

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**CARACTERIZACIÓN DE PLANTAS DE “GUAYABO DEL
PAÍS” (*Acca sellowiana* (Berg) Burret) DESDE UN
ENFOQUE FRUTÍCOLA**

por

Juan Nicolás CUNDA SISTO

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2006**

Tesis aprobada por:

Director: _____
Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Fecha: _____

Autor: _____
Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

A la Ing. Agr. Beatriz Vignale, por su orientación y constante apoyo a lo largo de este trabajo.

A los Ing. Agr. Danilo Cabrera y Gianfranca Camussi, por su invaluable aporte en todo momento.

Al Ing. Agr. Luís Bisio, por su iniciativa e interés permanente.

A la Ing. Agr. Mercedes Rivas, por sus valiosas sugerencias e información aportada.

A María Puppo por las invalorable instancias de búsqueda y revisión de antecedentes, comunes a nuestros trabajos.

A la Ing. Agr. Alicia Feippe, por su valioso asesoramiento.

Al Ing. Agr. Juan Pablo Nebel, por la información brindada y su buena disposición en todo momento.

A la familia Moizo, por brindar su predio para realizar el trabajo y por toda la información aportada.

A la Ing. Agr. Grisel Moizo por su valiosa ayuda en todo momento.

A los integrantes del Departamento de Documentación y Biblioteca, por su orientación técnica.

Especialmente a la familia y amigos por su apoyo constante.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	6
1. INTRODUCCIÓN	8
2. ANTECEDENTES	10
2.1. TAXONOMÍA Y DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	10
2.1.1. Referencias Taxonómicas	10
2.1.2. Descripción botánica	12
2.1.3. Biología reproductiva	12
2.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN	14
2.2.1. Centros de diversidad	14
2.2.2. Ecología y diversidad de poblaciones.....	14
2.2.3. Distribución en Uruguay.....	17
2.3. CULTIVO	18
2.3.1. Distribución mundial	18
2.3.2. Fenología y adaptación.....	20
2.3.3. Características del fruto	21
2.3.4. Manejo agronómico	23
2.3.4.1. Plantación	23
2.3.4.2. Poda.....	24
2.3.4.3. Raleo de frutos.....	25
2.3.4.4. Manejo del suelo y fertilización.....	25
2.3.4.5. Riego.....	26
2.3.4.6. Cosecha y poscosecha	26
2.3.5. Propagación.....	28
2.3.6. Plagas y enfermedades	29
2.4. DOMESTICACIÓN Y MEJORAMIENTO	31
2.4.1. Diversidad y selección	31
2.4.2. Cultivares.....	35
2.4.3. Conservación de germoplasma	38
2.5. MERCADOS, USOS ACTUALES Y POTENCIALES	39
3. MATERIALES Y MÉTODOS	42

3.1. MATERIALES.....	42
3.1.1. Material vegetal y ambiente.....	42
3.1.1.1. Ubicación, origen y características del cultivo.....	42
3.1.1.2. Descripción del ambiente.....	44
3.1.2. Relevamiento de información.....	48
3.2. MÉTODOS.....	49
3.2.1. Caracterización vegetativa.....	49
3.2.2. Comportamiento fenológico y productivo.....	51
3.2.3. Caracterización del fruto.....	54
3.2.3.1. Descripción morfológica.....	54
3.2.3.2. Características asociadas al consumo.....	55
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	57
4.1. CARACTERIZACIÓN VEGETATIVA.....	57
4.2. FENOLOGÍA DE LA FLORACIÓN.....	67
4.3. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO.....	69
4.3.1. Cuajado de frutos.....	69
4.3.2. Crecimiento del fruto.....	76
4.3.3. Cosecha.....	79
4.4. CARACTERIZACIÓN DE FRUTOS.....	86
4.5. FICHAS DESCRIPTIVAS.....	92
4.5.1. Ficha descriptiva planta 1.1.....	93
4.5.2. Ficha descriptiva planta 2.1.....	94
4.5.3. Ficha descriptiva planta 2.5.....	95
4.5.4. Ficha descriptiva planta 3.3.....	96
4.6. CONSIDERACIONES FINALES.....	97
5. CONCLUSIONES.....	99
6. RESUMEN.....	100
7. BIBLIOGRAFIA.....	102

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro 1. Descripción general de las plantas	58
Cuadro 2. Descripción de hojas	65
Cuadro 3. Fechas de Floración.....	67
Cuadro 4. Días de floración	68
Cuadro 5. Número de flores por rama según agrupamiento.....	70
Cuadro 6. Porcentajes de cuajado de frutos.....	71
Cuadro 7. Conteo de flores que permanecen (media de 4 ramas)	72
Cuadro 8. Cuajado de frutos por rama y número de hojas	73
Cuadro 9. Índice de eficiencia productiva para ramas	75
Cuadro 10. Días de floración a cosecha	80
Cuadro 11. Rendimiento (kg.) y número de frutos por planta	81
Cuadro 12. Índice de eficiencia productiva	82
Cuadro 13. Valoración de ondas de cosecha	86
Cuadro 14. Descripción de fruto	87
Cuadro 15. Sólidos solubles totales.....	88
Figura 1. Vista del cultivo.....	42
Figura 2. Disposición e identificación de plantas.	44
Figura 3. Croquis de suelos CONEAT y Fotografías Aéreas IMM.	45
Figura 4. Temperatura media mensual (INIA Las Brujas).....	46
Figura 5. Humedad relativa media mensual (INIA Las Brujas).	46
Figura 6. Precipitación media mensual (INIA Las Brujas).....	47
Figura 7. Régimen de heladas (INIA Las Brujas).....	47
Figura 8. Temperatura media y precipitaciones ciclo 2003/04 (INIA).....	48
Figura 9. Identificación de planta bajo estudio.....	49
Figura 10. Identificación de fruto evaluado.	53
Figura 11. Planta 1.1 Vista general.....	59
Figura 12. Planta 1.1 Detalle del tronco	59
Figura 13. Planta 2.1 Vista general	60
Figura 14. Planta 2.1 Detalle del tronco	60
Figura 15. Planta 2.5 Vista general.....	61
Figura 16. Planta 2.5 Detalle del tronco	61
Figura 17. Planta 3.3 Vista general.....	62
Figura 18. Planta 3.3 detalle del tronco	62
Figura 19. Planta 2.1 Detalle de densidad de ramas	63
Figura 20. Detalle de densidad de ramas en planta 2.5 (izquierda) y 3.3 (derecha)	64
Figura 21. Planta 1.1 Detalle de hojas.....	65
Figura 22. Planta 2.1 Detalle de hojas.....	65

Figura 23. Planta 2.5 Detalle de hojas	66
Figura 24. Planta 3.3 Detalle de hojas	66
Figura 25. Conteo de flores en cada planta	71
Figura 26. Distancia entre estilo y estambres	74
Figura 27. Crecimiento del fruto para las cuatro plantas.....	77
Figura 28. Precipitaciones ocurridas (en base a INIA Las Brujas).....	77
Figura 29. Diámetro inicial y crecimiento del fruto (planta 2.1)	78
Figura 30. Diámetro inicial y crecimiento del fruto (planta 2.5)	78
Figura 31. Evolución de la cosecha acumulada.....	84
Figura 32. Evolución del peso promedio de frutos	84
Figura 33. Evolución de la cosecha	85
Figura 34. Evolución del número de frutos cosechados	85
Figura 35. Frutos de la planta 1.1	89
Figura 36. Frutos de la planta 2.1	90
Figura 37. Frutos de la planta 2.5	91
Figura 38. Frutos de la planta 3.3	92

1. INTRODUCCIÓN

El “Guayabo del País” (*Acca sellowiana* (Berg) Burret), es una especie nativa del sur de Brasil y noreste de Uruguay. Hace más de un siglo fue colectado material en nuestro país y llevado a Francia de donde fue distribuido a varias partes del mundo. A partir de dicho material, se han iniciado programas de mejoramiento y cultivos comerciales principalmente en lugares como Nueva Zelanda, California y Colombia. En la región existen algunas experiencias recientes en investigación y mejoramiento, sin llegar aún al desarrollo de cultivos comerciales de primer nivel como ocurre con otras especies frutales domesticadas.

Uruguay, formando parte del centro de diversidad de la especie, ha tenido un proceso de selección de materiales por parte de pobladores en medios rurales y fruticultores principalmente de la zona sur del país. Este proceso de selección ha tenido como resultado la existencia de genotipos productivamente superiores, en establecimientos rurales y quintas frutícolas comerciales, donde fueran cultivadas plantas para autoconsumo o venta de la fruta, si bien el mercado ha sido marginal.

El enfoque frutícola está dado en función del alto potencial agronómico que presenta esta especie para su desarrollo a nivel comercial. La gran limitante hasta el presente ha sido la gran variabilidad de genotipos en cultivo, lo que ha determinado una producción muy heterogénea en cuanto a productividad y calidad de la fruta. Esto implica necesariamente la selección de individuos superiores caracterizados y evaluados para ser introducidos en proyectos de cultivos a escala comercial.

El presente estudio se enmarca dentro del Programa Frutales Menores de Facultad de Agronomía (EEFAS) y tiene como objetivo el estudio y caracterización de plantas de guayabo del país. Pretende realizar un aporte básicamente en cuanto al conocimiento general de la especie y una aproximación a su comportamiento en condiciones de cultivo.

En el trabajo de campo se utilizan caracteres morfológicos, fenológicos y productivos para caracterizar un cultivo de guayabo formado por plantas provenientes de semillas seleccionadas, instaladas en una empresa frutícola de Montevideo.

Los datos generados para cada genotipo estudiado son incluidos en una ficha descriptiva individual como forma de poner a disposición una información ordenada acerca de estos materiales que componen el germoplasma nacional.

Los resultados obtenidos aportan al conocimiento de *Acca sellowiana* como un recurso genético nacional de gran importancia para el país, la región y el mundo.

2. ANTECEDENTES

2.1. TAXONOMÍA Y DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

2.1.1. Referencias Taxonómicas

La especie *Acca sellowiana* (Berg) Burret conocida vulgarmente como guayabo del país, o guayabo en Uruguay; goiabeira serrana, goiabeira do mato y goiaba do campo en Brasil; pineapple guava en California y feijoa en Europa pertenece al orden Myrtales, familia Myrtaceae, subfamilia Mirtoideae, tribu Myrtae, género *Acca* (Berg).

La familia Myrtaceae está constituida por más de 100 géneros y 3600 especies fundamentalmente de América, Asia tropical y Australia. Compuesta por plantas leñosas arbustivas o arbóreas perennes (árboles de hasta 100 metros). De hojas simples, margen entero, opuestas o alternas, de forma variada. Flores agrupadas en dicasios cimosos (raramente solitarias): apanojadas, umbeliformes, corimbiformes, etc. Flores actinomorfas, hermafroditas, dialisépalas y dialipétalas, estambres numerosos, ovario ínfero, 2-6 locular, multiovulado, placentación axial. Las infinitas variaciones y flores con caracteres inconstantes e insuficientes, hacen que la mayoría de las veces se produzcan convergencias interespecíficas e intergenéricas, lo cual dificulta la definición de las especies. Está dividida en dos subfamilias: Leptospermoideae y Mirtoideae. La primera, ampliamente distribuida en Australia, incluye los géneros *Eucalyptus*, *Leptospermum* y *Melaleuca*. La subfamilia Mirtoideae, bien representada en América y Asia tropical, es un importante componente de nuestra flora arbórea con 30 especies fundamentalmente del norte del país lo cual es muy apreciable en relación a la escasa flora leñosa de nuestro país. Algunos géneros nativos: *Blepharocalyx* Berg, *Myrcianthes* Berg, *Eugenia* L., *Campomanesia* Ruiz et Pavón, *Psidium* L., *Calyptranthes* Sw., *Myrceugenia* Berg. Muchas de estas especies tienen importancia económica como productoras de aceites (esencias), especias, madera, leña, pulpa de celulosa, frutas, etc. (Dpto. Biología vegetal - Facultad de Agronomía, 2004).

Casi la totalidad de las Mirtáceas neotropicales se agrupan en tres subtribus creadas por Berg en base a diferencias en la semilla. Sin embargo, Legrand (1968) mantiene la exclusión (dispuesta por Berg) de *Feijoa* como género monotípico que presenta caracteres florales anómalos en relación a todas las otras especies neotropicales, conservándola bajo una división diferente, la subtribu *Feijoinae*: *Filetes estaminales derechos en el botón. Ovario tetralocular con paredes carpelares separadas en el centro y reflejándose hacia el interior de los lóculos en forma de placentas bilameladas (como en Psidium*

Linn., subtribu *Pimentinae* Berg). Semillas de tegumento crustáceo y embrión muy pequeño, ambiguamente Myrcioideo: cotiledones foliáceos contortuplicados con radícula cilíndrica larga y curva. Flores grandes y vistosas con pétalos carnosos. Cuatro sépalos redondeados en el ápice. Estambres sobresaliendo hasta dos centímetros, fruto grande comestible.

La especie fue descrita por primera vez por Otto Berg en 1854 quien se basó en colectas realizadas por Friedrich Sellow en 1819. Inicialmente fueron diferenciadas por Berg dos especies que se incluyeron en el género *Orthostemon* Berg. Como ya existía el género *Orthostemon*, de la familia *Gentianaceae*, aquel autor creó el género *Feijoa* en 1859, en honor a Joao da Silva Feijo transfiriendo a éste género las dos especies existentes hasta entonces, *F. sellowiana* colectada en Río Grande do Sur, Brasil y en Uruguay y *F. obovata* en San Francisco de Paula, en Sierra Gaucha. La mayor diferencia entre ellas era respecto a la pilosidad de la fase abaxial de la hoja que en el caso de *F. sellowiana* fue descrita como densa mientras que *F. obovata* era tenue, el término *obovata* se refería a la forma de la hoja que en el caso de *F. sellowiana* sería más oblonga, con ángulo apical más cerrado (Berg, citado por Ducroquet *et al.*, 2000). En 1893, Kiaerskou creó la tercera, *F. schenckiana* colectada por Schenck procedente de una planta cultivada en Blumenau, estado de Santa Catarina, elevando el número a tres especies (Mattos, 1969).

Posteriormente se juntaron las tres especies en *Feijoa sellowiana* Berg no justificando la distinción a nivel de especie sino a poblaciones de una misma especie delimitadas geográficamente (Mattos, 1969; Ducroquet *et al.*, 2000).

En 1941 el botánico alemán Max Burret asimiló *Feijoa* a un género más antiguo, *Acca* (Berg), por presentar grandes similitudes en flor y estructura de la semilla, con dos especies de Perú anotadas para este género por McVaugh en "Flora de Perú". De esta manera la especie toma el nombre con el que se la conoce actualmente *Acca sellowiana* (Berg) Burret. Legrand (1968) plantea que esta asignación fue prematura ya que Burret se basó en materiales muy incompletos, confirmando la coincidencia de ambos géneros en cuanto al ovario con placentas bilaminadas y los filetes estaminales derechos en el botón pero la descripción de sus semillas y del embrión difieren de *Feijoa* (Legrand, 1968; Legrand y Klein, 1977; Thorp y Bielecki, 2002).

Otras especies del género *Acca* son *A. lanuginosa* (Ruiz y Pavon ex G. Don) McVaugh y *A. macrostema* (Ruiz y Pavon ex G. Don) McVaugh. Ambas nativas de los bosques tropicales montañosos de los Andes peruanos (Thorp y Bielecki, 2002).

2.1.2. Descripción botánica

Acca sellowiana (Berg) Burret es un árbol o arbusto de hojas persistentes que raramente pasa los 5 metros de altura, corteza escamosa de fondo rojizo, bastante ramificado especialmente cuando se encuentra a campo abierto. Las ramas terminales en crecimiento, la cara inferior de las hojas, los pedúnculos, botones y frutos nuevos se encuentran revestidos de un tomento corto blanquecino. Las hojas son opuestas, pecioladas, coriáceas, de forma oval o a veces un poco obovadas, con el ápice obtuso y la base aguda, de color verde oscura en la fase adaxial con nerviación poco visible y la fase abaxial revestida por un tomento que le confiere un color de verde claro a plateado. Los botones florales se presentan solitarios o en grupos de no más de 5 y son característicos por su forma globosa, sostenidos por pedúnculos unifloros laterales o axilares de 1 a 3cm. Las flores están constituidas por cuatro sépalos oval - oblongos, redondeados en el ápice, dos exteriores opuestos de 1cm, y dos interiores algo menores; cuatro pétalos carnosos redondeados y profundamente recurvados, blanco cerosos por fuera y rojizos por dentro, muy vistosos, midiendo 1,5-1,8cm; cerca de 60 estambres purpúreos derechos en el botón floral y en la antesis acrecidos hasta 2cm por encima de la flor, formando una corona encabezada por las anteras amarillas; el estilo de 2,5cm robusto, afinándose hacia el ápice muy ligeramente capitado. El estigma se encuentra normalmente 5 a 7mm encima del plano de las anteras, pudiendo esta distancia llegar a 15mm. Ovario tetralocular, con paredes carpelares separadas en el centro, proyectándose después hacia el interior de los lóbulos, con sus bordes extremos ovulíferos en serie longitudinal. Semillas muy pequeñas, alojando un embrión de tipo *submyrcioideo*, con dos cotiledones carnosos un poco torcidos y radícula de igual largo. Tegumento crustáceo. La disposición de los estambres alrededor del estigma mantiene las anteras no solamente abajo del estigma sino también alejadas algunos milímetros contribuyendo para que las abejas y otros himenópteros del mismo tamaño o menores no toquen el estigma cuando colectan el polen de las anteras (Legrand, 1968; Ducroquet *et al.*, 2000).

La flor es epígina siendo el ovario ínfero y adherente lo que hace que el fruto de guayabo no sea una baya sino un falso fruto de tipo pomo, pues la cáscara con un espesor de 4 a 12mm deriva del receptáculo o hipantio y no de la pared del ovario (Ducroquet *et al.*, 2000).

2.1.3. Biología reproductiva

La flor de guayabo puede ser definida como hermafrodita y longistilada con tendencia a la dicogamia por protoginia, por el hecho de que el estigma se

vuelve receptivo 24 horas antes de la dehiscencia de las anteras, pudiendo permanecer receptivo hasta por 10 horas después de la dehiscencia (Stewart, 1987 citado por Ducroquet *et al.*, 2000). Sin embargo son principalmente barreras fisiológicas las que hacen que esta especie sea predominantemente alógama (Ducroquet *et al.*, 2000). Dettori y Di Gaetano, 1991 citados por Thorp y Bielecki (2002) señalan que si bien existe germinación del polen en el estigma de la misma flor, con un desarrollo del tubo polínico hasta la base del estilo, existe una barrera de incompatibilidad en el ovario.

Finardi *et al.* (2002) en un estudio de caracterización de la polinización encontraron autoincompatibilidad en la mayoría de las accesiones al ser evaluada la fructificación efectiva, señalando la necesidad de polinización cruzada entre plantas genéticamente diferentes para la producción de frutos.

Degenhardt *et al.* (2001) estudiaron la morfología floral y su relación con la polinización. La distancia entre el estigma y los estambres así como la distribución de éstos últimos en la flor fueron evaluadas en 15 accesiones del Banco de Germoplasma de San Joaquín (Brasil). A su vez se determinó la influencia de la morfología floral en la fructificación variando el agente polinizador. Fueron determinadas dos clases de distribución de estambres: aleatoria y radial. Para la característica distancia entre estigma y estambres fueron propuestas tres clases: 0 a 0,4cm, 0,5 a 0,9cm y 1,0 a 1,4cm. Los resultados de la evaluación señalan que el 60% de las accesiones presentan una distancia entre estigma y estambres intermedia, es decir de 0,5 a 0,9cm, mientras que un 26,7% presentaron una distancia de 0,9 a 1,4cm, restando un 13,3% con una distancia menor a 0,5cm. Seis de las accesiones presentaron distribución radial de los estambres y 9 de ellas presentaron distribución aleatoria. Se concluye por parte de los autores que existe variación entre plantas para las características morfológicas evaluadas, las cuales presentan asimismo uniformidad dentro de cada accesión. No se encontró correlación entre las variables distancia entre estigma y estambres y distribución de estambres. Se destaca la asociación entre la morfología floral y los porcentajes de fructificación, el cual se sugiere que estaría relacionado con el agente polinizador. La distancia entre el estigma y los estambres en una flor puede ser un factor importante en la selección de polinizadores.

