

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**DIVERSIDAD FENOTÍPICA Y RELACIONES ENTRE CARACTERES DE
CALIDAD DE FRUTA EN DOS PROGENIES F1 DE GUAYABO DEL PAÍS
(*Acca sellowiana* (Berg.) Burret)**

por

Máximo Agustín ALVAREZ NODA

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2018**

Tesis aprobada por:

Director: _____
Ing.Agr (PhD.) Clara Pritsch

Ing. Agr. (MSc.) Beatriz Vignale

Ing. Agr. (MSc.) Luis Gallo

Dra. Marianella Quezada

Ing. Agr. (MSc.) Danilo Cabrera

Fecha: 27 de febrero de 2018

Autor: _____
Máximo Agustín Álvarez Noda

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a toda mi familia por haberme apoyado y animado durante toda la carrera.

Agradezco a Clara, Beatriz, Marianella, Luis y Danilo por todo el apoyo recibido.

Agradezco a Gonzalo, Yanina, Jennifer y Hugo por todo el apoyo recibido en la mediciones de los datos y logística.

Agradezco al personal de biblioteca que siempre me atendió con muy buena predisposición.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1 <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2 <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 <u>TAXONOMÍA Y DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE</u>	3
2.1.1 <u>Familia Myrtaceae</u>	3
2.1.2 <u>Acca sellowiana</u>	3
2.1.3 <u>Origen del nombre</u>	3
2.1.4 <u>Descripción botánica</u>	4
2.1.5 <u>Biología reproductiva</u>	5
2.1.6 <u>Ontogenia del fruto</u>	5
2.1.7 <u>Cosecha, composición y madurez del fruto</u>	8
2.1.8 <u>Agentes polinizadores</u>	10
2.1.9 <u>Centro de diversidad</u>	12
2.1.10 <u>Ecofisiología</u>	13
3 <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	14
3.1 <u>MATERIALES</u>	14
3.1.1 <u>Material vegetal y ambiente</u>	14
3.2 <u>MÉTODOS</u>	18
3.2.1 <u>Cosecha de los frutos</u>	18
3.2.2 <u>VARIABLES medidas en los frutos</u>	19
3.3 <u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS</u>	24
4 <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	26
4.1 <u>VARIABLES CUANTITATIVAS</u>	26
4.1.1 <u>Estadística descriptiva variables cuantitativas</u>	26
4.1.2 <u>Correlaciones entre las variables cuantitativas</u>	38
4.1.3 <u>Análisis de Componentes Principales</u>	41
4.2 <u>VARIABLES CUALITATIVAS</u>	44
4.3 <u>ANÁLISIS DE VARIABLES CUANTITATIVAS CON VARIABLES CUALITATIVAS</u>	52
4.4 <u>ESTUDIO DE MATERIAL DESTACADO</u>	54
5 <u>CONCLUSIONES</u>	56
6 <u>RESUMEN</u>	58

7 <u>SUMMARY</u>	59
8 <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	60
9 <u>ANEXOS</u>	65

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Composición química del guayabo contenido en 100 gramos de peso fresco	9
2. Composición morfológica de diferentes frutos de guayabo	10
3. Mínimo, máximo, media ,s=desvío estándar, varianza y CV=coeficiente de variación de los datos promedios por planta de la progenie TxD y TxB para las 9 variables cuantitativas asociadas a calidad de fruto.....	27
4. Mínimo, máximo, media, desvío estándar (s) y coeficiente de variación (CV) para las 9 variables cuantitativas asociada a calidad de fruto de los datos individuales de los padres	30
5. Parejas de variables cuantitativas que no mostraron asociación significativa (p valor menor a 0.05)	39
6. Porcentaje de la variación total explicada por cada componente del análisis de PCA para las distintas poblaciones	43
7. Porcentaje de cada componente del análisis PCA, variación total de cada componente explicado por cada una de las variables	43
8. Frecuencias relativas y absolutas de las categorías asociadas a 6 variables cualitativas de calidad de fruto para TxD y TxB combinadas	45
9. Plantas candidatas para la producción comercial por presentar características destacadas.....	54
Figura No.	
1. Regiones de la flor de <i>A. Sellowiana</i> al inicio del desarrollo del fruto	7
2. Corte transversal del fruto de guayabo a nivel locular	7
3. Corte transversal del fruto de guayabo maduro	8
4. Evolución de la producción de etileno en los frutos de guayabo durante post cosecha.....	10
5. Ubicación de la población TxB en la Estación Experimental Facultad de Agronomía Salto (EEFAS)	14
6. Vista de la población TxB, abril 2015	15
7. Ubicación de la población TxD en INIA Salto.....	16
8. Vista de la población TxD, abril 2015.....	16
9. Temperaturas media mensual, máxima media mensual y mínima media mensual, para el período 2014-2015 para el área de la población TxB	17
10. Precipitación acumulada mensual, julio 2014 a junio 2015 en el área de la población TxB	17

11. Temperatura media mensual, máxima media mensual y mínima media mensual, para el período 2014-2015 para el área de la población TxD.....	18
12. Precipitación acumulada mensual, julio 2014 a junio 2015 en el área de la población TxD	18
13. Medición de AF con calibre digital.....	19
14. Medición de DF con calibre digital..	20
15. Medición de ECAS con calibre digital	20
16. Medición de SST con refractómetro manual	21
17. Medición de ATT en jugo de fruta diluido usando bureta	22
18. Forma de base.....	22
19. Diferentes formas de frutos.....	23
20. Categorías de una escala de colores para medición de COLP.....	24
21. Categorías de intensidad de oxidación de pulpa en base a aumentos en los niveles de coloración rojizas.....	24
22. Histograma de frecuencia para PF (g) en TxB y TxD y progenitores Tacuarembó, Briano y Delpiano	31
23. Histograma de frecuencia para PP (g) en TxB y TxD y progenitores Tacuarembó, Briano y Delpiano	32
24. Histograma de frecuencia para DF _n (mm) en TxB y TxD y progenitores Tacuarembó, Briano y Delpiano	33
25. Histograma de frecuencia para AF (mm) en TxB y TxD y progenitores Tacuarembó, Briano y Delpiano	33
26. Histograma de frecuencia para A/D (cm) en TxB y TxD y progenitores Tacuarembó, Briano y Delpiano	34
27. Histograma de frecuencia para ECAS (mm) en TxB y TxD y progenitores Tacuarembó, Briano y Delpiano.....	35
28. Histograma de frecuencia para RCAS (kg/cm ²) AF en TxB y TxD	35
29. Histogramas de frecuencias para SST (° Brix) en TxB y TxD y progenitores Tacuarembó, Briano y Delpiano	36
30. Histogramas de frecuencias para ATT (g ácido cítrico/100mL jugo) en TxB y TxD y progenitores Tacuarembó, Briano y Delpiano	36
31. Gráficos de caja para comparar la distribución de valores en variables cuantitativas en TxB y TxD.....	37
32. Gráficos de caja para comparar la distribución de valores en variables cuantitativas en TxB y TxD.....	38
33. Niveles de asociación entre 9 variables cuantitativas pareadas asociadas a calidad de fruta	39
34. Distribución de progenies F1 TxB (139 plantas) y TxD (172) plantas.....	42
35. Histogramas de frecuencias para la variable COLF para la población TxB y TxD	49
36. Histogramas de frecuencias para la variable COLP para la población TxB y TxD	49

37. Histogramas de frecuencias para la variable FORB para la población TxB y TxD	50
38. Histogramas de frecuencias para la variable FORF para la población TxB y TxD	50
39. Histogramas de frecuencias para la variable RUG para la población TxB y TxD	51
40. Histogramas de frecuencias para la variable INTOXI para la población TxB y TxD	51
41. Gráfico de dispersión para las variables PF y PP basado en 3110 frutos muestreados en TxB y TxD.....	52
42. Gráfico de correlación, ECAS en función de los SST, como variable cualitativas se presentan COLF y RUG	53

1 INTRODUCCIÓN

El interés por desarrollar variedades de especies frutales nativas ha tomado relevancia a nivel internacional y en particular en Uruguay. Entre las especies nativas más prioritarias seleccionadas en Uruguay se distingue *Acca sellowiana*. Para esta especie se ha identificado una gran variación natural y alto potencial para producción de fruta de calidad.

En Colombia, Quintero, citado por Parra et al. (2015), estimó que el área de producción era de 650 hectáreas, mientras que en Nueva Zelanda se cultivan 217 hectáreas (Thorp y Bielecki, 2002), con una producción media de 950 toneladas por zafra y un flujo de dinero de USD 600 mil, de los cuales 150 mil son resultado de la exportación (Thorp, citado por Santos, 2005). Para este mismo país se estimó para el año 2015 un flujo de 3.2 millones de dólares, con un área de plantación de 238 hectáreas (Plant and Food Research Institute of New Zealand, 2015). Mientras que en Uruguay la producción es incipiente se cultivan 8 hectáreas con un rendimiento de 8 toneladas por hectárea¹. El principal destino de la cosecha es el consumo en fresco, pero también se utiliza para elaborar dulces, salsas y helados. En Nueva Zelanda el fruto se utiliza en platos de comidas, para elaborar mermeladas, bebidas, mousse y helados (Thorp y Bielecki, 2002).

El alto potencial frutícola de esta especie explica el interés en el desarrollo de las líneas de investigación para la domesticación, selección y mejoramiento genético con el fin de obtener variedades selectas en Uruguay. La Facultad de Agronomía (FA), el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y la Dirección General Forestal (DGF) en el año 2000 iniciaron el Programa de selección de frutas nativas con interés comercial. Su objetivo es liberar cultivares adaptados a las condiciones locales. En 2005 se lo enmarcó en el proyecto de investigación “Primer estudio sistemático de las poblaciones de *Acca sellowiana* (Berg.) Burret como recurso genético”, con el fin de prospeccionar la diversidad de la especie en estado silvestre y de las variedades locales, caracterizar la diversidad genética mediante caracteres morfo-fenológicos y moleculares. También se estudian la propagación *in vitro* y su multiplicación (Vignale y Bisio, 2005).

El programa de mejoramiento genético de *A. sellowiana* desarrollado por FA-INIA, utiliza como estrategia de desarrollo de variedades la selección de plantas a partir de introducciones y también la identificación de plantas superiores a partir de poblaciones segregantes F1 derivadas de cruzamientos entre padres complementarios. En particular las poblaciones F1 TxB (139

¹ Cabrera, D. 2017. Com. personal

plantas) ubicada en Estación Experimental de Facultad de Agronomía Salto (EEFAS) y TxD (172 plantas), ubicada en INIA Salto, ambas implantadas en el año 2010, ofrecen valiosas oportunidades para estudios genéticos y fenotípicos. En este sentido, estas 2 poblaciones contribuirían con información valiosa sobre el comportamiento de las variables de calidad de fruta. La relevancia del presente estudio radica en que no se ha realizado hasta el momento un estudio similar en esta especie.

El objetivo de este trabajo es caracterizar el comportamiento de 15 variables asociadas a calidad de frutos en las 2 poblaciones F1 TxB y TxD en la temporada 2015. Se pretende analizar el patrón de dispersión de cada variable utilizando la estadística descriptiva y el nivel de asociación entre ellas. Las variables estudiadas son: altura y diámetro de fruto, relación altura-diámetro, peso de fruto y de pulpa, espesor de cáscara, sólidos solubles totales, acidez total titulable, resistencia de cáscara, color de fruto y de pulpa, intensidad de oxidación, forma de fruto y de base y rugosidad de cáscara.

Con el presente trabajo se pretende beneficiar tanto a los mejoradores como a la comunidad científica toda para la producción de variedades frutales de calidad.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 TAXONOMÍA Y DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

2.1.1 Familia Myrtaceae

El centro de diversidad de la familia Myrtaceae corresponden a las zonas tropicales y subtropicales, particularmente Australia, la zonas tropicales de América y sureste de Asia (Zomlefer 1994, Wilson et al. 2001).

Esta familia contiene unas 3000 especies en 144 géneros. Los géneros más representativos de la familia son: *Eugenia* (1000 spp), *Syzygium* (500 spp), *Eucalyptus* (450-500 spp) y *Myrcia* (250-500 spp, Zomlefer, 1994).

Se trata de árboles o arbustos aromáticos. Hojas simples, opuestas o alternas, coriáceas, persistentes. Inflorescencia determinada, cimosas o racimosas, paniculadas y a veces solitarias y axilares. Flores actinomorfas, perfectas, epíginas, con hipantio desarrollado, disco nectarífero presente, brácteas 2. Cáliz de 4 o 5 sépalos. Corola de 4 a 5 pétalos, blancos o rosados comúnmente. Androceo con numerosos estambres, anteras dehiscencia longitudinal introrsa. Gineceo con un pistilo, 2-5 carpelos, ovario ínfero o semi-ínfero, tantos carpelos como lóculos, óvulos de 2 a muchos, placentación parietal. Fruto es una baya o cápsula (Zomlefer, 1994).

2.1.2 *Acca sellowiana*

Acca sellowiana (Berg.) Burret pertenece a la familia Myrtaceae, subfamilia *Myrtoideae* y tribu *Myrteae*.

Sinónimos de la especie: *Orthostemon sellowianus* Berg (1856), *Orthostemon obovatus* (1856), *Feijoa sellowiana* (Berg.) Berg (1859), *Feijoa obovata* (Berg.) Berg y *Feijoa schekiana* Kiaerskou (1893) (Thorp y Bielecki, 2002).

2.1.3 Origen del nombre

La primera recolección de guayabo del país fue llevada a cabo en Pelotas (Brasil) por Fredrich Sellow. La descripción botánica estuvo a cargo del botánico alemán Otto Berg en 1856. El nombre que se le asignó fue *Orthostemon sellowianus*. Poco tiempo después en 1859, se descubrió que este nombre ya había sido usado para la descripción de un género totalmente

distinto, y en honor al director del museo de historia natural de Pelotas Silva Feijo, la especie pasó a llamarse *Feijoa sellowiana*. En 1941 el botánico Burret incluyó el género *Feijoa* al género *Acca* por sus similitudes. El nombre botánicamente quedó como *Acca sellowiana* (Berg.) Burret (Ducroquet et al. 2000, Thorp y Bielecki 2002).

2.1.4 Descripción botánica

Es un pequeño arbusto o árbol de no más de 4-5 metros de altura, bastante ramificado sobre todo cuando se encuentra a campo abierto. Hojas opuestas, persistentes, ovadas, oval, oblongas u obovadas, glandulosas, bordes ligeramente recurvos, notablemente discoloras, 3-7 cm de longitud y 1.5-4 cm de ancho, de 1.5 a 2.3 veces más largas que anchas, cara abaxcial blanquecina y tomentosa, ápice agudo a redondeado generalmente, aunque presenta a veces ápices acuminados o emarginados, base aguda, cuneada o redondeada, pecíolo superficialmente canalizado, nervadura central subplana en la cara adaxcial y saliente en la cara abaxcial, nervaduras laterales de 6 a 10 pares, suavemente sobresaliendo en la cara adaxcial y prominentes en la cara abaxcial, láminas subcoreáceas a coreáceas, verdes grisáceas a marón rojizo en la cara abaxcial, siendo en la cara adaxcial lustrosas, con olor a mirto si se frota con las manos. Flores hermafroditas, solitarias o en grupos de 2 a 5, tomentosas, 0.5-3 cm de largo, 1-1.5 mm de ancho, bractéolas 2, triangulares a lineares, 2.5-3 mm de largo, 0.5-1 mm de ancho, tomentosas, caducas luego de la antesis, sépalos 4, grisáceos, pétalos 4, carnosos, suborbicular a elípticos, 1.5 cm de largo, glabros, rojizos a rosados por dentro y blancos por fuera, hipantio suavemente obcónico-campanulado a elíptico, 7-12 mm de largo, estigma capitado, de 5-7 mm por encima del plano de las anteras, pudiendo esa distancia llegar a 15 mm, estambres de 60-90, 1.3-2.4 cm de largo, rígidos, rojos oscuros, anteras de 1 mm de largo, estilo glabro, 1.7-2 cm de largo, rojo oscuro. Disco subplano. Ovario ínfero, tetralocular, placentación parietal, multiovular, óvulos 36-60 por lóculos. Fruto baya, elíptica a ovoide como esférica, 2-10 cm de largo, 2.5-6 cm de ancho, de 20 g a 250 g, la cáscara puede ser lisa o rugosa con todos los estadios intermedios, verde brillante o verde grisáceo, con glándulas de aceites debajo de la epidermis, pericarpio escleroso y suave cuando el fruto está maduro, exocarpio con células duras, con sustancia gelatinosa cubriendo las semillas en los lóculos, pulpa blanca amarillenta. Semillas numerosas, redondeadas, aplanadas, 1.9-3.4 mm de largo (Mattos 1986, Ducroquet et al. 2000, Thorp y Bielecki 2002, Cacioppo, Schumann y Lüdders, Downs et al., citados por Fischer et al. 2003a, Jolochin 2007).

2.1.5 Biología reproductiva

La floración ocurre durante 30 a 50 días, pudiendo variar según genotipo. Las primeras flores son alógamas y las tardías son autógamas (Tocoral, citado por Fischer et al., 2003a). Florece en los meses de octubre y noviembre.

Degenhardt et al. (2001) estudiaron la arquitectura floral para determinar la influencia de agentes polinizadores sobre la polinización. Midieron la longitud del pistilo, distancia entre estigma y estambre, diámetro de abertura y la distribución de los estambres en la flor. Se encontraron 2 clases de distribución de estambres, radial y aleatoria y 3 clases de distancia media entre estigma y estambres: 0.2 (C1), 0.7 (C2) y 1.2 (C3). Se evaluó la polinización con 3 tratamientos diferentes: T1- polinización abierta, T2- tela contra pájaros y T3- tela contra pájaros e insectos. La fructificación fue de 47 % en T1 para C2 y 22 % para C3. En T2 la fructificación fue de 31 % en C2, 15.4 % en C1 y 3 % en C3. Esta superioridad de T1 sobre T2 puede deberse a la polinización por pájaros. Esa superioridad fue mayor en C3 que en C2, lo que sugiere que C3 es más dependiente de la polinización por los pájaros. La fructificación en T2 puede evidenciar la polinización por insectos y fue menor para C3, lo que puede explicarse por la mayor distancia estigma estambre. La fructificación en T3 para C1 (7 %) y C2 (15 %) sugiere que el viento o la autopolinización también pueden afectar la polinización.

Según Ducroquet et al. (2000) la flor de guayabo del país puede ser considerada como hermafrodita o longistilada, con tendencia a dicogamia por protoginia, por el hecho de que el estigma se torne receptivo 24 horas antes de la dehiscencia de las anteras, estando receptivo hasta 10 horas pos dehiscencia (Stewart, citado por Ducroquet et al., 2000). Aunque en realidad son barreras fisiológicas las que hacen que esta especie sea alógama. La barrera para la polinización según Dettori y Di Gaetano, citados por Thorp y Bialeski (2002) ocurre en el ovario, ya que estos autores demuestran que ocurre germinación del grano de polen y éste crece hasta la base del estilo. Esta barrera se extiende a todas las plantas del mismo cultivar.

2.1.6 Ontogenia del fruto

Rodríguez et al. (2010) realizaron un estudio anatómico de los frutos de guayabo en los clones 41 (Quimba) y 8-4, con el objetivo de describir los cambios anatómicos desde capullo floral hasta la madurez fisiológica. Los resultados mostraron que las células del exocarpio y endocarpio presentaron multiplicación celular hasta avanzadas etapas del desarrollo y además que el mesocarpio tuvo un incremento importante en volumen debido principalmente a

la multiplicación celular en la primera y segunda etapa del desarrollo y a la expansión celular en la última etapa del mismo. El estudio concluyó que el fruto de guayabo es estable anatómicamente dado que los tejidos observados en el capullo floral mantienen su identidad hasta que el fruto alcanza la madurez fisiológica. Desde el punto de vista anatómico, el tamaño final del fruto depende de las continuas divisiones celulares que sufren estos tejidos y la expansión celular en la etapa de llenado del fruto. También se concluye que el exocarpio del fruto está conformado por la epidermis externa y la hipodermis, el mesocarpio está constituido por numerosas capas de parénquima, el endocarpio está constituido por la epidermis interna y 3 o 4 capas de células subepidérmicas en ambos clones. La presencia de esclereidas, la escasa lisis celular en el mesocarpio y la presencia de cutícula en el momento de la cosecha le confieren resistencia mecánica al fruto lo que permite una mayor vida poscosecha (Rodríguez et al., 2010).

Otro estudio anatómico de importancia en *Acca sellowiana* (Berg.) Burret fue llevado a cabo por Esemann et al. (2008). En él se describen las 3 regiones del botón floreal: región subocular, región locular y prolongamiento. La región subocular está formada por una epidermis uniestratificada de células cúbicas, con tricomas unicelulares y no ramificados correspondiendo con el epicarpio. En el mesocarpio existen glándulas esféricas con parénquima de células isodiamétricas. En la región locular (figuras No. 2a, 2b y 2d No. 3) se evidencian glándulas, un mesocarpio con haces vasculares de pequeños calibre (figuras No. 2b y 2c) y agregados de braquiesclereidas dispersos entre las células parenquimáticas. La epidermis interna que circunda los lóculos corresponde al endocarpio y está formada por 2 o 3 camadas de células cúbicas con drusas (figura No. 2d). El prolongamiento presenta epidermis similar a las demás regiones pero las glándulas son escasas. Las células parenquimáticas son isodiamétricas y no existen agregados de braquiesclereidas.

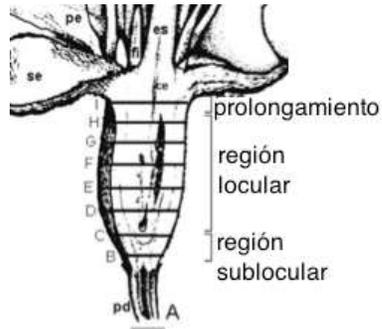
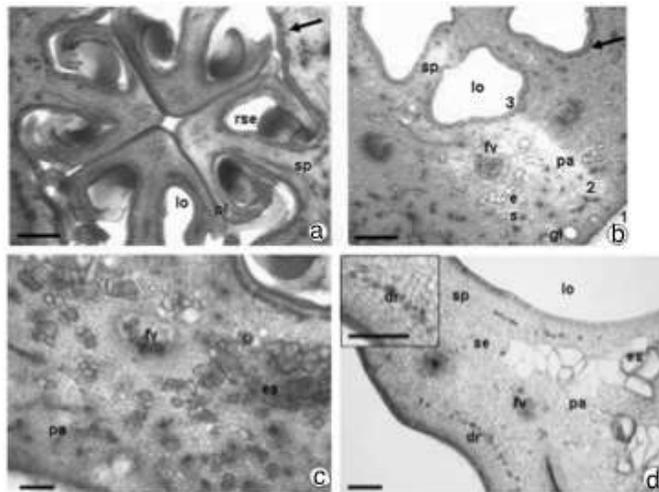


Figura 1. Regiones de la flor de *A. Sellowiana* al inicio del desarrollo del fruto (Fuente: adaptado de Esemann et al., 2008)



a y b al inicio de la fructificación (tiempo cero), c 40 días después de la fecundación y d 70 días después de la fecundación. Sp-septo, lo-lóculo, pl-placenta, rse-rudimento seminal, fv-haz vascular, es-esclereidas, pa-parénquima, dr-drusa

Figura 2. Corte transversal del fruto de guayabo a nivel locular. Fuente: adaptado de Esemann et al. (2008)

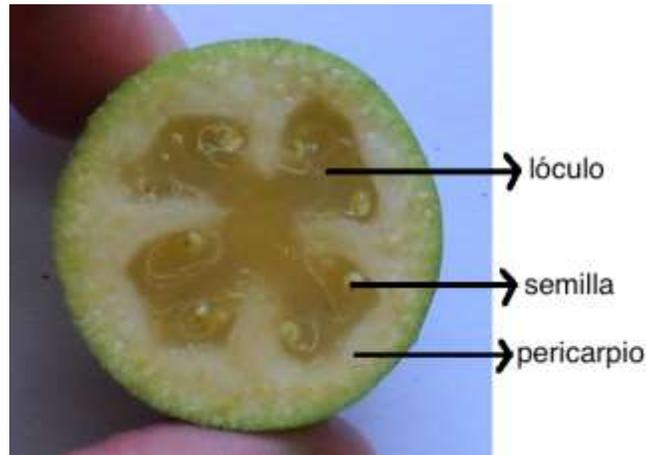


Figura 3. Corte transversal del fruto de guayabo maduro

2.1.7 Cosecha, composición y madurez del fruto

El fruto en Uruguay madura de marzo a mayo, habiendo variaciones según tipo de suelo y según variables como la precipitación y la temperatura. En Brasil madura en los meses de abril y mayo (Mattos, 1986). En cambio en Colombia se pueden cosechar frutos durante 6 a 8 meses (Fischer et al., 2003a).

