabierta, de cáscara fina pero la de mayor resistencia, de color interno de la cáscara amarillo de Nápoles tono 4 a amarillo miel, pulpa de color blanco crema, con cantidad media de semillas pero las de menor peso. Las hojas presentaron tamaño grande, de relación L/A alta, de base siempre cuneada y de color verde Aucuba pero con variaciones (Cuadros 15 y 16).

Se recomendaría ampliar el área de prospección, aumentando el número de individuos, para poder detectar si existen grupos diferentes al hallado. Además sería preferible repetir el estudio en un año de condiciones climáticas normales para la región (el año de recolección de muestras fue particularmente seco en Valle Edén). La mayoría de los individuos que entraron en el análisis fueron muy cercanos unos de otros, siendo la mayor distancia entre ellos de 350 metros esta puede ser una razón importante de por qué no se encontraron más grupos fuertes en esta población (Figura 51).

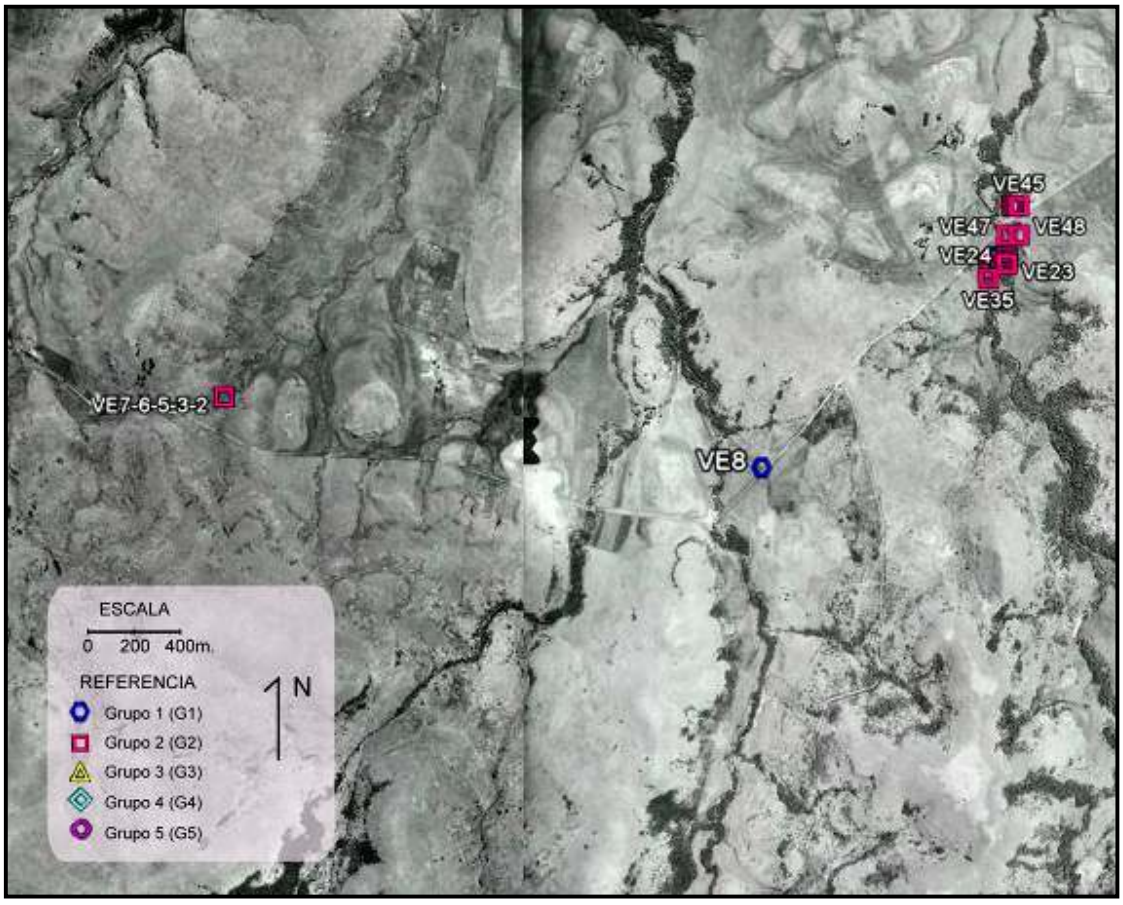


Figura 51. Sector de la fotos aéreas No. 202-035 y 203-158 (SGM, 1966.67), zona de Valle Edén estudiada, con los individuos de los grupos representados.

Población de Cuchilla de Laureles

En la población de Cuchilla de Laureles se encontraron dos grupos: G1 con 10 individuos (59 % de la población), siendo el sitio donde este grupo está mayormente representado, y G3 con 7 individuos (41 %), casi exclusivo de esta población (Cuadro 14). G1 y G3 son relativamente cercanos según las distancias de Mahalanobis en comparación con el resto de los grupos (Cuadro 17). Las diferencias existentes se explican de forma similar por los tres ejes canónicos (Figura 49). El G3 reunió a los individuos de fruto de tamaño medio, cáscara fina de resistencia media a baja y con las hojas relativamente grandes; mientras que G1 agrupó individuos de frutos pequeños, cáscara fina y la de menor resistencia y las hojas de tamaño medio (Cuadro 15).