En Brasil, los agentes polinizadores citados son pájaros e insectos. Los primeros visitan las plantas con el interés en alimentarse de los pétalos de las flores, realizando la polinización al transferir el polen que se encuentra cubriendo su plumaje. En el caso de los insectos, su contribución en la polinización de flores de guayabo tiende a ser más variable que los pájaros, de tal forma que es casi nula en los clones autoincompatibles, mientras que en clones autofértiles cerca del 25% del cuajado de frutos puede ser debido a la

polinización entomófila (Ducroquet *et al.*, 2000). Similar importancia es adjudicada a los pájaros como polinizadores en Nueva Zelanda, con una baja incidencia de insectos (Thorp y Bieleski, 2002).

2.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

2.2.1. Centros de diversidad

Esta especie es originaria de la región austro-brasileña, amplia faja subtropical que va desde suroeste del Paraná hasta el sur de Río Grande del Sur y mitad norte del Uruguay. Es también citada en publicaciones antiguas (Popenoe, 1912) para la provincia de Misiones al noreste de Argentina y lado occidental del Paraguay como parte del centro de origen de la especie. Fue confirmada la presencia de pequeños núcleos aislados en Misiones a 50 km de la frontera con Brasil aunque existen dudas sobre si su origen es silvestre o si se trata de poblaciones subespontáneas originadas por interferencia antrópica como pasa en Santa Catarina en áreas semejantes. En cuanto a Paraguay no ha sido confirmada la presencia de poblaciones nativas, se cree que puede tratarse de una confusión con el nombre vernáculo ya que en Paraguay se le llama guayaba de campo al arazá (*Psidium* sp.) siendo este último nativo de este país (Legrand, 1936, 1961, Legrand y Klein, 1977; Ducroquet *et al.*, 2000).

2.2.2. Ecología y diversidad de poblaciones

La distribución natural de guayabo sigue a la de los bosques de *Araucaria angustifolia*, parece probable que *Acca sellowiana* y sus especies emparentadas primeramente fueron miembros de un extenso bosque subtropical de *Araucaria* extendiéndose a lo largo del continente sudamericano, con su margen sur solapándose con el rango norte de los bosques templados. La emergencia de los Andes y los varios períodos de glaciación disminuyeron drásticamente el tamaño de este solapamiento entre bosques templados y subtropicales. Existen remanentes en el planalto del sur de Brasil donde las comunidades de *Araucaria angustifolia* actualmente contienen guayabo creciendo en los márgenes de los bosques o como estrato inferior. Según su distribución actual *Acca sellowiana* puede ser considerada como una planta de clima templado o subtropical (Mattos, 1986, citado por Thorp y Bieleski, 2002). La ocurrencia de guayabo en su forma nativa está asociada a condiciones ecológicas y edafoclimáticas ligadas principalmente a la altitud, latitud y relieve (Ducroquet *et al.*, 2000). Heliófita y selectiva higrófito, ocurre principalmente en suelos húmedos y rocosos de los campos, vive en forma dispersa y aislada sin

formar agrupamientos más densos (Legrand y Klein, 1977). Se encuentra asociada a tres tipos de comunidades vegetales:

- Bosques subtropicales conteniendo numerosas especies de grandes árboles incluyendo *Araucaria* que ocurre en el sureste de Brasil al borde del planalto a una altitud de 400 a 800 metros
- Bosques templados en donde la *Araucaria angustifolia* es la especie dominante que se encuentra a mayores alturas sobre 900 metros en el planalto en el sureste brasileiro
- Bosques remanentes donde la *Araucaria* se ha retraído y se han formado pasturas naturales, incluye las pasturas de mayor altitud del planalto del sureste brasileiro encima de 900 metros, así como las pasturas y bosques de bajo porte de la sierra suroeste en Río Grande del Sur y Uruguay.

El guayabo se encuentra en las regiones del sur de Brasil con temperatura media anual por debajo o próxima a 16° C y un relieve que favorece la formación de bosques y matas ralas de *Araucaria*, independientemente del tipo de suelo. Sin embargo esos suelos presentan varias características en común, como: altos tenores de arcilla (caolinita), materia orgánica y Aluminio intercambiable (Al: > 2 mE/100gr, pudiendo llegar a 7 mE), alta CIC (> 15 mE/100gr), baja saturación de bases, bajos tenores de fósforo (P: < 3 ppm y muchas veces < 1 ppm) y acidez acentuada (pH: aproximadamente 4,5). Son por tanto suelos considerados de baja fertilidad natural para la explotación agropecuaria. Es frecuente encontrar ejemplares de guayabo en áreas mal drenadas en la proximidad de las nacientes (Ducroquet *et al.*, 2000; Thorp y Bieleski, 2002).

Thorp y Bieleski en 1988 distinguen dos poblaciones en Sudamérica: una población confinada a las mayores altitudes del planalto meridional brasileiro, con suelos de origen basáltico (sierras del noreste de Río Grande del Sur y sierras de planaltos de Santa Catarina y sur del Paraná), con semillas grandes (5 a 8,9 mm³), cáscara dura y seca; y la otra población restringida a Uruguay y al sur del estado de Río Grande del Sur asociada a las áreas de origen cristalino de menor altitud, con semillas pequeñas (2,1 a 3,4 mm³) y cáscara blanda y succulenta. Los autores señalan a esta segunda población como la que diera origen a los cultivares neozelandeses (Ducroquet *et al.*, 2000; Thorp y Bieleski, 2002).

Nodari *et al.* (1997) evaluando material perteneciente a la colección de germoplasma de la Estación Experimental de Videira EPAGRI, Santa Catarina, verificaron también la existencia de dos grupos en función del origen geográfico del germoplasma, a los que llamaron grupo "Brasil" y grupo "Uruguay". El

estudio se basó en la evaluación de caracteres morfológicos y análisis aloenzimáticos. En el primer grupo se encuentran las accesiones colectadas en Brasil (Santa Catarina y nordeste de Río Grande del Sur), que contienen semilla grande (0,45 a 0,60 gramos las 100 semillas) y presentan hojas de fase abaxial verde clara y pilosidad esbranquiada, curta y rala. En el grupo Uruguay se incluyen las accesiones del exterior (Nueva Zelanda, Israel, Estados Unidos y Uruguay) las cuales presentan semillas pequeñas (0,20 gramos las 100 semillas), hojas con fase abaxial blanco grisáceo con pilosidad densa y blanca, tipo fieltro. La inclusión de las accesiones del exterior dentro del grupo Uruguay se debe al consenso expresado por varios autores de que prácticamente todos los cultivares fuera del centro de origen son oriundos de material introducido en Francia al final del siglo XIX procedente de Uruguay (Nodari *et al.*, 1997; Ducroquet *et al.*, 2000).

El tipo Brasil vive en los bosques y “capoes de encosta” que caracterizan las áreas de altitud entre 1200 y 1600 metros por encima del nivel del mar de Brasil meridional en Santa Catarina y encima de 1000 metros en Río Grande del Sur. En esas áreas pueden ocurrir heladas de -10° C. Existen en esta zona manchas de bosques templados de *Araucaria* debajo de la cual se desarrolla una submata rala en la cual además de guayabo se destacan canela, cambui, pimenteira, xaxim, yerba mate y en algunas regiones imbuia. A medida que disminuye la altitud, el bosque de Araucarias cede el lugar a la Mata Subtropical Mixta con Araucarias y van desapareciendo los campos nativos de altitud. La flora se torna más densa, exuberante y diversificada, y bajo 800 a 900 metros dependiendo de la latitud desaparece el guayabo por falta de luz entre otros factores (Legrand y Klein, 1977; Ducroquet *et al.*, 2000).

El tipo Uruguay ocurre en bosques de las sierras del sudeste riograndense y en las áreas de mayor relieve del norte de Uruguay. El criterio de temperatura media anual de alrededor de 16° C parece entonces válido para delimitar áreas de ocurrencia de guayabo pues la disminución de altitud es compensada por el aumento de latitud, desde que otros factores ecológicos, en particular el relieve permiten la formación de bosques. Aquí el guayabo se encuentra restringido a sitios aislados de vegetación de bajo porte asociado mayoritariamente con especies de la familia de las Mirtáceas que crecen en montes ribereños y de galería (Mattos, 1983 citado por Thorp y Bielecki 2002; Legrand, 1968). En esa región tanto del lado brasilero como del lado uruguayo existe una mayor variedad de suelos (Ducroquet *et al.*, 2000). En Uruguay la especie aparece asociada a suelos ácidos en el perímetro de las quebradas del este del país sin encontrarse dentro de las mismas (Thorp y Bielecki, 2002).

Estos criterios ecológicos estarían impidiendo la presencia de poblaciones nativas de guayabo en el Paraguay ya que la altura máxima es de

650 metros y no existen áreas con temperaturas medias anuales por debajo de 18° C (Ducroquet *et al.*, 2000).

2.2.3. Distribución en Uruguay

Nuestro país es una pampa ondulada de penillanuras poco accidentadas y sujetas a vientos, reacia en general al desarrollo arbóreo. Este se efectúa casi exclusivamente en lugares que ofrecen condiciones favorables como faldas serranas, afloramientos rocosos, pequeñas cuencas y terrenos quebrados donde se percibe un índice más constante de humedad. Esto explica la difícil y fragmentada adaptación de asociaciones arbóreas (Legrand, 1936).

Según Rambo (1957) citado por Legrand (1968), desde épocas prehistóricas recientes existe una emigración hacia el sur de la flora tropical causada aparentemente por los cambios climáticos que vienen operando desde la edad terciaria redundando principalmente en un aumento de la humedad.

En Uruguay se han registrado hasta el momento 30 especies de Mirtáceas, de las cuales 20 son comunes con el estado de Santa Catarina, Brasil. Esto estaría indicando una mayor corriente migratoria hacia nuestro país proveniente de aquella zona del sur de Brasil. Las 10 especies restantes provienen probablemente de las cuencas de los ríos Paraná y Uruguay (Legrand, 1968).

Legrand (1968) distingue dos zonas según la distribución de las Mirtáceas. Los departamentos de Artigas, Rivera, Tacuarembó, Cerro Largo, Treinta y Tres, Rocha, Lavalleja y Maldonado forman una cintura que va desde el extremo norte del país hasta el sudeste pasando por el este; en todos ellos las condiciones favorables, debidas principalmente a la mayor humedad o a los factores fisiográficos que también redundan en el mayor aprovechamiento del agua, mantienen una zona especial que se puede llamar algo arbitrariamente zona de influencia riograndense, debido a que en esa zona se encuentran especies propias de los estados brasileños de Río Grande y de Santa Catarina. El mismo autor señala que es posible dividir sin embargo esa faja en dos partes: la zona de rica influencia riograndense y la zona de pobre influencia riograndense. La de rica influencia sería la que comprende los departamentos de Artigas, Rivera, Tacuarembó, Cerro Largo y Treinta y Tres es decir los departamentos fronterizos desde el río Uruguay hasta la Laguna Merín. La segunda estaría formada por los departamentos de Rocha, Lavalleja y Maldonado. En ésta se ve solamente alguna que otra especie bien adaptada o escapada de la zona de rica influencia gracias a las condiciones topográficas

favorables. Al resto del país no llega la influencia riograndense y aún la Mesopotámica y la Misionera sino poco e indirectamente por medio de nuestros grandes ríos, principalmente por la cuenca del río Uruguay y su gran afluente el Río Negro, que viniendo de Río Grande entra por el noreste del territorio y lo cruza por la mitad hacia el oeste. Estos ríos traen hasta el departamento de Soriano especies que arraigan bien en las numerosas islas de la desembocadura del río Negro y del curso del Uruguay (Legrand, 1968).

De esta manera Legrand (1968) incluye a *Acca sellowiana* dentro de las especies de penetración limitada a la mitad norte o noreste del territorio debido a condiciones climatológicas y fisiográficas un poco más favorables que el resto de la República. Dentro de este grupo de especies también incluye *Myrceugenia enosma* (Berg) Legrand, *Myrcia hartwegiana* (Berg) Kiaersk, *Myrceugenia myrtoides* Berg, *Eugenia pallida* Berg, *Calypttranthes conncinea* DC., *Myrcia ramulosa* DC., y *Psidium cattleianum* Sab.

Grela (2005), señala que las especies que componen la flora arbórea y arbustiva del Uruguay no presentan una distribución geográfica uniforme en el país sino que pueden definirse regiones florísticas. La principal diferenciación florística se da entre el oeste y noreste del Uruguay, y en cada caso a su vez con una diferenciación norte-sur. Esto da lugar a la delimitación de dos dendrofloras disyuntas: Occidental y Oriental. *Acca sellowiana* es incluida por el autor dentro de las especies exclusivas de la flora Oriental, integrada en gran parte por especies paranaenses y un pequeño grupo de especies de distribución amplia y disyunta en Sudamérica.

En Uruguay el guayabo vive en la región norte y no es muy raro en terrenos quebrados o pedregosos y también en montes de galería. Es mucho más típico del noreste y los pocos ejemplares de la zona del Río Uruguay quizá se deban a plantas subespontáneas (Legrand, 1968).

2.3. CULTIVO

2.3.1. Distribución mundial

Existen antecedentes de que la especie fue cultivada por primera vez en Europa por M. de Wette en Suiza y se menciona su existencia en el Jardín Botánico de Basle en 1887 (Morton, 1987). Sin embargo fue el botánico y horticultor francés Dr. Edouard André el primero en apreciar el potencial frutícola de esta especie e introducir la misma en Francia. En 1890 al volver de América del Sur, André llevó una planta de Uruguay y la cultivó en su propiedad en la Rivera francesa fructificando 7 años después. André publicó un extenso

artículo bien ilustrado a colores en la revista *Revue Horticole* (1898) anunciando los sucesos obtenidos con la introducción de la nueva planta. Este hecho repercutió en una enorme solicitud de semillas, esparciéndose por Europa (Mattos, 1969).

En 1899 los hermanos Besson plantaron en Francia una apreciable cantidad de semillas importadas de Uruguay, estas tuvieron su distribución por Europa aunque no tan significativa como las de André. De esta importación surge el cultivar que fue llamado “Besson” presentando caracteres algo diferentes al cultivar “André” (Mattos, 1969; Thorp y Bielecki, 2002).

En 1901 y 1903 el Dr. Franceschi, de Santa Barbara (Sur de California, USA) importó plantas de Francia incluyendo material del stock original de André, las cuales fueron distribuidas en Santa Barbara y Florida según Popenoe (1912). Desde Argentina también fueron llevadas semillas para Los Angeles por H. Hehre surgiendo de esa remesa la variedad “Hehre” (Mattos, 1969).

Desde California la especie fue llevada a Australia y de ahí, en 1908 a Nueva Zelanda. En 1900 esta especie se introdujo en Crimea de donde se esparció hacia las regiones caucásicas al margen del Mar Negro y Mar Caspio, especialmente a Azerbaijón y Georgia dónde esta fruta conoció su primera expansión comercial significativa (Evreinoff, 1947 citado por Ducroquet *et al.*, 2000). Su introducción a Italia data probablemente de final del siglo XIX llegando a las quintas del sur de Italia y Sicilia.

De esta forma parece ser que las plantas de semilla y clones del cultivar “André” han sido la base de la selección de cultivares y los programas de mejoramiento en Francia, Israel, Italia, URSS, California y Nueva Zelanda (Thorp y Bielecki, 2002). Esto sería confirmado por un reciente estudio con técnicas RAPDs realizado en Italia sobre 25 cultivares y accesiones de guayabo de distintas procedencias, el cual sugiere que la mayoría de los materiales del ensayo comparten un ancestro genético común, posiblemente proviniendo de unas pocas introducciones (Dettori y Palombi, 2000).

En la actualidad es cultivado comercialmente en pequeña escala en Nueva Zelanda y California con cerca de 350 hectáreas cada uno, en Colombia y en las Repúblicas caucásicas de Georgia y Azerbaijón. En Brasil se conocen algunos pocos cultivos comerciales con áreas de una o dos hectáreas. Se puede encontrar también en jardines y quintas en el sur de Brasil, en Uruguay, en la Florida y en los países del Mediterráneo, especialmente Italia e Israel (Ducroquet *et al.*, 2000; Hewett, 1993).

2.3.2. Fenología y adaptación

Se trata de un árbol de hoja perenne, cuya producción de fruta puede iniciarse cuando tiene tres o cuatro años, y aumentar su rendimiento durante cuatro o cinco años más. Se desarrolla bien en regiones frías y resiste temperaturas bastante bajas, de 11 a 9,5° C bajo cero (Chandler, 1962). Sharpe *et al.* (1993) citado por Thorp y Bielecki (2002), han sugerido la necesidad de 100 a 200 horas de frío alrededor de 7° C para obtener buenos cultivos.

Un estudio de adaptación a diferentes condiciones agroclimáticas (Ducroquet *et al.*, 2000) realizado en Brasil, reveló diferencias en cuanto al comportamiento de la floración, resultando satisfactoria en los sitios de temperaturas medias anuales por debajo de 17,9° C y por el contrario deficientes en sitios con temperaturas mayores. A su vez la producción mostró similar comportamiento evidenciando datos satisfactorios en sitios con temperaturas medias anuales por debajo de 17,1° C.

En Uruguay, el período de floración es prolongado, durante el mes de octubre y hasta mediados de noviembre. La cosecha se extiende desde fines de febrero hasta mediados de mayo, dependiendo de los materiales (Vignale y Bisio, 2005).

Las flores aparecen a fines de abril en Florida (USA), en mayo en California y al principio de junio en la región más fría de la Bahía de San Francisco. La maduración del fruto en el sur de California puede ocurrir a los cuatro y medio a cinco o seis meses de haberse abierto las flores y en la región fría de la Bahía de San Francisco, de cinco y medio a seis y aún siete meses después (Chandler, 1962). Para Chile, Tocornal (1988) señala una época de floración variable en dependencia con el clima, manejo cultural y variedad. Es escalonada y dura de 30 a 40 días, iniciándose a fines de noviembre para terminar en enero o febrero. Indica además que la fruta se desarrolla preferentemente en la parte periférica del árbol en el crecimiento del año en curso. En la región de Videira (Santa Catarina, Brasil), la época de floración se extiende desde inicio de octubre hasta mediados de noviembre. En la región de Pelotas (Río Grande del Sur) va desde inicios de octubre hasta final de noviembre y dependiendo de las condiciones climáticas puede ir hasta la primer semana de diciembre (Franzon, 2004). Según Ducroquet y Hickel (1991) citados por Franzon (2004), el tiempo medio entre inicio y final de floración en un mismo clon es alrededor de 25 días. La maduración de los frutos se inicia hacia finales de febrero terminando a inicios de junio para las condiciones de Videira. En Nueva Zelanda, Thorp y Bielecki (2002) señalan un inicio de la brotación hacia fin de setiembre y un período de floración que se extiende

desde octubre – noviembre hasta enero, alrededor de 4 meses después del rompimiento de yemas. Dependiendo del cultivar y las condiciones climáticas del verano, la cosecha se extiende desde marzo hasta junio.

2.3.3. Características del fruto

El fruto presenta una variabilidad muy grande con un peso situado entre 20 a 250 gramos y la forma varía de redondo a oblongo. La cáscara puede ser lisa o rugosa con todos los estadios intermedios y su consistencia también varía de dura a relativamente blanda pudiendo en este caso ser parcialmente consumida, el color es verde pudiendo variar a una tonalidad desde verde grisáceo a verde oliva o verde abacate dependiendo del clon o del estado de maduración. La parte comestible propiamente dicha es la pulpa, constituida por la pared y el contenido de los cuatro lóculos con sus semillas. Esa pulpa cuando el fruto es maduro se presenta gelatinosa y color hielo (Ducroquet *et al.*, 2000).