El fruto posee importantes porcentajes de fenoles, antioxidantes, componentes nutraceuticos y también yodo, comparables con los frutos que se ingieren a diario (Feippe et al., 2011), así como azúcares, ácidos y vitaminas, especialmente la vitamina C (Fischer et al., 2003a). A continuación se presenta una tabla con la composición química del guayabo.

Cuadro 1. Composición química del guayabo contenido en 100 gramos de peso fresco

Componente	Cantidad	Componente	Cantidad
Agua	85 %	Glucosa	4.10 %
Proteína	0.82 %	Fructosa	4.59 %
Carbohidratos	14 %	Materia seca	10,00%
Grasa	0.24 %	Energía	45 cal
Fibra	3.55 %	Potasio	5 mg/100 g
Ceniza	0.52 %	Calcio	6 mg/100 g
Acidez total	1.80 %	Sodio	4 mg/100 g
Ácido ascórbico	28 µg/100 g	Magnesio	8 mg/100 g
Ácido cítrico	9.84 g/100 g	Fósforo	10 mg/100 g
Ácido málico	1.72 g/100 g	Hierro	0.5 mg/100 g
Ácido succínico	0.49 g /100 g	Yodo	3 mg/100 g
Sacarosa	13.10 %		

Fuente: Seymour et al., CCI, citados por Fischer et al. (2003a)

La maduración es la fase final del crecimiento y desarrollo del fruto en el cual se producen una serie de cambios que llevan al fruto a la senescencia (Biale, Hobson, Kader, citados por Fischer et al., 2003a). Algunos frutos en el inicio de la maduración presentan un aumento de la intensidad respiratoria y en la producción de etileno, esto es lo que ocurre con el fruto del guayabo y se denominan frutos climatéricos (Kays, Pantástico, citados por Fischer et al. 2003a, Gallego et al. 2003, Rodríguez et al. 2006). A continuación se presenta el pico de producción de etileno en los frutos de guayabo luego de cosechar.

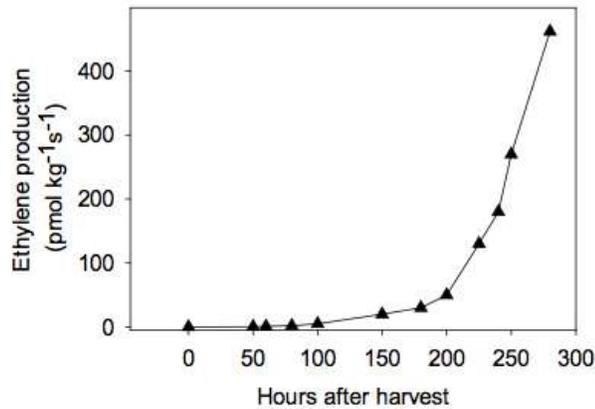


Figura 4. Evolución de la producción de etileno en los frutos de guayabo durante post cosecha. Fuente: Reid, citado por Rupavatharam (2015)

Se observa en el cuadro No. 2, cómo la mayor parte del peso del fruto corresponde al peso de pulpa, parte comestible del fruto. La cáscara representa un tercio del peso del fruto, proporción importante si se tiene en cuenta que no es comestible. Sería de interés para el mejorador obtener frutos con cáscara fina y que represente la menor proporción del fruto.

Cuadro 2. Composición morfológica de diferentes frutos de guayabo

	Fruto pequeño		Fruto mediano		Fruto grande	
	Peso (g)	%	Peso (g)	%	Peso (g)	%
Pulpa	25.75	60	36.85	56.2	51.84	65.71
Cáscara	14.75	35	22.2	33.8	23.34	29.55
Semilla	1.95	5	6.5	10	3.71	4.74

Fuente: tomado de Fischer et al. (2003a)

2.1.8 Agentes polinizadores

Los agentes polinizadores más eficientes son los pájaros y dentro de ellos *Turdus merula* y *Acridotheres tristis* recibiendo como recompensa los pétalos carnosos de la flores del guayabo (Stewart, citado por Ducroquet et al., 2000). Estos agentes polinizadores contribuyen al control de la *Botrytis* en la flor (Fischer, 2003b). Las flores de guayabo no producen néctar, lo que sería una recompensa para las abejas, pero sí poseen pétalos carnosos y dulces, los cuales alcanzan el máximo de dulzura cuando el estigma es receptivo para la

germinación de polen (Patterson y Hoskin, citados por Thorp y Bieleski, 2002), siendo el mejor momento para la polinización. Posiblemente, el color amarillo intenso del polen actúa como atrayente visual para los pájaros (Stewart, citado por Fischer, 2003b).

Degenhardt et al. (2001) estudiaron la relación entre la fructificación y el tipo de polinizadores, los resultados indican que hubo una mayor fructificación (por ende polinización) en las plantas polinizadas por pájaros con respecto a las plantas polinizadas por insectos. Esto se debe a que el pistilo siempre está por encima del plano de los estambres y aquel siempre se encuentra en forma vertical, lo que hace que no se pueda autopolinizar y que el insecto no llegue a tocar el pistilo y transferir el polen (Stewart, citado por Ducroquet et al., 2000).

Según Patterson, citado por Fischer (2003b) en el cultivar Apollo la polinización manual aumenta el porcentaje de cuajamiento, la calidad del fruto y el número de semillas, disminuyendo también el tiempo desde floración hasta maduración del fruto.

Se recomienda para las plantaciones cultivar varios clones para que se produzca la fecundación cruzada, siendo el porcentaje de cuajado del 80 al 90 % frente al 50 % de la autofecundación. Así mismo los frutos procedentes de la fecundación cruzada son de mayor tamaño que los procedentes de la autofecundación (Fischer, 2003b).

Santos et al. (2009) realizaron un relevamiento de polinizadores en Salto y Canelones con el fin de saber qué tipo de polinizador está presente en nuestro país. Los resultados arrojaron que no se encontraron aves en contacto con las flores, por lo que este tipo de polinizador no es de importancia en nuestra región. En cuanto a los insectos, en Salto se encontraron 23 en contacto con las anteras y pistilo de la flor y 385 registros no presentaban contacto con las piezas reproductivas de la misma. Cabe destacar que estos insectos fueron encontrados en 660 flores de 3 días de observación. De los 23 insectos encontrados en contacto con las anteras y pistilo 60.8 % eran abejas y 39.2 % coleópteros y dípteros. En Canelones se registraron 44 insectos en contacto con las flores, de los cuales 8 estaban en contacto con las anteras y pistilo de la flor, siendo en todos los casos abejas. Se determinó también que las abejas son los insectos polinizadores más eficientes para la polinización dada su estructura anatómica y en el 100 % de las observaciones bajo lupa binocular se detectó presencia de polen en sus cuerpos.

2.1.9 Centro de diversidad

El guayabo del país es originario de Sudamérica, se extiende desde el sur de Brasil sobre Uruguay y las partes altas del lado occidental de Paraguay hasta el nororiente de Argentina (Schumann y Ludders, citados por Fischer et al., 2003a).

Ducroquet et al. (2000) afirman que se extiende desde la Provincia de Río Grande del Sur y alrededores de San Francisco de Paula y Sierra Gaucha.

Nodari et al. (1997) distinguen 2 tipos de guayabos según su origen geográfico, los describe como tipo “Uruguay” y tipo “Brasil”. El tipo Uruguay fue el que dio origen a los cultivares de Nueva Zelanda, Israel y Estados Unidos, siendo introducidos a Francia a finales del siglo XIX por Besson y principalmente por André. Este tipo presenta semillas pequeñas, hojas con la cara abaxial color blanco ceniza y con gran pilosidad (André, Popenoe, Shape et al., Thorp, citados por Ducroquet et al., 2000).

Thorp, citado por Ducroquet et al. (2000) distingue también 2 poblaciones: la del Planalto meridional brasileiro, con semillas grandes y cáscara dura y la población asociada a las áreas de origen cristalino, de menor altitud en sudeste de Río Grande del Sur hasta Uruguay con semillas pequeñas y cáscara suave y succulenta. Según el mismo autor son estas variedades las que dieron origen a los cultivares neozelandeses. Legrand, citado por Mattos (1986) también describe la misma distribución, asevera que se pueden encontrar desde Palmas (Brasil), pasando por el Planalto de Santa Catalina, en las Cierras del Sureste y Santana del Livramento hasta el estado de Río Grande del Sur. En Uruguay se pueden encontrar, según el mismo autor, en los departamentos de Rivera y Treinta y Tres.

Recientemente se han identificado y caracterizado en Uruguay 4 poblaciones silvestres en los departamentos de Tacuarembó, Cerro Largo y Treinta y Tres. Utilizando marcadores moleculares se demostró que las poblaciones estaban diferenciadas entre sí (Baccino, 2011). Además en base a descriptores morfológicos se identificaron 5 tipos de plantas (grupos) distribuidos en forma diferente en cada una de las 4 poblaciones (Puppo 2008, Puppo et al. 2014).

2.1.10 Ecofisiología

La ecofisiología es el estudio de los efectos ambientales sobre los procesos fisiológicos de la planta (Fischer, 2003b). Temperaturas medias de 16° C son las que favorecen la formación de bosques de guayabos, en cuanto a los tipos de los suelos, no parece haber ninguna restricción para su crecimiento y desarrollo ya que se pueden encontrar ejemplares en suelos arcillosos (caulinita), con aluminio intercambiable, ácidos, con alta capacidad de intercambio de cationes, baja saturación de bases y bajos niveles de fósforo y calcio. También se puede encontrar guayabos en áreas mal drenadas (Mattos 1986, Ducroquet et al. 2000), siendo favorables los suelos con texturas livianas francas, franco arenosas o franco arcillosas (Fischer, 2003b). Es de destacar la capacidad de esta planta para que las raíces penetren suelos arcillosos ya que posee raíces fibrosas (Thorp y Bielecki, 2002).

En Rivera y en Livramento donde ocurre esta mirtácea, la temperatura media es de 18° C, siendo la máxima de 42.4° C y la mínima de - 6° C. El régimen de precipitación por año varía entre 1350 y 1650 mm. Los vientos en esta región son del sureste, siendo también comunes las heladas (Machado, citado por Mattos, 1986).

Para la producción de frutos exportables en Colombia Fischer et al. (2003a) afirman que una altitud entre los 1800 y 2650 metros sobre el nivel del mar (msnm) sobre el nivel del mar es lo más adecuado. Por encima de esa altura la principal limitante es el frío y la baja humedad. En cuanto a alturas por debajo de los 1600 msnm la principal limitante según Pachón y Quintero, citados por Fischer et al. (2003a) sería la mosca de la fruta (*Anastrepha sp.*). Las temperaturas ideales para la producción comercial serían las que están entre los 13 y los 21° C dando de este modo en zonas tropicales fructificación todo el año (Barrero, citado por Fischer et al., 2003a). En cambio en las zonas subtropicales la producción es estacional.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

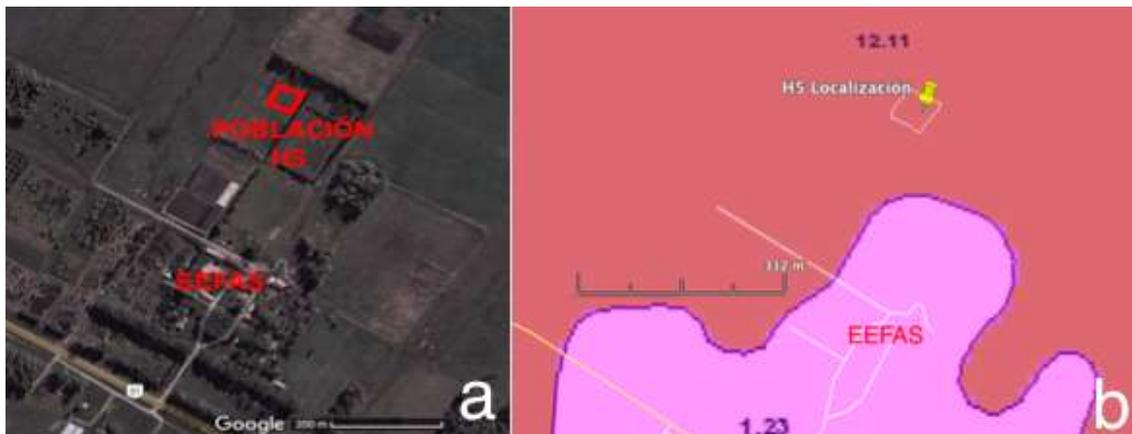
3.1 MATERIALES

3.1.1 Material vegetal y ambiente

Ubicación, origen y características de la población TxB

La población TxB se encuentra en el jardín de introducción de EEFAS, latitud 31°22'58.40"S, longitud 57°42'53.15"O (figura No. 5). Consta de 139 plantas, instaladas en el 2010. Es resultado del cruzamiento de la accesión Tacuarembó Esc 85-04 VIII-3 cl como progenitor femenino, ubicado en dicho jardín y como progenitor masculino a Briano (latitud 34°44'13.09"S: longitud 56°17'56.36"O), árbol de productor instalado en Melilla. Este árbol posee frutos grandes, cáscara rugosa, gruesa y de color verde oscuro. El progenitor femenino presenta fruta de tamaño pequeño, cáscara lisa, fina y de color verde claro. La distancia entre plantas es de 1 m y la distancia entre filas es de 4 m.

Con respecto al manejo, durante el verano recibe riegos esporádicos y se realiza control de malezas, haciendo pasadas con rotativa entre las filas. Al monte se le practicó poda en invierno del 2013.



a: foto aérea, b: localización de la población TxB en la carta de tipos de suelos (según índice CONEAT)

Figura 5. Ubicación de la población TxB en la Estación Experimental Facultad de Agronomía Salto (EEFAS)

En esta población no se realizan aplicaciones de insecticidas ni de fungicidas en el control fitosanitario, siendo esto una desventaja. Si se realiza

control de la mosca de la fruta (géneros *Ceratitis* y *Anastrepha*) efectuando trampeo masivo para evitar la picadura de la hembra en el fruto y el posterior desarrollo larvario dentro del mismo. Las trampas utilizadas son las de tipo Susbin.

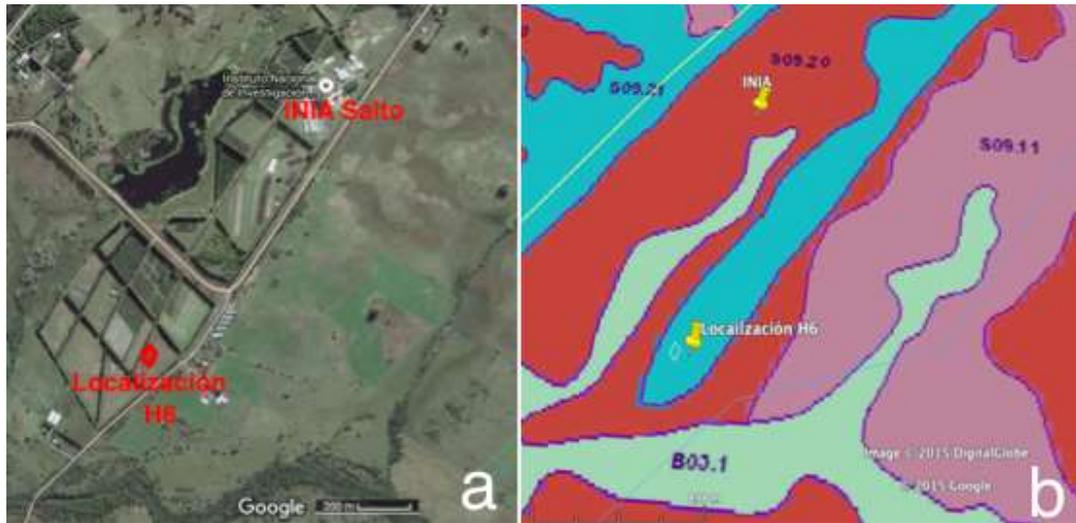


Figura 6. Vista de la población TxB, abril 2015

La población TxB está localizada en suelos 12.11 según la clasificación CONEAT y corresponde a la unidad Itapebí-Tres árboles, de la carta escala 1:1.000.000 (figura No. 5). El relieve es de lomadas suaves con valles cóncavos asociados. Suelos predominantes vertisoles háplicos y brunosoles éutricos típicos. Pendientes suaves de 1 a 3 %.

Ubicación, origen y características de la población TxD

La población TxD se encuentra ubicada en INIA Salto, latitud 31°16'50.86"S, longitud 57°53'53.27"O (figura No. 9). Dicha población es el resultado del cruzamiento entre la accesión Tacuarembó Esc 85-04 VIII-3 cl como progenitor femenino y un árbol del productor Delpiano (latitud 34°38'26.76"S: longitud 56°16'26.22"O) como progenitor masculino. Consta de 172 plantas. El progenitor masculino posee fruta mediana, oval, cáscara verde, algo rugosa, de espesor medio y tiene buena producción.



a: foto aérea, b: localización de la población TxD en la carta de tipos de suelos (según índice CONEAT)

Figura 7. Ubicación de la población TxD en INIA Salto

El marco de plantación es de 1 m entre plantas y 5 m entre filas. Se le aplicó fertilizantes: 200 kg de superfosfato de calcio y 150 kg de 30-0-20 por hectárea. Se realiza trampeo masivo con trampas Susbin para evitar el ataque de la mosca de la fruta (géneros *Ceratitis* y *Anastrepha*). Con respecto al manejo durante el verano recibe riegos y se realiza control de malezas, haciendo pasadas con rotativa.



Figura 8. Vista de la población TxD, abril 2015

El suelo donde está ubicada la población TxD es S09.21, corresponde a la unidad Salto en la carta a escala 1:1.000.000. El relieve es de interfluvios altos y suavemente ondulados, con pendientes suaves de 1 a 3 %. Los suelos

predominantes son argisoles, dístricos, ócricos y melánicos, típicos y abrápticos, de textura franco arenosa, fertilidad baja y drenaje imperfecto.

En el período de junio 2014 a julio de 2015 tanto la temperatura media mensual como las precipitaciones media mensual fue similar entre los 2 sitios (figuras No. 9, 10, 11 y 12).

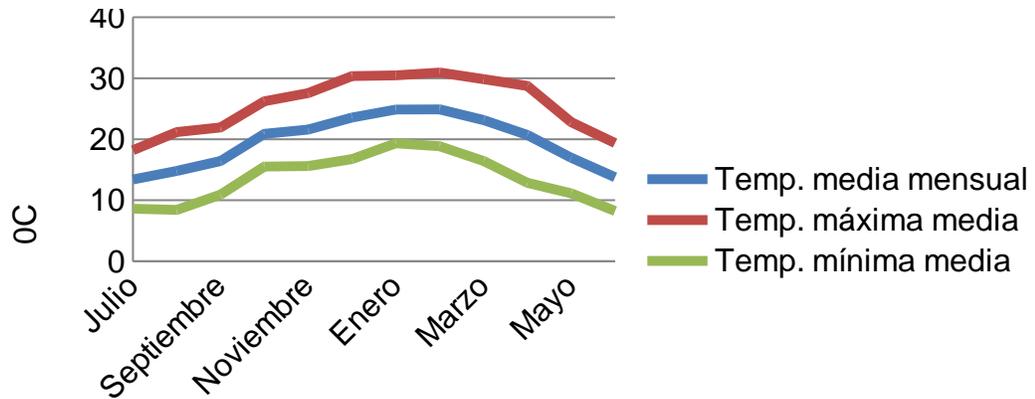


Figura 9. Temperaturas media mensual, máxima media mensual y mínima media mensual, para período 2014-2015 en el área de la población TxB

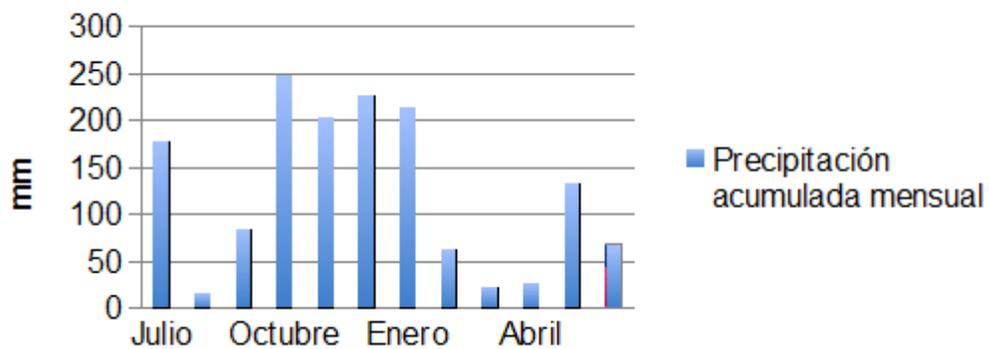


Figura 10. Precipitación acumulada mensual, julio 2014 a junio 2015 en el área de la población TxB

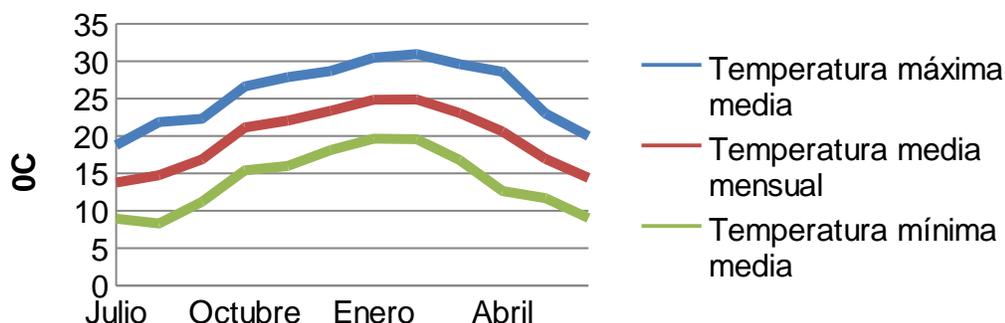


Figura 11. Temperaturas media mensual, máxima media mensual y mínima media mensual, para el período 2014-2015 para el área de la población TxD

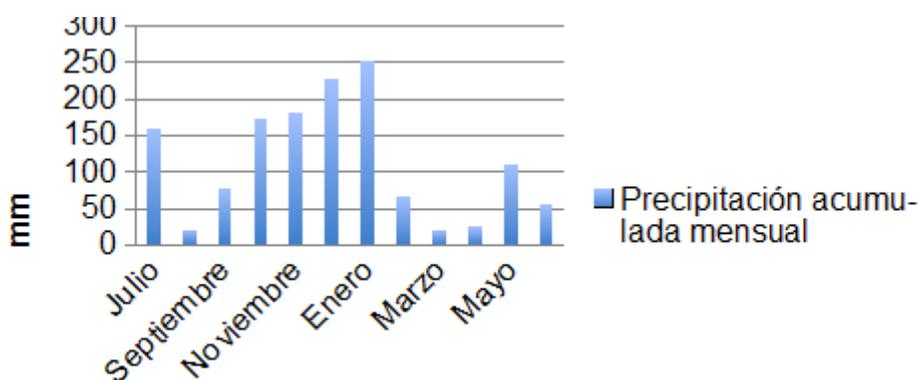


Figura 12. Precipitación acumulada mensual, julio 2014 a junio 2015 en el área de la población TxD

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Cosecha de los frutos

Se cosecharon 10 frutos al azar por árbol. Los frutos provienen de toda parte del árbol para disminuir cualquier error muestral. Se colocan dentro de una bolsa de nylon y se los identifica con la planta cosechada. El criterio de madurez es que cada fruto debe desprenderse del árbol al ser tocado o al realizar un movimiento vibratorio en la rama. Se cosecha cercano a la etapa de abscisión pero antes de que la fruta caiga al suelo (Kader, 2016).