En cuanto a la distribución geográfica de las muestras se aprecian ciertas diferencias entre grupos en la distribución norte-sur, encontrándose los individuos del G1 más al norte que los individuos del G3, con excepción del individuo CL5 del G1 (Figura 52). Se debería tener en cuenta que el territorio donde se encuentran distribuidos es el de menor extensión (50 has aproximadamente), destacándose la existencia de dos grupos en un área tan reducida.

Desde el punto de vista de la selección esta población presenta mayoritariamente frutos de piel algo rugosa a lisa, cáscara de menor resistencia y frutos de forma oval a oblonga. Esta región amerita mayor prospección y caracterización que colaborará en la elaboración de una propuesta de área protegida para Laureles, donde ya existen actores locales interesados.

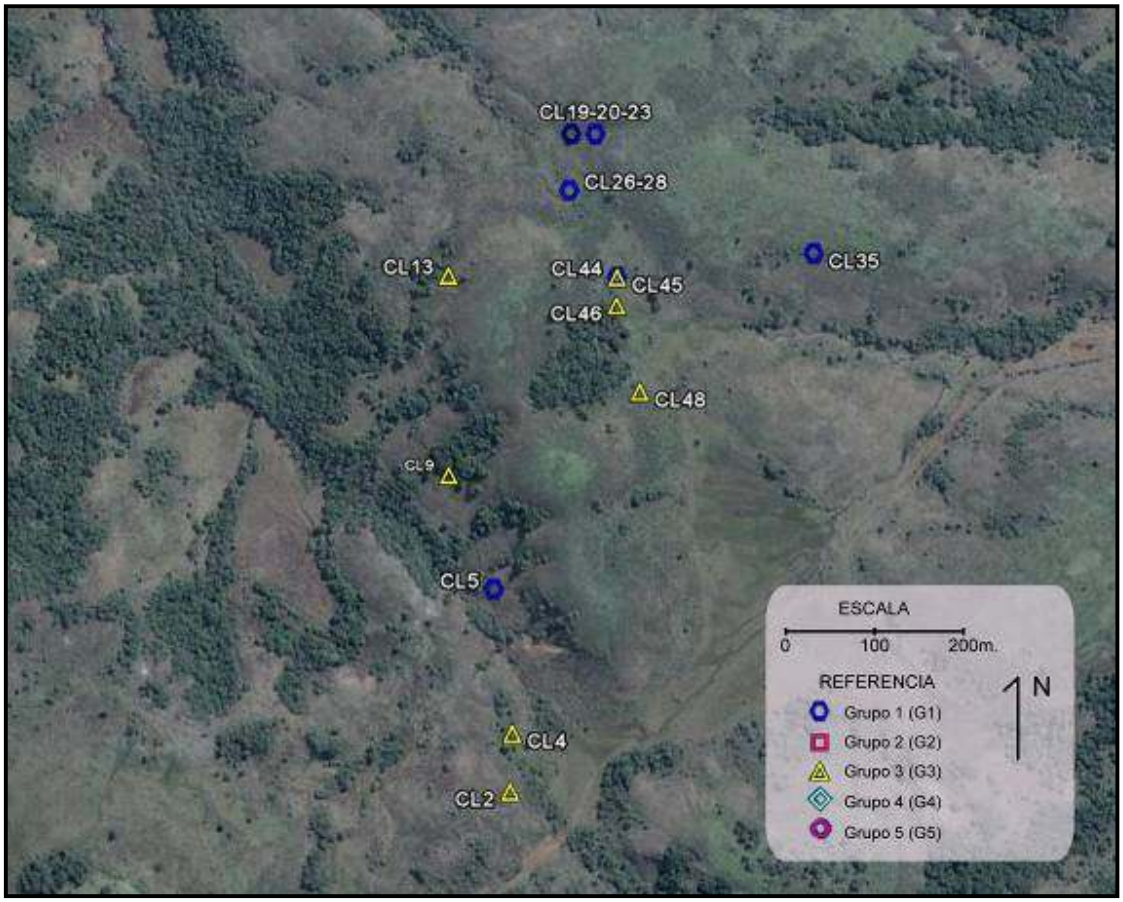


Figura 52. Imagen satelital de la zona de Cuchilla de Laureles estudiada, con los individuos de los grupos representados (imagen modificada de Google Earth).