Chandler (1962), menciona que los ovarios de las flores, siendo largos, presentan casi la misma forma que los frutos maduros, aunque en algunas variedades estos últimos son más redondos. A su vez afirma que el tamaño de los frutos varía mucho dentro del mismo árbol; en las variedades de frutos grandes, unos pueden tener una longitud de 5 a 7,5cm y otros del mismo árbol, menos de 2,5cm.

Según Tocornal (1988), el fruto es una baya de forma muy variable aunque prevalece la forma ovoidal, de color verde brillante, pruinoso (ceroso) y verde amarillento al madurar, de piel lisa o levemente rugosa. La pulpa, abundante, es marfileña, blanda, con aroma penetrante y peculiar, de sabor ligeramente agrídulce, con pequeñas semillas (20 a 40) que no molestan al comer el fruto. Señala un peso medio de fruto de 25 a 60g y en algunas variedades alcanzando 130g o más, presentando gran variabilidad en calidad y forma de un árbol a otro y de una temporada a otra. El autor sugiere que esta variabilidad podría deberse a que la especie no ha sido aún domesticada.

Existen diversos factores que afectan la calidad del fruto, uno de ellos, de gran importancia sería la polinización (Thorp y Bielecki, 2002), la cual estaría determinando el número de semillas maduras que se desarrollan en el fruto las cuales a su vez determinan el tamaño final del mismo (Patterson, 1989, citado por Thorp y Bielecki, 2002).

Para el consumo en fresco del fruto de guayabo, se distinguen dos partes: la cáscara y la pulpa. La cáscara presenta una consistencia firme,

especialmente en frutos de tipo “Brasil”, representando la pulpa comestible hasta un 50% del peso total del fruto. En cambio, frutos de tipo “Uruguay”, presentan cáscara más blanda la cual puede ser consumida en fresco, a pesar de ser más astringente y por tanto menos apreciada que la pulpa. Esta última es fundente, succulenta, dulce y perfumada (Ducroquet *et al.*, 2000).

El guayabo es rico en Iodo (3mg/100grs), mientras que el tenor de vitamina C de la pulpa se ubica alrededor de 35mg/100grs, comparable a las naranjas. Los grados Brix del jugo medidos en las accesiones de la colección de Videira (Brasil) en frutos maduros varía entre 9 y 16% de sólidos solubles (Ducroquet *et al.*, 2000).

Degenhardt *et al.* (2003) evaluando características de frutos de guayabo en San Joaquín (Brasil) durante los años 1998, 1999 y 2000, registraron valores medios de sólidos solubles totales entre 9,7 – 11% señalando la importancia de la relación entre esa característica y la acidez titulable como la responsable de determinar el sabor de los frutos.

Un estudio de caracterización fenológica en plantas provenientes de semilla sexual de guayabo realizado en Colombia, donde se midieron grados Brix en los frutos de las plantas evaluadas, resultó en un valor promedio general de 11,7 grados Brix, con un error estándar de 0,29 (Restrepo, 2000).

Kader (2005), en una reciente publicación de la Universidad de California, Davis, donde se establecen recomendaciones para mantener la calidad poscosecha de los frutos de guayabo, indica como índices de calidad, entre otros, los sólidos solubles totales, con valores de 10 – 16%, la acidez titulable con valores de 0,3 – 1,4% y el pH alcanzando valores entre 3,2 a 4,4. Señala a su vez como los principales compuestos aromáticos al benzoato de metilo, benzoato de etilo y butanoato de etilo.

A medida que el fruto incrementa su tamaño, su contenido de azúcar y su composición cambia (Thorp y Bielecki, 2002). Los azúcares presentes en forma mayoritaria en los frutos de guayabo son: sacarosa, fructosa y glucosa (Harman, 1987, citado por Thorp y Bielecki, 2002). Existe un rápido incremento del contenido de azúcares en los últimos 30 días de desarrollo del fruto, al igual que ocurre en uvas. Los niveles totales de azúcares, en caída natural de frutos, alcanzan a 16 – 24% de la materia seca, o alrededor de 4% del peso fresco (Thorp y Bielecki, 2002).

Harman (1987), citado por Thorp y Bielecki (2002) sugiere que el azúcar contenido en los frutos de guayabo se deriva de la translocación de azúcares

vía floema desde las hojas, con una posible contribución vía xilema de carbohidratos acumulados en la madera.

Di Cesare *et al.* (1995), citados por Ducroquet (2000), encontraron 42 componentes volátiles en varios cultivares de varios sitios de Italia. Se destacan especialmente los benzoatos de metil y de etil, cuya suma representa la mayor parte de la fracción volátil, variando de 10,9% a 28,5%, dependiendo del cultivar y del sitio. Estas dos sustancias son las responsables por el aroma característico del fruto. La relación benzoato de metil / benzoato de etil, fue en todos los casos superior a 1, con excepción de las muestras de Palermo con valores inferiores a 1. Estos bajos valores se encontraron asociados a una menor acidez del jugo de dichas muestras en comparación con las demás. Si bien estas diferencias son atribuidas por los autores a factores agroclimáticos, Ducroquet (2000) señala que tales diferencias pueden ser resultado de diferentes estados de maduración. Esto es sugerido por dicho autor, citando el estudio realizado por Shaw *et al.* (1983), donde verifican que en los 15 días posteriores a la cosecha, frutos de guayabo mantenidos a 17° C presentaron una disminución en el tenor de benzoato de metil a la vez que el tenor de benzoato de etil aumentaba, resultando en una inversión de la relación entre esos dos componentes volátiles aromáticos que pasó de cerca de 60 a menos de 1 (Ducroquet *et al.*, 2000). Thorp y Bielecki (2002) citando a Nagy (1998) agregan el butanoato de etilo entre los componentes volátiles responsables del aroma de los frutos de guayabo.

2.3.4. Manejo agronómico

2.3.4.1. Plantación

Teniendo en consideración el tamaño de plantas adultas en producción, las distancias de plantación sugeridas son de 4 a 5m entre plantas y 3,5 a 4m entre filas, según Tocornal (1988), mientras que la Universidad de California (2006) recomienda un espaciamiento entre filas de 5 a 6m y entre plantas 3 a 3,5m; por su parte, Thorp y Bielecki (2002) indican que plantas libres deberían ser plantadas a una distancia de 3 a 3,5m, mientras que las filas deberían espaciarse 4,5 a 5m, lo que resulta en una densidad de plantación de 500 a 650 plantas por hectárea.

Es recomendable plantar más de una variedad para asegurar una adecuada polinización cruzada, aún cuando hay cultivares autofértiles. A su vez, en una plantación comercial se requiere de variedades tempranas, medianas y tardías para uniformizar la producción durante los meses de cosecha (Tocornal, 1988).

2.3.4.2. Poda

Como poda de formación, Tocornal (1988), sugiere que se deben eliminar todos los retoños y ramas basales de los árboles injertados hasta una altura de 50cm, desde el momento de su plantación, e incluso a nivel de vivero. Luego de la plantación recomienda un rebaje del eje a una altura de 50 a 60cm. La formación provocaría un árbol compacto, multiramificado, dejando aquellas ramas que permitan un crecimiento abierto para favorecer una buena circulación de aire y penetración de luz. El mismo autor señala que el crecimiento del ápice debe quedar a la altura de las ramas laterales, de manera de no sombrear la parte inferior porque ello conduciría a falta de hojas basales y baja en la fructificación. Como poda de invierno sugiere la eliminación de todo posible retoño o rama basal y central que se haya desarrollado en exceso, labor que deberá ser repetida en primavera, hasta que el árbol comience a fructificar. A partir de este momento, el crecimiento vegetativo comienza a ser menos vigoroso y la recomendación es dejar cinco yemas productivas como máximo por ramilla.

La Universidad de California, (Dill, 1995) recomienda una formación de la planta en monotronco con 3 o 4 ramas principales.

Para las condiciones de Brasil (Santa Catarina), apenas se recomienda la eliminación de brotaciones laterales, bifurcaciones y brotaciones que surjan por debajo del nivel del cuello. No existe gran preocupación por la renovación de ramas fructíferas ya que se ha constatado que ramas de 3 años o más contienen yemas latentes que se desarrollan en todo el largo de la rama remanente cuando ésta es podada por la mitad o menos (Ducroquet *et al.*, 2000).

La estrategia de poda según Thorp y Bieleski (2002) deberá considerar aspectos como el cultivar y la fertilidad del suelo. Estos autores señalan para Nueva Zelanda la existencia de 3 tipos de brotes de acuerdo al vigor (Vigoroso, moderadamente vigoroso y débil), presentando similar cuajado y calidad de fruto. Sin embargo la diferencia reside en que los brotes débiles, siendo mayoritarios en cantidad, se encuentran cerca del centro de la planta produciendo menor cantidad de flores. En función de esto, recomiendan una poda tendiente a abrir el árbol removiendo los brotes más vigorosos y permitiendo así la entrada de luz de manera de exponer los brotes más débiles a un ambiente más luminoso para favorecer la floración y crecimiento de frutos. A su vez, para facilitar la tarea de cosecha manual, sugieren la necesidad de controlar la altura de los árboles no permitiendo brotaciones mayores a 2,5mts.

2.3.4.3. Raleo de frutos

Raleo de frutas consiste en quitar parte de la cosecha antes de que madure en la planta con el objeto de aumentar la calidad de comercialización de la que permanece en el árbol, y reducir la tendencia a producir en años alternos (Childers, 1982).

Los objetivos del raleo son obtener frutos grandes y uniformes así como evitar el desgaste de las plantas que llevaría a la alternancia de producción a través de los años. A su vez, el raleo provoca un acortamiento del período de cosecha, ya que se apunta a retirar los frutos más pequeños que en su mayoría corresponden a las últimas flores fecundadas. La práctica de raleo deberá ser ajustada para cada cultivar y para cada situación a través de ensayos (Ducroquet *et al.*, 2000). Tocornal (1988), afirma que para obtener una buena calidad de fruta es recomendable un raleo de fruta cuando ésta alcanza un tamaño medio.

Thorp y Bielecki (2002) señalan que resultados preliminares con árboles jóvenes, muestran que reduciendo la carga de fruta del árbol a través del raleo de frutos pequeños y deformes después de la floración, pueden aumentar el tamaño de los frutos remanentes en la planta. De esta forma se logra facilitar la cosecha y el empaque obteniendo un mayor número de frutos con tamaño para exportación. Los mismos autores indican como criterio de raleo, el dejar un fruto por brote fructífero, aunque prevaleciendo el criterio de mantener en el árbol la fruta de mayor tamaño.

2.3.4.4. Manejo del suelo y fertilización

El guayabo tolera un amplio rango de tipos de suelos y climas. Para cultivos comerciales de alta calidad de fruta, requiere suelos relativamente bien drenados y moderadamente ácidos. Suelos alcalinos pueden causar un severo amarillamiento de hojas y un pobre crecimiento de raíces. Las raíces de guayabo son fibrosas, lo que le permiten una buena penetración del suelo, obteniendo los mejores resultados en términos de crecimiento del árbol y calidad de fruto en suelos de textura pesada. Plantas jóvenes no requieren altas dosis de fertilizantes, pero a medida que la planta entra en producción se hace necesario compensar las pérdidas por la cosecha a través del agregado de fertilizantes al suelo. Las decisiones de aplicación de fertilizantes deberán tomarse en conjunto con resultados de análisis de suelos, análisis foliares y la observación del desempeño general de la planta (Thorp y Bielecki, 2002).

2.3.4.5. Riego

El guayabo es relativamente resistente a la sequía, pudiendo tolerar suelos muy húmedos y muy secos, aunque en cultivos comerciales los mejores resultados en términos del crecimiento de los árboles se obtiene con aplicaciones moderadas de agua. El riego se hace indispensable en veranos secos para asegurar un calibre de fruta uniforme, teniendo una destacada incidencia en la calidad del fruto. Su deficiencia, su mala administración y distribución pueden ser causales de que la epidermis presente manchas rojizas y aumente el tamaño y presencia de células pétreas. Los primeros síntomas de estrés hídrico son una excesiva caída de flores y frutos jóvenes, así como el manchado de frutos próximos a madurar (Tocornal, 1988; Thorp y Bielecki, 2002).

En plantas productivas, existen dos períodos en los cuales una adecuada humedad en el suelo es esencial: durante la floración, cuando los grandes y succulentos pétalos están tomando reservas del árbol; y tarde en verano cuando ocurre un rápido crecimiento del fruto tomando reservas acumuladas en la madera del árbol. A su vez una humedad del suelo adecuada es importante luego de la cosecha para compensar los árboles exhaustos debido a la fructificación (Thorp y Bielecki, 2002).

2.3.4.6. Cosecha y poscosecha

Kader (2005), señala al cambio de color de la piel de verde oscuro a verde claro como índice de madurez, así como la fuerza de retención, definida como la facilidad de separación del fruto desde el árbol. En base a esto, recomienda cosechar manualmente, en momentos cercanos a la etapa de abscisión, pero antes que la fruta caiga al suelo de manera de asegurar una buena apariencia y sabor.

El método tradicional de cosecha es la colecta de la fruta madura caída en el suelo. Este contacto con el suelo causa daños, pudriciones y acortamiento del período de almacenamiento. La maduración del fruto de guayabo se produce en forma escalonada, en un período aproximado de seis semanas, requiriendo una cosecha diaria, de modo de adelantarse a la caída natural (Tocornal, 1988; Franklin, 1985).

La cosecha significa un gran problema debido a los daños que sufre el fruto internamente al ser cosechado luego de caído al suelo. Esos daños no son apreciables externamente y han causado decepción en consumidores al

comprar frutos aparentemente sanos, llevando a importantes dificultades comerciales (Ducroquet *et al.*, 2000).

El procedimiento conocido y utilizado actualmente en Nueva Zelanda, “touch picking”, consiste en cosechar desde el árbol justo antes de la caída natural del fruto, colectando únicamente aquellos que se desprenden fácilmente. Existen diferencias en cuanto a la fuerza de retención óptima a considerar en la cosecha de acuerdo al cultivar (Thorp y Bielecki, 2002).

Han sido propuestas diferentes alternativas tecnológicas para la práctica de cosecha, tales como la instalación de redes o mallas y coberturas de paja debajo de la copa de los árboles para evitar el contacto directo con el suelo y facilitar a su vez la cosecha. Estos métodos no logran evitar que frutos que caen naturalmente, golpeen contra ramas y/o entre sí. A su vez, algunos tipos de coberturas de paja pueden causar daños mecánicos al tomar contacto con el fruto (Ducroquet *et al.*, 2000; Thorp y Bielecki, 2002).

Los frutos de guayabo son climatéricos y muy sensibles a la presencia de etileno, madurando rápidamente luego de cosechados (Tocornal, 1988). Ducroquet *et al.* (2000) destaca la importancia de evitar que los frutos cosechados sean sometidos a golpes y presión durante todo el proceso de poscosecha hasta llegar al consumidor.

Existen diferencias varietales en cuanto a los tiempos de vida comerciales de almacenamiento de la fruta, siendo aproximadamente 4 semanas a 4° C con 5 días de vida en mostrador a 20° C para la mayoría de los cultivares comerciales en Nueva Zelanda (Apollo, Gemini, Opal Star, Pounamu y Triumph) (Thorp y Bielecki, 2002). Kader (2005), recomienda almacenar la fruta a 5° C \pm 1° C, con una humedad relativa óptima de 90 a 95%. En estas condiciones, señala un potencial de almacenamiento de 4 a 5 semanas, dependiendo del cultivar y el estado de madurez.

Se produce un oscurecimiento del jugo del fruto de guayabo más o menos rápido dependiendo del genotipo, debido al nivel de oxidación de polifenoles por la enzima polifenol oxidasa (Ducroquet *et al.*, 2000). Este oscurecimiento perjudica la aceptación del jugo a pesar de sus cualidades de sabor y aroma (Poiana, 1997, citado por Ducroquet *et al.*, 2000).

El sabor es la primera característica en deteriorarse durante la conservación en frío. Esto se encuentra asociado a un lento descenso del nivel de acidez y concentración de sólidos solubles a 4° C, más marcado luego durante una permanencia a 20° C afectando la vida en mostrador. El ablandamiento, oscurecimiento de la pulpa y deterioro de la piel ocurre luego

del período normal de almacenamiento y pérdida de sabor (Thorp y Bielecki, 2002).

En cuanto a valores de rendimiento de cosecha, Tocornal (1988), señala para Chile una producción de 25 ton/ha o aún mayor. Gibson (1986) citado por Thorp y Bielecki (2002) indican una producción de 22 ton/ha o aproximadamente 30 a 40kg por árbol en un cultivo adulto. Ducroquet *et al.* (2000) admite la falta de resultados experimentales al respecto en Brasil pero sugiere que una planta puede sustentar unos 40kg de fruta a una densidad de 666 plantas por hectárea. Por su parte Dill (1995) indica valores de rendimiento ubicados entre 10 y 25ton/ha para California.

Si bien estos valores de rendimientos resultan bajos en comparación con otros cultivos frutales como manzanos o cítrus, debe tenerse en cuenta que el cultivo comercial de guayabo se encuentra en un estado temprano de desarrollo. Con nuevos cultivares y mejores técnicas de manejo será posible una mayor eficiencia y productividad (Thorp y Bielecki, 2002).

2.3.5. Propagación

Los métodos de propagación vegetativa son relativamente dificultosos para guayabo en relación a otros frutales (Thorp y Bielecki, 2002).

La propagación por semillas es relativamente fácil, sin embargo la calidad de la fruta de árboles provenientes de semilla varía considerablemente de uno a otro (Thorp y Bielecki, 2002). Las semillas son ortodoxas y pueden mantener viabilidad por largo plazo si son mantenidas en lugar seco, congelador o fríoconservación. La emergencia de las plántulas es desuniforme y lleva de 30 a 60 días, con tasas de germinación que pueden pasar el 90% con semillas saneadas adecuadamente. El sustrato en el almácigo debe ser estéril o de lo contrario se producirán pérdidas de plantines por hongos (*C. gloeosporioides*, *Aspergillus sp.*, y *Penicillium sp.*) causantes de “dumping-off” (Morton, 1987; Ducroquet *et al.*, 2000).

La reproducción asexual o vegetativa es el único medio para asegurar la reproducción fiel de la planta madre y por lo tanto del cultivar. Ducroquet *et al.* (2000) describen varios métodos de propagación vegetativa para la especie. Entre ellos se destaca el estaqueado como el método más eficiente cuando funciona, con tasas de prendimiento de entre 4 y 76% en Nueva Zelanda, siendo el genotipo el principal factor de variación (Ivey, 1979 citado por Ducroquet *et al.*, 2000). La utilización de injertos sobre pies de semilla de 1 o 2

años, se realiza al final del invierno en Santa Catarina (Brasil), proceso que toma 3 meses o más para completarse. El prendimiento del injerto depende de varios factores, entre los cuales se destaca el vigor y estado sanitario del portainjerto, la calidad del injerto, y el ambiente en el cual se encuentra la planta luego de injertada. Los mismos autores señalan que plantas obtenidas por estaca en la colección de Videira, presentan el mismo desempeño que plantas injertadas.

Estudios preliminares de micropropagación de guayabo basados en organogénesis fueron desarrollados a partir de explantes de meristemas y hojas jóvenes (Bhojwani *et al.*, 1987), así como de meristemas caulinares y microestacas (Dal Vesco y Guerra, 1999). Los resultados obtenidos en estos estudios mostraron bajas tasas de neoformación de yemas y altos índices de contaminación y oxidación con ambas fuentes de explantes (Oltramari *et al.*, 2000). Protocolos para propagación *in vitro* realizados por Oltramari *et al.* (2000) evidenciaron que el medio de cultivo básico WPM sin fitoreguladores, indujo las mejores respuestas organogenéticas en términos cuantitativos y cualitativos en el cultivo *in vitro* de segmentos nodales de guayabo. A su vez fue encontrada dependencia entre el genotipo y la respuesta organogenética.