Una vez llevados los frutos a laboratorio, los mismos son colocados en bandejas numeradas del 1 al 10, para poder medir todas las variables discriminadas por fruto.

3.2.2 VARIABLES MEDIDAS EN LOS FRUTOS

- **Peso de fruto (PF)**
Se computa el peso de cada fruto utilizando una balanza digital. Se expresa en gramos.
- **Peso de pulpa (PP)**
Una vez extraída la pulpa de las 2 mitades con la ayuda de una cuchara pequeña se pesa en una balanza digital. Se expresa en gramos.
- **Altura de fruto (AF)**
Es medida con calibre digital desde la base hasta el ápice, sin considerar los sépalos. Se expresa en mm.



Figura 13. Medición de AF con calibre digital

- **Diámetro de fruto (DF)**
Se mide con calibre digital considerando el diámetro ecuatorial mayor. Se expresa en mm.



Figura 14. Medición de DF con calibre digital

- Relación altura diámetro (A/D)
Resultó de la división entre AF y DF.
- Espesor de cáscara (ECAS)
Se mide con calibre digital de la mitad apical el espesor de la cáscara sin presionarla. Se expresa en mm.



Figura 15. Medición de ECAS con calibre digital

- Resistencia de cáscara (RCAS)
Se toma la mitad basal, se corta nuevamente a la mitad y se toma una medida de cada nueva mitad con el penetrómetro manual presionando con un solo movimiento sobre la mesada hasta que la corteza ceda. Se expresa en kg/cm^2 .

- Sólidos solubles totales (SST)

Se extrae una gota de jugo de la mitad basal del fruto y se mide el contenido de SST por medio de un refractómetro manual.



Figura 16. Medición de SST con refractómetro manual

- Acidez total titulable (ATT)

Para estimar el contenido de ácido cítrico de la muestra se titula con hidróxido de sodio 0.1N. Se toman 5 mL de jugo, se diluyen en 20 mL de agua destilada y se le agregan 3 gotas de fenolftaleína. Se titula hasta pH 8.2.

Extracción de jugo para la titulación: se toman las pulpas de los primeros 5 frutos y los restantes por separado, se colocan en un colador de malla fina y se presiona colectando el jugo que escurre en un baso de bohemia, luego estos jugos se colocan en tubos Falcon procurando colectar más de 5 mL. Los tubos se identifican con la población, número de planta, grupo de frutos y fecha, luego se colocan directamente a freezer a -20°C . Las medidas se realizan 6 meses después de extraído el jugo y se expresan en g de ácido cítrico/100 mL de jugo.



Figura 17. Medición de ATT en jugo de fruta diluido usando bureta digital

- Forma de base (FORB)

Categoría de forma de base de fruto, toma como referencia una imagen, se clasifica en: convexo, truncado, agudo, cóncavo y con cuello.

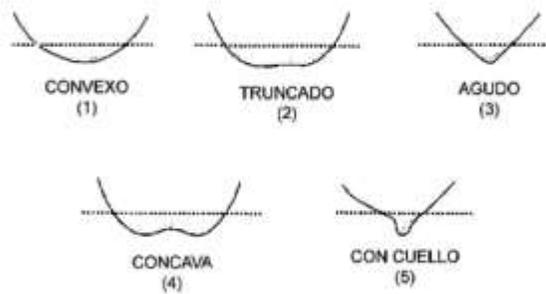


Figura 18. Forma de base.
Fuente: Puppo (2008).

- Forma de fruto (FORF). Según Ducroquet et al. (2000), redondo: $A/D < 1.1$ oval: $1.1 < A/D < 1.3$ oblongo: $1.3 < A/D < 1.5$ elongado: $A/D > 1.5$



Altura de fruto (mm)	29.5	42	51.63	58.1
Diámetro de fruto (mm)	27.13	33.48	36.64	31.04
Relación AF/DF	redondo	oval	oblongo	elongado

Figura 19. Diferentes formas de fruto según el criterio de Ducroquet et al. (2000)

- Rugosidad de cáscara (RUG)
Se toma como referencia una imagen y se clasifican en: muy rugoso, rugoso, algo rugoso, liso.
- Color de fruto (COLF)
Se agrupan los frutos tomando como referencia una escala de colores y se clasifican en: prado tono 1 (P1), prado tono 2 (P2), prado tono 3 (P3), prado tono 4 (P4) y franco tono 1 (F1). Antes de este agrupamiento se limpian los frutos con una franela con el fin de sacarle la cerosidad de la corteza. Escala de colores tomada de Puppo (2008).
- Color de pulpa (COLP)
Una vez que se corta el fruto se estima el color tomando como referencia una escala y se clasifican en: blanco verdoso, blanco crema, blanco ámbar y amarillo de Nápoles. Colores propuestos por Puppo et al. (2014).



Figura 20. Categorías de una escala de colores para medición de COLP

- Intensidad de oxidación (INTOXI)
Luego de extraída la pulpa y pesada se controla el grado de oxidación (cambio de color) de la misma luego de 5 minutos. Se clasifica en: no se oxida, baja oxidación, oxidación media y oxidación alta.



Figura 21. Categorías de intensidad de oxidación de pulpa en base a aumentos en los niveles de coloración rojizas

3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el paquete estadístico R (R Core Team, 2017).

Para las variables cuantitativas se describen los datos promedios por plantas, es decir que para cada variable se realizó en promedio de los 10 frutos.

Para el análisis de correlación entre las variables cuantitativas se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. Este coeficiente mide el grado de relación lineal entre 2 variables cuantitativas y oscila entre -1 y 1, siendo 1 la

correlación perfecta entre ambas variables, 0 no hay correlación y -1 correlación negativa. La fórmula utilizada es la siguiente:

$$\rho_{X, Y} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{E[(X - \mu_x)(Y - \mu_y)]}{\sigma_x \sigma_y}$$

donde: σ_{xy} es la covarianza de X, Y
 σ_x es la desviación típica de la variable X
 σ_y es la desviación típica de la variable Y
Fuente: Wikipedia (2017).

El Análisis de Componentes Principales (ACP) se realizó con ambas poblaciones (TxB y TxD) para obtener una visión general de la correlación entre las variables de calidad de fruta.

En cuanto a las variables cualitativas, se calcularon las frecuencias absolutas y relativas de todos los frutos de ambas poblaciones. También se realizó histogramas de frecuencias y gráficos circulares.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 VARIABLES CUANTITATIVAS

4.1.1 Estadística descriptiva variables cuantitativas

Las variables cuantitativas asociadas a calidad de fruta evaluadas presentaron coeficientes de variación (CV) similares en ambas poblaciones y entre los padres (cuadros No. 3 y 4). Se observó una tendencia que los valores promedios de 8 de las 9 variables cuantitativas, los valores de TxB fueron superiores a los valores de TxD (figuras No. 31 y 32).

Como era esperable los valores promedios de cada una de las variables cuantitativas de los progenitores masculinos fueron marcadamente diferentes a los valores del progenitor femenino. En comparación menores diferencias se observaron entre el progenitor masculino Briano con respecto a Delpiano (cuadro No. 4).

Los CV fueron similares entre las poblaciones, habiendo un mayor desvío para PF y ATT (ver cuadro No. 3).

Cuadro 3. Mínimo, máximo, media, s=desvío estándar, varianza y CV=coeficiente de variación de los datos promedios por planta de la progenie TxD y TxB para las 9 variables cuantitativas asociadas a calidad de fruto.

Variable	Cruza	Mínimo	Media	Máximo	s	CV (%)
PF (g)	TxB	13.30	29.74	54.70	7.11	23.91
	TxD	10.60	24.19	49.70	7.13	29.41
PP (g)	TxB	5.50	13.88	24.10	3.63	26.17
	TxD	4.90	12.02	24.70	3.78	31.41
RCAS (kg/cm ²)	TxB	6.00	9.22	12.00	1.08	11.71
	TxD	4.80	7.28	10.30	1.02	13.87
SST (° Brix)	TxB	11.70	14.36	18.70	1.33	11.07
	TxD	10.30	13.14	17.10	1.27	12.42
ECAS (mm)	TxB	2.48	3.35	4.84	0.43	18.8
	TxD	1.94	2.92	4.47	0.40	19.86
AF (mm)	TxB	36.91	48.39	61.96	4.80	13.57
	TxD	32.59	43.81	58.90	4.70	14.04
DF (mm)	TxB	26.19	34.11	41.61	2.87	8.41
	TxD	24.79	32.97	41.63	3.27	9.82
A/D (mm)	TxB	1.16	1.42	1.79	0.11	7.74
	TxD	1.15	1.34	1.64	0.11	8.20
ATT (%)	TxB	0.26	0.76	1.85	0.31	41.00
	TxD	0.25	0.76	1.96	0.31	41.00

Peso de fruto (PF), peso de pulpa (PP), resistencia de cáscara (RCAS), sólidos solubles totales (SST), espesor de cáscara (ECAS), altura de fruto (AF), diámetro de fruto (DF), relación altura diámetro (A/D) y acidez total titulable (ATT)

La variable PF presentó un CV de 29.41 para TxD y 23.91 para TxB. El máximo está en la población TxB y es de 54.7 g. Los pesos de fruto encontrados por Degenhart et al. (2003) fueron entre 30 g y 165 g, mientras que los encontrados en el presente estudio fueron de 10.60 g y 54.70 g. Parra et al. (2015) obtuvieron valores entre 30.53 g y 98.93 g. La media fue de 29.74 en TxB y 24.19 en TxD siendo menor a las encontradas en el cultivar Apollo por Patterson (1990). Este autor estudió 3 tipos de polinizaciones: cruzada, autopolinozación y polinización abierta, las cuales mostraron frutos con 102 g, 54 g y 88 g respectivamente y para el mismo cultivar.

Para la variable PP se encontraron frutos con un peso de pulpa entre 4.90 g y 24.70 g perteneciendo ambos a la población TxD, con una media de

12.02 g. Esta variable tiene un CV de 26.17 y 31.41 para TxB y TxD respectivamente. El CV encontrado por Degenhart et al. (2003) fue de 20.3 con una media de 33.7 g para el año 1998.

La variable AF presentó valores entre 32.59 mm y 61.96 mm, con una media de 48.39 mm para TxB y 43.81 mm para TxD. Vela et al. (2016), arrojaron valores de AF entre 52 mm para el cultivar Castroviejo y 80 mm para el cultivar Apollo, observándose cómo el cultivar Apollo es de frutos grandes, característica muy importante a la hora de seleccionar cultivares. Puppo (2008) en poblaciones silvestres encontró valores entre 16.3 mm para la población Valle Edén y 52.8 mm en la población Quebrada de los Cuervos. Degenhart et al. (2003) obtuvieron valores para 1998 de 38 mm y 68 mm como mínimo y máximo respectivamente. Cunda (2006) para 4 árboles en producción y frutos aptos para el consumo obtuvo valores entre 46 mm y 59 mm. Parra et al. (2015) obtuvieron valores entre 57.35 mm como mínimo y 76.19 mm como máximo. Esemann et al. (2008) encontraron frutos de 70 mm. Si se observan los valores que hay en el presente trabajo y los arrojados en los demás estudios, sobre todo en aquellos que estudiaron en poblaciones en producción para la comercialización, se ve que se podría estar seleccionando frutos a partir de la AF en esta población, sobre todo en la TxB, que es la que posee frutos más grandes.

Para DF se encontró valores mínimo y máximo de 24.79 mm y 41.63 mm para TxD y de 26.19 mm y 41.61 para TxB, respectivamente. Los valores encontrados por Puppo (2008) en poblaciones silvestres fueron de 12.4 mm como mínimo en la población Valle Edén y 41.9 como máximo en la población Quebrada de los Cuervos. Vela et al. (2016) en su trabajo encontraron como mínimo 38 mm también para el cultivar Castroviejo (como lo había sido en AF) y 52 mm para el cultivar Unique. Cunda (2006) encontró valores comprendidos entre 32 mm y 45 mm en frutos aptos para el consumo. Esemann et al. (2008) encontraron frutos de 40 mm. Parra et al. (2015) arrojaron también en poblaciones comerciales diámetros entre 32.49 mm y 49.07 mm, concluyendo que los mayores diámetros obtenidos en las poblaciones evaluadas en el presente trabajo pueden aún aumentar si se le practica poda y fertilización y si se los planta en un marco de plantación mayor al presente.

Para la variable ATT el mínimo fue de 0.25 g ácido cítrico/100mL jugo y el máximo fue de 1.96 g ácido cítrico/100mL jugo. En este caso también Puppo (2008) encontró el mínimo en la población Valle Edén con un valor de 0.24 g ácido cítrico/100mL jugo y un máximo en la población Quebrada de los Cuervos con un valor de 1.92 g ácido cítrico/100mL jugo. Vela et al. (2016), encontraron valores de 1.2 g ácido cítrico/100mL jugo para el cultivar Triumph y 2.4 g ácido cítrico/100mL jugo para los cultivares Gemini y Mammouth mientras que Parra

et al. (2015) encontraron valores entre 1.58 g ácido cítrico/100mL jugo y 1.93 g ácido cítrico/100mL jugo. Santos (2005) encontró valores entre 0.54 g y 0.94 g ácido cítrico/100mL. Los CV son de 41.00 %, Calvete (2013) encontró también coeficientes entre 43.29 % y 63.13 %.

Para la variable SST se encontró valores entre 11.70 y 18.70° Brix para TxB y 10.30 y 17.10° Brix para la población TxD. Las medias fueron de 14.36 y 13.14° Brix para TxB y TxD respectivamente. A su vez Cunda (2006) encontró en una población de un productor valores entre 13 y 13.25° Brix. Es de destacar que Cunda (2006) tomó los mejores frutos aptos para su comercialización para realizar su estudio, no siendo al azar. Puppo (2008) encontró también en poblaciones silvestres valores medios entre 13.1° Brix para la población Cañitas y 18.1° Brix para la población de Valle Edén. En el cuadro No. 4 se muestran las características de los padres, donde también se observa que, si bien posee los frutos más pequeños, son los más dulces. Parra et al. (2015) también encontraron valores entre 11.19 y 13.35° Brix, siendo la evaluación realizada en poblaciones comerciales. Valores entre 9.5 y 11.5° Brix fueron encontrados por Santos (2005) para esta variable.

La relación A/D varió entre 1.15 cm y 2.17 cm coincidiendo con Patterson, citado por Fischer (2003b) el cual arroja para el cultivar Apollo valores entre 1.5 cm y 2.5 cm. También Santos (2005) encontró valores comprendidos entre 1.06 cm y 1.54 cm.

Para la variable RCAS se encontraron valores entre 4.80 kg/ cm² y 12.00 kg/cm² siendo el mínimo en la población TxD y el máximo en la población TxB. Santos (2005) encontró valores comprendidos entre 4.2 kg/ cm² y 8.9 kg/ cm².

En cuanto al comportamiento de los valores promedios por población se observó (figuras No. 31 y 32) que la población TxB es superior a la población TxD en todas las variables menos para ATT. No se realizó un test de Tukey ya que ambas poblaciones están en ambientes diferentes y en los resultados estaría pesando el componente ambiente.

Cuadro 4. Mínimo, máximo, media, desvío estándar (s) y coeficiente de variación (CV) para las 9 variables cuantitativas asociada a calidad de fruto de los datos individuales de los padres

Variable	Padre	Mínimo	Media	Máximo	s	CV
PF	BRIANO	48.7	63.37	80.20	11.85	0.19
	DELPIANO	26.00	40.50	51.00	8.52	0.21
	TACUAREMBÓ	9.70	12.31	17.90	2.22	0.18
PP	BRIANO	16.60	23.00	29.80	5.33	0.23
	DELPIANO	11.96	17.41	21.13	3.05	0.18
	TACUAREMBÓ	4.40	5.85	8.90	1.41	0.24
RCAS	BRIANO					
	DELPIANO	5.85	7.82	9.55	1.10	0.14
	TACUAREMBÓ					
SST	BRIANO	12.00	14.00	17.20	1.75	0.13
	DELPIANO	9.80	11.60	14.00	1.25	0.11
	TACUAREMBÓ	17.20	18.00	18.80	0.52	0.03
ECAS	BRIANO	4.60	5.62	7.00	0.86	0.15
	DELPIANO	3.10	4.10	4.80	0.53	0.13
	TACUAREMBÓ	2.27	2.56	2.89	0.23	0.09
AF	BRIANO	51.93	60.14	68.67	5.05	0.08
	DELPIANO	43.30	50.56	57.45	4.43	0.09
	TACUAREMBÓ	33.24	37.53	40.10	2.20	0.06
DF	BRIANO	37.25	42.75	46.38	2.92	0.07
	DELPIANO	34.40	39.45	42.90	2.82	0.07
	TACUAREMBÓ	24.24	25.94	30.44	1.80	0.07
A/D	BRIANO	1.16	1.41	1.57	0.13	0.09
	DELPIANO	1.14	1.28	1.43	0.09	0.07
	TACUAREMBÓ	1.31	1.45	1.59	0.09	0.06
ATT	BRIANO	-	0.26	-	-	-
	DELPIANO	-	0.89	-	-	-
	TACUAREMBÓ	-	1.26	-	-	-

Peso de fruto (PF), peso de pulpa (PP), resistencia de cáscara (RCAS), sólidos solubles totales (SST), espesor de cáscara (ECAS), altura de fruto (AF), diámetro de fruto (DF), relación altura diámetro (A/D), acidez total titulable (ATT)

Todas las variables presentaron forma asimétrica en los histogramas, a excepción de las variables RCAS y DF. Esto hace pensar que la distribución natural de las variables es asimétrica.

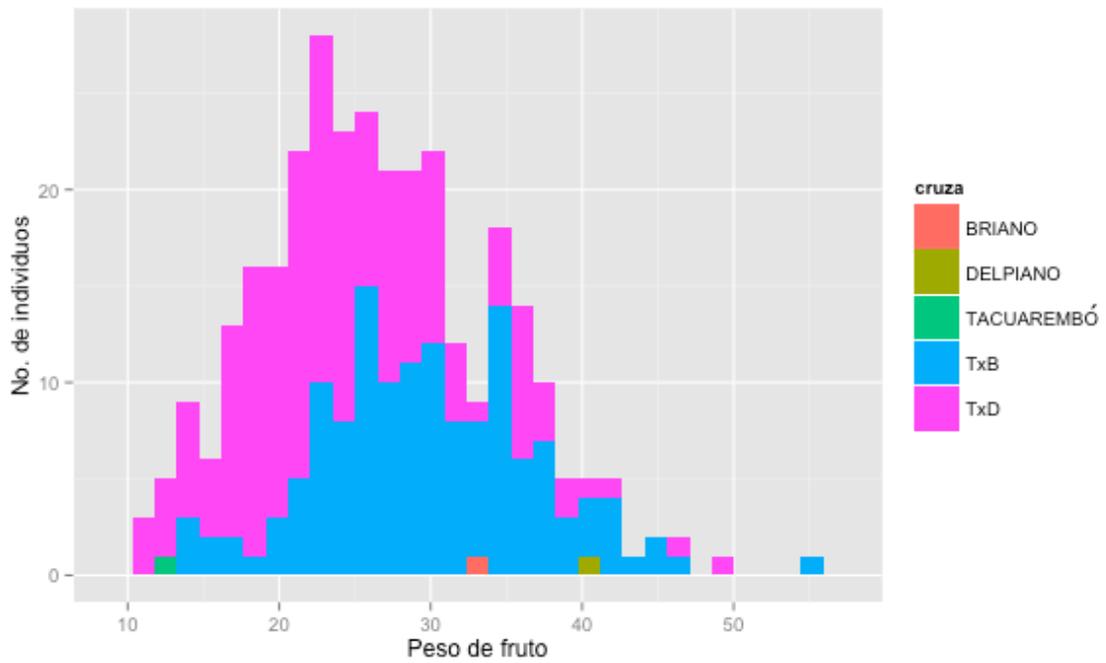


Figura 22. Histograma de frecuencia para PF (g) en TxB y TxD y progenitores Tacuarembó, Briano y Delpiano

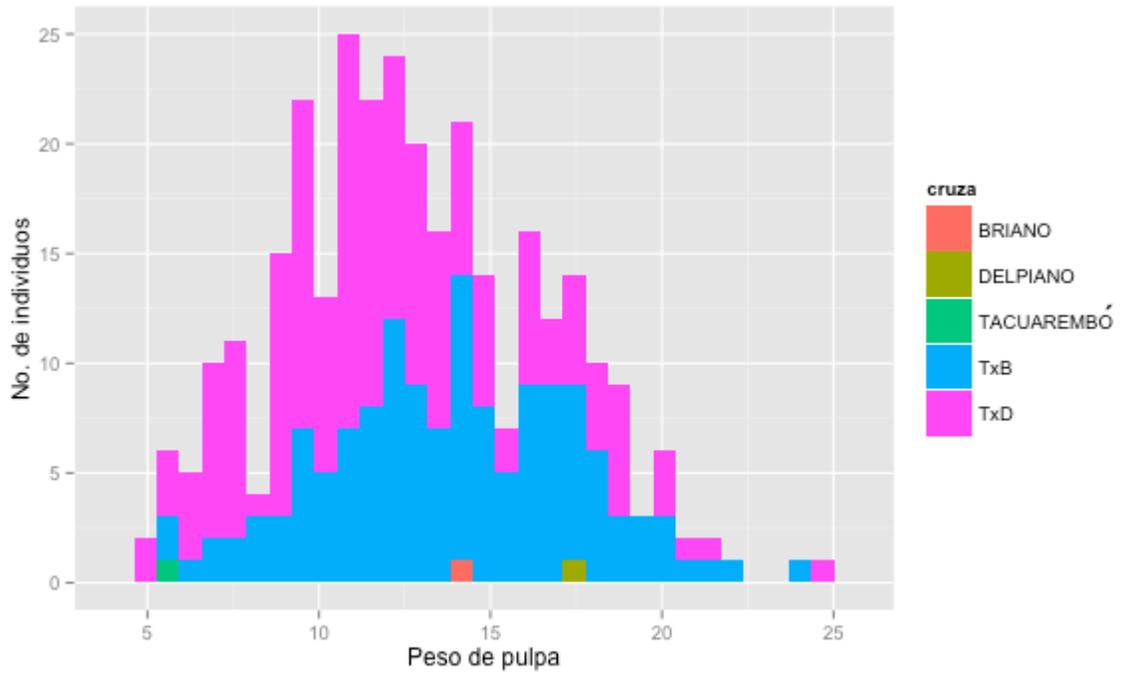


Figura 23. Histograma de frecuencia para PP (g) en TxB y TxD y progenitores Tacuarembó, Briano y Delpiano