Población de Cañitas

La población de Cañitas fue la única que no tuvo ningún grupo exclusivo, hubo presencia de tres grupos, G1, G2 y G4, aunque G2 con un solo representante. G1 presentó cinco individuos (36 % de la población) y G4 ocho (57 % de la población) (Cuadro 14). La distancia de Mahalanobis entre estos dos grupos es baja en comparación con otros (Cuadro 17), radicando las diferencias en el segundo eje canónico (Figura 49). G1 agrupó los individuos con frutos de cáscara más fina y relativamente blanda, mientras G4 a los de cáscara de mayor grosor y más dura (Cuadros 15 y 16).

No se presentó estructuración geográfica interna de la diversidad (Figura 53). Desde el punto de vista de los recursos genéticos esta población presenta como características principales piel algo rugosa a lisa, cáscara más fina y de resistencia media a baja.

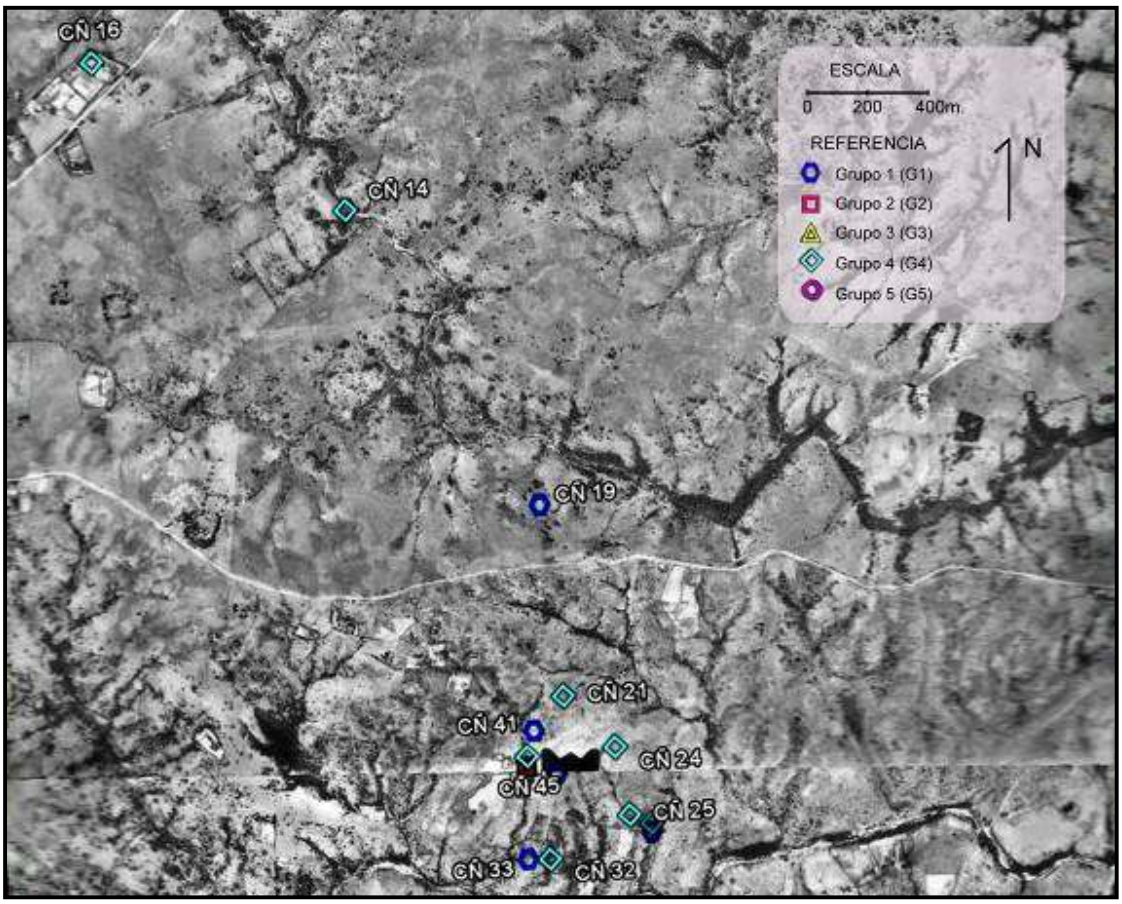


Figura 53. Sector de fotos aéreas No. 131-022 y 131-023 (SGM, 1966-67), zona de Cañitas estudiada, con los individuos de los grupos representados.

5 CONCLUSIONES

Se validaron ocho descriptores cuantitativos y siete cualitativos para la caracterización de plantas de *Acca sellowiana*. Los cuantitativos fueron: altura de fruto (AF), diámetro de fruto (DF), peso de fruto (PF), peso de pulpa (PP), espesor de cáscara (ECAS), resistencia de cáscara (RCAS), distancia estigma-estambre (DISTEE) y número de estambres (NEST). Los cualitativos fueron: forma de fruto (FFRUT), posición de sépalos (SEP), rugosidad (RUG), color de la pulpa (COLP), color interno de la cáscara (COLINT), dureza de cáscara (DCAS) y clases de distancia estigma-estambres (CDISTEE). Futuros trabajos permitirían ajustar la propuesta y posible inclusión de algún otro descriptor.