Las plantas obtenidas por estacas, pueden tomar mayor tiempo en establecerse en el cultivo, mientras que plantas injertadas producen muchas brotaciones desde el portainjerto lo cual puede transformarse en un problema de manejo. Plantas micropropagadas aún no han sido evaluadas a campo (Thorp y Bielecki, 2002).

2.3.6. Plagas y enfermedades

En Facultad de Agronomía (Uruguay), sin llegar a evaluar el daño, han sido identificados sobre plantas de guayabo el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* identificado por María Emilia Cassanello y el trips *Phrasterothrips* sp. identificado por Gabriela Grille (*). Bentancourt y Scatoni (1999) señalan al guayabo como hospedero de las moscas de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus*).

En Brasil el guayabo es considerado como hospedero de un gran número de insectos debido a su calidad de planta nativa en los bosques del planalto meridional. Esto determina un riesgo potencial dada la posibilidad que algunos de esos insectos se conviertan en plagas en cultivos comerciales. La principal plaga citada es la mosca de las frutas (*Anastrepha fraterculus*), pudiendo

* Vignale, B., 2006. Ing. Agr. (comunicación personal)

ocasionar daños al 100% de los frutos en época de maduración si se dan ataques severos. Otro insecto que puede ser plaga ocasionalmente, aún de mayor magnitud, es el gorgojo del fruto (*Conotrachelus* sp.), principalmente en las regiones de mayor altitud. Otras plagas potenciales citadas para esta especie en Brasil son: trips (*Phrasterothrips* sp.), Lepidópteros (*Huacapia* spp., *Bonagota cranaodes*, *Argyrotaenia fletcheriella*, *Argyrotaenia spheropa*, *Clarkeulia excerptana*), Hemípteros (*Ulotingis nitor*), cochinillas (*Chrysomphalus ficus*, *Ceroplastes* spp., *Pseudokermes nitens*, *Coccus hesperidum*), Ácaros y Coleópteros (Ducroquet *et al.*, 2000).

Para los cultivos de guayabo en Nueva Zelanda son citados varios insectos como plagas potenciales: *Ctenopseustis obliquana*, *Planotortrix excessana*, *Epiphyas postvittana*, *Cleora scriptaria*, *Eucolaspis brunnea*, *Costelytra zealandica*, *Hemiberlesia rapax*, *Ceroplastes sinensis*, *P. longispinus*, *Heliiothrips haemorrhoidalis*, *Ingella bullager* y *Aceria feijoa* (Thorp y Bieleski, 2002).

En Chile, González (1988) señala la presencia, en varios casos ocasional, de algunos insectos como *Grapholita molesta*, *Pseudococcus longispinus*, *Proeulia* sp., *Leptoglossus chilensis* y *Saissetia oleae*. Sugiere la necesidad de evaluación de densidades de poblaciones de estos insectos antes de tomar cualquier medida de control.

Cabe señalar que algunas de las especies de insectos citadas en otros países se encuentran presentes en el Uruguay constituyendo plagas de importancia en cultivos agrícolas y forestales (Bentancourt y Scatoni, 1999).

Entre las enfermedades se destaca la antracnosis causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* siendo esta enfermedad la de mayor importancia en el sur de Brasil. Produce secado progresivo de ramas llegando a provocar muerte en plantas jóvenes e incluso adultas. El ataque en frutos ocasiona manchas deprimidas en la piel que van aumentando y extendiéndose al interior del fruto descartándolo para el consumo. Otros hongos citados de importancia son: *Botrytis cinerea*, *Pestalotia feijoa* Art., *Phyllostica feijoa* Art., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Monilia fructigena* y *Pestalotiopsis psidii* (Ducroquet *et al.*, 2000).

Botrytis cinerea es citado en Nueva Zelanda e Italia como causa de pudriciones de poscosecha (Ducroquet *et al.*, 2000). Thorp y Bieleski (2002) sostienen que la mayoría de las enfermedades causadas por hongos en cultivos de Nueva Zelanda son de poca incidencia, aunque esta situación podría cambiar en el futuro.

Michailides (1988), en la Universidad de California, Davis señala como enfermedades de campo las causadas por los hongos: *Pestalotia guepini*, *Phyllostica feijoa*, *Monilia fructigena* y *Phoma feijoa*. Para pudriciones de fruto indica a *Botrytis cinerea* y *Colletotrichum gloeosporioides*. Para suelos arcillosos y mal drenados sugiere la posibilidad de ataque por *Phytophthora* y *Phytium*. En el caso de hojas, ocasionalmente pueden ser dañadas por *Sphaceloma* sp.

2.4. DOMESTICACIÓN Y MEJORAMIENTO

2.4.1. Diversidad y selección

El principal factor que afecta la calidad del fruto es la elección del cultivar. Dicha elección es de gran importancia para obtener fruta con grado de exportación, existiendo cultivares que naturalmente producen fruta grande mientras que otras producen naturalmente fruta de menor tamaño. En montes antiguos provenientes de semilla sexual, existe producción de fruta de alta variabilidad en cuanto a calidad, incluyendo extremos en tamaño de fruta, fecha de maduración y dulzura. Esta alta variabilidad sugiere que el uso de cultivares renombrados, de producción cuyo desempeño ha sido probado, no sería la única alternativa, para obtener fruta de gran tamaño y calidad (Thorp y Bielecki, 2002).

En Uruguay, la Facultad de Agronomía realiza desde 1998 un programa de prospección, estudio de la diversidad genética, el valor agronómico y el potencial comercial de especies nativas, tendiente a la selección, conservación y utilización de materiales potencialmente interesantes. Estos, se obtienen en parques, jardines, quintas frutales y áreas silvestres, en diferentes regiones del país. Los materiales seleccionados se introducen e instalan en una colección en el predio de la EEFAS, departamento de Salto. Se estudian características de adaptación de las especies al cultivo sistematizado (sobrevivencia, crecimiento vegetativo, presencia de enfermedades), fenología vegetativa y reproductiva, producción (número y peso de las frutas, alternancia productiva) y calidad de fruta (calibre, color, firmeza, porcentaje de pulpa, características de la pulpa, número de semillas, sólidos solubles y acidez) (Vignale y Bisio, 2005).

Complementariamente con este programa se desarrolla el proyecto de investigación: “Primer estudio sistemático de las poblaciones de *Acca sellowiana* (Berg) Burret como recurso genético”, iniciado en el 2005, bajo la responsabilidad de la Ing. Agr. Dra. Clara Pritsch y financiado por el PDT-MEC. En este proyecto se propone prospectar la diversidad de la especie en estado silvestre y las variedades locales, caracterizar la diversidad genética mediante caracteres morfo-fenológicos y moleculares. Paralelamente se evalúa el

comportamiento y propagación *in vitro* de dichos materiales para la conservación y multiplicación de genotipos seleccionados. A su vez, el estudio de las poblaciones naturales, propone entre otros objetivos, la determinación de áreas para conservación *in situ* (Vignale y Bisio, 2005).

Estudios en nueve individuos provenientes de distintos sitios de Tacuarembó (Uruguay) evidencian la existencia de gran variabilidad dentro de la especie, principalmente en características como fecha de floración y fructificación, abundancia de flores y frutos, tamaño y forma de frutos, grosor, rugosidad y color de la cáscara, espesor y jugosidad de la pulpa (Tálice *et al.*, 1996).

En Brasil, las investigaciones acerca de esta especie, actualmente vienen siendo llevadas a cabo en Santa Catarina por la Empresa de Investigación Agropecuaria y Extensión Rural de Santa Catarina S.A. (EPAGRI) y también por la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC) y en Río Grande del Sur por la EMBRAPA de clima Templado (CPACT) (Franzon, 2004). Para el desarrollo de nuevas variedades están siendo llevadas a cabo dos estrategias básicas (dos Santos, 2005). La primera consiste en seleccionar genotipos a campo, propagarlos vegetativamente y evaluar su desempeño agronómico y grado de adaptación a las condiciones de Santa Catarina. El segundo es la evaluación de híbridos provenientes de cruzamientos entre genotipos previamente seleccionados y la selección de los individuos superiores.

A partir de material importado de Francia del stock original de André, fueron seleccionados cultivares en California desde 1910 (Anon, 1959 citado por Thorp y Bielecki, 2002). Desde finales de la segunda Guerra Mundial, numerosas selecciones fueron llevadas a cabo en Estados Unidos.

Desde la introducción de cultivares provenientes de California en la década de 1920, el guayabo comenzó a hacerse conocido en Nueva Zelanda donde a partir de estos materiales fueron seleccionados numerosos genotipos en el transcurrir de los años. En 1988 Grant Thorp visitó Brasil y Uruguay donde colectó semillas de varios tipos de frutos. Las plantas provenientes de éstas semillas (establecidas en Hortresearch) producen buenos cultivos con un gran tamaño de fruto (Thorp y Bielecki, 2002). El Instituto de Investigación en Horticultura y Alimentos de Nueva Zelanda (Hortresearch), desde la década de 1970 ha venido seleccionando y mejorando guayabo, obteniendo cultivares que se consideran como los principales de la industria del guayabo en ese país. Recientemente ha establecido un programa de mejoramiento para desarrollar guayabo para el mercado exportador y doméstico, con mayor tamaño de fruto, mejor forma, altos rendimientos y alta calidad de fruta. Para desarrollar tales

líneas de mejoramiento y cultivares, está utilizando hibridaciones convencionales y análisis de genética cuantitativa. El germoplasma utilizado en éstos programas, incluyen materiales del centro de origen (Brasil y Uruguay) así como selecciones provenientes de todo el mundo, constituyendo posiblemente una de las colecciones de mayor diversidad fuera de América del sur (Hortresearch, 2006).

Thorp y Bieleski, (2002) relatan trabajos de selección y obtención de cultivares en países como Francia, Italia, Israel, Colombia y Rusia.

Según Tocornal (1988) la selección de genotipos comerciales de guayabo deben presentar las siguientes características: frutos grandes, de forma uniforme oval truncado; producción alta y constante; frutos uniformes y proporcionalidad entre semillas y pulpa correspondiente a 30% y 45% en el corte transversal; autofértil; sin hueco en la pulpa; período de floración breve; precocidad, concentración de la producción, período de guarda de al menos 6 semanas, resistente al bronceamiento interno; piel lisa, homogéneamente coloreada, sin manchas rojas, resistente a golpes; pulpa suave, carnosa, sin células pétreas; con calibre de 80 a 85grs, dulce, agradable, sin sabores amargos; con cáliz sin capacidad de albergar plagas y resistente al manipuleo y daño mecánico.

Degenhardt *et al.*, (2002) evaluaron el efecto año y determinaron el número mínimo de años necesarios de evaluación para características como peso de fruto, peso de cáscara, largo, diámetro, relación largo/diámetro, rendimiento de pulpa, y contenido de sólidos solubles de frutos de guayabo. Excepto por esta última característica (SST), el efecto año representó gran parte de la varianza total. Basado en el coeficiente de repetibilidad, se determinó que sería necesario al menos cuatro a seis años de evaluación para la selección de plantas, con una precisión de 80%, lo que dificulta la eficiencia de los programas de mejoramiento y evaluación de materiales.

En un monte de guayabo proveniente de semilla sexual en Manizales, Colombia (Restrepo, 2000). Se seleccionaron plantas por características deseables con el objetivo de caracterizarlas, evaluarlas, conocer la variabilidad fenotípica, establecer correlaciones entre caracteres cuantitativos y definir las variables de mayor relevancia. Las variables cualitativas determinadas fueron: presencia de lenticelas (escasa, media y alta), intensidad de la floración (baja, media y alta), intensidad de la pubescencia (baja, media y alta), velocidad de oxidación del fruto (lenta: después de 30 min, media: de 10 a 30min y rápida: antes de 10min), forma del fruto (periniforme, ovoide y elíptico), hábito de crecimiento (erecto y semierecto), forma del ápice de la hoja (mucronado y obtuso) y reacción a plagas y enfermedades (favorable, media y desfavorable).

Las variables cuantitativas fueron: sólidos solubles expresados como grados Brix, diámetro del tallo, eficiencia de copa (producto del diámetro de copa por altura donde se encuentra la floración), altura de la primera rama y de planta, días de floración a cosecha, tamaño de hoja, número y peso promedio de cosechas y peso promedio, número y peso total de frutos. El autor concluye que los resultados de este estudio, permiten establecer que mediante un adecuado proceso de selección se pueden obtener genotipos con características morfológicas y agronómicas deseables.

Degenhardt *et al.* (2003) evaluaron durante tres años los frutos de un cultivo comercial de guayabo en San Joaquín (Brasil), compuesto por progenies de dos plantas madres, con el objetivo de caracterizar la variabilidad fenotípica. Las características evaluadas fueron: peso de fruto, peso de cáscara, rendimiento de pulpa, largo, diámetro, relación largo/diámetro (cuyos valores fueron clasificados como: clase 1, hasta 1,1; clase 2, entre 1,11 y 1,3; clase 3, entre 1,31 y 1,5, y clase 4, más de 1,5), sólidos solubles totales (%) y tipo de cáscara (rugoso, semi – rugoso y liso). Como resultados, encontraron variación considerable para todas las características, tanto para las familias de medios hermanos como para las plantas dentro de las familias. Los coeficientes de variación, indican una mayor variabilidad entre las plantas para las características peso de fruto y rendimiento de pulpa, sugiriendo según los autores, la posibilidad de selección para esas características, ya que la variación entre individuos resulta bastante expresiva. Para las medias de las características evaluadas entre los años, para cada familia separadamente, los resultados de este estudio mostraron la importancia del efecto año y la gran variación ambiental sufrida, sugiriendo bajos valores de heredabilidad. En el caso de sólidos solubles totales, la variación entre los años no ocurre de manera similar entre las dos familias, lo que sugiere que esa característica no fue afectada de sobremanera por el clima y la temperatura. Las correlaciones más significativas evidenciaron que cuanto mayor peso de fruto, mayor será el peso de cáscara, largo y diámetro. No resulta posible según los autores, sugerir el uso de selección indirecta de características importantes, como rendimiento de pulpa o contenido de sólidos solubles totales a partir de la selección por peso de fruto, largo o diámetro, porque las correlaciones fueron bajas y variables. A su vez, las correlaciones y regresiones entre caracteres vegetativos y productivos no fueron significativas. Se concluye entre otras cosas por parte de los autores que sería posible seleccionar individuos con características deseables para ser utilizados en programas de mejoramiento como progenitores de cruzamientos o para propagación inmediata.

Dos Santos *et al.* (2005) realizaron caracterización fenotípica de progenies F1, basado en evaluaciones de plantas y frutos. En el caso de plantas las evaluaciones fueron: Altura (distancia desde la superficie del suelo

hasta la última hoja superior), diámetro del tronco (medido a 30cm de altura del cuello), diámetro de la copa (mayor diámetro horizontal), productividad (número de frutos producidos por planta, de acuerdo a seis clases: 0, 0 a 10; 1, 11 a 40; 2, 41 a 80; 3, 81 a 120; 4, 121 a 160; 5, más de 160). Las muestras de frutos, constituidas por 10 unidades, fueron sometidas a evaluaciones cuantitativas y cualitativas. Las características cuantitativas fueron: peso medio del fruto (gramos), relación largo/diámetro, resistencia de la cáscara (Kg/cm^2 , realizado con penetrómetro, puntero plano, 8mm), rendimiento de pulpa (diferencia entre peso de fruto entero y sin cáscara), sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix), acidez total titulable (obtenido a través de neutralización de una alícuota de 5ml de jugo de guayabo mezclada a 25ml de agua destilada para ser titulada con NaOH 0,1N, teniendo como indicador fenolftaleína 0,1%, expresándose los resultados en gramos de ácido cítrico cada 100ml de jugo). Las características cualitativas fueron: coloración de pulpa (según tabla de colores *Royal Horticulture Society* (1992)), presencia de espacio entre la cáscara y la pulpa (presencia o ausencia), forma (redondo, oblongo, obovoide, piriforme, ovoide y lanceolado), inserción de sépalos (abiertos, semierectos y erectos), rugosidad (ausente, leve, media e intensa), consistencia (blanda, semidura y dura), color de la cáscara (verde abacate, verde oliva y verde amarillo) y brillo de la cáscara (presente o ausente). Para todas las características cualitativas en los dos años de evaluación, fueron detectadas diferencias estadísticamente significativas entre los cruzamientos, incluyendo la productividad, característica de gran importancia desde el punto de vista comercial. Se destacaron dos genotipos de interés, uno de ellos por su alto peso de fruto y el otro por ser altamente productivo y de alto rendimiento de pulpa. Los autores sugieren que ambos genotipos serían seleccionados para programas de mejoramiento genético de esta especie. Evaluando cruzamientos dialélicos entre accesiones de guayabo, el mismo autor concluye que desde el punto de vista de la utilización de los descriptores, las características más relevantes para discriminar los cruzamientos fueron: diámetro de copa, peso de fruto, rendimiento de pulpa y acidez.

2.4.2. Cultivares

Son citadas por numerosos autores tres variedades seleccionadas antiguamente en los Estados Unidos, las cuales han sido la base de muchas selecciones posteriores:

Coolidge

Fruto de forma variable, desde periforme a oblongo o elongado, de tamaño medio, con piel a veces rugosa. Sabor indiferente. Autofértil. Planta de hábito erecto y brotación fuerte (Morton, 1987).

Choiceana

Fruto de tamaño medio a chico, forma redonda a oval, piel moderadamente lisa, buen sabor. Parcialmente autofértil. Planta de hábito extendido y vigor medio (Morton, 1987).

Superba

Fruto de forma redondeada a levemente oval, tamaño medio a chico, piel moderadamente lisa, buen sabor. Parcialmente autoincompatible. Planta de vigor medio y hábito extendido (Morton, 1987).

Otras variedades obtenidas posteriormente en Estados Unidos son: Trask, Nazemetz, Pinneapple Gem, Edenvale Supreme y Coolidge Improved (Thorp y Bielecki, 2002). Sharpe *et al.* (1993) evaluaron nueve cultivares en Florida (USA), resultando apenas Coolidge y Mammoth con alta productividad. Las variedades Trask y Nazemetz presentan una pulpa que no se oscurece al ser cortado el fruto siendo expuesto al aire (Ducroquet *et al.*, 2000).

En Nueva Zelanda es donde existe la mayor cantidad de cultivares seleccionados. Thorp y Bielecki (2002) describen los cultivares disponibles en aquel país:

Unique

Fruto de tamaño pequeño a medio, piel rugosa de color verde a verde claro. Forma obovoide, contenido de pulpa bajo a medio. Es autofértil y no necesita polinización cruzada. Alto cuajado de frutos, maduración muy temprana, corta vida de almacenamiento debido a oscurecimiento de la pulpa. Plantas de hábito erecto extendido con ramas moderadamente débiles.

Robert

Fruto de tamaño medio, color verde, piel moderadamente rugosa. Frutos pobremente polinizados presentan pulpa seca. Contenido de pulpa medio. Autoestéril, necesita polinización cruzada. Muy alto cuajado, maduración muy temprana. Plantas de hábito erecto y extendido. Daño por frío en conservación a temperaturas menores a 4° C.

Gemini

Fruto de tamaño pequeño a medio, piel lisa de color verde oscuro, obovoide. Contenido de pulpa medio, sabor fuerte y sub ácido. Producción

temprana, autoestéril, necesita polinización cruzada. Alto cuajado de frutos. Buena vida de almacenamiento. Plantas de hábito erecto con brotes largos moderadamente débiles.

Pounamu

Fruto de tamaño medio, piel moderadamente lisa, de color verde oscura. Generalmente de forma obovoide, con contenido de pulpa medio. Autoestéril, necesita polinización cruzada. Maduración temprana, alto cuajado de frutos, buen almacenamiento. Plantas de hábito erecto moderadamente vigorosas.

Apollo

Fruto de gran tamaño (hasta 260gr), moderadamente rugoso, verde o verde claro, generalmente elipsoide a obovoide. Excelente sabor y calidad de consumo. Parcialmente autofértil, necesita polinización cruzada. Producción a media estación, buena vida de almacenamiento. Planta de hábito erecto, extendida, brotes vigorosos.