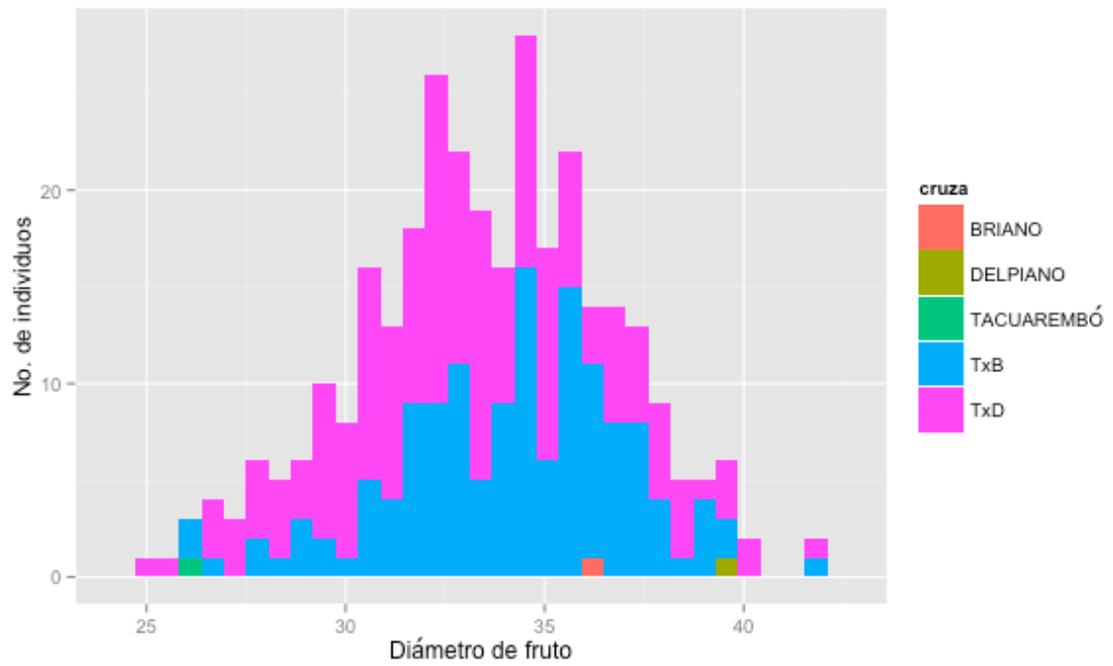


Figura 24. Histograma de frecuencia para DF (mm) en TxB y TxD y progenitores Tacuarembó, Briano y Delpiano

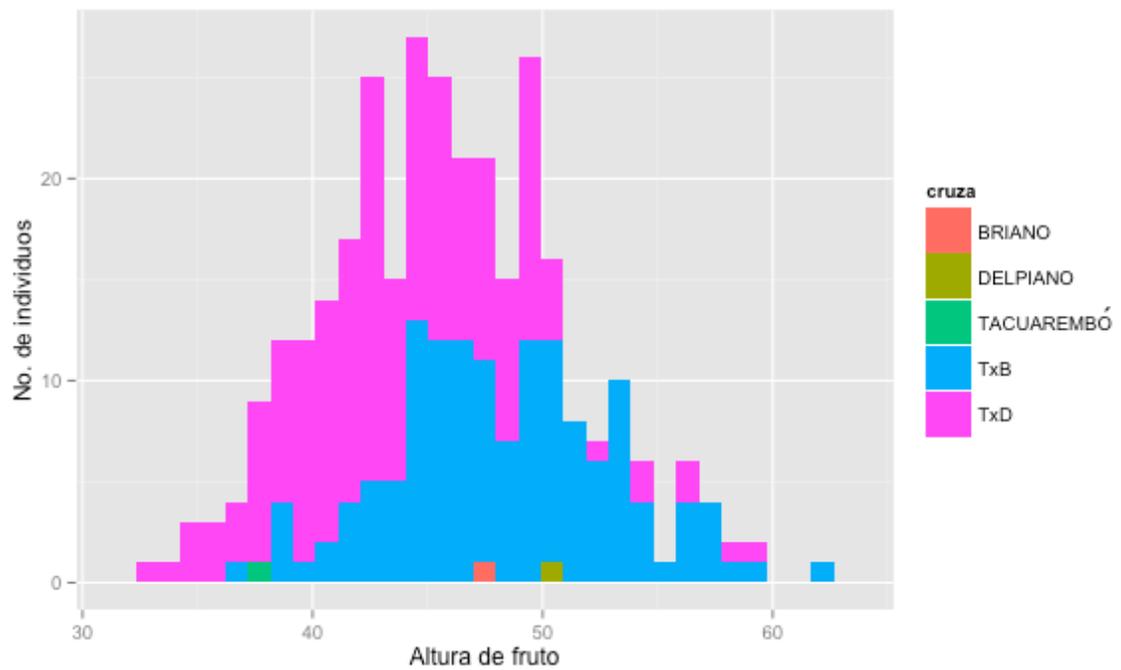


Figura 25. Histograma de frecuencia para AF (mm) en TxB y TxD y progenitores Tacuarembó, Briano y Delpiano

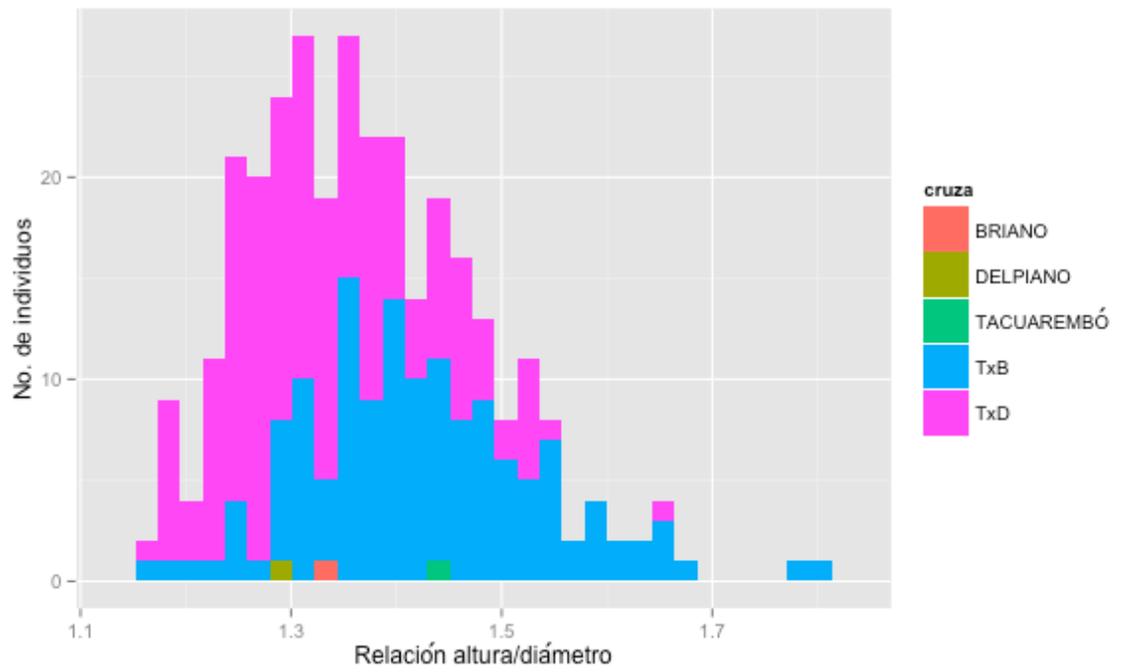


Figura 26. Histograma de frecuencia para A/D (cm) en TxB y TxD y progenitores Tacuarembó, Briano y Delpiano

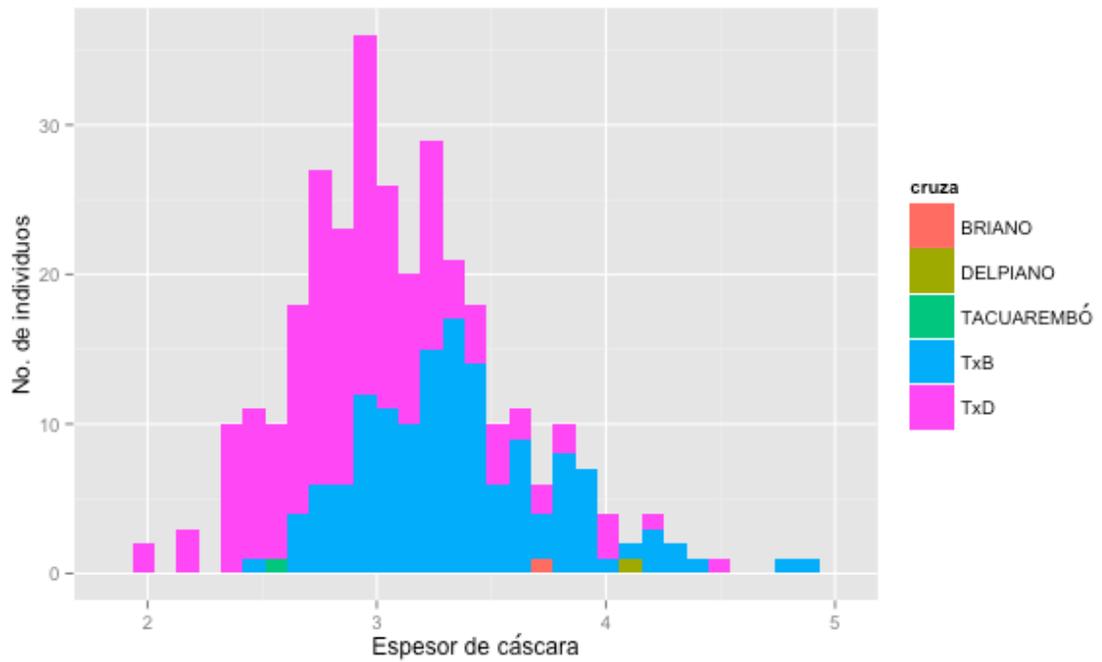


Figura 27. Histograma de frecuencia para ECAS (mm) en TxB y TxD y progenitores Tacuarembó, Briano y Delpiano

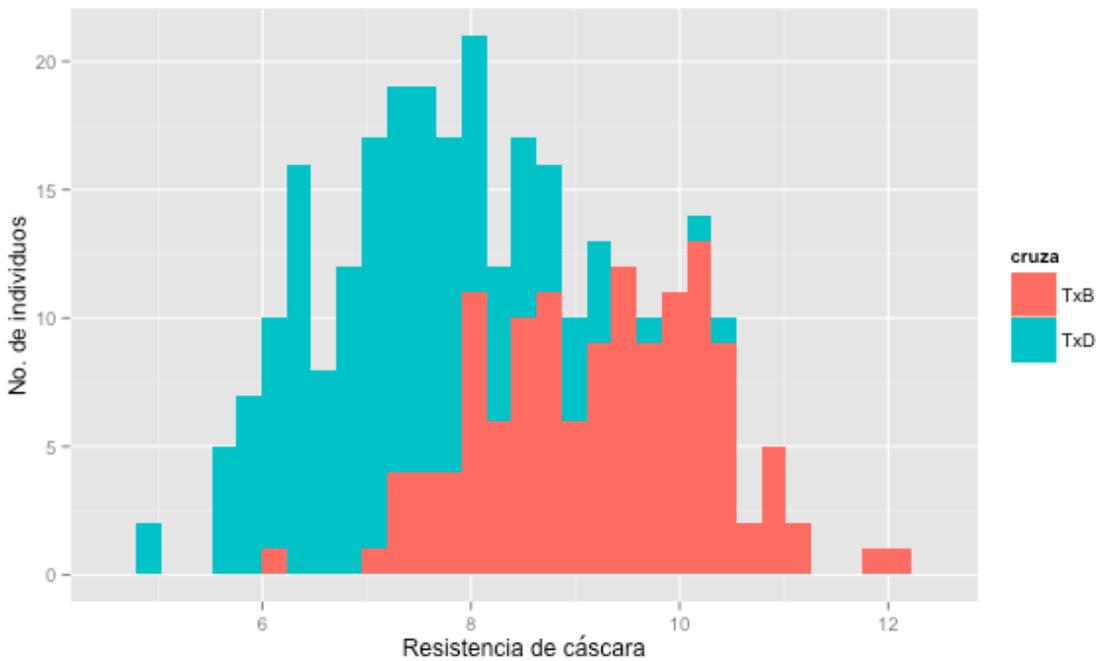


Figura 28. Histograma de frecuencia para RCAS (kg/cm²) en TxB y TxD

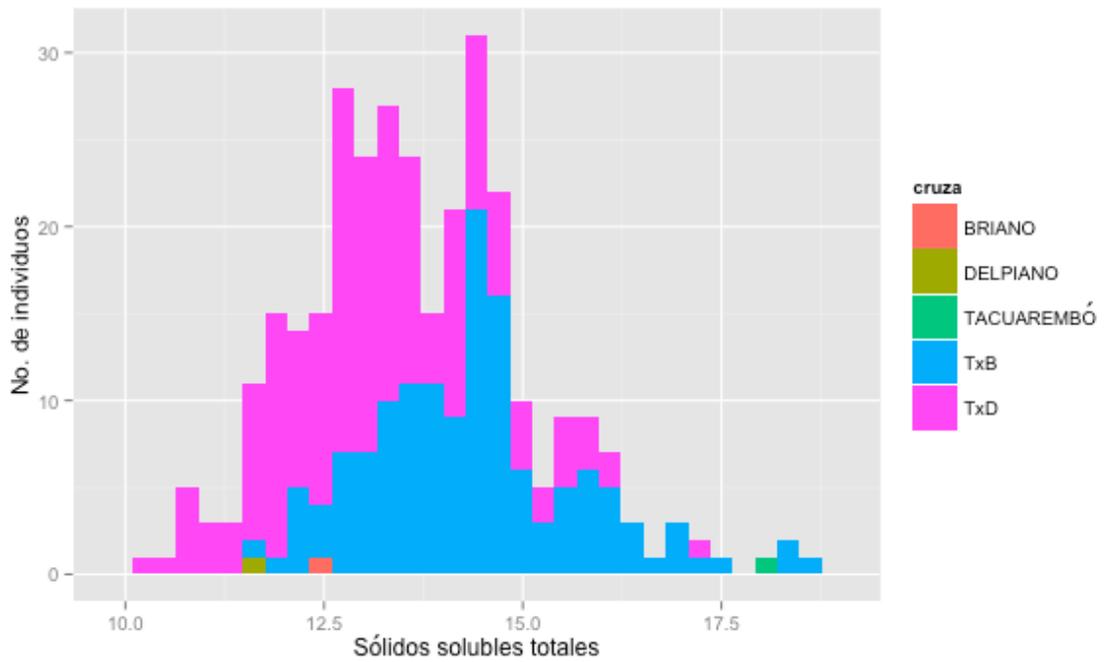


Figura 29. Histograma de frecuencia para SST (° Brix) en TxB y TxD y progenitores Tacuarembó, Briano y Delpiano

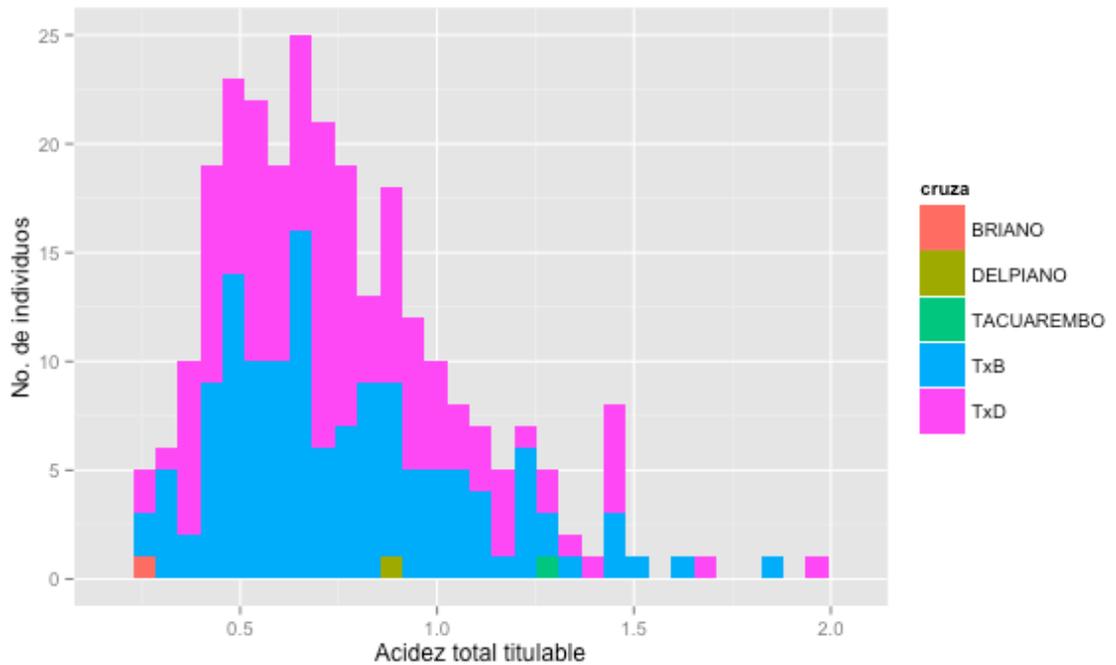


Figura 30. Histograma de frecuencia para ATT (g ácido cítrico/100mL jugo) en TxB y TxD y progenitores Tacuarembó, Briano y Delpiano

Se observa a partir de los histogramas que la población TxD tiene frutos más chicos, más redondeados y con ECAS menor, también con RCAS menor y un valor de SST menor, siempre comparados con la población TxB. Este comentario se hace de forma especulativa ya que ambas poblaciones se encuentran en ambientes diferentes y dichas diferencias puede deberse al ambiente. También se observa en los histogramas que hay individuos con valores superiores e inferiores a los padres.

Para las variables relacionadas a tamaño de fruto (ver figuras No. 22, 23, 24, 25 y 27) se observa que los progenitores masculinos (Briano y Delpiano) presentan valores superiores a los del progenitor femenino (Tacuarembó). En cuanto a las variables químicas SST y ATT el progenitor femenino fue superior a los progenitores masculinos (ver figuras No. 29 y 30).

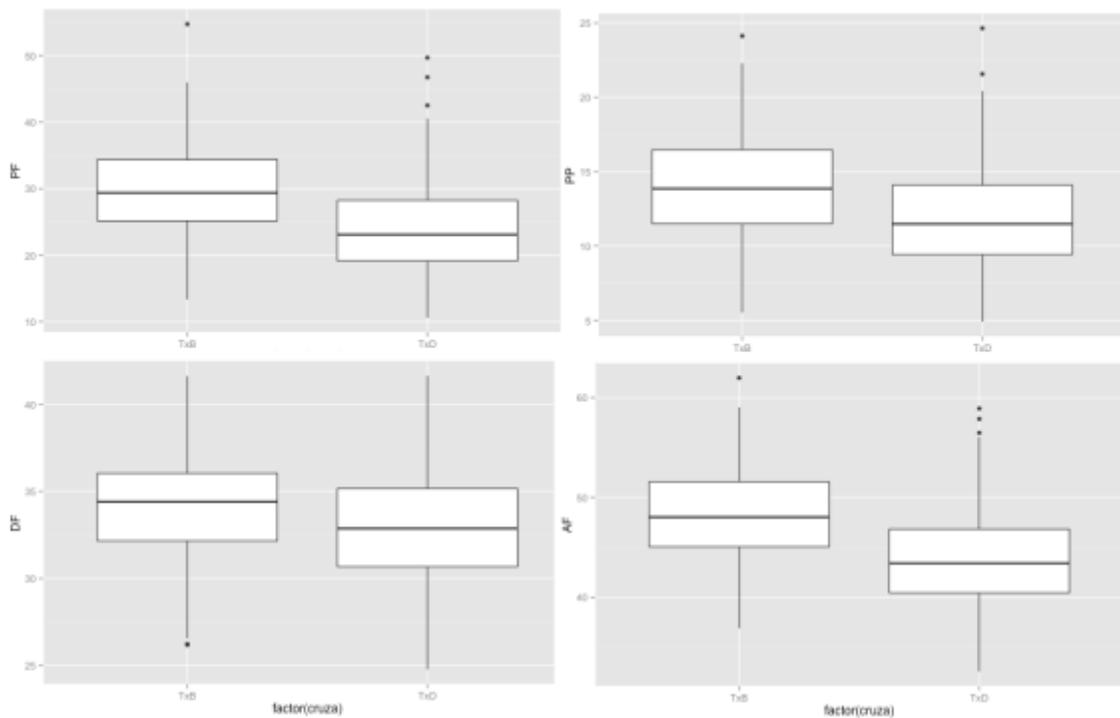


Figura 31. Gráficos de cajas para comparar la distribución de valores en variables cuantitativas en TxB y TxD

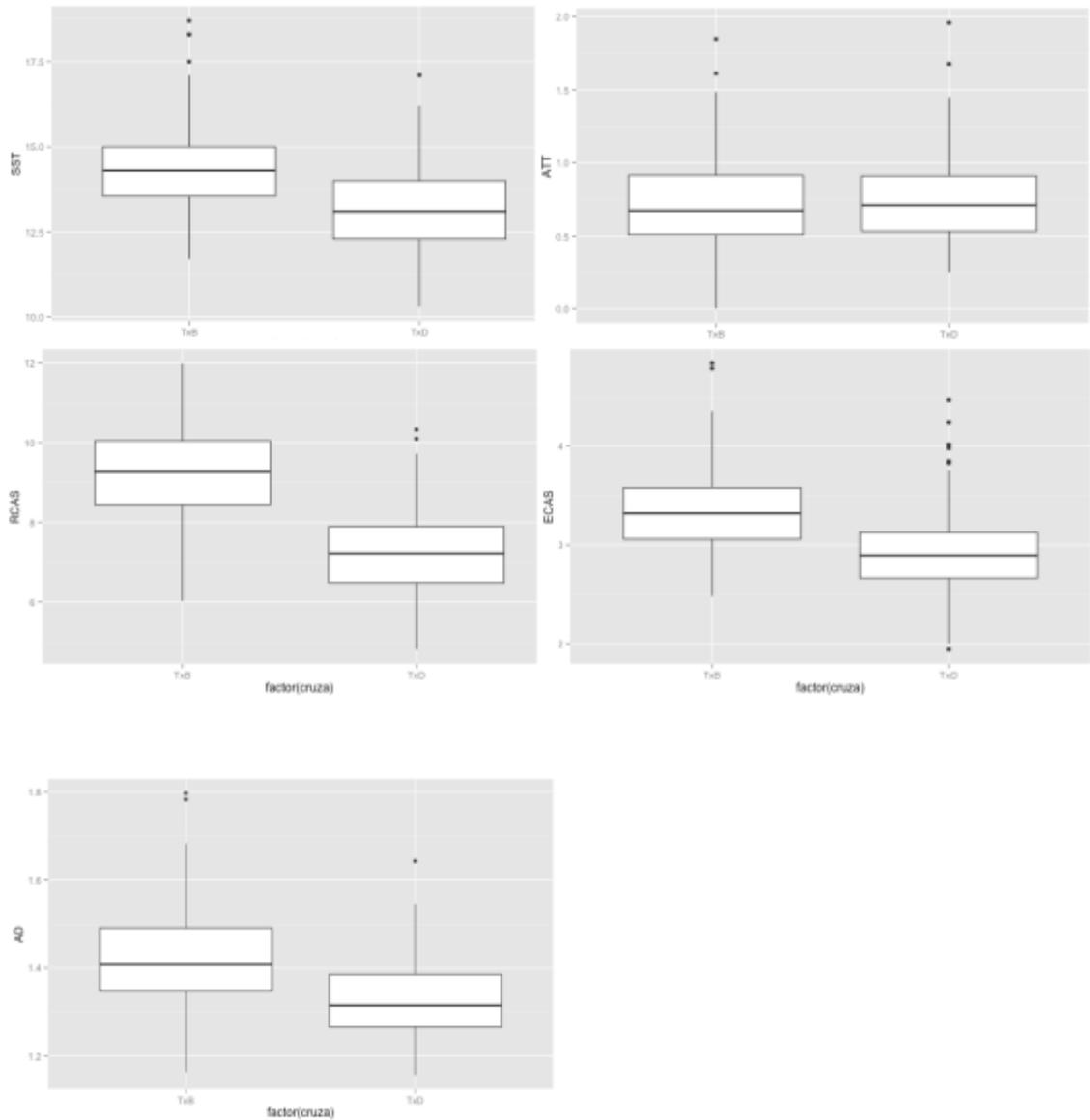
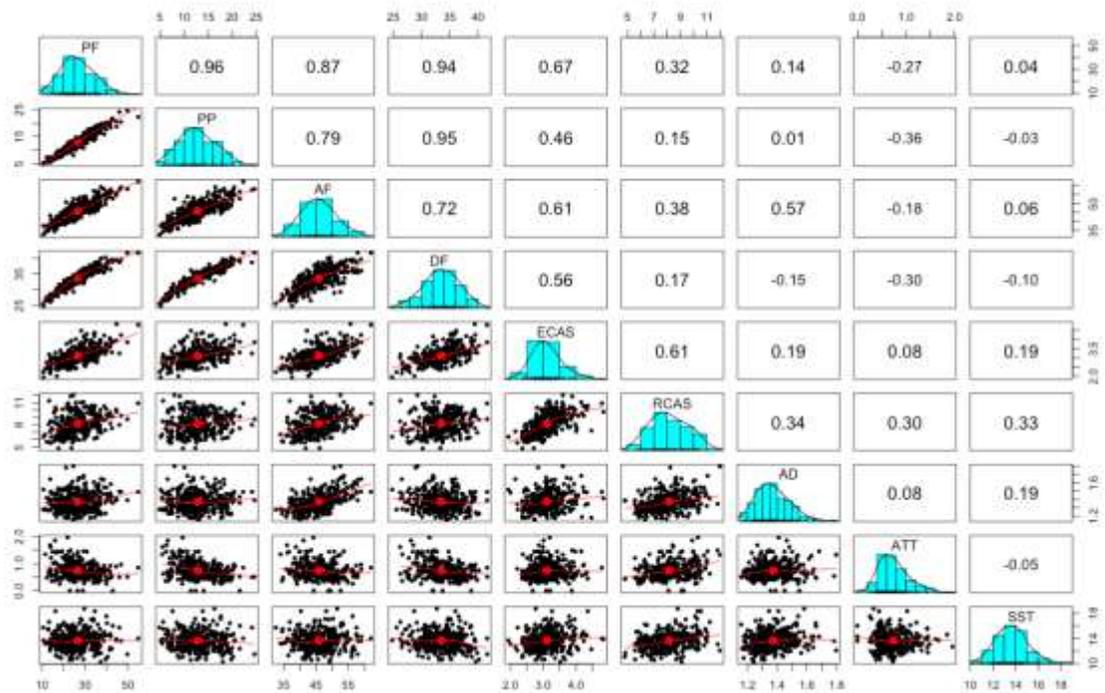


Figura 32. Gráficos de cajas para comparar la distribución de valores en variables cuantitativas en TxB y TxD (continuación)

4.1.2 Correlaciones entre las variables cuantitativas

Las correlaciones son útiles para conocer la asociación entre las variables de interés. Estas asociaciones pueden indicar asociaciones genéticas lo cual permitiría la selección indirecta de una variable a través de la selección directa una segunda variable.