Se encontraron 16 variables cuantitativas y 10 cualitativas con poder discriminante para las poblaciones estudiadas.

En este trabajo se halló diversidad intra e interpoblacional. Para la mayoría de las variables cuantitativas (excepto abertura floral (AFL)) la diversidad entre poblaciones fue menor o igual que la diversidad dentro de las poblaciones (Ratio), lo que se ajusta a lo esperado para una especie predominantemente alógama. La diversidad entre poblaciones se explicaría por efectos fundacionales, aislamiento y selección natural.

La población más distante del resto fue Valle Edén (VE), y en orden descendente le siguió Cañitas (CÑ) y por último Quebrada de los Cuervos (QC) y Cuchilla de Laureles (CL). Las tres distancias de Mahalanobis mayores fueron VE-CÑ, VE-QC y CL-CÑ, coincidiendo con las mayores distancias geográficas entre poblaciones. Las poblaciones menos distanciadas fueron QC-CÑ, que pertenecen al Núcleo Sur de la flora oriental (Grela, 2004), distanciándose geográficamente 86 km. CL-VE, las poblaciones del Núcleo Norte, presentaron una distancia intermedia.

Los individuos de VE se caracterizaron por presentar la mayor concentración de azúcares en los frutos, las hojas más largas, las semillas de menor peso y los frutos con cáscara más resistente. Los de CÑ presentaron la menor concentración de azúcares en fruto, piel algo rugosa a lisa, cáscara más fina y de resistencia media a baja. QC presentó los individuos con mayor tamaño de fruto y mayor peso de semillas. Por último CL presentó los individuos con cáscara menos resistente, de piel algo rugosa a lisa y de forma oval a oblonga.

Se hallaron cinco grupos numéricos que evidenciaron la estructura interna de las poblaciones y confirmaron la diversidad entre poblaciones. La población

de QC fue la que presentó mayor número de grupos (cuatro), indicando su elevada diversidad interna; mientras que VE, constituida por solamente un grupo mayoritario, se presenta como la de menor diversidad interna.

Estas poblaciones, al igual que otras aún no estudiadas, son parte del patrimonio en Recursos Fitogenéticos del país y, como tales, brindan oportunidades al desarrollo local. Al presentar particularidades y presentar potencial para la selección, merecen ser consideradas para el desarrollo de actividades o proyectos para su conservación in situ.

6 RESUMEN

Acca sellowiana conocida como Guayabo del País es un pequeño árbol o arbusto con distribución natural en el sur de Brasil y noreste de Uruguay. Es un reconocido recurso fitogenético por su valor como frutal, ornamental y también medicinal. Sus frutos con un sabor y aroma distintivo son ricos en vitamina C e yodo. A partir de plantas que salieron principalmente de Uruguay se ha desarrollado el cultivo en otras regiones del mundo como Nueva Zelanda y California, entre otras. En la región de origen sólo existen pequeñas áreas de cultivo y se han desarrollado algunos usos artesanales a partir de plantas silvestres como la producción de jaleas y licores. Los objetivos de este trabajo fueron prospectar poblaciones silvestres, caracterizar los individuos desde el punto de vista morfológico, analizar la diversidad entre y dentro de poblaciones y definir descriptores para la especie. Se identificaron cuatro poblaciones: Cuchilla de Laureles y Valle Edén en Tacuarembó, Quebrada de los Cuervos en Treinta y Tres y Cañitas en Cerro Largo. En cada una se identificaron cincuenta individuos y se caracterizaron de acuerdo a una lista preliminar de descriptores de fruto, flor, hoja y planta. Los resultados preliminares permiten definir ocho descriptores cuantitativos y siete cualitativos para diferenciar individuos. Los cuantitativos fueron: altura de fruto (AF), diámetro de fruto (DF), peso de fruto (PF), peso de pulpa (PP), espesor de cáscara (ECAS), resistencia de cáscara (RCAS), distancia estigma-estambre (DISTEE) y número de estambres (NEST). Los cualitativos fueron: forma de fruto (FFRUT), posición de sépalos (SEP), rugosidad (RUG), color de la pulpa (COLP), color interno de la cáscara (COLINT), dureza de cáscara (DCAS) y clases de distancia estigma-estambres (CDISTEE). También se hallaron descriptores con poder de diferenciar las poblaciones estudiadas: 16 cuantitativos y diez cualitativos. Se encontró diversidad dentro de las poblaciones como era de esperar para una especie predominantemente alógama. La diversidad entre poblaciones se atribuye a efectos fundacionales, selección natural y aislamiento geográfico entre ellas. La población de Valle Edén presentó la mayor distancia de Mahalanobis del resto de las poblaciones y la población de la Quebrada de los Cuervos presentó la mayor diversidad interna. La diversidad encontrada indica el potencial de los recursos genéticos silvestres para la domesticación de la especie. Se propone continuar trabajando con las poblaciones ya identificadas e incluyendo otras, tanto en los estudios de diversidad genética como en su conservación y selección in situ tanto para el desarrollo local como para el mejoramiento genético.