Kakapo

Fruto de tamaño medio, piel rugosa, color verde que aclara al madurar en media estación. Generalmente forma obovoide, contenido de pulpa medio. Autoestéril, necesita polinización cruzada, cuajado medio de frutos. Vigor medio de la planta con un hábito erecto.

Marion

Fruto de tamaño medio a grande, piel moderadamente lisa de color verde oscuro, forma ovoide, a veces obovoide. Contenido de pulpa variable. Maduración en media estación, buena conservación. Plantas de hábito erecto con ramas secundarias erectas y vigorosas.

Opal Star

Fruto de tamaño medio a grande, piel lisa verde oscura, forma oblonga a obovoide. Contenido de pulpa medio a bajo. Autoestéril, necesita polinización cruzada. Producción tardía, altos rendimientos en plantas compactas, buena vida de almacenamiento.

Triumph

Fruto de tamaño medio, moderadamente rugoso, color verde oscuro y forma obovoide. Contenido de pulpa medio. Autoestéril, necesita polinización cruzada. Plantas jóvenes vigorosas, altos rendimientos, perdiendo vigor al ser plenamente productivas. Maduración tardía y buen almacenamiento.

DSIR Mammoth

Es la más común del grupo de las “Mammoth”. Presenta fruto de tamaño medio, piel moderadamente lisa, verde a verde oscura con áreas claras, desarrollando frecuentemente pequeños puntos rojos en la superficie expuesta. Forma oblonga, contenido de pulpa bajo a medio. Hoja más redonda que en otros cultivares. Maduración media a tardía, con moderada vida de almacenamiento. Plantas de hábito extendido. Gracie`s Mammoth se caracteriza por tener una piel rugosa de color verde pálido. Fruta frecuentemente de gran tamaño. Brotación vigorosa.

Gracie`s Large Round

Fruto de tamaño medio a grande, piel rugosa de color verde a verde oscura. Forma redonda, a veces oblonga. Maduración media a tardía, buena vida de conservación. Planta de hábito abierto.

En Colombia donde existe una producción significativa, son citados tres cultivares, con fruto relativamente pequeño: *Rionegro* (65gr), *Tibarosa* (40gr) y *Niza* (22gr) (Pachón y Quintero, 1992 citados por Ducroquet *et al.*, 2000). En España son citados los cultivares *Alpe*, *Castroviejo* y *Vilgarcía*, productivos y bien adaptados a las condiciones agroclimáticas de Galicia, aunque de fruto pequeño. En Israel se planta el cultivar *Slor*, y en Australia el *Large Oval* (Ducroquet *et al.*, 2000). En Italia están citadas las selecciones *Portici S*, *Portici W*, *Portici X* y *Portici Y*. Existen también selecciones en Rusia (*Sinope*, *N27*, *Precoce*, *Precoce de Crimee*, *Parfume de Nikita*, *Nikita*, y *Cotele de Crimee* (Thorp y Bielecki, 2002).

2.4.3. Conservación de germoplasma

Según el directorio de colecciones de germoplasma de IPGRI, la especie se encuentra reportada como conservada en: Albania, Alemania, Australia, Brasil, España, Francia, India, Israel, Italia, Méjico, Nueva Zelanda, Portugal, Sudáfrica, Taiwán y Tanzania, sumando un total de 226 accesiones en 19 instituciones (IPGRI, 2006). Existen además, colecciones de germoplasma en Colombia, las regiones costeras de Ucrania, Georgia y Azerbaijón (Ducroquet *et al.*, 2000).

En la Estación Experimental de Facultad de Agronomía (Uruguay) en el departamento de Salto (EEFAS), se seleccionaron de diferentes zonas del país, e introdujeron a la colección existente, 39 orígenes provenientes de quintas frutícolas, jardines familiares rurales, áreas silvestres y subespontáneas. El

criterio de selección en la prospección fue la calidad de fruta y diversidad (Vignale y Bisio, 2005).

La colección con mayor número de accesiones se encuentra en el municipio de San Joaquín (Estación experimental EPAGRI, San Joaquín, Brasil), establecido en 1995 donde se cuenta con más de 195 accesiones, la mayoría de ellas procedentes del estado de Santa Catarina, así como también accesiones provenientes de Nueva Zelanda y California (Ducroquet *et al.*, 2000).

En Uruguay, recientemente se ha comenzado a trabajar para la definición y manejo de áreas para la conservación *in situ* de guayabo. En principio se trabaja en dos regiones: noreste y centro-norte del país. A su vez, experiencias de disminución de la presión ganadera (principalmente ovinos) sobre los campos naturales en áreas silvestres, han revelado un aumento en el número de individuos que componen las poblaciones locales de guayabo (*).

En referencia al estado actual de conservación de germoplasma *in situ* en Brasil, centro de diversidad primario, si bien las actividades económicas han reducido el número de ejemplares de guayabo afectando la integridad del germoplasma original, existen numerosos ejemplares silvestres especialmente en zonas de mayor altitud, donde el relieve muy accidentado es causa de un bajo potencial de aprovechamiento para la actividad agropecuaria. Si embargo existe una amenaza por parte de las poblaciones rurales, las cuales por falta de mejores opciones de renta, exploran los bosques para extraer y vender leña, dando preferencia a las mirtáceas por su alto valor calorífico (Ducroquet *et al.*, 2000).

2.5. MERCADOS, USOS ACTUALES Y POTENCIALES

Durante la época de cosecha, en Uruguay, principalmente en la ciudad de Montevideo, el fruto de guayabo es ofrecido al consumidor final en algunos pocos almacenes y supermercados, siempre en bajas cantidades en relación a frutos tradicionales de otras especies (†).

En el Mercado Modelo de Montevideo, principal centro mayorista de frutas y hortalizas frescas del país, puede encontrarse también a la venta en pequeñas cantidades y a través de pocos operadores, sin existir registros de volúmenes de ingresos a plaza. Los compradores, principalmente feriantes y

* Rivas, M. 2006. Ing. Agr. (comunicación personal)

† Camussi, G. 2006. Ing. Agr. (comunicación personal)

minoristas de Montevideo, Maldonado y Rocha, demandan frutos de tamaño grande y uniforme, siendo éste, un requisito indispensable para la venta. La principal dificultad comercial es la oferta irregular, tanto de volúmenes como de calidad y calibre de fruta (*).

Existen propuestas de desarrollo local en Treinta y Tres y Tacuarembó especialmente por parte de pequeños productores y mujeres rurales que habitan áreas silvestres de la especie para el desarrollo del cultivo y el uso de la fruta para producción de dulces, jaleas y licores. También en otros departamentos se detectan intereses similares (†).

Un estudio de mercado llevado a cabo en supermercados de Blumenau y Florianópolis (Brasil), reveló que no más de un 11,5 % de los entrevistados conocían el fruto de guayabo. Las características sabor y aroma tuvieron un nivel de aceptación calificado como bueno y óptimo en más de un 86,5 % de quienes degustaron el fruto. El aspecto y color del fruto también tuvieron una calificación de buena u óptima en la mayoría de los casos, sin embargo no se verificó una preferencia en cuanto a forma y rugosidad de la piel. En comparación con otros frutos, la preferencia de compra a igual precio, sitúa al Guayabo a un nivel similar que el Kiwi, Ciruelo y Pera (Ducroquet *et al.*, 2002).

Anon (1984), citado por Thorp y Bielecki (2002) señala que estudios de mercado en Japón y Estados Unidos mostraron que los consumidores son atraídos por el aroma y el sabor exótico del fruto de guayabo.

Hay industrias que procesan el fruto de guayabo para diversos productos, tales como jugos, vinos, licores, pulpa congelada, helados y conservas (Reddish, 1996 citado por Ducroquet *et al.*, 2000; Thorp y Bielecki, 2002).

Existen estudios relacionados a la medicina donde se verifica la actividad antimicrobial y antioxidante de extractos de fruto de guayabo, sugiriendo que la fruta es fuente de agentes antimicrobianos, antioxidantes, antiinflamatorios y tal vez antimutagénicos (Vuotto *et al.*, 2000).

Cabe señalar que el fruto de “guayabo del país” es confundido frecuentemente con el de otra especie frutal, *Psidium guajava* L. llamado vulgarmente guayabo por muchos consumidores. Se trata de un fruto de características morfológicas similares, con color de la piel amarillenta, pulpa rosada a amarilla, presentando pequeñas semillas que se sienten al comer el

* Moizo, H. 2006. (comunicación personal)

† Rivas, M. 2006. Ing. Agr. (comunicación personal)

fruto. Para un desarrollo de mercado esto implica un problema comercial que deberá resolverse a través de la adecuada difusión y marketing (*).

* Camussi, G. 2006. Ing. Agr. (comunicación personal)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Material vegetal y ambiente

3.1.1.1. Ubicación, origen y características del cultivo

El presente estudio se realizó en un pequeño monte comercial establecido en la zona de Melilla, Montevideo (figura 1). Se encuentra ubicado en una empresa frutícola propiedad de la familia Moizo sobre Camino Melilla N° 10405 (34° 44' 06'' S; 56° 16' 50'' W).



Figura 1. Vista del cultivo

El origen de las plantas según el Sr. Domingo Moizo quien implantara el monte en el año 1978, fue relatado personalmente y se resume en la siguiente historia: en la década de 1950 el Sr. Domingo Moizo junto a su padre colectaron frutos de guayabo en la bodega del Sr. Aurelio Moizo ubicada en la zona de Peñarol Viejo (Montevideo), donde fueron elegidas las plantas con frutos más grandes y a su vez los frutos más grandes de esas plantas. De éstos frutos hicieron muchas plantas con las cuales implantaron un monte de una superficie

aproximadamente de una hectárea. Se recuerda haber cosechado más de cien cajones de fruta en ese monte, la cual era comercializada en el Mercado Modelo de Montevideo. Este monte dio origen a una planta que se encontraba cerca del galpón donde se empacaba la fruta para el mercado. No se recuerda precisamente si esa planta fue sembrada a través de semilla seleccionada de alguna planta en especial del monte o simplemente se trató de alguna semilla que germinó de algún fruto proveniente de la cosecha que casualmente cayó en ese lugar. De todas formas se recuerda que esa planta producía frutos de muy buen tamaño. Así, en el año 1974 fue arrancado el monte y permaneció únicamente la planta cercana al galpón. Tres años más tarde el Sr. Domingo Moizo eligió los frutos más grandes producidos por esta planta y realizó un almácigo en un cajón con arena de donde obtuvo las plantas que fuera a implantar para formar el monte aquí estudiado. La planta madre fue arrancada en 1978. Existe en la zona de Juanicó, Canelones un monte de 20 plantas aproximadamente, el cual tiene el mismo origen, o sea que puede considerarse “hermano” al estudiado, por provenir de la misma planta madre. Dicho monte actualmente se encuentra en estado de abandono.

En 1993 fueron seleccionados frutos del monte bajo estudio cuyas semillas dieron origen a dos montes comerciales de mayor extensión, uno en Rincón del Pino, San José y otro en Mendoza, Montevideo, ambos arrancados recientemente.

Actualmente el monte bajo estudio se encuentra en producción y su fruta es comercializada en el Mercado Modelo y eventualmente en supermercados.

Se encuentra constituido por 14 plantas ubicadas en tres filas, dos de cinco plantas y una de cuatro. La orientación de las filas es Este – Oeste. La distancia entre filas es de 5 metros y la distancia entre plantas es de 6 metros. Al momento de realizar el estudio, el monte se encontraba consociado con plantas de manzana intercaladas con las de guayabo. Actualmente fueron retiradas las plantas de manzana.

Las plantas pertenecientes al cultivo fueron individualizadas a través de un número el cual está compuesto por el número de fila y número de planta en la fila. En la figura 2 se presenta un esquema donde se aprecia la disposición de las plantas en el monte:

1.1	2.1	3.1
1.2	2.2	3.2
1.3	2.3	3.3
1.4	2.4	3.4
1.5	2.5	

Figura 2. Disposición e identificación de plantas.

El manejo del cultivo incluye el control de malezas y la poda de ramas que afectan la circulación de la maquinaria y la cosecha. No se realizan actividades de poda para regular la producción así como tampoco el raleo de frutos. No se realiza un control sanitario específico, pero por estar coasociado con plantas de manzana, recibe las aplicaciones de fitosanitarios correspondientes a este cultivo. No se han registrado problemas de plagas ni enfermedades en las plantas de guayabo.

3.1.1.2. Descripción del ambiente

Suelos

En base a información de CONEAT, los suelos donde se encuentra ubicado el monte, pertenecen al grupo de suelos 10.8a, aunque se sitúa en el límite con el grupo 11.10, por lo cual puede considerarse en una situación de transición entre ambos grupos, los cuales a su vez comparten varias características (figura 3). El grupo 10.8a se compone de suelos correspondientes a Vertisoles Rúpticos Típicos y Lúvicos y Brunosoles Eútricos y subeútricos Típicos de color negro o pardo muy oscuro, textura franco arcillo limosa, fertilidad alta y moderadamente bien drenados. En el caso del grupo 11.10, los suelos predominantes son Brunosoles Eútricos Típicos, moderadamente profundos, de color negro, textura franco arcillosa, fertilidad alta y muy alta y moderadamente bien drenados.



Figura 3. Croquis de suelos CONEAT y Fotografías Aéreas IMM.

El cultivo se desarrolla en condiciones de secano, por lo tanto recibe agua únicamente de las precipitaciones. No se realiza laboreo en las entrefilas, realizándose el control de malezas a través de herbicidas sobre las filas y mecánicamente con rotativa en las entrefilas.

Clima

Para caracterizar el ambiente donde se desarrolla el cultivo desde el punto de vista agroclimático, en las figuras 4 a 7 se presentan los datos climáticos pertenecientes a la estación meteorológica de INIA Las Brujas (34° 40' S – 56° 20' W). Allí se pueden observar los valores históricos (desde 1972) de temperaturas medias mensuales, humedad relativa, precipitaciones y régimen de heladas.

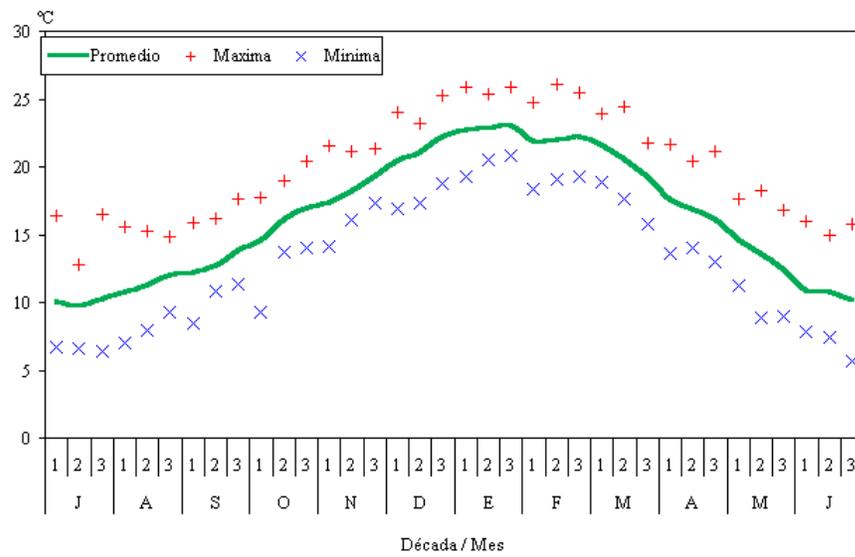


Figura 4. Temperatura media mensual (INIA Las Brujas).

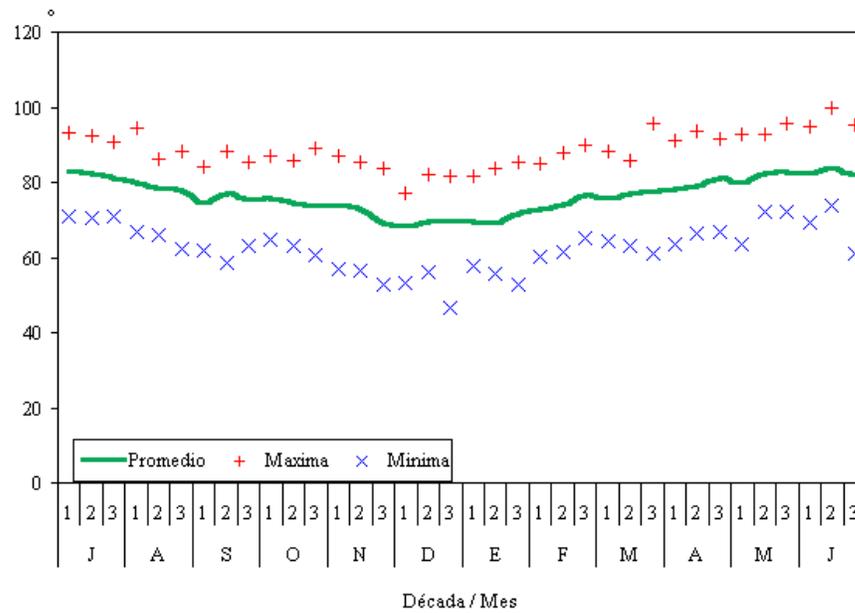


Figura 5. Humedad relativa media mensual (INIA Las Brujas).

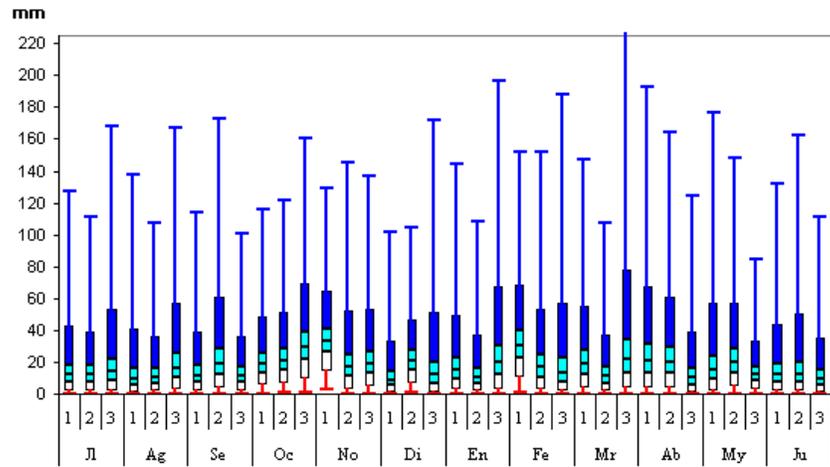


Figura 6. Precipitación media mensual (INIA Las Brujas).

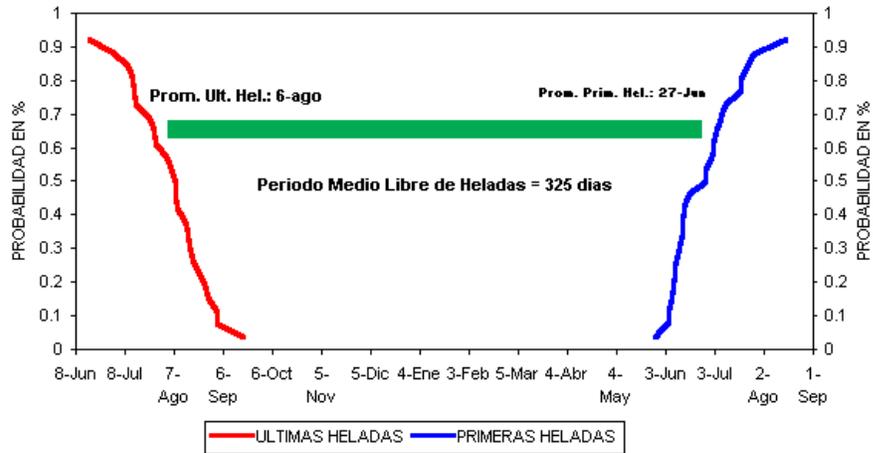


Figura 7. Régimen de heladas (INIA Las Brujas).