En la diagonal se describe la distribución de los valores, debajo de la diagonal se presenta el gráfico de dispersión entre cada pareja de variables y por encima de la diagonal los coeficientes de correlación correspondientes.

Figura 33. Niveles de asociación entre 9 variables cuantitativas pareadas asociadas a calidad de fruta.

Cuadro 5. Parejas de variables cuantitativas que no mostraron asociación significativa (p valor menor a 0.05)

Pareja	p-valor $r=0$
PP-SST	0.56
PP-AD	0.83
SST-AF	0.30
SST-DF	0.08
ATT-SST	0.43
SST-PF	0.52
ATT-ECAS	0.21
ATT-AD	0.16

En una primera instancia las correlaciones entre las variables se analizaron utilizando los datos de las poblaciones TxB y TxD en conjunto. Tal como se describe en la figura No. 33 PF con PP están alta y positivamente

correlacionadas ($r=0.95$). Puppo (2008) para poblaciones silvestres, también encontró un alto coeficiente de correlación para esta combinación de caracteres ($r=0.95$). Esto era previsible ya que cuanto más pesado sea el fruto mayor cantidad de pulpa posee. Otras variables altamente correlacionadas en el presente estudio fueron PF con DF ($r=0.94$), obteniéndose un r igual al encontrado por Puppo (2008). Variables asociadas a tamaño de frutos están siempre altamente correlacionadas entre sí. El r obtenido en la correlación PF y A/D fue de 0.14 siendo diferente al encontrado por Santos (2005) la que obtuvo un r de 0.31. Esta baja correlación encontrada en el presente trabajo indicaría que el PF es independiente de la forma, y que se podrán encontrar las 4 formas de fruto con diferentes pesos (grandes y pequeños).

Degenhart et al. (2003) en la evaluación del año 1998 la correlación entre PF y AF y PF y DF fue de 0.81 y 0.9 respectivamente, corroborándose la incidencia de las variables AF y DF en el peso.

La variable RCAS presentó una baja correlación con PF y PP, indicando que los frutos con mayor ECAS, los que presentan mayor RCAS, tienen una cáscara más gruesa. Santos (2005) menciona el hecho de que a medida que la RCAS aumenta, el rendimiento de pulpa disminuye. La misma obtuvo una correlación negativa entre rendimiento de pulpa y RCAS, siendo el r de -0.62.

La correlación RCAS con ECAS resultó en un $r=0.61$, indicando que cuanto más gruesa sea la cáscara más resistencia va a oponer la misma a la penetración del émbolo. AF y DF estuvieron positivamente correlacionadas con ECAS indicando que frutos más grandes tienden a tener cáscara más gruesa. AF presentó r altos con todas las variables indicadoras del tamaño de fruto, lo que demuestra la incidencia de esta variable en las demás. Puppo (2008) obtuvo correlaciones altas para DF, PF, PP y ECAS, obteniendo r bajos para RCAS y A/D.

La variable SST presentó consistentemente correlaciones bajas a muy bajas (-0.1 a 0.33) con todas las demás variables analizadas, siendo el r mayor de 0.33 correspondiente con RCAS. En particular SST no se asoció con PF. Este dato contrasta con los encontrados por Degenhart et al. (2003) quienes obtuvieron un r de -0.17 mientras que Santos obtuvo un r de 0.32. Con respecto a la correlación PF y SST, este trabajo detectó un valor de 0.04. Un estudio realizado por Degenhart et al. (2003) arrojó correlaciones negativas de SST con las variables por ellos estudiadas. Estas fueron: peso de fruto, peso de cáscara, rendimiento de cáscara, altura y diámetro de fruto y relación altura/diámetro. El estudio fue realizado durante 3 años y en los 3 años mostró datos negativos de peso y altura de fruto con SST.

La ATT con SST fueron las 2 variables con los valores más bajos de correlación, teniendo la ATT valores de correlación negativos con AF, DF, PF, PP y SST. Se observó que en las correlaciones de las 2 poblaciones, tanto juntas como separadas, la ATT tiene una correlación media de 0.3 a 0.4 con respecto a la RCAS. La ATT está negativamente correlacionada con los SST, indicando que la acidez disminuye dado que en la respiración se degradan ácidos orgánicos (Rodríguez et al., 2006).

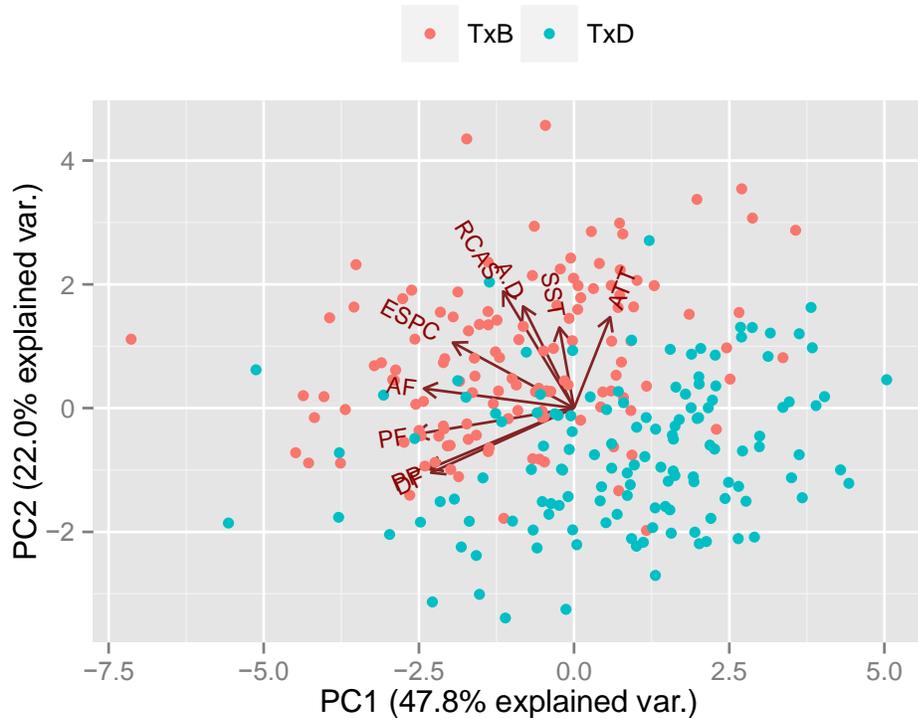
ATT tampoco presentó correlaciones altas, siendo el r de 0.3 con RCAS. Santos (2005) encontró una correlación de 0.35 entre ATT y RCAS.

Es de destacar que estas correlaciones son las que se encontraron al momento de cosecha del fruto. Sería de interés realizarlas en diferentes momentos de maduración a fin de estudiar el progreso de las mismas, principalmente las correlaciones con las variables SST y ATT, ya que se trata de un fruto climatérico (Gallego et al. 2003, Rodríguez et al. 2006) y los valores de estas variables cambian según el estado de madurez. Cañizares et al. (2003) encontraron para *Psidium guajava* L. que en el período de maduración los SST aumentan debido a la conversión del almidón en azúcares, así como al aumento en la actividad de las enzimas hidrolasas del almidón. También encontraron que la ATT disminuye en el período de maduración dado que los ácidos son sustratos respiratorios o son convertidos en azúcares.

En el cuadro No. 5 se muestran las correlaciones que fueron iguales a cero, el resto de las correlaciones fueron distinto de cero.

4.1.3 Análisis de Componentes Principales (ACP)

El método de análisis multivariado ACP permite visualizar el efecto simultáneo de un conjunto de variables sobre el patrón de variación de los individuos. En la figura No. 33, cada punto representa cada uno de los individuos de la población TxB y TxD. Los individuos de cada población están dispersos y el nivel de dispersión dentro de cada población es semejante entre TxB y TxD. Además, las poblaciones están diferenciadas entre sí parcialmente, ya que algunos individuos TxB y TxD están muy cercanos.



9 variables de calidad de fruta determinado por PCA, se indica el componente principal 1 y componente principal 2

Figura 34. Distribución de progenies F1 TxB (139 plantas) y TxD (172 plantas)

El componente principal 1 explica el 47.8 % de la variación y el componente 2 explica el 22 %. Entre los 3 primeros componentes se explica el 81 % de la variación (ver cuadro No. 6).

Para el componente principal 1 las variables que mejor explican la variación son: PF (17.8 %), AF (16.8 %), PP (16.3 %) y DF (16 %). Como se puede observar en la figura No. 33 los vectores de estas características están orientados en el mismo sentido y con ángulos medianamente cerrados, excepto PP y DF que están superpuestos. Los individuos que se encuentran del lado negativo del eje 1 poseen tamaño mayores. Se observa que en esta zona del gráfico están representados individuos de las 2 poblaciones.

Para el componente principal 2 las variables que mejor explican la variación son: RCAS (18.6), A/D (16.2), ATT (14.5) y SST (12.9). Como se observa en la figura No. 33 las flechas de RCAS y A/D tienden a estar

superpuestas, las mismas tienen una correlación de 0.34. Los individuos que se encuentran del lado positivo del eje 2 tienen una mayor resistencia de cáscara y tienen formas más oblongas o elongadas. En la figura No. 5 del anexo esta correlación se aprecia mejor.

Para el componente principal 3 las variables que mejor explican la variación son: ATT (30.1), SST (26.7) y A/D (14.1). En la figura No. 5 del anexo se observa como la ATT y los SST no están correlacionados, el valor de la misma es de -0.05 siendo este valor estadísticamente igual a 0. También se observa en esta figura cómo las variables de tamaño de fruto están correlacionadas y todas orientadas hacia el eje 1.

En los 3 PCA que se realizaron con los 3 primeros componentes se explica la mayor parte de cada varianza, no siendo necesario la utilización de los demás componentes (ver cuadro No. 6 y anexos).

Cuadro 6. Porcentaje de la variación total explicada por cada componente del análisis de PCA (figura No. 33) para las distintas poblaciones

Población	comp.1	comp.2	comp.3	comp.4	comp.5
TxB	44.2	19.4 (63.6)	14.6 (78.2)	12.5 (90.7)	5.1 (95.8)
TxD	48.9	19.7 (68.6)	12.2 (80.8)	9.9 (90.7)	5.1 (95.8)
TxB y TxD	47.8	22 (69.8)	11.5 (81.3)	10.2 (91.5)	5 (96.5)

Cuadro 7. Porcentaje de cada componente del análisis PCA, variación total de cada componente explicado por cada una de las variables

Variable	TxB y TxD			TxB			TxD		
	Co. 1	Co. 2	Co. 3	Co. 1	Co. 2	Co. 3	Co. 1	Co. 2	Co. 3
ATT	4.1	14.5	30.1	8.2	20.3	1.8	3	22.7	14.2
AF	16.8	3	4.2	17.3	8.2	16.7	16.7	2.8	14.8
DF	16	10.3	7.1	19.1	3.6	9.7	17	7	8.4
A/D	5.7	16.2	14.1	0.1	14.7	32.1	3	14.2	37
PF	17.8	4.2	1.7	20.2	1.1	1.7	17.7	3	2.6
RCAS	8	18.6	7.8	2	24.5	16.1	7	20.8	12.6
ESPC	13.6	10.5	8	11.6	18.7	12.7	13	13.2	0.04
SST	1.6	12.9	26.7	1.4	2.7	8.3	5.4	8.5	1.8
PP	16.3	9.7	0.1	19.3	6.1	0.6	16.8	7.7	03/0 8/18

Las variables que mayor aportan a los componentes son: AF, DF, PP y PF. Esto se observó en el análisis de las 2 poblaciones, tanto juntas como separadas. También ECAS mostró un aporte significativo. Esto se puede ver en la figura No. 33 y comprobar cómo estas variables son las que tienen las flechas más largas, indicando así un mayor aporte.

A modo de síntesis, si bien las poblaciones están mezcladas, se puede observar que la población TxD tiende a estar más a la derecha y hacia abajo que la población TxB. Es de esperar que en TxB se encuentren frutos más grandes y más dulces. También se observa cómo las variables de tamaño de fruto tienden a estar todas correlacionadas y cómo ATT y SST no están correlacionadas (ver figuras en anexos).

4.2 VARIABLES CUALITATIVAS

Las variables cualitativas son: color de fruto (COLF), color de pulpa (COLP), forma de base de fruto (FORB), forma del fruto (FORF), intensidad de oxidación (INTOXI) y rugosidad de fruto (RUG). A diferencia de las variables cuantitativas estas se describen por fruto individual ya que no es posible hacer un promedio con las mismas.

Considerando simultáneamente los datos de ambas poblaciones TxB y TxD (3110 frutos) se observaron diferencias entre las variables en cuanto a su distribución en clases (cuadro No. 8). Para las variables FORB, COLP y RUG se observó una clase predominante cercana al 80 % y solo 1 o 2 clases adicionales muy poco frecuentes. En cambio, para las variables INTOXI, COLF y FORF se observaron en general 3 clases siendo la más frecuente menor al 60 %. En forma de base predominó la forma con cuello (86.8 %), para forma de fruto predominó la forma oblongo (50 %), para la intensidad de oxidación predominó la baja oxidación (59.8 %), en color de fruto predominó el color prado tono 3 (39.13 %), en color de pulpa predominó el color blanco verdoso tono 1 (79.65 %) y en rugosidad de cáscara predominó algo rugoso (85.3 %).

Cuadro 8. Frecuencias relativas y absolutas de las categorías asociadas a 6 variables cualitativas de calidad de fruto para TxD y TxB combinadas

FORF	Clase	1	2	3	4	
	Frecuencia	530	1567	987	26	
	%	17.05	50.38	31.73	0.83	
C1: elongado, C2:oblongo, C3: oval, C4: redondo, n=3110						
FORB	Clase	1	2	3	4	5
	Frecuencia	107	2708	9	177	109
	%	3.44	87.07	0.29	5.69	3.50
C1:Agudo,C2:Con cuello, C3: cóncavo, C4: convexo, C5: truncado, n=3110						
COLF	Clase	1	2	3	4	5
	Frecuencia	125	166	611	1161	904
	%	4.21	5.59	20.59	39.13	30.47
C1: franco tono 1,C2: prado tono 1, C3: prado tono 2, C4: prado tono 3, C5: prado tono 4, n=2967						
COLP	Clase	1	2	3	4	
	Frecuencia	2478	148	443	41	
	%	79.65	4.81	14.22	1.32	
C1:blanco verdoso tono1, C2:blanco crema tono 3, C3:blanco ámbar tono 2, C4:amarillo de Nápoles tono 2, n=3110						
RUG	Clase	1	2	3	4	
	Frecuencia	2654	236	1	219	
	%	85.32	7.63	0.03	7.02	
C1:algo rugoso, C2: liso, C3: muy rugoso, C4:rugoso, n=3110						
INTOXI	Clase	1	2	3	4	
	Frecuencia	80	1862	613	555	
	%	2.57	59.88	19.70	17.84	
C1:alta, C2:baja, C3:media, C4:no se oxida, n=3110						

Para COLF el 96 % de los frutos se clasificó entre los 4 tonos dentro del color prado (clases 2 a 4). El color franco tono 1 (verde oscuro) estuvo muy poco representado. Esta estrecha variación en color de fruto es esperable ya que se trata de una población F1 y no una población silvestre en las que se puede esperar una variación mayor. Mara (2012) realizó un estudio en 3 árboles en producción, recolectando 30 frutos por árbol. La escala que ella utilizó fue verde claro, verde, verde amarillento y verde oscuro. En el primer árbol obtuvo el 52.2 % de frutos verde claro y el 47.8 % verde, en el segundo árbol obtuvo 50 % verde claro y el otro 50 % verde y en el tercer árbol 3.3 % color verde claro y el 96.7 % color verde. De esto se desprende que, si bien la escala de colores difiere a la del presente trabajo y el número de árboles muestreados es muy pequeño, no se encontraron frutos con colores muy oscuros al igual que en el análisis realizado en esta evaluación. Puppo (2008) encontró que de los 866 frutos analizados el 16 % fue color franco tono 1 mientras que el color prado (el más abundante en nuestros resultados) solo representó el 1 % de los frutos. Los resultados de Puppo (2008) indican la gran diversidad genética de las poblaciones silvestres de guayabo en Uruguay.

En la figura No. 37 se compara la distribución de las clases para COLF entre ambas poblaciones. Aunque ambas poblaciones coinciden en no presentar una clase marcadamente predominante, TxB difiere de TxD por presentar mayor frecuencia de frutos con tonos más oscuros. Esta diferencia puede deberse por varias razones. La primera razón es que sea genética, es decir que independientemente del ambiente siempre los colores de los frutos de TxD van a ser más claros. La segunda razón es que sea por causas ambientales ya que ambas poblaciones están localizadas en ambientes diferentes.

Para FORF el 50.38 % presentó forma oblonga, mientras que el 31.73 % presentó forma oval (ver figura de anexos No. 13) correspondiendo con la forma de la madre la cual arrojó de los 10 frutos analizados 8 con forma oblongo y 2 con forma elongado. Para el progenitor Briano 2 frutos presentaron forma elongada, 7 oblongo y 1 oval, mientras que Delpiano presentó 5 frutos con forma oval y 5 con forma oblonga. La clase redondo no fue prácticamente detectada, quizás consecuencia de que ninguno de los padres presentaba este fenotipo. Es de destacar que en el estudio de poblaciones silvestres de guayabo realizado por Puppo (2008) la clase redondo fue relativamente frecuente correspondiendo al 29 % de la fruta analizada, mientras que las formas oval, oblongo y elongado correspondieron a 50 %, 17 % y 4 %, respectivamente. Cunda encontró frutos oblongos en 3 de las 4 plantas estudiadas y en un solo árbol fruto oval. Mara (2012) reportó que las clases redondo, oval y oblongo fueron detectadas en diferentes combinaciones en 3 plantas analizadas,

indicando que este carácter presenta variación intra-planta. Ambas poblaciones presentaron la misma distribución de clases (figura No. 39).

La variable INTOXI presentó la clase baja oxidación en un 60 % de los frutos mientras que la clase oxidación no detectable correspondió al 18 %. Esto indica que la gran mayoría de la fruta analizada presenta excelente calidad con respecto a este carácter. La distribución de frecuencias de este carácter fue similar en ambas poblaciones (figura No. 40). Sin embargo se podría destacar que TxD tendría un mayor porcentaje de frutos con alta oxidación. Para el progenitor Briano 5 de los frutos medidos presentaron intensidad de oxidación media, 4 alta y 1 baja, para el progenitor Delpiano 9 frutos presentaron intensidad de oxidación baja y 1 media y para el progenitor femenino Tacuarembó 5 frutos no presentaron oxidación y 5 intensidad de oxidación baja. Considerando el comportamiento de los padres y de las 2 F1 se podría proponer que el sesgo de la distribución INTOXI en las F1 hacia la clase baja y nula oxidación estaría indicando que el fenotipo materno domina frente al paterno. De los 792 frutos analizados por Puppo (2008) el 71 % presentó intensidad de oxidación rápida. Para los frutos estudiados por Mara (2012) todos presentaron intensidad de oxidación rápida, es decir que se oxidaron antes de los 10 minutos. Esta característica es muy importante a la hora de seleccionar frutos, ya que frutos con baja intensidad de oxidación son percibidos como mejores frente a los frutos que se oxidan rápidamente.

El COLP es una de las características que varió en menor medida. El 79.65 % es blanco verdoso tono 1, el 4.81 % es blanco crema tono 3, 14.22 % blanco ámbar tono 2 y 1.32 % amarillo de Nápoles tono 2. Ambas poblaciones tendieron a presentar pulpa blanco verdoso en su gran mayoría y luego pulpas blanco crema. En cambio Puppo (2008) en su evaluación de 744 frutos el 69 % fue color blanco crema y solo un 5 % blanco verdoso; blanco ámbar y amarillo de Nápoles arrojaron valores de 19 % y 5 % respectivamente. Para este carácter Mara (2012) también observó variación intra-planta. Por ejemplo en un árbol encontró 60.9 % de frutas con pulpa amarilla, 8.7 % pulpa marrón y 30.4% transparente; mientras que para un segundo árbol el color de pulpa detectada fue 33.3 % blanca, 25 % blanco amarillento, 25 % marrón y 16.7 % transparente; en un tercer árbol analizado se observó 26.7 % de los frutos con pulpa amarilla y el resto pulpa transparente. Es de destacar que la escala de colores con la que se contaba fue muy discriminante, ya que cada clase correspondía a un color diferente y no a tonos dentro de un mismo color (ver figura de anexos No. 12).