Palabras clave: *Acca sellowiana*; Recursos fitogenéticos; Diversidad intrapoblacional; Diversidad entre poblaciones; Descriptores.

7 SUMMARY

Acca sellowiana, known as “Guayabo del País” is a small tree or bush naturally distributed in the south of Brazil y north-east of Uruguay. It is known as a plant genetic resource due to its fruit, ornamental and medicinal uses. Its fruits have a distinct flavor, and are rich in vitamin C and iodine. It has been developed a crop in other regions of the world, like in New Zealand and California among others, starting from plants collected in Uruguay. In the plant region of origin it only exists in small areas as a cultivated crop and its local use is based on small scale for the production of jams and liquors from wild plants. The objective of this work was to identify wild populations, characterize individual plants from a morphological point of view, and analyze the existing diversity within and between populations as a strategy to define descriptors for the specie. Four populations were identified: in Tacuarembo, Cuchilla de Laureles and Valle Edén, in Treinta y Tres, Quebrada de los Cuervos and in Cerro Largo Cañitas. In each of them fifty individual were identified and characterized using a preliminary descriptor list for fruit, flower, leaf and plant characteristics. Initial results allowed the identification of eight qualitative descriptors and seven quantitative descriptors that were capable of discriminate individual plants. The quantitative descriptors were: fruit height (AF), fruit diameter (DF), fruit weight (PF), pulp weight (PP), skin thickness (ECAS), skin resistance (RCAS), stamen-stigma distance (DISTEE) and number of stamens (NEST). The qualitative descriptors were: fruit shape (FFRUT), sepal position (SEP), roughness (RUG), pulp color (COLP), skin internal color (COLINT), skin hardness (DCAS) y stamen-stigma distance classes (CDISTEE). Also were found descriptors with the power to differentiate de populations studied: 16 qualitative and ten quantitative. Diversity was found within populations, as would be expected from a predominantly cross pollinated specie. The diversity between populations is attributed to fundamental effects like natural selection and geographical isolation. The Valle Edén population showed a greater Mahalanobis distance from the other populations and the population of “Quebrada de los Cuervos” showed the highest level of within population diversity. The diversity measured shows the potential of native genetic resources for the domestication of the specie. It is proposed to continue working with the populations identified, and include others both for genetic diversity studies and for its conservation and selection in situ for local development and genetic improvement.

Keywords: *Acca sellowiana*; Fitogenetic resource; Intrapopulation diversity; Between population diversity; Descriptors.

8 BIBLIOGRAFIA

1. ABADIE, T.; BERRETTA, A. 2001. Caracterización y evaluación de los recursos fitogenéticos. In: Berreta, A.; Rivas, M. eds. Estrategia para los recursos fitogenéticos para los países del cono sur. Montevideo, PROCISUR-IICA. pp. 89-97.

2. ANDRÉ, E. 1898. Un nouvel arbre fruitier; Feijoa sellowiana. Revue Horticole. 70: 264-265.

3. BIOVERSITY INTERNATIONAL. 2007. Developing crop descriptors lists - guidelines for developers. Rome, Bioveristy International. 72 p. (Bioversity Technical Bulletin Series no. 13).

4. BONTEMPO, P.; MITA, L.; MICELI, M.; DOTO, A.; NEBBIOSO, A.; DE BELLIS, F.; CONTE, M.; MINICHIELLO, A.; MANZO, F.; CARAFA, V.; BASILE, A.; RIGANO, D.; SORBO, S.; CASTALDO, R.; SCHIAVONE, E. M.; FERRERA, F.; DE SIMONE, M.; VIETRI, M. T.; CIOFFI, M.; SICA, V.; BRESCIANI, F.; LERA, A.; ALTUCCI, L.; MOLINARI, A. M. 2007. *Feijoa sellowiana* derived natural Flavone exerts anti-cancer action displaying HDAC inhibitory activities. The International Journal of Biochemistry and Cell Biology. 39: (2007): 1902-1914.

5. BROWN, A. H. D.; MARSHALL, D. R. 1995. A basic sampling strategy: theory and practice. In: Guarino, L.; Ramanatha Roa, V. Reid, R. eds. Collecting plant genetic diversity; technical guidelines. Roma, International Plant Genetic Resources Institute. pp. 75-91.

6. BRUNA, G. 1988. Comercialización. In: Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Frutales no tradicionales; kaki, feijoa, níspero, zarzaparrilla. Santiago, Chile. pp. 145-160.

7. CRONQUIST, A. 1981. An integrate system of classification of flowering plants. Ney York, Columbia University. 1262 p.

8. CUNDA, J. N. 2006. Caracterización de plantas de “guayabo del país” (*Acca sellowiana* (Berg) Burret) desde un enfoque frutícola. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 105 p.