A los efectos de visualizar el posible efecto de las precipitaciones sobre el cultivo durante el período evaluado, se presenta en la figura 8 la gráfica

correspondiente a los valores diarios desde la primavera de 2003 hasta el final de la cosecha en junio de 2004. Cabe agregar además que las horas de frío correspondientes al invierno 2003 fueron 731 según información de la Unidad de Agroclima y Sistemas de Información (GRAS) de INIA Las Brujas.

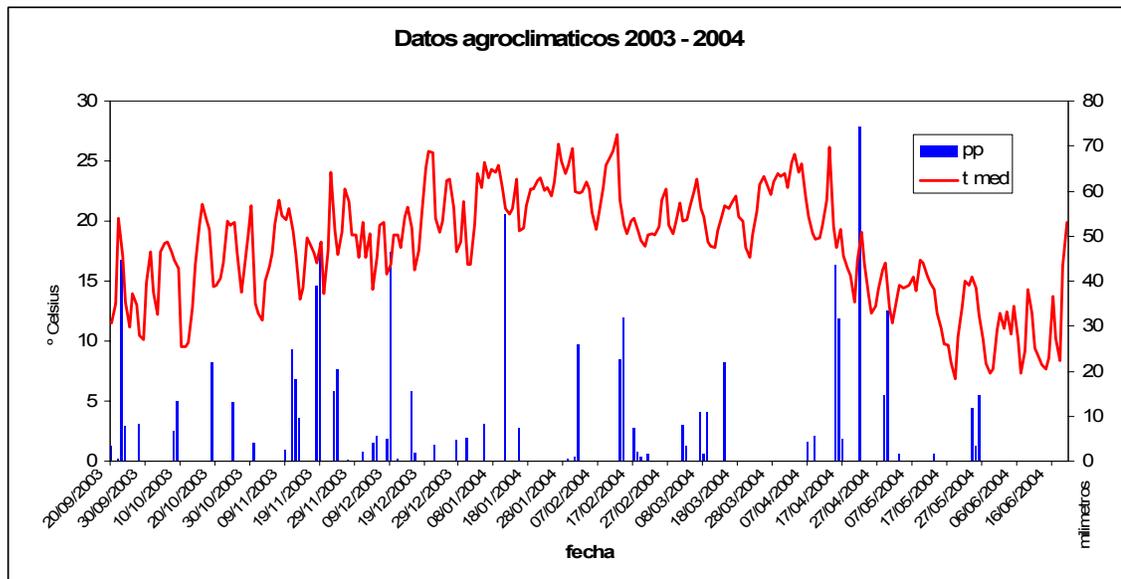


Figura 8. Temperatura media y precipitaciones ciclo 2003/04 (INIA).

3.1.2. Relevamiento de información

La información relevada en el cultivo pretende abarcar principalmente dos aspectos acerca de los individuos que lo componen. El primero de ellos sería la determinación de caracteres vegetativos a través del uso de descriptores definidos y el segundo incluye una caracterización y evaluación frutícola que comprende comportamientos fenológicos de la floración y fructificación, para el ciclo de producción 2003 - 2004. Únicamente los parámetros relacionados a la fenología de la floración fueron determinados para la totalidad de las plantas del cultivo, en función de establecer el nivel de variabilidad. Para el resto de los estudios realizados fueron seleccionadas 4 plantas, con supuesto potencial productivo de fruta. Dos de ellas (1.1 y 2.1) fueron señaladas por el propietario del establecimiento como plantas productoras de gran cantidad de fruta de buena calidad y tamaño. Las dos restantes fueron seleccionadas, una de ellas (2.5) debido a su importante vigor y la restante (3.3) en función de un hábito de crecimiento con una notoria menor densidad de follaje que las restantes por lo que surgió como “diferente”.

Fue utilizada una cinta de polietileno amarilla para identificar las cuatro plantas seleccionadas (figura 9). La identificación de ramas y frutos fue realizada con trozos de una tela plástica y precintos de cremallera.

Para las mediciones fue utilizada una cinta métrica de 30m, cinta métrica flexible, calibre de acero inoxidable de 150mm, balanza y planillas para la toma de registros de datos. Se utilizó a su vez cámara fotográfica para el registro de imágenes varias. En laboratorio de Facultad de Agronomía (Fruticultura) se utilizó refractómetro para registro de sólidos solubles totales. En la determinación de acidez de jugo de fruta fueron empleados los materiales necesarios para el procedimiento (recipientes, agitadores, reactivos etc.) en el laboratorio de poscosecha de la estación experimental de INIA Las Brujas.



Figura 9. Identificación de planta bajo estudio.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Caracterización vegetativa

Las características vegetativas utilizadas (para las cuatro plantas seleccionadas) fueron establecidas acorde a los antecedentes y descriptores de IPGRI para Citrus y otros frutales:

- Forma de la planta
 - Circular
 - Semicircular
 - Semi-elíptico
 - Irregular

- Diámetro de copa (m)
 - Promedio de la medida en el sentido de la fila y transversal a la misma.

- Altura de copa (m)
 - Medido desde el suelo hasta la brotación más alta.

- Altura de inserción de primera rama (m)
 - Medido desde el suelo hasta la base de la inserción de la primera rama secundaria.

- Diámetro del tronco medido a 15cm del suelo (m)
 - Fue medido el perímetro del tronco con una cinta métrica flexible para realizar el cálculo de diámetro.

- Hábito de crecimiento
 - Definido a través de la observación visual de la planta.
 - Erecto
 - Semierecto
 - Extendido
 - Semi postrado
 - Postrado

- Densidad de ramas:
 - alta
 - media
 - baja

- Morfología de la hoja determinado en una muestra de 20 hojas:
 1. Forma general de hoja:
 - Oval
 - Obovada
 - Elíptica

 2. Forma del ápice:

- Redondeado
 - Agudo
 - Obtuso
3. Forma de base:
- Redondeado
 - Cuneado
4. Altura (mm): desde base del pecíolo hasta el ápice
5. Ancho (mm): medido en el mayor ancho
6. Grado de pilosidad en el envés:
- Glabro
 - Sub glabro
 - Piloso
 - Denso

3.2.2. Comportamiento fenológico y productivo

El estudio de los parámetros de floración fue realizado para las 14 plantas que constituyen el cultivo. Estos parámetros incluyeron para cada planta la siguiente información:

- Fecha de inicio de floración
- Fechas de ondas de plena floración
- Fecha de fin de floración

La determinación de estas fechas fue realizada a través de la observación diaria del estado de cada planta. Para definir la fecha de inicio de floración se tomó un valor de 60 flores abiertas como indicativo de este parámetro. Al momento de la observación, se encontraron variaciones notorias en la mayoría de las plantas en cuanto a la apertura de flores en función de su ubicación cardinal, por lo que la determinación fue realizada diferenciando la parte SE de la copa con la parte NW, definiendo fechas para cada sector de la planta.

Para establecer ondas de floración, la observación y comparación entre plantas y estados fenológicos de las flores en una misma planta fue la metodología utilizada. Para ello se busco establecer grupos mayoritarios de

flores abiertas en una planta, distantes temporalmente de flores en otros estados fenológicos, previos o posteriores. Los estados previos se refieren a botones florales aún pequeños, mientras que los estados posteriores incluyen flores que han perdido los pétalos. La determinación de la fecha de cada onda de plena floración consistió en identificar los momentos en que grupos importantes de flores abiertas distribuidos en la planta se diferenciaban claramente de los otros estados florales mencionados. Lógicamente los estados fenológicos de las flores en una planta no se agrupan y diferencian absolutamente, por ello es que aquí se habla de grupos mayoritarios de flores, los que fueron identificados a través de la observación visual.

El final de floración fue establecido al momento de no encontrarse en la planta cantidades significativas de botones florales que pudieran indicar una nueva onda de floración.

Cuajado de frutos

Para determinar la proporción de flores que continúan su desarrollo sin caer de la planta y se transforman en fruto, se realizó un muestreo en las 4 plantas seleccionadas. Para ello fueron seleccionadas e identificadas cuatro ramas por planta, ubicadas, en diferentes puntos cardinales de la misma. Se seleccionaron ramas de tamaño similar, ubicadas a media altura de la planta. Para seleccionar el momento de iniciar esta determinación, se debió esperar a que la totalidad de los botones florales hubieran abierto, es decir al final de la floración, pero monitoreando a su vez que no ocurriera caída de flores abiertas antes de este momento, lo cual no ocurrió.

Inmediatamente a la selección de las ramas fueron tomadas las siguientes medidas:

- Diámetro (mm) de la rama a los 5cm. antes de la primera ramificación, medido con calibre.
- Cantidad inicial de flores

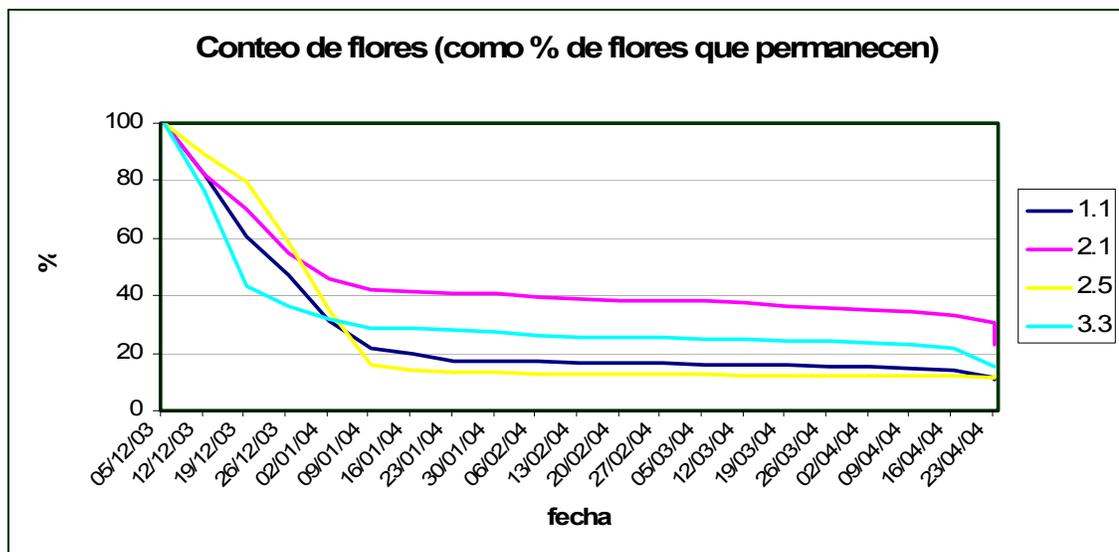
El conteo de flores presentes en cada rama fue realizado con una frecuencia semanal. El porcentaje de cuajado se calculó como la relación entre la cantidad de frutos en desarrollo y el número inicial de flores. Las flores que permanecieron en las ramas, sin aumentar el tamaño del ovario, fueron consideradas como flores no cuajadas, ya que evidentemente permanecieron unidas por acción mecánica.

las flores que efectivamente estaban iniciando un desarrollo para formar un fruto (cuadro 6). La variabilidad entre ramas en algunos casos fue considerable (planta 2.5), mientras que en otros fue menos significativa (plantas 2.1 y 3.3). Se concluye entonces que el cuajado de los frutos se define en las siguientes 3 a 5 semanas posteriores al fin de floración.

Cuadro 6. Porcentajes de cuajado de frutos

Planta	cuajado de frutos %	CV %	rango
1.1	11	40	6,6 - 15,8
2.1	23	21	20 - 31
2.5	12	57	4,7 - 17,9
3.3	15	24	9,7 - 17,8

Figura 25. Conteo de flores en cada planta



Tal como puede observarse en el gráfico de la figura 25, donde se presenta la evolución del porcentaje de flores presentes (media de cuatro ramas por planta), la tendencia en el comportamiento de la caída de las mismas es similar para las cuatro plantas estudiadas, existiendo en cambio diferencias en el porcentaje de cuajado. En el cuadro 7 se presentan los valores absolutos de número de flores con sus correspondientes porcentajes, allí surge el comentario acerca de la cantidad de flores iniciales como indicador de la intensidad de floración en términos cuantitativos para cada planta. Es así que una alta

intensidad de floración se presenta en plantas de mayor densidad de ramas (1.1, 2.1), mientras que la menor cantidad de flores la presenta la planta de menor densidad de ramas (3.3), asociado al menor número de brotes que presenta esta última.

Al momento de definirse en cuajado, se contaron las hojas totales por rama como forma de caracterizarlas. De esta forma es posible evaluar un factor que seguramente debe ser de mucha importancia al momento de fructificar que es la capacidad de fuente que ofrece la planta para el desarrollo de los frutos. En este sentido aparece la planta 2.1 como la de menor capacidad, y en el otro extremo la planta 3.3 con mayor número de hojas por fruto, quedando en un lugar intermedio las restantes dos plantas. Sin embargo estos valores presentan varias irregularidades dentro de una misma planta lo que los hace poco certeros. La tendencia más clara sería la planta 2.1 donde un muy alto número de frutos cuajados, estaría determinando el más bajo número de hojas por fruto, a pesar de ser una planta con una alta densidad de follaje.

Cuadro 7. Conteo de flores que permanecen (media de 4 ramas)

fecha	planta 1.1		planta 2.1		planta 2.5		planta 3.3	
	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº
5-Dic	100	667	100	541	100	450	100	234
12-Dic	82	558	82	445	89	401	76	171
19-Dic	60	423	70	369	79	352	43	97
26-Dic	47	335	55	293	59	263	36	79
2-Ene	31	223	46	245	35	158	32	69
9-Ene	22	161	42	226	16	70	29	64
16-Ene	20	146	41	222	14	65	29	63
23-Ene	17	127	41	219	13	61	28	62
30-Ene	17	125	41	218	13	61	27	61
6-Feb	17	125	40	213	13	59	26	59
13-Feb	16	120	39	209	13	59	25	58
20-Feb	16	120	38	207	13	59	25	58
27-Feb	16	120	38	207	13	59	25	58
5-Mar	16	119	38	207	13	59	25	57
12-Mar	16	118	37	201	12	57	25	57
19-Mar	16	116	37	196	12	56	24	56
26-Mar	16	115	36	192	12	56	24	55
2-Abr	15	111	35	187	12	56	24	54
9-Abr	15	107	34	182	12	56	23	52
16-Abr	14	101	33	176	12	56	21	50
23-Abr	12	84	31	162	12	55	15	38
23-Abr	11	72	23	125	12	54	15	35

Cuadro 8. Cuajado de frutos por rama y número de hojas

Planta	Diámetro (cm)	Nº hojas	Nº frutos cuajados	Hojas por fruto	Hojas por fruto
Planta 1.1					media 4 ramas
Rama 1	1,30	224	9	24,9	37,2 CV = 56%
Rama 2	2,20	1046	17	61,5	
Rama 3	1,50	378	8	47,3	
Rama 4	1,90	579	38	15,2	
Planta 2.1					media 4 ramas
Rama 1	2,15	646	33	19,6	19,1 CV = 18%
Rama 2	1,70	468	33	14,2	
Rama 3	1,45	553	27	20,5	
Rama 4	1,70	704	32	22,0	
Planta 2.5					media 4 ramas
Rama 1	1,50	345	12	28,8	35,6 CV = 49%
Rama 2	2,00	485	31	15,6	
Rama 3	1,10	283	5	56,6	
Rama 4	1,50	249	6	41,5	
Planta 3.3					media 4 ramas
Rama 1	2,30	570	14	40,7	56,7 CV = 61%
Rama 2	1,70	325	3	108,3	
Rama 3	1,35	321	8	40,1	
Rama 4	1,60	377	10	37,7	
Coeficiente de variación para las 16 ramas (Hojas por fruto): 65%					

Un factor señalado por varios autores como de gran importancia en el cuajado de frutos es la polinización vinculada a los agentes y a la morfología floral, condicionada principalmente por la distancia entre el estilo y los estambres (Degenhardt *et al.*, 2001). Sin realizar un relevamiento preciso de dicha característica en las plantas evaluadas, se puede observar a simple vista que en todas ellas el estilo sobresale por encima de los estambres, distancias mayores a 0,4cm (figura 26). Según el estudio realizado por Degenhardt *et al.* (2001), distancias entre 0,5 y 0,9cm mostraron un porcentaje de cuajado mayor que las otras clases (hasta 0,4cm y 1,0 a 1,4cm) en condiciones de polinización abierta. Estos resultados deben considerarse con cierta precaución ya que fueron obtenidos en Brasil y los agentes polinizadores pueden no ser los mismos que los presentes en la zona de la presente evaluación.



Figura 26. Distancia entre estilo y estambres

Thorp y Bieleski (2002) señalan la importancia de considerar la posible incompatibilidad genética en la especie cuando se instala un cultivo de modo que no ocurran problemas de fecundación y por ende de producción de fruta. De comprobarse la incompatibilidad, deberán colocarse genotipos polinizadores. En este caso al tratarse de un cultivo proveniente de semilla sexual, pero de individuos emparentados por al menos un progenitor, podrían haber ocurrido problemas de incompatibilidad. Los mismos autores adjudican la caída de flores a una falta de polinización, considerando un 30% de cuajado como un valor muy bajo. Como podrá observarse más adelante en el capítulo correspondiente a cosecha, en el caso de las plantas evaluadas, con porcentajes de cuajado muy por debajo de 30%, se obtienen cantidades de frutos por planta consideradas excesivas para una producción equilibrada (Ducroquet *et al.*, 2000), por lo que el raleo de frutos sería necesario. De todas formas no se evidencia ningún factor responsable del bajo porcentaje relativo de cuajado observado, salvo la acción de los agentes polinizadores y la incompatibilidad, lo cual no fue aquí evaluado, y la propia regulación de la planta. Sin embargo, los valores pueden no considerarse como bajos si se toma en cuenta la alta cantidad de frutos por planta, lo cual en definitiva estaría correspondiendo con una intensidad de floración muy alta en todas ellas.

Se destaca claramente en el cuadro 9 la planta 2.1 en cuanto al índice de eficiencia productiva como la cantidad de frutos por centímetro cuadrado de sección de rama (ASTR), casi no siendo superado ningún valor para ninguna rama por parte del resto de las plantas. Esto también sería explicado por el alto porcentaje de cuajado de frutos que presenta esta planta en relación al resto.

El número de frutos por sección de rama no es una medida que por si sola esté indicando una mayor productividad, sino que es una medida de la capacidad de la planta para florecer y fructificar.

Al igual que en el caso de número de hojas por fruto cuajado, para la evaluación de frutos por centímetro cuadrado de sección de rama existe una mayor homogeneidad entre ramas de la planta 2.1, presentando mayor variación en las restantes. Cabe señalar la necesidad de un aumento en el número de ramas a muestrear debido a los elevados coeficientes de variación.

Cuadro 9. Índice de eficiencia productiva para ramas

Planta	Area (cm ²)	Hojas/cm ²	Frutos/cm ²	Frutos/cm ²
Planta 1.1				media 4 ramas
Rama 1	1,3	169	6,8	7,30 CV = 57%
Rama 2	3,8	275	4,5	
Rama 3	1,8	214	4,5	
Rama 4	2,8	204	13,4	
Planta 2.1				media 4 ramas
Rama 1	3,6	178	9,1	13,52 CV = 23%
Rama 2	2,3	206	14,5	
Rama 3	1,7	335	16,4	
Rama 4	2,3	310	14,1	
Planta 2.5				media 4 ramas
Rama 1	1,8	195	6,8	6,33 CV = 43%
Rama 2	3,1	154	9,9	
Rama 3	1,0	298	5,3	
Rama 4	1,8	141	3,4	
Planta 3.3				media 4 ramas
Rama 1	4,2	137	3,4	3,81 CV = 49%
Rama 2	2,3	143	1,3	
Rama 3	1,4	224	5,6	
Rama 4	2,0	188	5,0	
Coeficiente de variación para las 16 ramas (Frutos/cm ²): 60%				

4.3.2. Crecimiento del fruto

Luego de finalizada la principal caída natural de flores, se observó un período en el cual el crecimiento de los frutos fue muy lento, casi nulo, continuando también una lenta caída de flores. Al seleccionar los frutos para medir su diámetro, con seguridad fueron incluidos frutos pertenecientes a diferentes ondas de floración y por consiguiente con diferente fecha de cuajado, lo que determinó calibres iniciales variados.