Para FORB la clase predominante fue CC (ver figura de anexos No. 13) que coincide con el fenotipo de la madre ya que dicho genotipo presentó en los 10 frutos analizados la característica CC. El progenitor Briano mostró 10 frutos

con la forma cóncavo, pudiendo ser la razón de que en la progenie TxB se observara esta forma de base (ver histograma). Para el progenitor Delpiano 8 de los frutos presentaron forma truncado, 1 con cuello y 1 convexo. Dado que los fenotipos de los progenitores paternos están escasamente representados en la F1, se podría sugerir que la clase CC corresponde al fenotipo dominante. Sin embargo habría que analizar los datos de cruzamientos recíprocos de estos mismos cruzamientos para validar esta afirmación. Por otra parte se puede destacar que la clase cóncava sólo se observó en TxB siendo el padre Briano productor de fruta de clase cóncavo. En las plantas analizadas por Cunda (2006) la característica predominante fue convexa en 3 plantas y truncada en una sola planta. En cambio en la evaluación de Mara (2012) no se encontró ningún fruto con base con cuello, cóncava y aguda. Dicha autora obtuvo en el primer árbol de evaluación el 100 % de los frutos con base truncada, en el segundo árbol esta proporción bajó a 75 % y un 25 % convexa, para el tercer árbol las proporciones fueron 70 % y 30 % con base truncada y convexa respectivamente. Puppo (2008) obtuvo para la forma convexo el 62 % de los frutos analizados, truncado 19 %, agudo 14 % y cóncavo 5 %, es de destacar que se encontraron sólo 3 frutos con la clase con cuello de los 863 frutos analizados.

Para la variable RUG se observaron 3 clases siendo la clase algo rugoso marcadamente predominante (85.32 %), seguida de 7.63 % cáscara lisa y un 7.02 % cáscara rugosa (ver figura de anexos No. 14). No se observó la clase muy rugosa en ninguna de las 2 poblaciones. En el progenitor femenino de los 10 frutos analizados 9 presentaron cáscara lisa y 1 algo rugosa. En cambio Delpiano presentó los 10 frutos con cáscara rugosa y Briano 7 frutos con cáscara muy rugosa y 3 con cáscara rugosa. Estos datos indicarían que la variante de menor rugosidad es dominante frente a rugoso. En las plantas analizadas por Cunda (2006) todas las plantas presentaron frutos con cáscara semirugosa. En la evaluación hecha por Mara (2012) encontró en los árboles 1 y 3 el 100 % de los frutos con cáscara semirugosa, mientras que en la planta 2 encontró frutos con cáscara rugosa. Puppo (2008) encontró también que la mayoría de los frutos silvestres analizados tenían una cáscara algo rugosa, el 66 % de los frutos analizados, analizando 866 frutos, y el 21 % cáscara lisa. La minoría presentó cáscara rugosa (12 %) y 1 cáscara muy rugosa.

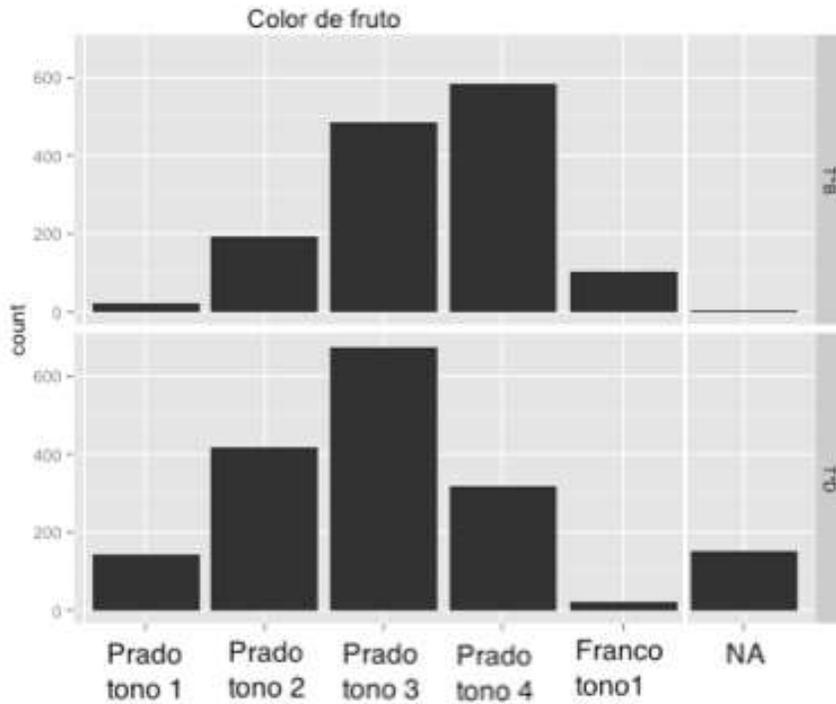


Figura 35. Histogramas de frecuencias para la variable COLF para la población TxB y TxD (NA: datos perdidos)

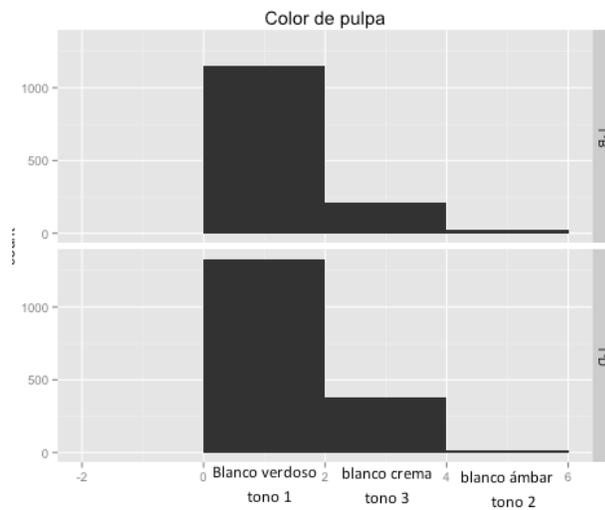


Figura 36. Histogramas de frecuencias para la variable COLP para la población TxB y TxD

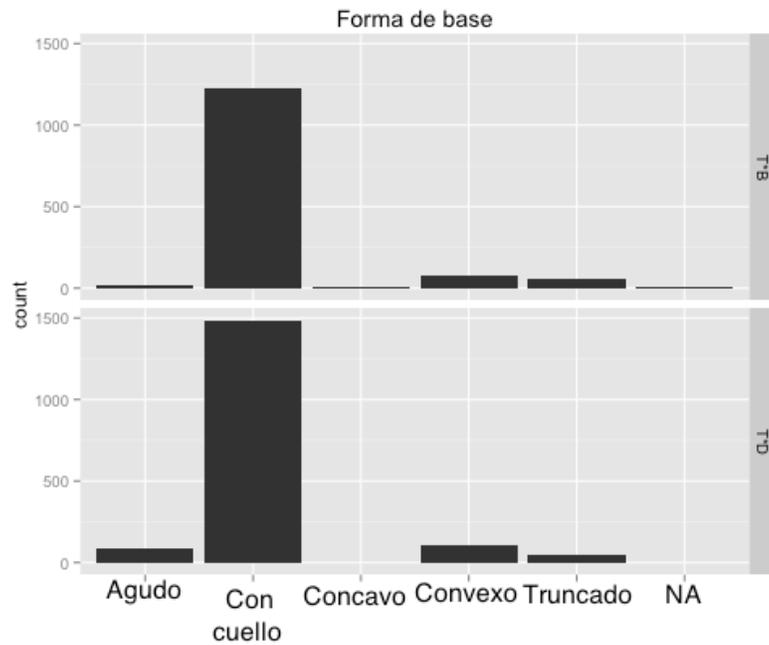


Figura 37. Histogramas de frecuencias para la variable FORB para la población TxB y TxD

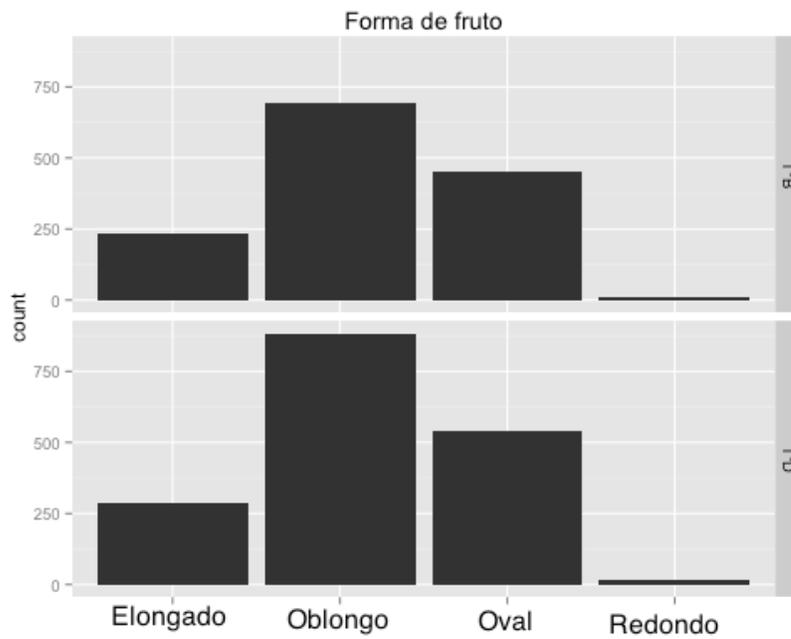


Figura 38. Histogramas de frecuencias para la variable FORF para la población TxB y TxD

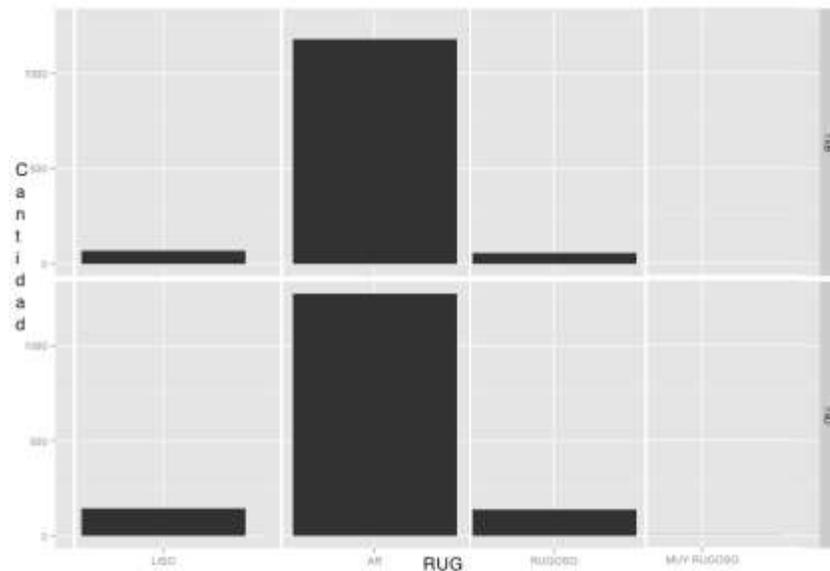


Figura 39. Histogramas de frecuencias para la variable RUG para la población TxB y TxD

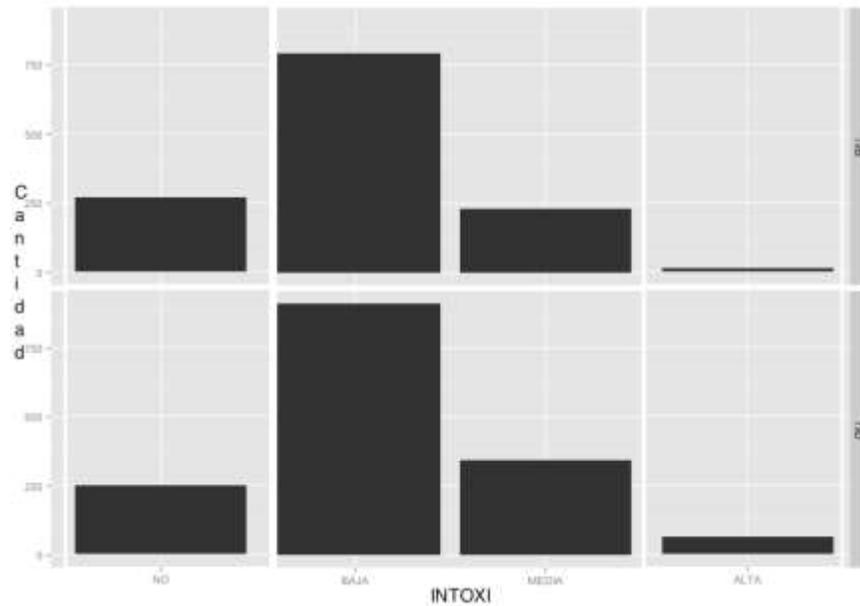


Figura 40. Histogramas de frecuencias para la variable INTOXI para la población TxB y TxD

4.3 ANÁLISIS DE VARIABLES CUANTITATIVAS CON VARIABLES CUALITATIVAS

En la figura No. 41 se puede observar 2 copias de la gráfica de correlación entre las variables PF y PP (para las 2 poblaciones) en las cuales se identifica cada fruto individual según su categorización para las variables INTOXI (gráfica de la izquierda) y RUG (gráfica de la derecha). En la gráfica de la izquierda la dispersión de los frutos con baja intensidad de oxidación abarca todo los tamaños de frutos. Además los datos parecerían indicar que la categoría alto nivel de oxidación corresponderían con los frutos de tamaño mayores al promedio y la ausencia de oxidación se correspondería con frutos menores al promedio. Esto es solo una tendencia y no se puede afirmar que así sea ya que las clases de intensidad de oxidación no están representadas equitativamente.

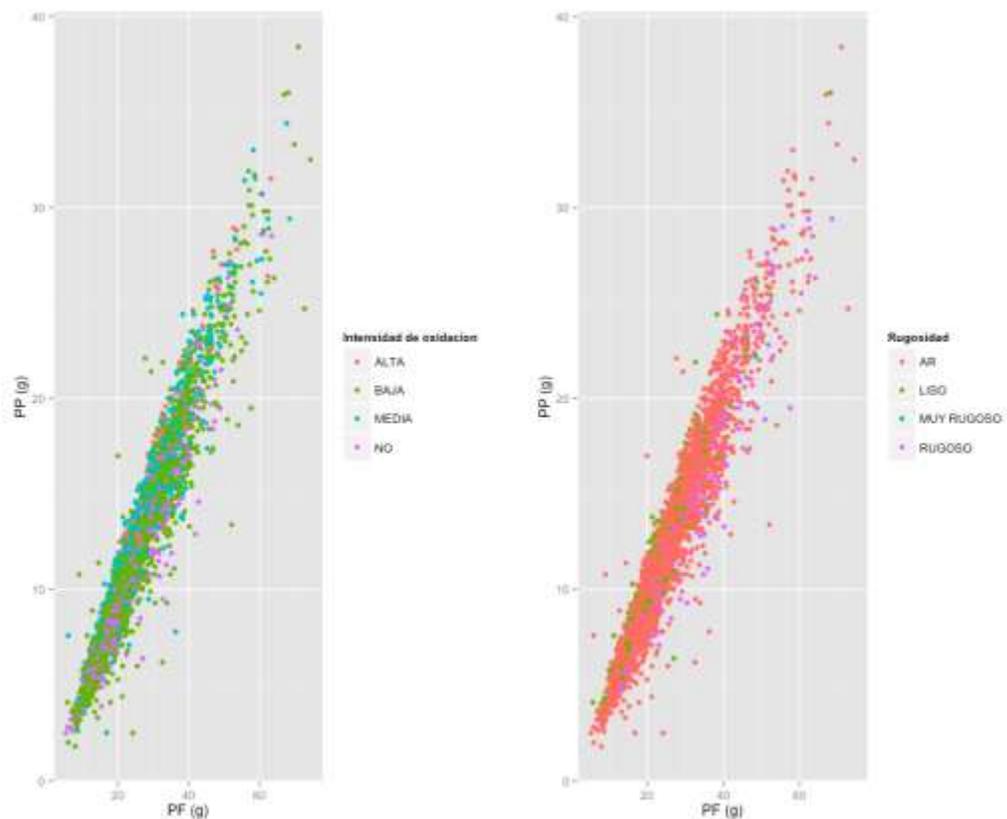


Figura 41. Gráfico de dispersión para las variables PF y PP basado en 3110 frutos muestreados en TxB y TxD. Para cada fruto se indica la clasificación en INTOXI (izquierda) y nivel de RUG (derecha)

En la gráfica de la derecha la categoría cáscara AR está dispersa en frutos de todos los tamaños. En cambio la categoría liso estaría restringida o acotada a tamaño de frutos menores al promedio.

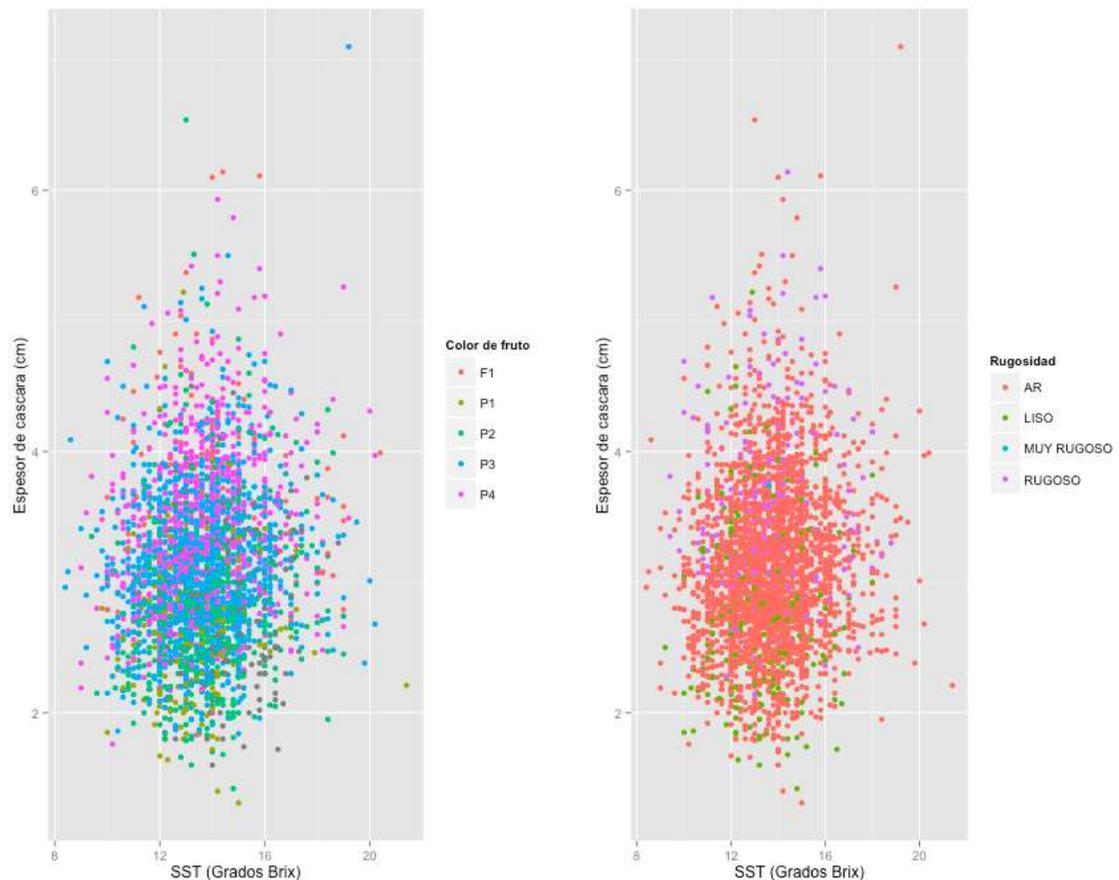


Figura 42. Gráfico de correlación, ECAS en función de los SST, como variable cualitativas se presentan COLF y RUG (n=3110)

En la figura No. 42 se observan 2 copias de la gráfica de correlación entre ECAS y SST. Como ya se había indicado antes (figura No. 27) estas 2 variables están débilmente correlacionadas ($r=0.19$). En la gráfica de la izquierda cada punto corresponde a frutos individuales categorizados según COLF y en la derecha según RUG. Se observa que los frutos más oscuros (F1 y P4) corresponden con frutos con espesores de cáscaras superiores al promedio; mientras que los colores más claros (P1 y P2) corresponden a frutos de cáscara más fina. Por el contrario los colores de fruta se distribuyeron uniformemente en todo el rango de SST. En la gráfica de la derecha se observa que la clase AR ocupa todo el rango de ECAS; la categoría lisa comprende

frutas con ECAS inferiores al promedio y la categoría rugosa se asocia con ECAS superiores al promedio. A esta misma conclusión llegó Calvete (2013), teniendo los frutos rugosos y muy rugosos un espesor de cáscara de 3.9 mm y 3.72 mm respectivamente y los de cáscara lisa y algo rugosos un espesor de cáscara de 2.34 mm y 2.97 mm respectivamente. Es de destacar que al considerar valores de SST mayores a 18° Brix toda la fruta correspondió exclusivamente a nivel de rugosidad AR y niveles promedios de ECAS indicando que hay una fuerte asociación para altos niveles de SST. Si se considera únicamente estas variables no se estaría observando en las progenies el fenotipo de la madre: cáscara lisa, ECAS fino y valores de SST superiores a 18° Brix.

4.4 ESTUDIO DE MATERIAL DESTACADO

A los efectos de identificar entre las progenies analizadas materiales con alto potencial de convertirse en variedades se diseñó una estrategia de selección en base a las variables PF y SST. Las plantas seleccionadas deberían cumplir con las siguientes 2 condiciones: que pesaran como mínimo 45 g y que tuvieran un valor de SST como mínimo de 13° Brix. Este análisis fue realizado con los datos promedios por planta, es decir que en promedio los frutos van a pesar más de 45 g cada uno y van a tener un valor mayor de 13° Brix. Una evaluación de Cunda (2016) en plantas para producción y seleccionando los frutos para consumo dio como resultado un valor de SST de 13° Brix, se tomó este valor como referencia en este estudio. Las plantas que presentaron esta combinación de características seleccionadas en el presente trabajo fueron 4, distribuidas equitativamente entre las 2 poblaciones: TxB-166; TxB-173; TxD-39 y TxD-172.

Cuadro 9. Plantas candidatas para la producción comercial por presentar características destacadas

Cruza	Planta	PF	SST	PP	RCAS	ESPC	AF	DF	A/D	ATT
TxB	166	46	15.7	24.1	8	3.2	57.5	38.6	1.5	0.5
TxB	173	54.7	14	22.3	10.9	4.8	62	41.6	1.5	0.84
TxD	39	49.7	11.5	24.7	8.7	3.9	57.9	41.6	1.4	0.51
TxD	172	46.7	13.6	20.4	9.2	4.2	58.9	39.5	1.5	0.96

Se puede observar en el cuadro No. 9 el detalle para las plantas seleccionadas para el comportamiento de 7 variables adicionales. Las plantas seleccionadas presentarían ECAS superiores al promedio y difieren en los niveles de ATT. Un análisis sensorial de las frutas de estas plantas con

asignación de puntaje enriquecería este proceso de selección. Es válido aclarar que estos valores se obtuvieron en plantas sin podar y en un marco de plantación de 4 x 1 y sin practicarle ningún tipo de raleo. Si se evaluaran estas plantas en un marco de plantación comercial, con poda y raleo los valores de PF probablemente aumentarían.

Es de destacar que la planta TxD 039 presentó un peso de 49.7 g pero los SST fueron de 11.5° Brix. Esta planta fue de todas maneras seleccionada dado que tuvo buen comportamiento en las otras características.