9. DEGENHARDT, J.; ORTH, A. I.; GUERRA, M. P.; DUCROQUET, J. P.; NODARI, R. O. 2001. Morfologia floral da goiabeira serrana (*Feijoa*

sellowiana) e suas implicações da polinização. Revista Brasileira de Fruticultura. 23 (3): 718-721.

10. _____.; DUCROQUET, J. P.; DOS REIS, M. S.; GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. 2002. Efeito de anos e determinação do coeficiente de repetibilidade de características de frutos de goiabeira-serrana. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 3 (9): 1285-1293.

11. _____.; _____.; GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. 2003. Avaliação fenotípica de características de frutos em duas famílias de meios-irmãos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg.) de um pomar comercial em São Joaquim, SC. Revista Brasileira de Fruticultura. 25 (3): 475-479.

12. _____.; _____.; _____.; _____. 2005. Variação fenotípica em plantas de duas famílias de meios-irmãos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg.) em um pomar comercial em São Joaquim – SC. Revista Brasileria de Fruticultura. 27 (3): 462-466.

13. _____.; _____.; DOS REIS, M. S.; GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. 2007. Goiabeira serrana: estimativa de variabilidade para características de frutos com base no coeficiente de repetibilidade. Pelotas, Brasil, EMBRAPA Clima Temperado. 18 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento no. 51).

14. DEL PUERTO, O.; DAVIES, P.; SEQUEIRA, E. 1990. Los nombres comunes de las plantas de la región platense. Montevideo, Facultad de Agronomía. 188 p.

15. DEMATTE, M. E. R. P. 1997. Ornamental use of brazilian Myrtaceae. Acta Horticulturae. no. 452: 143-165.

16. DUCROQUET, J. P. H. J.; HICKEL, E. R. 1997. Birds as pollinators of feijoa (*Acca sellowiana* Berg). Acta Horticulturae. no. 452: 37-40.

17. _____.; _____.; NODARI, R. O. 2000. Goiabeira-serrana (*Feijoa sellowiana*). Jaboticabal, SP, Ed. Funep. 66 p. (Série Frutas Nativas no. 5).

18. FAO. 1996. Plan de acción mundial para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Roma, Italia. s. p.

19. FEIPPE, A.; CARBALLO, S. 2003. Guía práctica de análisis físico-químico de frutas y hortalizas. Montevideo, INIA. 18 p. (Actividades de Difusión no. 331).

20. FERNANDEZ-LÓPEZ, J.; ALETA, N.; ALIA, R. 2002. *Juglans regia* L. genetic resources conservation strategy. In: Meeting of Noble Hardwoods Network (4th., 1999, Gmunden, Áustria), Meeting of Noble Hardwoods Network (5th., 2001, Blessington, Ireland). Reports. Rome, International Plant Genetic Resources Institute. pp. 38-43.

21. FRANCO, J.; CROSSA, J.; VILLASEÑOR, J.; TABA, S.; EBERHART, S. A. 1998. Classifying genetic resources by categorical and continuous variables. Crop Science. 38: 1688-1696.

22. GRAUDAL, L.; YANCHUK, A.; KJAER, E. 2004. Nacional planning. In: FAO; FLD; IPGRI. eds. Forest genetic resources conservation and management. Rome, International Plant Genetic Resources Institute. v.1, pp. 25-36.

23. GRELA, I. 2004. Geografía florística de las especies arbóreas de Uruguay; propuesta para la delimitación de dendrofloras. Tesis de Msc. Montevideo, Uruguay. PEDECIBA. 97 p.

24. GOBERNO DO ESTADO DE SANTA CATRINA; EPAGRI. s.f. Primeiras cultivares de goiabeira serrana SCS 411 – Alcantara e SCS 412 – Helena. Florianópolis, EPAGRI/GMC. s.p. (Folleto divulgación).

25. GUARINO, L. 1995a. Assessing the threat of genetic erosion. In: Guarino, L.; Ramanatha Roa, V.; Reid, R. eds. Collecting plant genetic diversity; technical guidelines. Rome, International Plant Genetic Resources Institute. pp. 67-74.

26. _____. 1995b. Mapping the ecogeographic distribution of biodiversity. In: Guarino, L.; Ramanatha Roa, V.; Reid, R. eds. Collecting plant genetic diversity; technical guidelines. Rome, International Plant Genetic Resources Institute. pp. 287-314.

27. GUTIERREZ, L. 2003. Comparing a preliminary racial classification with a numerical classification of the maize landraces of Uruguay. Crop Science. 43: 718-727.

28. HAMRICK, J. L. 1982. Plant population genetics and evolution. American Journal of Botany. 69 (10): 1685-1693.

29. HEYWOOD, V. H.; DULLOO, M. E. 2005. *In situ* conservation of wild plant species: a critical global review of best practices. Rome, International Plant Genetic Resources Institute. 174 p. (Technical Bulletin no. 11).