En la figura 27 donde se presenta el diámetro promedio de los frutos muestreados para cada planta, se observa un comportamiento muy similar para las cuatro plantas, con un crecimiento inicial muy lento y decreciente, más notorio en la planta 2.1. Este comportamiento, característico para la especie según Thorp y Bielecki (2002), también podría estar siendo afectado por la disponibilidad de agua en el suelo, la cual en cierto período, fue notoriamente muy escasa. Este efecto resulta muy evidente a partir de fines de marzo donde el agua en el suelo fue deficitaria debido a la falta de precipitaciones abundantes. Esta restricción de agua causó una deshidratación de los frutos la cual resultó en una leve disminución temporal del diámetro en muchos de ellos. Como se puede observar en las figuras 27 y 28, el efecto de las precipitaciones ocurridas a partir de mediados de abril, provocó un crecimiento inmediato y a un ritmo muy alto, lo cual sucedió similarmente para las cuatro plantas. Este crecimiento se mantuvo hasta la caída del fruto. Cabe mencionar, que sumado al posible efecto de las precipitaciones, el rápido crecimiento en ésta etapa es señalado por Thorp y Bielecki (2002) como una característica observada en los frutos de esta especie, destacando un importante crecimiento en los 40 días previos a la maduración.

Durante la etapa de medición del diámetro, se produjo caída natural de frutos, tanto por un posible raleo natural como por la maduración. Este hecho afecta el análisis de la información al visualizar los valores promedio, ya que las mediciones fueron realizadas a la muestra de frutos progresivamente con menos individuos (debido a la propia caída). Esto se hace más evidente si se observa el comportamiento sobre el final de las curvas (muy pocos individuos) donde, por ejemplo, la caída de un fruto maduro de gran tamaño está determinando una caída brusca de los valores de diámetro promedio.

Figura 27. Crecimiento del fruto para las cuatro plantas

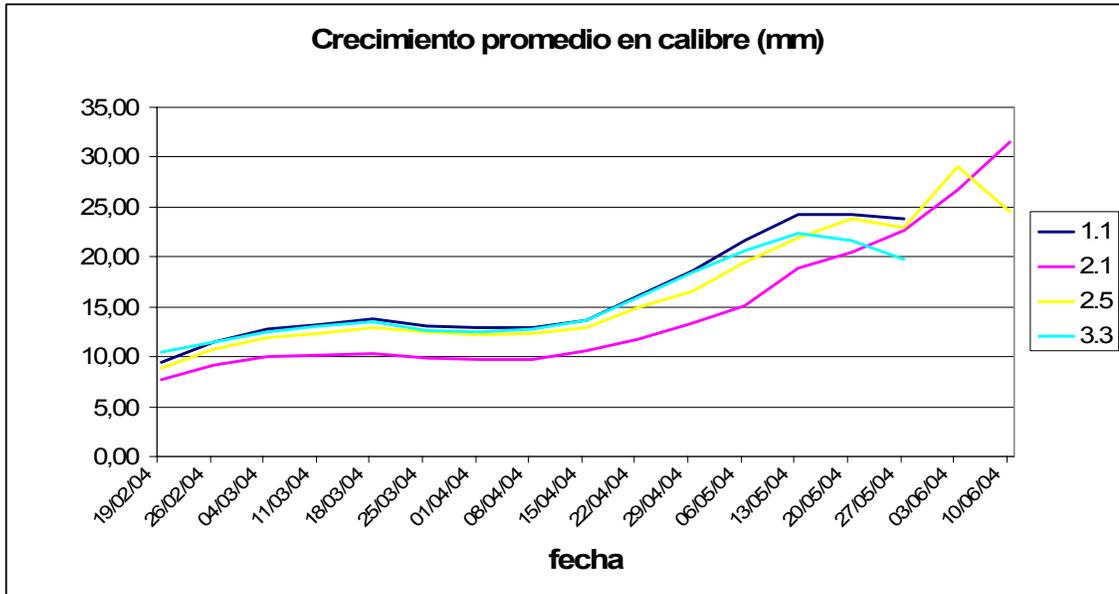
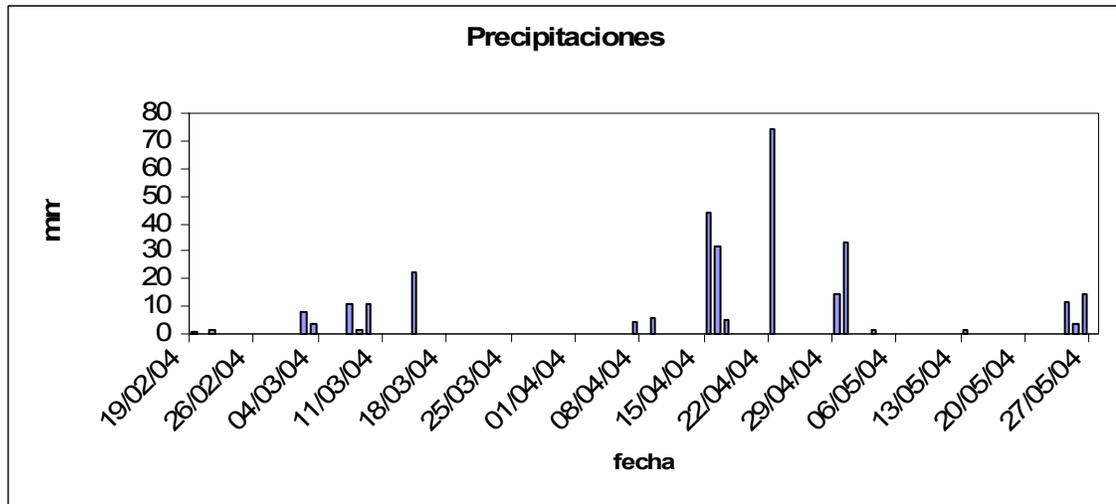


Figura 28. Precipitaciones ocurridas (en base a INIA Las Brujas)



Como fuera sugerido anteriormente, los frutos medidos pertenecen a diferentes ondas de floración. Por ello sería de esperar comportamientos diferentes en función de la etapa de desarrollo en que se encuentra cada fruto. Dicho comportamiento puede observarse en las figuras 29 y 30 donde el diámetro de los frutos pertenecientes a la planta 2.1 y 2.5 respectivamente aparecen graficados individualmente. Se evidencia una separación clara en dos

grupos de acuerdo al calibre inicial, lo que podría corresponder con ondas de floración diferentes.

Figura 29. Diámetro inicial y crecimiento del fruto (planta 2.1)

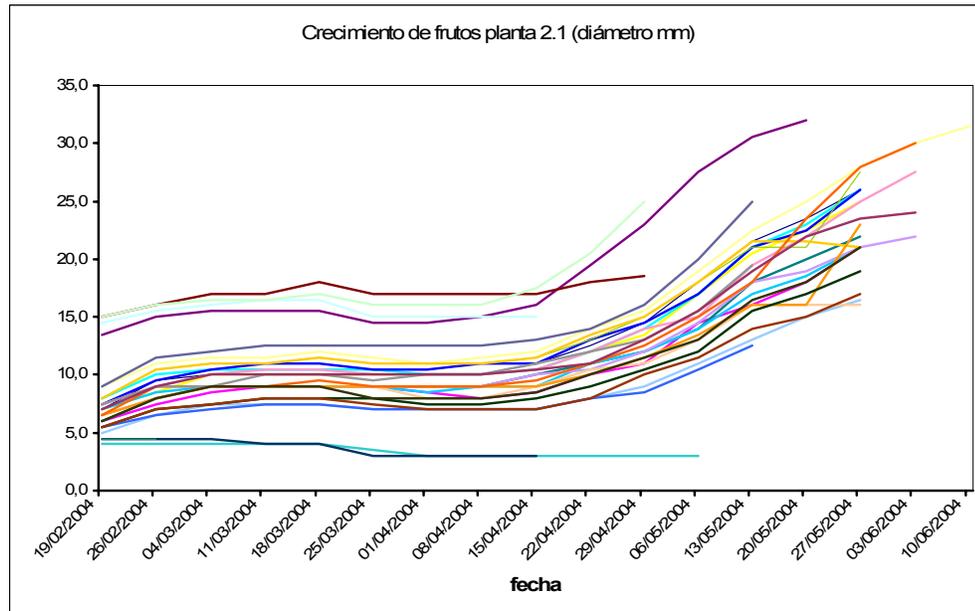
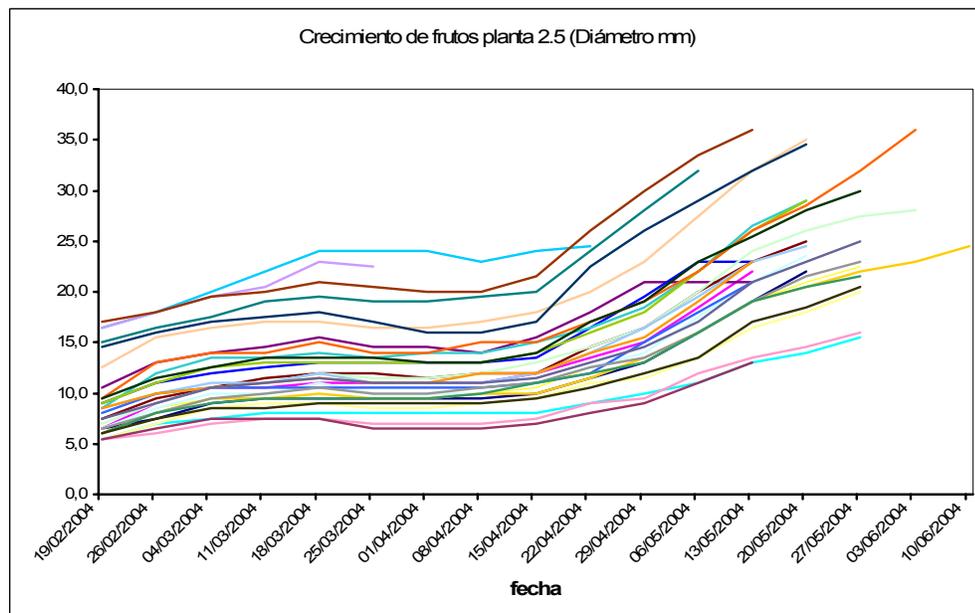


Figura 30. Diámetro inicial y crecimiento del fruto (planta 2.5)



Las curvas aparecen mostrando un comportamiento similar entre los frutos, manteniendo las diferencias relativas en el calibre inicial. Aparece una caída prematura de algunos de los frutos de mayor tamaño, posiblemente debido al efecto del déficit hídrico. Lo mismo sucede para los frutos de menor tamaño, los cuales no logran desarrollarse. Los frutos inicialmente de tamaño intermedio mantienen en la mayoría de los casos la diferencia inicial relativa, aunque en algunos de ellos ocurre un crecimiento final importante. En algunos frutos que cayeron prematuramente, tal vez por un mecanismo de regulación de la planta, ocurrió un detenimiento del crecimiento de varios días previos a la caída, a diferencia de los frutos que maduraron normalmente los cuales continuaron su crecimiento hasta el momento de la caída.

Thorp y Bielecki (2002) sugieren que hay una compensación debido a que los frutos cuajados tardíamente inician su crecimiento de inmediato, al mismo tiempo que los frutos tempranos salen de un período de crecimiento casi nulo, de manera que el inicio del crecimiento a un ritmo mayor, se daría en forma simultánea para todos los frutos. Esto no sucede así en las plantas evaluadas, ya que el crecimiento inicial que presentan los primeros frutos cuajados se corresponde con tamaños finales mayores que para frutos cuajados más tarde, no evidenciando tal compensación.

4.3.3. Cosecha

Todas las plantas presentaron producción de fruta cuya maduración se extendió durante un período muy prolongado. La cosecha de las cuatro plantas evaluadas comenzó prácticamente en forma simultánea, con una escasa diferencia de días, al igual que su fecha de inicio de floración. Los períodos que fueron desde el inicio de floración a inicio de cosecha, para el conjunto del cultivo (cuadro 10) presentaron mayor variación, con un mínimo de 132 días hasta un máximo de 179 días. No se evidencia una correspondencia entre la fecha de inicio de floración con el inicio de cosecha, apareciendo mayor variabilidad en la fecha de inicio de cosecha que en la fecha de inicio de floración. En un extremo aparecen las plantas 3.2 y 3.4 comenzando la cosecha el 11 de marzo, con un período desde floración a cosecha relativamente muy corto, mientras que en el otro extremo aparecen las plantas 2.4 y 2.5 con una cosecha sobre fines de abril y un período de floración a cosecha más extendido. Esto lleva a concluir que las fechas de inicio de floración no serían las determinantes del momento de maduración y cosecha, sino otros factores inherentes a la planta y/o al ambiente. Se puede observar dentro del cultivo cierto agrupamiento en dos momentos de inicio de maduración, uno de ellos va desde el 11 al 30 de marzo, con 6 plantas, y el otro, con las restantes 8 plantas

va desde el 16 al 27 de abril, quedando en el medio un intervalo de tiempo relativamente extenso (16 días) en el cual no entra en cosecha ninguna planta. La diferencia es aún más evidente si se observan los períodos de tiempo desde floración a cosecha, en los cuales en el grupo considerado como temprano va de 132 a 159 días, mientras que el grupo tardío presenta tal período de 171 a 179 días. El grupo de plantas tardío a su vez resulta más homogéneo que el temprano en cuanto a la dispersión de las fechas de inicio de cosecha (11 días vs. 19 días) como los períodos de floración a cosecha (8 días vs. 27 días). Si bien la homogeneidad observada en el grupo tardío hace más evidente la separación en clases según fechas de inicio de cosecha, cabe señalar que éste agrupamiento puede ser debido a factores ambientales y no ser una característica del cultivo que se repita todos los años.

Cuadro 10. Días de floración a cosecha

Fila	Planta	Inicio floración	Inicio cosecha	Días
1	1	29-Oct	19-Abr	172
	2	22-Oct	30-Mar	159
	3	29-Oct	21-Mar	143
	4	5-Nov	30-Mar	145
	5	25-Oct	16-Abr	173
2	1	22-Oct	17-Abr	177
	2	25-Oct	18-Mar	144
	3	25-Oct	21-Abr	178
	4	30-Oct	27-Abr	179
	5	1-Nov	25-Abr	175
3	1	20-Oct	17-Abr	179
	2	30-Oct	11-Mar	132
	3	1-Nov	21-Abr	171
	4	22-Oct	11-Mar	140

La evaluación de la producción realizada para las cuatro plantas seleccionadas, muestra valores variables en cuanto a rendimientos y peso medio de frutos. Se presenta la información resumida en el cuadro 11:

Cuadro 11. Rendimiento (kg.) y número de frutos por planta

Producción	planta 1.1	planta 2.1	planta 2.5	planta 3.3
Kg totales	24.800	64.420	65.200	16.160
Nº frutos	2.510	5.585	3.789	1.893
Peso medio (grs.)	9,88	11,73	17,21	8,54

Los valores de rendimiento por planta son comparables a los presentados por Thorp y Bieleski (2002) en Nueva Zelanda y Ducroquet (2000) en Brasil. Ambos autores sugieren valores adecuadamente productivos para un monte comercial adulto entre 30 y 40Kg de fruta por planta. Se propone como sustentable por parte de la planta la producción de 400 frutos los cuales a la madurez estarían pesando 100g cada uno. Esta propuesta se basa en una regulación de la producción a través del raleo de frutos, ya que considera un hecho normal la presencia de 1500 a 2000 frutos en plantas sin ralear (Ducroquet *et al.*, 2000). Los bajos valores de peso promedio de frutos, responden a la ocurrencia de numerosos frutos excesivamente pequeños, los cuales seguramente sean consecuencia natural, ante la alta cantidad de frutos que debe sustentar la planta. Esto a su vez debe sumarse a la gran variabilidad de tamaño de fruto en cada fecha de cosecha, presentando en todas las oportunidades tamaños extremos. De todas formas el comportamiento promedio del peso de fruto refleja las diferencias entre plantas. Esto puede observarse más adelante en la descripción detallada de los frutos donde se evalúan frutos con tamaño de consumo comercial.

Dos de las plantas evaluadas presentan valores muy superiores como en el caso de la 2.1 y la 2.5 y por el contrario valores muy bajos para las plantas 1.1 y 3.3. Estas últimas estarían siendo consideradas de bajo potencial productivo, sumado al hecho de un tamaño de fruto también menor. Para el caso de las plantas de mayor producción y tamaño de fruto, se presenta un alto valor potencial de producción, ya que partiendo de los rendimientos individuales se estarían obteniendo alrededor de 22 toneladas de fruta por hectárea (teniendo en cuenta el marco de plantación). A esto debe agregarse el hecho de que el monte de guayabo se encuentra coasociado con plantas de manzana intercaladas en la fila, efecto que sin duda trae como consecuencia un menor rendimiento en comparación con un cultivo puro a un marco de plantación adecuado.

Estos valores de producción deben considerarse únicamente para el año evaluado, en virtud de los efectos ambientales y/o la propia alternancia productiva que pudieran presentar las plantas. De todas formas el alto potencial productivo que presentan las plantas 2.1 y 2.5 resulta bastante certero.

Cuadro 12. Índice de eficiencia productiva

Planta	ASTT (cm ²)	Frutos/cm2	grs/cm2
Planta 1.1	314	7,99	78,98
Planta 2.1	284	19,67	226,83
Planta 2.5	380	9,97	171,58
Planta 3.3	284	6,67	56,90

El índice de eficiencia productiva permite realizar comparaciones entre plantas en cuanto a su productividad tomando en cuenta el vigor y la producción de fruta. En el cuadro 12 se puede observar nuevamente la alta producción de frutos de la planta 2.1, al ser evaluada en función del área del tronco (ASTT). Se destaca claramente esta planta de las restantes en cuanto a ese aspecto, lo cual como se mencionara anteriormente estaría relacionado a una intensa floración y relativamente alto cuajado (23%). En el caso de la planta 3.3, presentando un nivel de cuajado intermedio (15%) aparece como la de menor capacidad de producción de frutos, siendo posiblemente explicado por una intensidad de floración claramente menor en relación al resto de las plantas. La planta 2.5 presenta un valor intermedio, aún con una floración medianamente intensa, el mayor volumen de su copa seguramente explica en parte la mayor producción de frutos que la planta 1.1 de similar intensidad de floración pero tamaño de copa significativamente menor.

En cuanto a la producción de fruta medida por su peso, se destaca nuevamente la planta 2.1 la cual en comparación con la planta 2.5 presenta un tamaño de copa inferior, al igual que el área de sección transversal del tronco.

Esto determina una clara mayor eficiencia productiva de la planta 2.1 en relación al resto, siendo una planta compacta de alta producción de frutos y alto rendimiento. Sin embargo la alta cantidad de frutos se vuelve perjudicial en función del escaso tamaño que adquieren debido a la alta competencia. En el caso de la planta 2.5 el tamaño promedio de los frutos es significativamente mayor, lo cual comercialmente resulta muy importante.

Evidentemente sería necesario realizar una práctica de raleo de frutos, lo cual tendría como objetivos la producción de frutas grandes y uniformes y evitar la alternancia productiva. De esta forma a su vez se logra acortar el período de cosecha ya que los frutos raleados serían los de menor tamaño, pertenecientes a las últimas floraciones (Ducroquet *et al.*, 2000).