5 CONCLUSIONES

- Se evaluaron 9 características cuantitativas y 6 cualitativas asociadas a calidad de fruta en 2 poblaciones F1 de guayabo del país.
- Las mayores variaciones fueron en PP, PF y ATT.
- Las menores variaciones fueron en DF, A/D, RCAS y SST.
- Todas las características cuantitativas presentaron el mismo rango de variación (desvío estándar) en las 2 poblaciones.
- Los frutos más pesados son más grandes y presentan mayor peso de pulpa.
- La ATT y SST no se asocian entre sí y su asociación es débil con las otras variables.
- Las variables de tamaño y peso de fruto no se correlacionan con las variables SST y ATT.
- Las progenies presentaron en general piel algo rugosa, siendo intermedia entre los padres, liso x rugoso.
- En cambio, para COLF, COLP, FORB e INTOXI las progenies prevalentemente fueron similares a la madre Tacuarembó.
- La escala de colores para la variable COLP no fue muy discriminante, obteniendo la mayoría de los frutos en un solo color.
- Al analizar todas las variables cuantitativas a la vez (PCA) se observó: la principal fuente de variación (PC1) se relaciona al PF, PP, ECAS y variables relacionadas a dimensiones de fruto. La segunda fuente de variación (PC2) se asocia a ATT, SST y RCAS.
- El PCA permitió también observar la dispersión de los individuos en las poblaciones.
- La dispersión de los genotipos de ambas progenies en el gráfico PCA fue similar en magnitud, pero con un solapamiento parcial.
- La población TxB tiende a dar frutos más pesados y con más alto SST.
- La alta correlación detectada entre algunas variables podría reducir el número de variables a seleccionar en los programas de mejoramiento.
- A pesar de que las poblaciones están en ambientes diferentes los valores de correlación y CV de las variables cuantitativas no variaron mucho (ver figuras No. 2 y 3 de anexos).
- Para trabajos futuros restaría analizar el efecto año, variación intra-planta y el análisis simultáneo de variables cuantitativas y cualitativas.
- Este trabajo enriquece las conclusiones previamente aportadas por Puppo (2008) en base a colectas de frutas silvestres *in-situ*, sobre las variables de calidad de fruta y sus asociaciones. Este trabajo representa el primer registro de variables de calidad de fruta para un número importante de frutos (más de 3000) provenientes de 2 poblaciones grandes (n=139 en TxB y n=172 en TxD) instaladas en estaciones experimentales lo cual permite estudiar de forma más robusta el

comportamiento de las variables individualmente así como el patrón de asociación entre ellas.

6 RESUMEN

El guayabo del país (*Acca sellowiana*) es una especie frutal nativa del Uruguay y Brasil. La producción y el procesamiento de fruta de guayabo para mercado doméstico y externo está desarrollado en Nueva Zelanda y Colombia, mientras que es muy incipiente en Brasil y Uruguay. La fruta es considerada atractiva por el consumidor tanto por sus propiedades organolépticas como las nutracéuticas. Sin embargo, existe muy poca información desarrollada hasta el momento sobre el comportamiento de las variables más relevantes asociadas a calidad de fruta. El objetivo del trabajo fue describir la distribución de los datos de 15 variables, determinar el grado de asociación entre las variables cuantitativas y analizar globalmente las correlaciones obtenidas mediante un análisis multivariado (PCA). El análisis se realizó en el año 2015 en 2 poblaciones F1: i) TxD, instalada en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Salto (172 plantas) y ii) TxB en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía Salto (139 plantas). Se cosecharon 10 frutos por planta, con el método “touch picking”. Las variables cuantitativas estudiadas fueron: peso de fruto y de pulpa (PF y PP), altura y diámetro de fruto (AF y DF), resistencia de cáscara (RCAS), espesor de cáscara (ECAS), sólidos solubles totales (SST), acidez total titulable (ATT) y relación altura/diámetro (A/D). Las variables cualitativas incluyeron color de fruto y de pulpa (COLF y COLP), forma de base (FORB), forma de fruto (FORF), rugosidad e intensidad de oxidación (RUG e INTOXI). En ambas poblaciones, los caracteres con mayor variación fueron: PF, PP, ECAS y ATT. Se observaron muy altas correlaciones entre pares de variables asociadas a tamaño y peso de fruto. En cambio estas variables se asociaron muy débilmente con los parámetros ATT y SST. Las altas correlaciones detectadas entre algunas variables podrían disminuir el número de variable a seleccionar en un programa de mejoramiento. El PCA generado con las variables cuantitativas reveló que los 2 primeros componentes explicaron el 68 % de la variabilidad observada. El CP 1 se asocia a caracteres de tamaño y PP y CP 2 a SST, ATT y RCAS. En el gráfico PCA las poblaciones TxB y TxD se superpusieron sólo parcialmente. La población TxB tiende a producir frutos más grandes y con más alto SST. En cada población existe un predominio de una única clase cualitativa, la cual en general coincide con la expresada en la madre Tacuarembó excepto RUG.

Palabras clave: Guayabo; Fenotipado; Análisis multivariado.

7 SUMMARY

Pineapple guava (*Acca sellowiana* Berg. Burret), is a fruit species native to Uruguay and Brazil. The production and processing of feijoa fruit for domestic and external markets has been mainly developed in New Zealand and Colombia, while it is still incipient in Brazil and Uruguay. The fruit is considered attractive by the consumer for both its organoleptic and nutraceutical properties. However, the information about the most relevant fruit quality traits is limited. The objectives of the study were to describe the distribution of 15 fruit morphological variables, determine the degree of association between these quantitative variables and analyze the correlations between them through a multivariate analysis (PCA). The variables were evaluated in only one year (2015) in two full-sib F1 populations: i) TxD, planted in the Salto Grande station of the Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (172 individuals) and ii) TxB in the Estación Experimental Salto of the Facultad de Agronomía (139 individuals). Ten fruits per plant were harvested by a “touch picking” method. The quantitative variables studied were: fruit weight (PF), pulp weight (PP), fruit height (AF), fruit diameter (DF), skin firmness (RCAS), skin thickness (ECAS), total soluble solids (SST), total titratable acidity (ATT) and height/diameter ratio (A/D). The qualitative variables included: fruit color (COLF), pulp color (COLP), base form (FORB), fruit shape (A/D), skin roughness (RUG) and pulp oxidation intensity (INTOXI). In both populations, the characters with the highest variation were: PF, PP, ECAS and ATT. Very high correlations were observed between pairs of variables associated with fruit size and weight. In contrast, these variables very weakly were associated with the ATT and SST parameters. The high correlations detected between some of these variables would be useful to reduce the number morphological variables that would need to be evaluated in the breeding program, thus increasing the efficiency of the selection process. The PCA generated with the quantitative variables revealed that the first two components accounted for 68 % of the observed variability. CP 1 was associated with fruit size and weight characters and PC 2 to SST, ATT and RCAS. The PCA plot showed a clear clustering of individuals from TxB and TxD populations. However both populations are slightly overlapped. The TxB population tends to produce larger fruits with higher SST values.

Keywords: Pineapple guava; Morphological variables; Multivariate analysis.

8 BIBLIOGRAFÍA

1. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echevarría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimientos de suelos del Uruguay; clasificación de suelos del Uruguay. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
2. Baccino, E. 2011. Estructura genética de cuatro poblaciones silvestres de *Acca sellowiana* (Berg) Burret situadas en el noreste de Uruguay. Tesis Lic. Ciencias Biológicas. Montevideo, Uruguay. Facultad de Ciencias. 97 p.
3. Brussa, S. C.; Grela, G. I. 2007. Flora arbórea del Uruguay, con énfasis en las especies de Rivera y Tacuarembó. Montevideo, COFUSA. 544 p.
4. Cañizares, A.; Laverde, D.; Puesme, R. 2003. Crecimiento y desarrollo del fruto de guayaba (*Psidium guajava* L.) en Santa Bárbara, Estado Monagas, Venezuela. Revista UDO Agrícola. 3 (1): 34-38.
5. Cunda, J. 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.
6. Degenhardt, J.; Orth, A. I.; Guerra, M. P.; Ducroquet, J. P.; Nodari, R. O. 2001. Morfología floral da goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*) e suas implicações da polinização. Revista Brasileira de Fruticultura. 23 (3): 718-721.
7. _____; Ducroquet, J. P.; 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 (Jaboticabal). 25: 475-479.
8. Ducroquet, J-P. H. J.; Hickel, E. R.; Nodari, R. O. 2000. Goiabeira-serrana (*Feijoa sellowiana*). Jaboticabal, SP, FUNEP. 66 p. (Série Frutas Nativas).
9. Esemann, K.; Pmota, A.; Kerbauy, G.; Guerra, P.; Ducroquet, J.; Pescador, P. 2008. Estudo anatômico do crescimento do fruto em *Acca sellowiana* Berg. Revista Brasileira de Fruticultura (Jaboticabal). 30 (2): 296-302.

10. Feippe, A.; Ibáñez, F.; Calistro, P.; Zoppolo, R.; Vignale, B. 2011. Uruguayan native fruits provide antioxidant phytonutrients and potential health benefits. *Acta Horticulturae*. no. 918: 443-447.
11. Fischer, G.; Miranda, D.; Cayón, G.; Mazorra, M. 2003a. Cultivo, poscosecha y exportación de la Feijoa (*Acca sellowiana* Berg.). Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. 151 p.
12. _____. 2003b. Ecofisiología, crecimiento y desarrollo de la feijoa. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. 20 p.
13. Gallego, S.; Riaño, C.; Gallego, L. 2003. Determinación del comportamiento químico y fisiológico de *Feijoa sellowiana* en almacenamiento. *Revista Cenicafé*. 54(1): 50-62.
14. Jolochin, G. 2007. Revisión de *Myrtaceae* Adans. de la flora uruguaya. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 296 p.
15. Kader, A. 2016. Feijoa; recomendaciones para mantener la calidad postcosecha (en línea). Davis, California, University of California. Department of Plant Science. s.p. Consultado feb. 2016. Disponible en http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Fruit_Spanish/?uid=17&ds=802
16. MAP. DSF (Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Fertilizantes, UY). 1976. Carta de grupos de suelos CONEAT. (en línea). Montevideo, MGAP. RENARE. s.p. Consultado 15 jul. 2016. Disponible en <http://web.renare.gub.uy/js/visores/coneat/>
17. Mara, V. 2012. Aportes al conocimiento de la biología floral y reproductiva y caracterización del guayabo del país (*Acca sellowiana* (Berg.) Burret). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 72 p.
18. Mattos, J. 1986. A goiabeira serrana. Porto Alegre, Brasil, Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis "AP". 84p. (Publicação IPRNR no. 19).
19. MGAP. RENARE (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Recursos Naturales Renovables, UY). 2012.

Servicios WMS.(en línea). Montevideo. s.p. Consultado 13 oct. 2015. Disponible en <http://www.cebra.com.uy/renare/visualizadores-graficos-y-consulta-de-mapas/>

20. Parra, C.; Fischer, G.; Camacho, T. 2015. Development and quality of pineapple guava fruit in two locations with different altitudes in Cundinamarca, Colombia. *Revista Bragantia*. 74 (3): 359-366
21. Patterson, K. 1990. Effects of pollination on fruit set, size, and quality in feijoa (*Acca sellowiana* (Berg.) Burret). *Revista Crop and Horticultural Science*. 18:127-131.
22. Plant and Food Research Institute of New Zealand, NZ. 2014. Fresh Facts New Zealand Horticulture 2011. (en línea). Auckland. s.p. Consultado 12 oct. 2016. Disponible en <http://www.freshfacts.co.nz/files/freshfacts-2015.pdf>.
23. Poehlman, A. 2005. Mejoramiento genético de las cosechas. 2ª.ed. Balderas, Limusa. 511 p.
24. Puppo, M. 2008. Prospección y caracterización de poblaciones silvestres de *Acca sellowiana* (Berg.) Burret. (Guayabo del país). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 141 p.
25. _____.; Rivas, M.; Franco, J.; Barbieri, R. 2014. Propuesta de descriptores para *Acca sellowiana* (Berg.) Burret. *Revista Brasileira de Fruticultura (Jaboticabal)*. 36(4): 957-970.
26. R Core Team, 2017 R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. s.p.
27. Rodríguez, M.; Arjona, H.; Galvis, J. 2006. Maduración del fruto de feijoa (*Acca sellowiana* Berg) en los clones 41 (Quimba) y 8-4 a temperatura ambiente en condiciones de a sabana de Bogotá. *Revista Agronomía Colombiana*. 24 (1): 68-76.
28. _____.; _____.; Fischer, G.; Campos, H.; Chaparro, M. 2010. Aspectos anatómicos del desarrollo del fruto de feijoa (*Acca sellowiana* (Berg.) Burret). *Revista Facultad Nacional Agronomía (Medellín)*. 63 (1): 5267-5273.

29. Rupavatharam, S. 2015. Manipulating harvest maturity and ethylene to extend storage life of feijoa. Thesis PhD. Palmerston North, New Zealand. Universidad of Massey. 221 p.
30. Santos, E.; Vera, M.; Mendoza, Y.; Días, C.; Cabrera, D.; Vignale, B. 2009. Polinizadores de *Acca sellowiana* Berg. Burret- guayabo del país. In: Encuentro Nacional sobre Frutos Nativos (5º., 2009, Salto). Resúmenes. Montevideo, INIA. pp. 16-21.
31. Santos, K. 2005. Bases genéticas de características de importancia agronômica em Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*). Tesis MSc. Santa Catarina, Brasil. Universidade Federal de Santa Catarina. 142 p.
32. Thorp, G.; Bieleski, R. 2002. Feijoas; origins, cultivation and uses. Auckland, New Zealand, Bateman. 87 p.
33. UdelaR. Fcien (Universidad de la República. Facultad de Ciencias. Departamento de Ecología y Ciencias Ambientales, UY). 2015. *Myrtaceae juss.* (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 09 oct. 2015. Disponible en http://www.thecompositaehut.com/www_tch/webcurso_spv/familias_pv/myrtaceae.html
34. Vela, P.; Salinero, C.; Piñon, P.; Sainz, M. 2016. Características del fruto de *Acca sellowiana* cultivada en Galicia. Pontevedra, Estación Fitopatológica do Areeiro. s.p.
35. Vignale, B.; Bisio, L. 2005. Selección de frutales nativos en Uruguay. In: Simposio de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe (2005, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Agrociencia (Montevideo). 9(1-2): 35-39.
36. Wikipedia. 2017. Coeficiente de correlación de Pearson. (en línea). s.l. s.p. Consultado el 6 abril 2017. Disponible en [https://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente de correlaci3n de Pears on](https://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_correlaci3n_de_Pearson)
37. Wilson, P.; O'brien, M.; Gadek, O.; Quinn, C. 2001. Myrtaceae revisited; a reassessment of infrafamilial groups. American Journal of Botany. 88 (11): 2013-2025.

38. Zomlefer, W. 1994. Guide to flowering plant family. Chapel Hill, University of North Carolina. 430 p.

9 ANEXOS

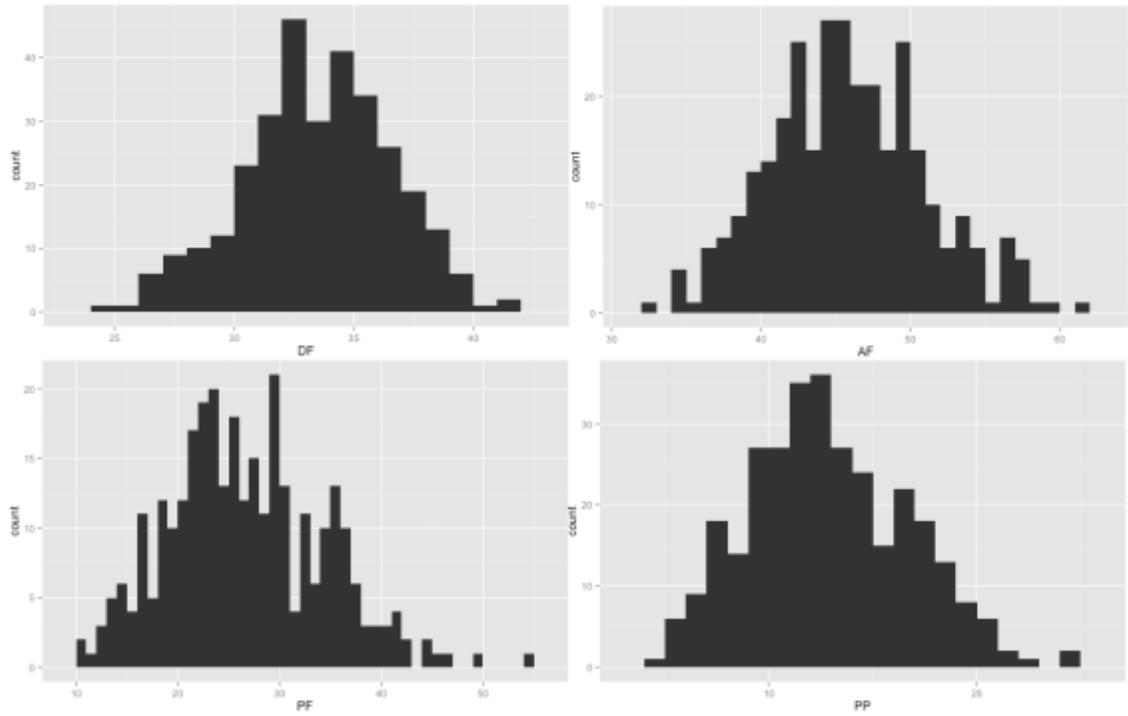


Figura 1. Histogramas de frecuencias para las variables cuantitativas

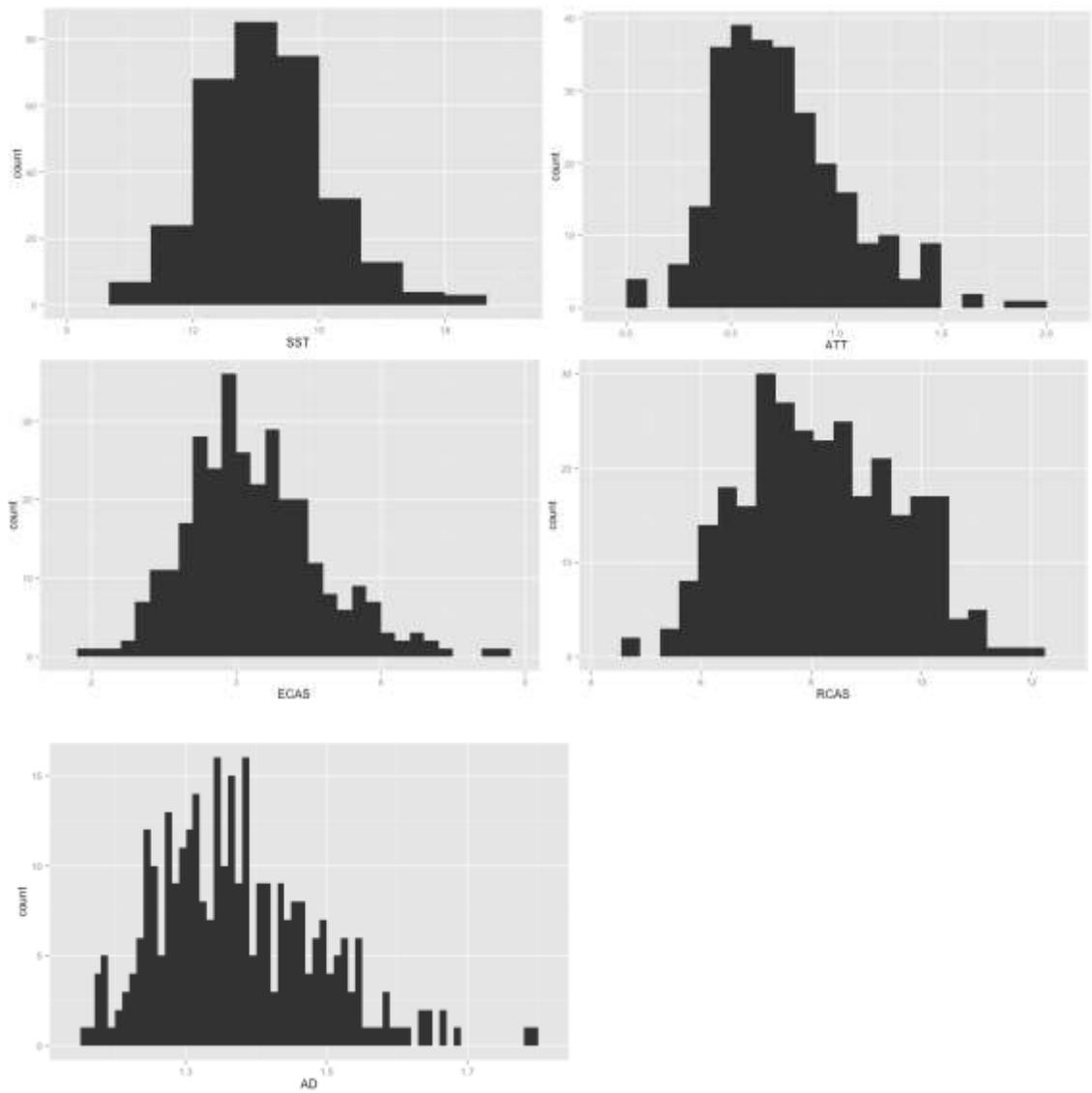


Figura 1. Histogramas de frecuencias para las variables cuantitativas (continuación)

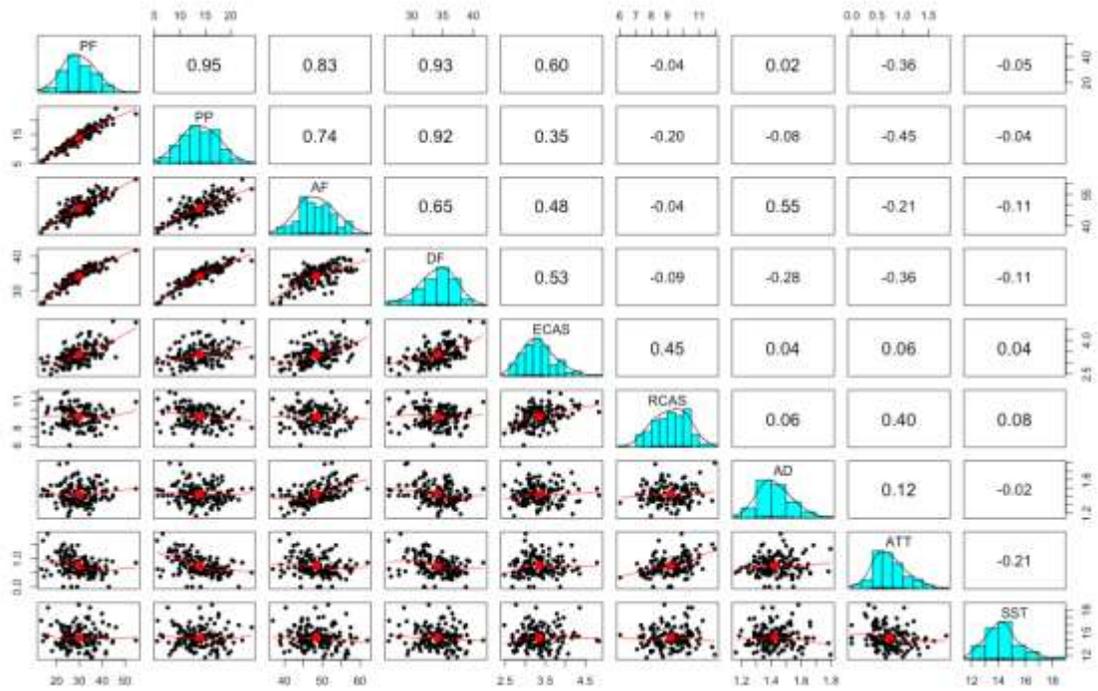


Figura 2. Correlaciones entre las variables cuantitativas para los promedios de la población TxB