30. HIDALGO, R. 2003. Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. In: Franco, T. L.; Hidalgo, R. eds. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Cali, Colombia, Instituto Internacional de Recursos Genéticos. pp. 2 - 26. (Boletín Técnico no. 8).

31. IPGRI. 1995. Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). Roma. 54 p.

32. _____. 1996. Descriptores del café (*Coffea* spp. y *Psilantus* spp.). Roma. 39 p.

33. _____. 2000. Descriptores para los cítricos (*Citrus* spp.). Roma. 66 p.

34. IUCN. 1994. Guidelines for protected areas management categories. (en línea). Gland, Suiza. Consultado 20 may. 2008. Disponible en http://www.unep-wcmc.org/protected_areas/categories/esp/index.html

35. JARVIS, D.I.; MYER, L.; KLEMICK, H.; GUARINO, L.; SMALE, M.; BROWN, A. H. D.; SADIKI, M.; STHAPIT, B.; HODGKIN, T. 2000. A training guide for *in situ* conservation on-farm. Version 1. Rome, International Plant Genetic Resources Institute. 161 p.

36. JIMENEZ, P.; COLLADA, C. 2000. Técnicas para la evaluación de la diversidad genética y su uso en los programas de conservación. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales. 9 (2): 237-248.

37. JOLOCHIN, G. S. 2007. Revisión de *Myrtaceae* Adans. de la flora uruguaya. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 201 p.

38. KADER, A. A. 2005. Feijoa, recommendations for maintaining postharvest quality (en línea). Davis, University of California. Department of Plant Science. Consultado set. 2007. Disponible en http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Fruit/feijoa.shtml

39. KJAER, E.; AMARAL, W.; YANCHUK, A.; GRAUDAL, L. 2004. Strategies for conservation of forest genetic resources. In: FAO; FLD; IPGRI. eds.

Forest genetic resources conservation and management. Rome, International Plant Genetic Resources Institute. v. 1, pp. 5-24.

40. LANDRUM, L. 1986. *Campomanesia*, *Pimenta*, *Blepharocalyx*, *Legrandia*, *Acca*, *Myrrhinium*, and *Luma* (*Myrtaceae*). Flora neotrópica. Monografía 45: 1-179.

41. _____.; KAWASAKI, M. L. 1997. The genera of *Myrtaceae* in Brazil: an illustrated synoptic reatment and identification keys. Brittonia. 49 (4): 508-536.

42. LEGRAND, D. 1968. Las mirtáceas del Uruguay, III. Boletín Facultad de Agronomía (Montevideo) no. 101. 80 p.

43. _____.; KLEIN, M. 1977. Mirtáceas. In: Reitz, R. ed. Flora ilustrada catarinense. Itajai, Brasil, Herbario "Barbosa Rodriguez". pp. 573-730.

44. McCULLAGH, P.; NELDER, J. A. 1989. Generalized linear models. London, Chapman and Hall. 511 p.

45. MARSHALL, D. R.; BROWN, A. H. D. 1975. Optimum sampling strategies in genetic conservation. In: Frankel, O. H.; Hawkes, J. G. eds. Crop genetic resources for today and tomorrow. Cambridge, Cambridge University Press. pp. 53-80.

46. MATTOS, J. R. 1969. O gênero *Feijoa* Berg. Arquivo Botânico Estado de São Paulo. 4 (4-6): 263-267.

47. _____. 1986. A goiabeira serrana. Brasil, Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis “AP”. 84 p. (Publicação IPRNR no. 19).

48. MAXTED, N.; FORD-LLOYD, B. V.; HAWKES, J. G. 1997. Complementary conservation strategies. In: Maxted, N.; Ford-Lloyd, B V.; Hawkes, J. G. eds. Plant genetic conservation; the *in situ* approach. London, UK, Chapman and Hall. pp. 15-39.

49. MOLERO, T.; MOLINA, J.; CASASSA-PADRON, A. 2003. Descripción morfológica de selecciones de *Psidium guajava* L. tolerantes y *Psidium friedrichsthlianum* (Berg) Nied resistente a *Meloidogyne* incognita en el estado Zulia, Venezuela. Revista Facultad Agronomía (LUZ). 20: 478-492.

50. MORTON, J. 1987. Feijoa. (en línea). Miami, USA. Consultado 10 set. de 2007. Disponible en http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/index.html

51. NEWBURY, H. J.; FORD-LLOYD, B.V. 1992. Estimation of genetic diversity. In: Maxted, N.; Ford-Lloyd, B. V.; Hawkes, J. G. eds. Plant genetic conservation; the in situ approach. London, UK, Chapman and Hall. pp. 192-206.

52. NODARI, R. O.; GUERRA, M. P.; DUCROQUET, J. P. 1997. Genetic variability of *Feijoa sellowiana* germoplasm. Acta Horticulturae. no. 452: 41-46.