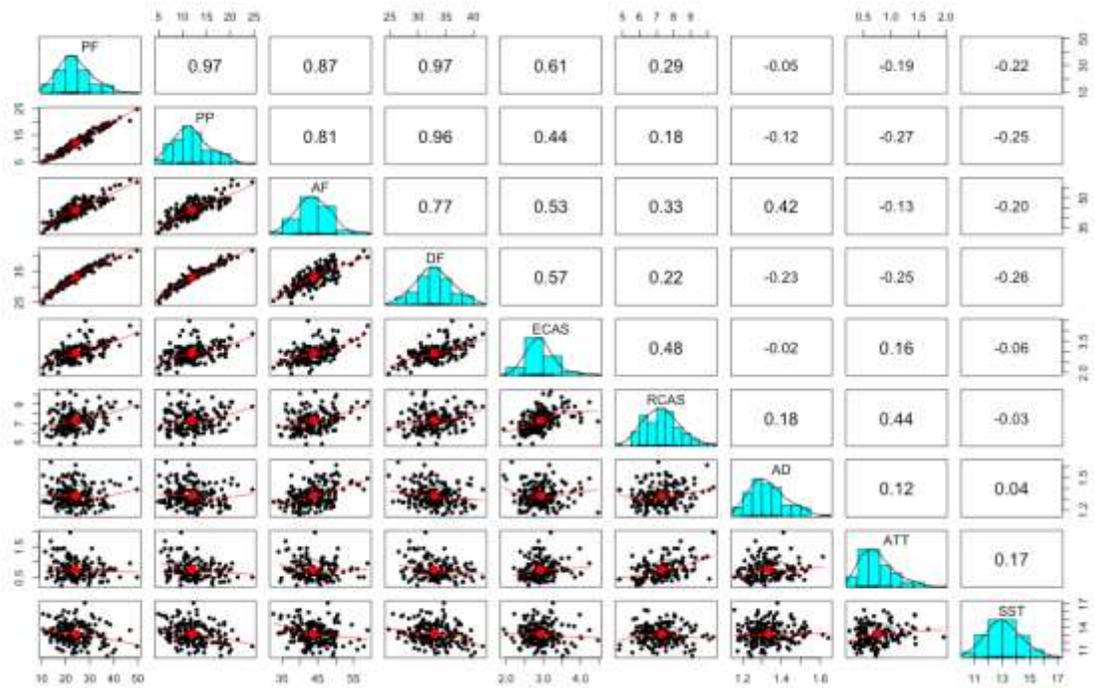
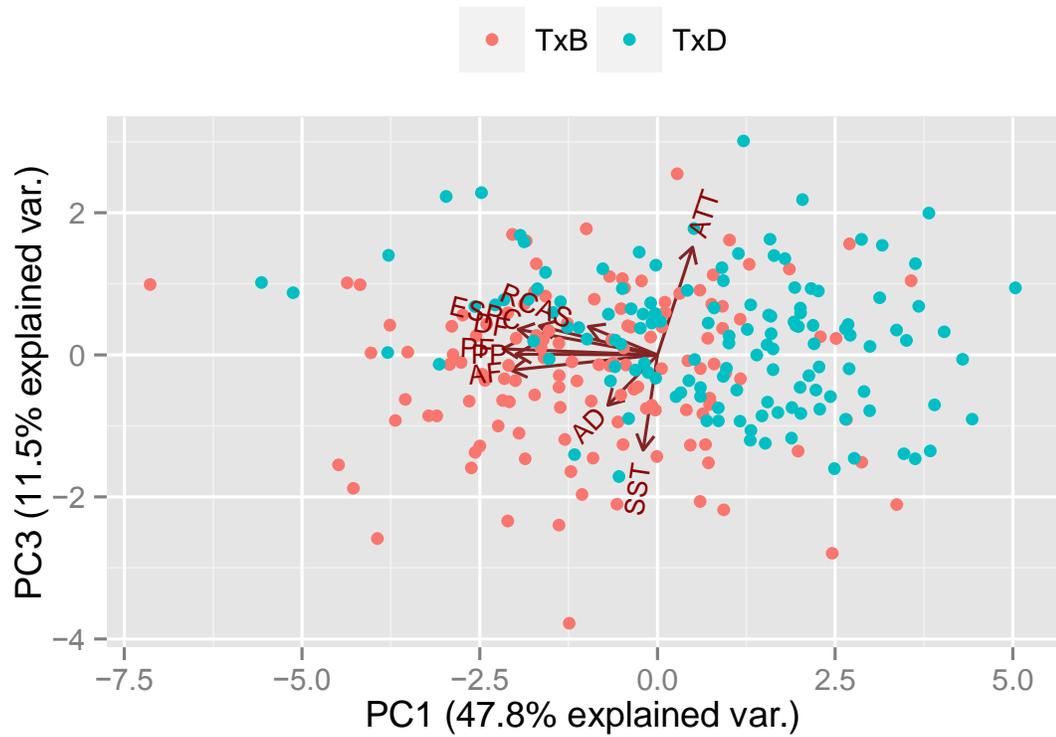
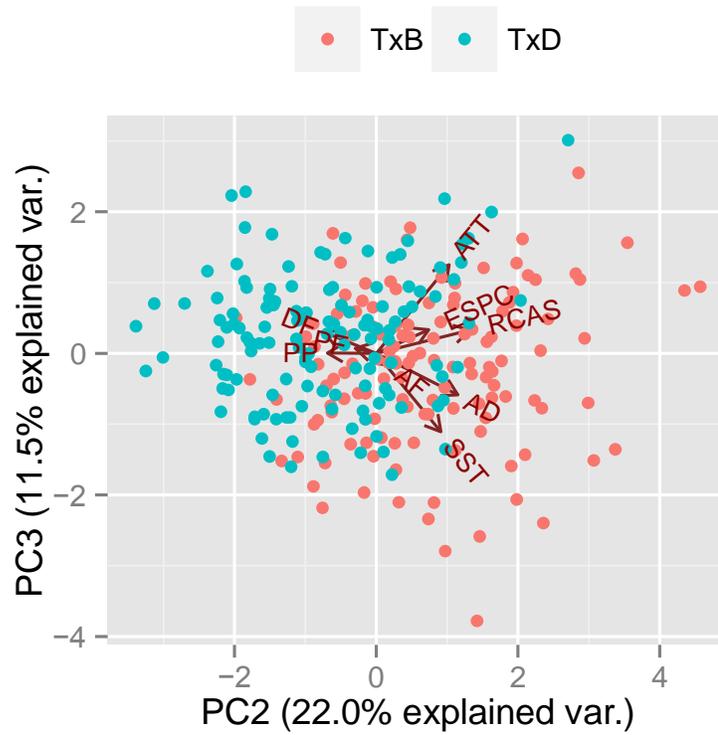


Figura 3. Correlaciones entre las variables cuantitativas para los promedios de la población TxD



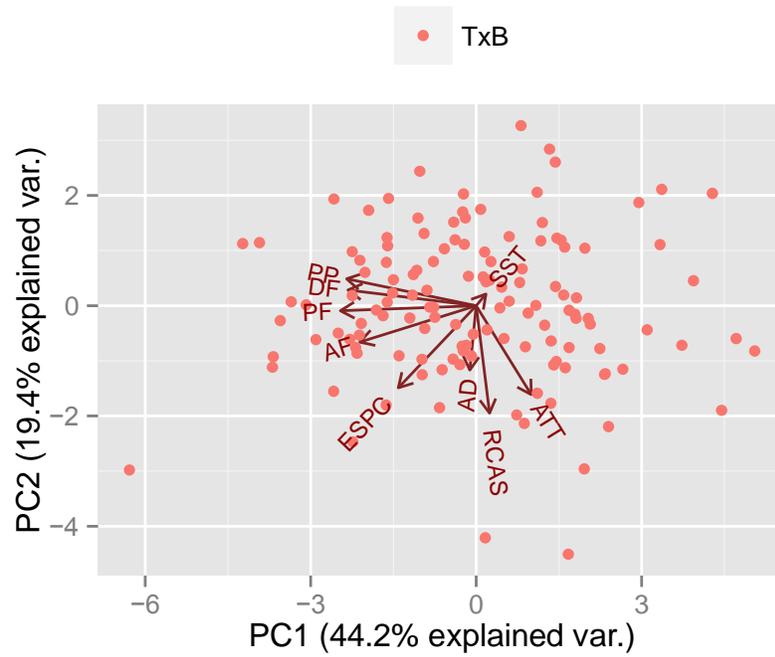
9 variables de calidad de fruta determinado por PCA, se indica el componente principal 1 y componente principal 3

Figura 4. Distribución de progenies F1 TxB (139 plantas) y TxD (172 plantas)



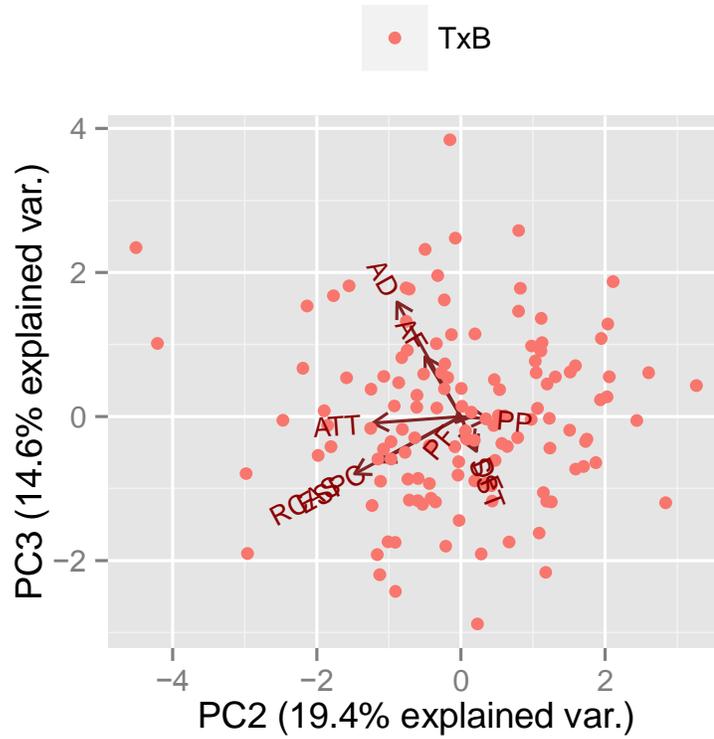
9 variables de calidad de fruta determinado por PCA, se indica el componente principal 2 y componente principal 3

Figura 5. Distribución de progenies F1 TxB (139 plantas) y TxD (172 plantas)



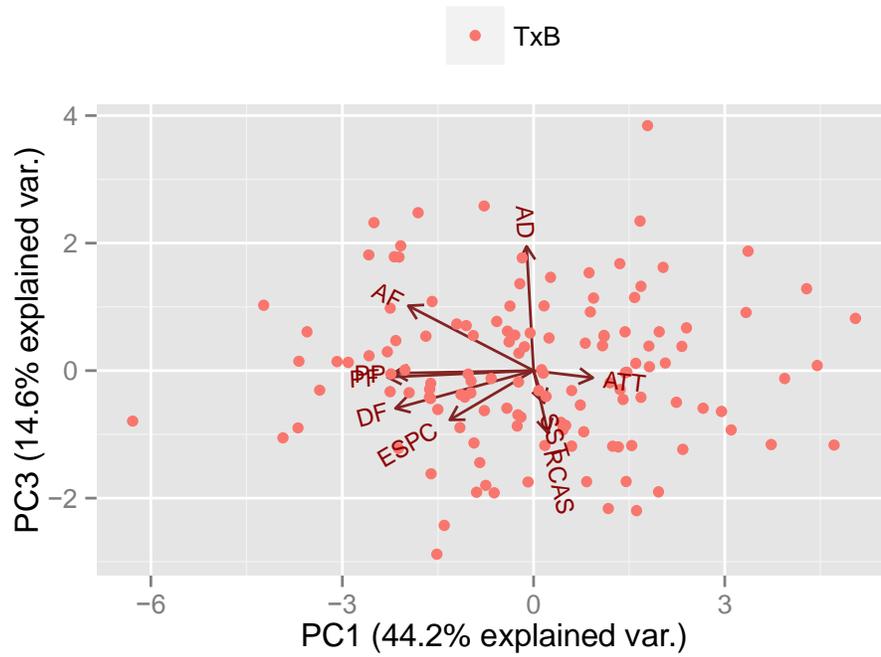
9 variables de calidad de fruta determinado por PCA, se indica el componente principal 1 y componente principal 2

Figura 6. Distribución de la progenie F1 TxB (139 plantas)



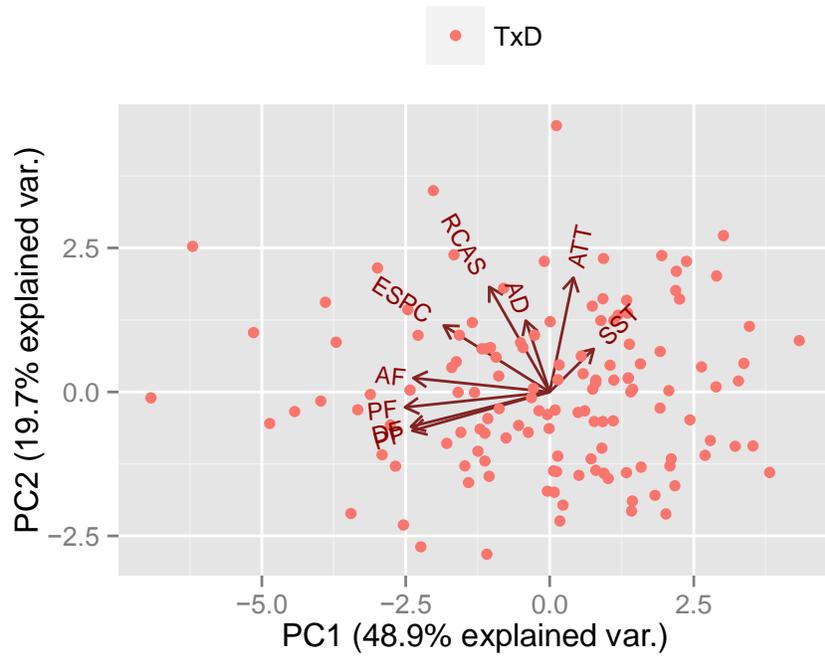
9 variables de calidad de fruta determinado por PCA, se indica el componente principal 2 y componente principal 3

Figura 7. Distribución de la progenie F1 TxB (139 plantas)



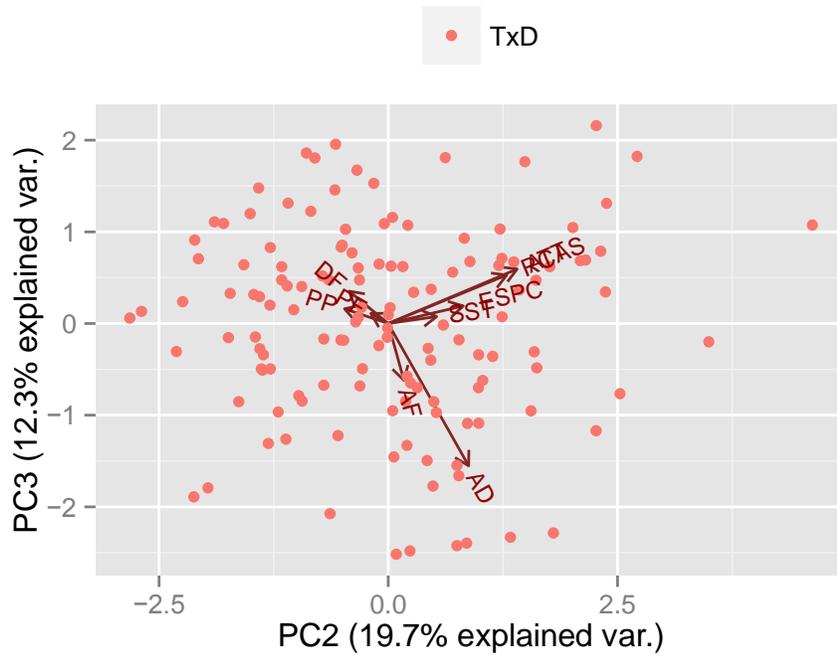
9 variables de calidad de fruta determinado por PCA, se indica el componente principal 1 y componente principal 3

Figura 8. Distribución de la progenie F1 TxB (139 plantas)



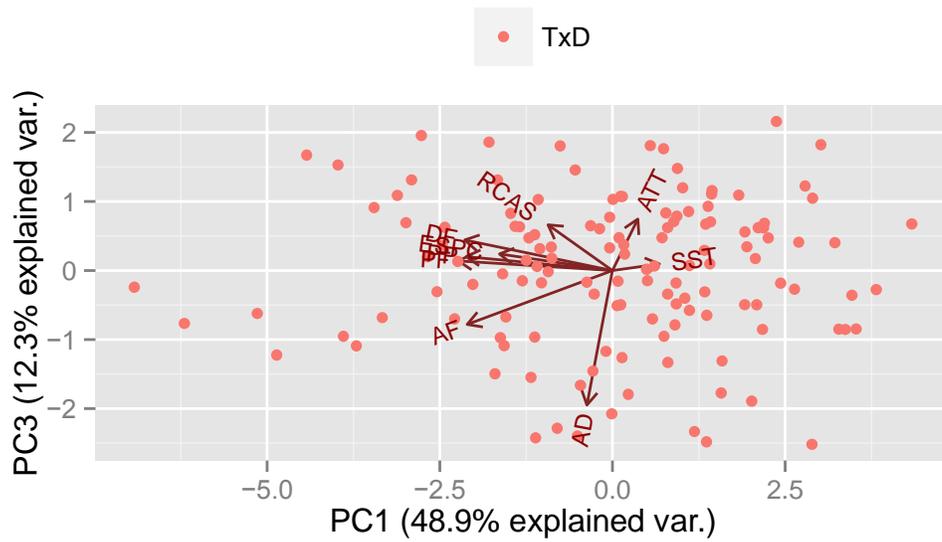
9 variables de calidad de fruta determinado por PCA, se indica el componente principal 1 y componente principal 2

Figura 9. Distribución de la progenie F1 TxD (172 plantas)



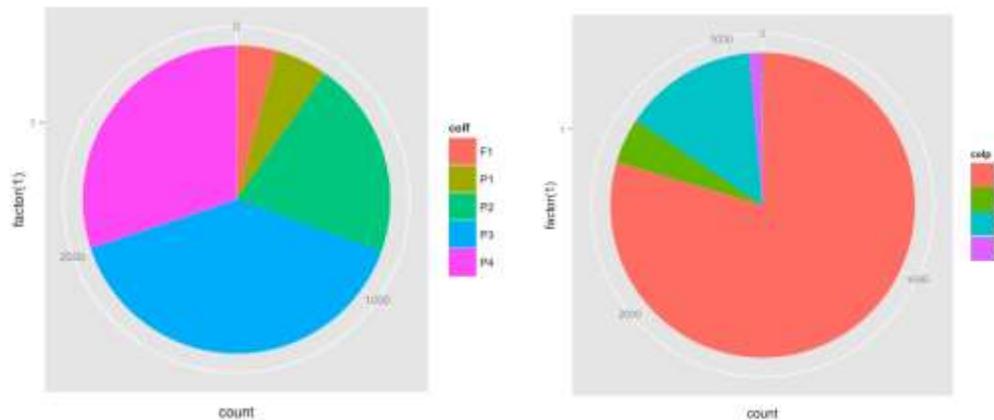
9 variables de calidad de fruta determinado por PCA, se indica el componente principal 2 y componente principal 3

Figura 10. Distribución de la progenie F1 TxD (172 plantas)

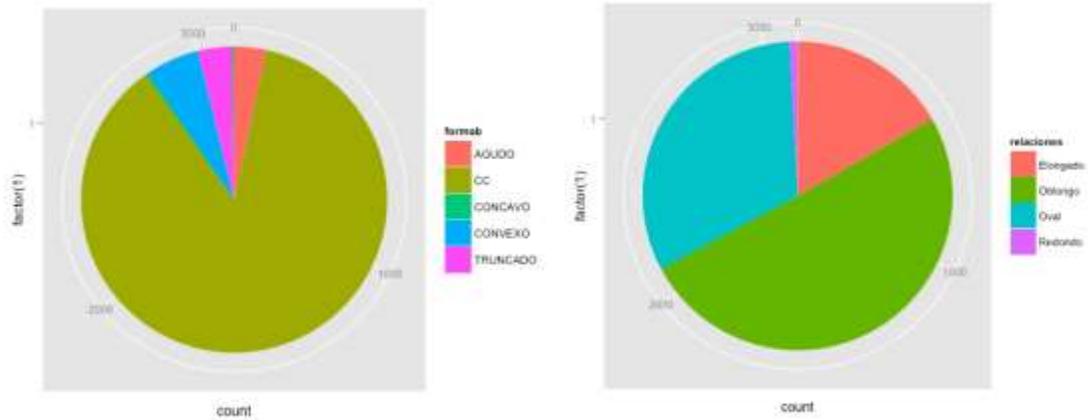


9 variables de calidad de fruta determinado por PCA, se indica el componente principal 1 y componente principal 3

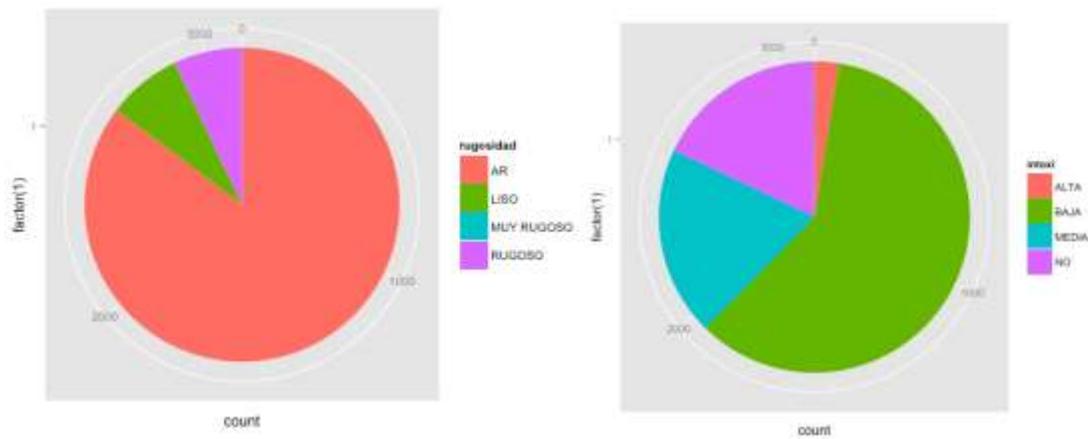
Figura 11. Distribución de la progenie F1 TxD (172 plantas)



Color de fruto (izquierda) n=2960, P1= prado 1, P2= prado 2, P3= prado 3, P4= prado 4 y F1= franco 1, color de pulpa (derecha) n=3110, 1= blanco verdoso, 2= blanco crema, 3= blanco ámbar y 4= amarillo de Nápoles
 Figura 12. Gráficos circular para las variables cualitativas COLF y COLP para las poblaciones TxB y TxD juntas



Forma de base (izquierda) n=3110, forma de fruto (derecha) n= 3110
 Figura 13. Gráficos circular para las variables cualitativas FORB y FORF para las poblaciones TxB y TxD juntas



Rugosidad de fruto (izquierda) n=3110, intensidad de oxidación (derecha) n= 3110
 Figura14. Gráficos circular para las variables cualitativas RUG e INTOXI para las poblaciones TxB y TxD juntas