53. ONU. 1993. Convenio sobre la diversidad biológica. (en línea). Treaty Series. 1760: 226-253. Consultado may. 2008. Disponible en http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-un-es.pdf

54. POPENOE, F. W. 1912. *Feijoa sellowiana* - its history, culture and varieties. Pomona College Journal of Botany. 2(1): 217-242.

55. PRADO, D.E. 2000. Seasonally dry forests of tropical South America: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic units. Edinburgh Journal of Botany. 57 (3): 437-461.

56. RESTREPO, H., J. FERNANDO. 2000. Caracterización de un huerto de semilla sexual de feijoa (*Acca sellowiana* Berg). Caldas, Universidad de Caldas. s.p. (Fitomejoramiento no. 36).

57. RIVAS, M. 2001. Conservación in situ de los recursos fitogenéticos. In: Berreta, A.; Rivas, M. eds. Estrategia para los recursos fitogenéticos para los países del cono sur. Montevideo, PROCISUR-IICA. pp. 63-76.

58. RODRIGUEZ, M.; ARJONA, H. E.; GALVIS, J. A. 2006. Maduración del fruto de feijoa (*Acca sellowiana* Berg) en los clones 41 (Quimba) y 8-4 a temperatura ambiente en condiciones de la sabana de Bogotá. Agronomía Colombiana. 24 (1): 68-76.

59. SANTOS, K. L. 2005a. Bases genéticas de características de importância agronômica em goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*). Tesis Msc. Florianópolis, SC, Brasil. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. 125 p.

60. _____.; STEINER, N.; DUCROQUET, J. P. H. J.; GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. 2005b. Domesticaçao da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) no sul do Brasil. Agrociencia. 9 (1-2): 29-33.

61. _____.; LENZI, M.; ALVES, C.; CIBELE, A.; DUCROQUET, J. P. H. J.; NODARI, R. O.; ORTH, A. I.; GUERRA, M. P. 2007. Evidencia da atuaçao do sistema de auto-incompatibilidade tardia em *Acca sellowiana* (Berg) Burret. (*Myrtaceae*). Revista Brasileira de Fruticultura. 29 (1): 120-123.

62. SOCIETE FRANÇAISE DES CHRYSANTHEMISTES. 1905. Repertoire de couleurs pour aider a la détermination des couleurs des fleurs, des feuillages et des fruits, Société Française des Chrysanthémistes. Paris, Maison Rustique. s.p.

63. TALICE, R.; CASTRO, J. L.; IZAGUIRRE, P. 1996. prospección y evaluación de frutas autóctonas con énfasis en la guayaba del país y durazno. FPTA-INIA. Montevideo, Uruguay. s.p.

64. THORP, G.; BIELESKI, R. 2002. Feijoas; origins, cultivation and uses. Auckland, New Zealand, HortResarch. 87 p.

65. URUGUAY. MINISTERIO DE VIVIENDA, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE. DIRECCIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE. 1999. Propuesta de estrategia nacional para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica. Proyecto Biodiversidad Uruguay URU/96/G31. FMAM, PNUD, MVOTMA. Montevideo. 112 p.

66. _____. _____. _____. DIVISION BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS. 2008. Sistema nacional de áreas protegidas de Uruguay; avances en su diseño e implementación. (en línea). Montevideo. Consultado 25 may. 2008. Disponible en http://www.snap.gub.uy/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=195

67. _____. _____. s.f. Sistema nacional de áreas protegidas de Uruguay. (em línea). Montevideo. Consultado 20 jul. 2008. Disponible en http://www.snap.gub.uy/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=179

68. _____. OFICINA DE PLANEAMIENTO Y PRESUPUESTO; ORGANIZACIÓN DE ESTADOS AMERICANOS; BANCO

INTERAMERICANO DE DESARROLLO. 1992. Uruguay - estudio ambiental nacional. (en línea). Washington, D.C., Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente. Consultado 20 may. 2008. Disponible en http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea10s/oea10s.pdf

69. VIGNALE, B.; BISIO, L. 2005. Selección de frutales nativos en Uruguay. Agrociencia. 9: 35-39.

70. VON BOTHMER, R.; SEBERG, O. 1995. Strategies for the collecting of wild species. In: Guarino, L.; Ramanatha Roa, V.; Reid, R. eds. Collecting plant genetic diversity; technical guidelines. Rome, International Plant Genetic Resources Institute. pp. 93-111.

71. WILSON, P. G.; O´BRIEN, M. M.; GADEK, P. A.; QUINN, C. J. 2001. *Myrtaceae* revisited: a reassessment of infrafamilial groups. American Journal of Botany. 88 (11): 2013-2025.

72. WRI. IUCN. UNEP. 1992. Global biodiversity strategy. Guidelines for action to save, study, and use earth´s biotic wealth sustainably and equitably. Washington, D.C., WRI. 244 p.