La evolución de la cosecha en cuanto a los volúmenes colectados (con una frecuencia de 48 horas), presenta una tendencia similar entre las plantas (figura 31) y con características muy particulares que pueden estar explicadas

por varios factores aunque de difícil determinación. Es así que a partir de la segunda quincena de abril, ocurre una primer caída de frutos de muy escaso tamaño, en general homogéneo, lo cual podría corresponder a un raleo natural de la planta (figuras 33 y 34). Esta caída ocurrió simultáneamente en todas las plantas con excepción de la 2.5, la cual no presentó este comportamiento concentrado. Notoriamente la planta 2.1, fue la de mayor número de frutos caídos en ésta etapa, hecho explicado seguramente por la mayor cantidad de frutos cuajados en la misma, lo que motivaría un raleo más intenso. En el caso de la planta 2.5, el comienzo de la cosecha presentó frutos de tamaño intermedio, haciéndose más grandes en las cosechas subsiguientes hasta llegar a un máximo muy por encima de las restantes plantas (figura 32). Sin embargo, dicha planta al igual que las restantes, presentaron caída de frutos pequeños durante toda la cosecha, generalmente de muy mala calidad de pulpa, con oscurecimiento y vaciado de la parte alrededor de las semillas. Estos pequeños frutos, sin calidad de consumo, hacen disminuir los valores de peso promedio de fruto que se muestran en la figura 32, sin permitir reflejar los valores de peso de los frutos de mayor tamaño, los cuales podrían considerarse de valor comercial.

En cuanto a las ondas de maduración, se destacan claramente dos (figuras 33 y 34), siendo la primera de menor magnitud, ocurriendo sobre mediados de mayo. Esta onda coincide claramente con los frutos de mayor tamaño (figura 32), lo que podría estar asociado a los frutos cuajados de la primera floración, mientras que la segunda onda, con su máximo sobre principios de junio podría adjudicarse a la segunda onda de floración. Esto a su vez puede reafirmarse debido a la alta magnitud relativa de esta segunda onda de cosecha en correspondencia con una muy intensa segunda onda de floración. Las plantas 1.1 y 3.3 si bien presentaron esta tendencia, su magnitud no fue tan importante, presentando una cosecha relativamente más estable.

Los rendimientos finales claramente revelan diferencias entre las plantas 2.1 y 2.5, con producciones muy similares y de gran volumen, con respecto a las plantas 1.1 y 3.3 las cuales no llegan a rendimientos aceptables. Estas diferencias se hacen evidentes en la segunda onda de cosecha, donde las plantas más productivas concentran la mayoría de su cosecha. En cambio las plantas menos productivas presentan una segunda onda de cosecha similar a la primera. Otro hecho a destacar es el período de cosecha el cual se extendió en mayor grado para la planta 2.1 y por el contrario fue más reducido para la planta 3.3.

Figura 31. Evolución de la cosecha acumulada

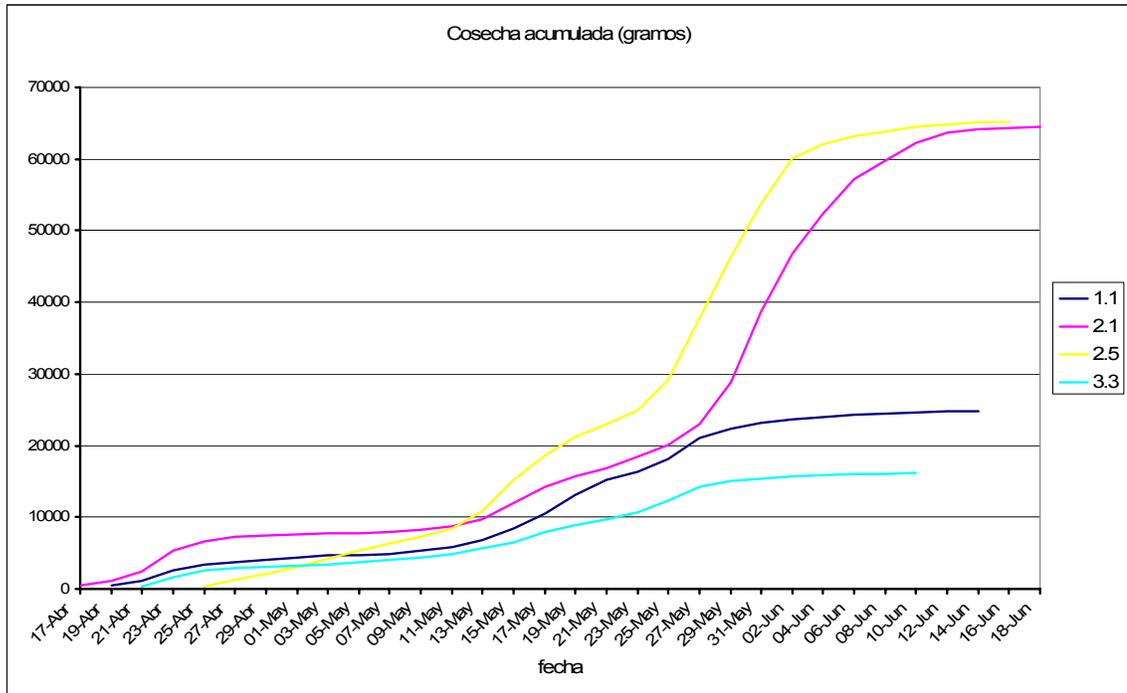


Figura 32. Evolución del peso promedio de frutos

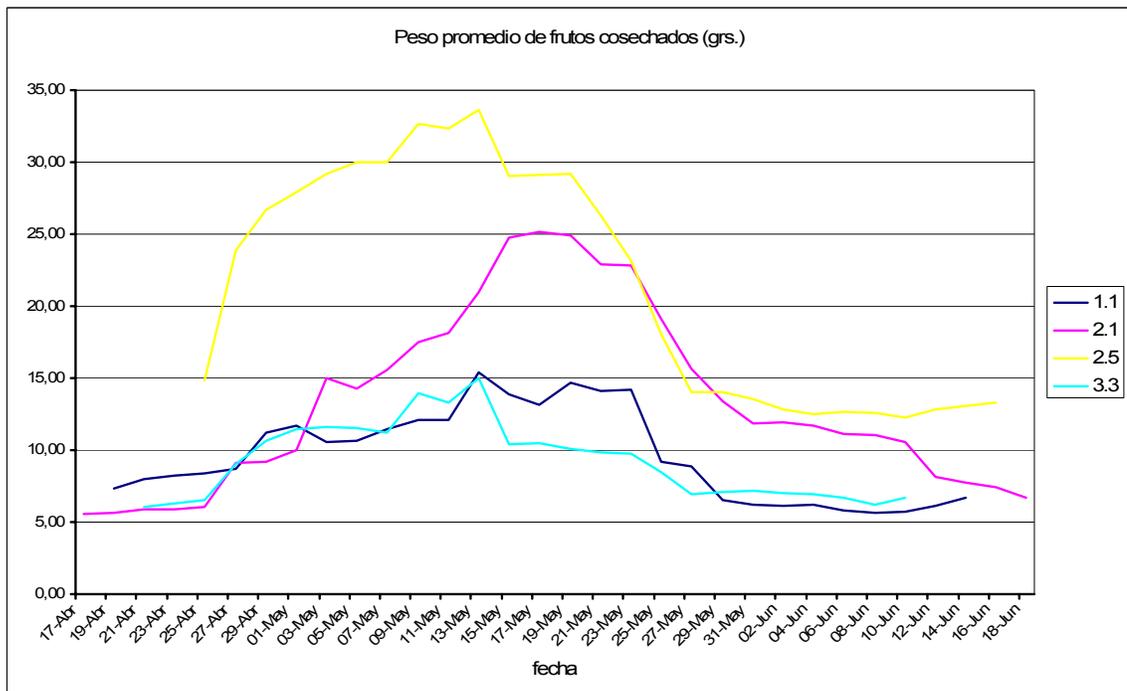


Figura 33. Evolución de la cosecha

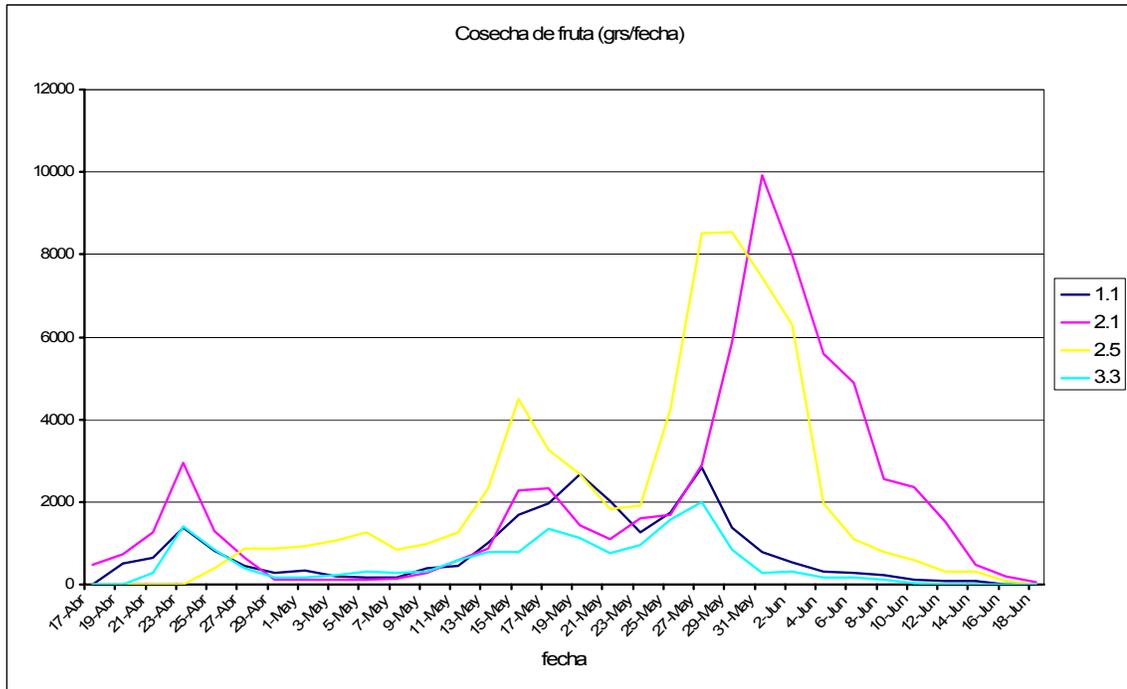
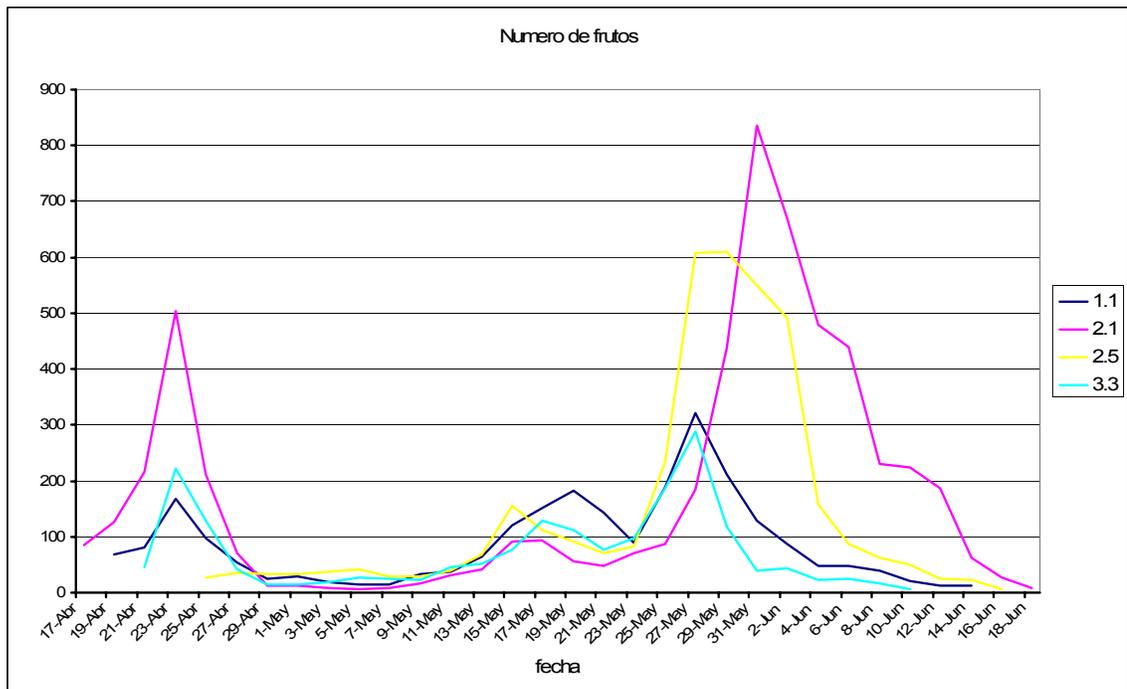


Figura 34. Evolución del número de frutos cosechados



En cuanto a las posibilidades comerciales de la fruta cosechada, las plantas 1.1 y 3.3 aparecen con porcentajes despreciables de tamaño de fruto mínimo como para la venta, considerándose la cosecha como injustificada en este sentido. Por su parte las plantas 2.1 y 2.5 presentan un primer pico de cosecha con alta cantidad de fruta de tamaño comercial, justificando así su colecta. Esto sugiere la necesidad de prácticas culturales tendientes a priorizar la fructificación que proviene de la primera onda de floración, tomando la suposición que es la que va a dar origen a la primera cosecha. Tomando en cuenta los períodos correspondientes a cada onda de cosecha y sus valores en rendimiento, se puede determinar la importancia relativa de cada una de ellas (cuadro 13).

Cuadro 13. Valoración de ondas de cosecha

Planta	1.1	2.1	2.5	3.3
caída inicial (grs)	5340	8220	0	4340
1ª cosecha (grs)	11080	10200	24980	6360
2ª cosecha (grs)	8380	46000	40220	5460
TOTAL (grs)	24800	64420	65200	16160

Se destaca la planta 2.5 por presentar una primera cosecha con características comerciales, de mayor importancia relativa que las restantes (38%), sumado al hecho de no presentar una caída prematura de frutos concentrada, la cual aparece significativa en las plantas 1.1 y 3.3. Estas últimas, aún soportando menores cantidades de frutos, aparecen con un bajo potencial de alcanzar frutos y cosechas de escala comercial, ya que sus rendimientos y tamaños de frutos son insuficientes. En cambio las plantas 2.1 y 2.5, aparecen con un alto potencial en cuanto a rendimientos y tamaño de fruto, considerando la necesidad de prácticas de manejo, fundamentalmente el raleo y la incorporación de riego.

4.4. CARACTERIZACIÓN DE FRUTOS

Sobre una muestra representativa de 10 frutos de cosecha de buena calidad, disponible para cada planta, fueron determinadas las características definidas anteriormente para su descripción. Cabe señalar que la selección de los frutos a evaluar tuvo un criterio de calidad mínima comercial, lo que no estaría representando la cosecha en su conjunto sino aquella parte de los frutos de un tamaño y calidad exterior apto para la venta y consumo. Los resultados se presentan en el cuadro 14.

Cuadro 14. Descripción de fruto

Planta	1.1	2.1	2.5	3.3
Forma	oblongo	oblongo	oval	oblongo
Color	verde	v. amarillo	verde	verde
Ápice	redondeado	redondeado	redondeado	redondeado
Base	convexa	convexa	truncada	convexa
Rugosidad	semirugoso	semirugoso	semirugoso	semirugoso
Diámetro (mm)	39	40	45	32
Alto (mm)	58	59	55	46
Diám. pulpa (mm)	33	31	33	21
Oxidación	rápida	intermedia	rápida	rápida

La planta 2.5 se destaca por un diámetro de fruto mayor y una base truncada que le da una forma oval lo cual lo diferencia claramente de las restantes. Esta forma es señalada por Tocornal (1988) como una característica deseable para un cultivo comercial. Por su parte la planta 2.1 presenta un color verde amarillento que se hace notorio al madurar, con una pulpa cuya oxidación no es tan evidente como en las otras plantas, presentando a su vez un buen sabor y un aroma muy intenso así como una calidad de pulpa muy buena, observada en las últimas cosechas. Las plantas 1.1 y 3.3 presentan un fruto de similares características, aunque de tamaño levemente menor para la última, sumado a una muy mala calidad de pulpa. Cabe recordar que cuando se menciona la mala calidad de la pulpa, se sugiere que ese hecho se encuentra relacionado al efecto que seguramente tuvo el déficit hídrico ocurrido durante el crecimiento del fruto, por lo cual puede ser algo ocasional y no estar reflejando la calidad potencial tanto de la pulpa como de algunas otras características posiblemente afectadas.

La cáscara, definida como la parte no comestible, resulta bastante significativa en los frutos de todas las plantas, con un consecuente rendimiento de pulpa, seguramente bajo. La rugosidad de la piel es similar en todos los frutos, así como también se observa un alto contenido de pruina en los mismos, la cual le da un aspecto opaco principalmente en las partes cóncavas producidas por la rugosidad.

La mala calidad de la pulpa de los frutos, afectada seguramente por el déficit hídrico ocurrido, no permite sacar conclusiones claras sobre los datos obtenidos acerca de la evaluación poscosecha (cuadro 15). A su vez, no sólo la calidad estuvo afectada sino que también el índice de cosecha propuesto seguramente fue distorsionado debido a la caída de frutos aún no maduros, comportamiento señalado por Thorp y Bielecki (2002) al referirse a los efectos

que puede ocasionar un déficit hídrico. Esto podría estar explicando la evolución de los sólidos solubles totales, con valores crecientes en el tiempo al mismo tiempo que la calidad de los frutos cosechados también fuera en aumento. Particularmente la planta 2.1 presentó muy buena calidad de pulpa en la última fecha de determinación, por lo cual el valor de sólidos solubles totales en esa fecha, corresponde a frutos con calidad de consumo óptima. Las plantas 1.1 y 3.3 presentaron mala calidad durante toda la cosecha lo que no permite una justa evaluación de este parámetro. En el caso de la planta 2.5, su calidad de pulpa no fue óptima en ningún momento, aunque con cierto grado de oscurecimiento de pulpa, los frutos de dicha planta pueden considerarse aceptables en la última determinación. Valores anteriores corresponden a frutos de mala calidad, sin posibilidad de consumo.

Cuadro 15. Sólidos solubles totales

Sólidos solubles (grados Brix)				
planta	1.1	2.1	2.5	3.3
13-May	6	9	10	7
21-May	12,25	12	12	10,5
27-May	11,5	12	12	10,75
04-Jun	13	13	13,25	

Similar comentario acerca del efecto de la calidad de pulpa en los frutos en los sólidos solubles totales, puede considerarse al evaluar el contenido de acidez titulable. Esto se suma al hecho que las muestras permanecieron congeladas durante un extenso período, lo que afecta este parámetro (*). Igualmente la titulación fue realizada, obteniéndose valores de acidez mínimas, con excepción de la muestra correspondiente a la planta 2.1 en la última fecha de muestreo, que como se mencionara, presentó una excelente calidad de pulpa y sabor agradable. El valor obtenido fue de 0,68g/100ml de jugo (expresado como ácido cítrico), calculando un Ratio Brix - Acidez de 19.

Las figuras 35 a 38 muestran un conjunto de frutos de cada planta, considerados de calidad comercial en cuanto a tamaño y aspecto exterior. Sin embargo como podrá apreciarse en los cortes transversales y longitudinales de los frutos, se observa en la mayoría de ellos un deterioro de la calidad interna. Este hecho es de gran importancia ya que el aspecto exterior no permite

* Feippe, A. 2006. Ing. Agr. (comunicación personal)

identificar frutos con problemas de calidad interna, lo que puede ocasionar dificultades comerciales. Las imágenes permiten observar una variación en cuanto a la forma general del fruto dentro de la misma planta, hecho más notorio en las plantas 1.1 y 3.3.

Figura 35. Frutos de la planta 1.1



Figura 36. Frutos de la planta 2.1



Figura 37. Frutos de la planta 2.5



Figura 38. Frutos de la planta 3.3



4.5. FICHAS DESCRIPTIVAS

El objetivo de las fichas descriptivas es presentar la información correspondiente a cada planta en forma individual. De esta forma se resumen las características morfológicas y productivas más relevantes para cada material, quedando a disposición en un formato práctico.

4.5.1. Ficha descriptiva planta 1.1



PLANTA 1.1

Ubicación: Cno. Melilla 10425 - Montevideo. Uruguay
 Origen: semillas seleccionadas
 Edad: 28 años

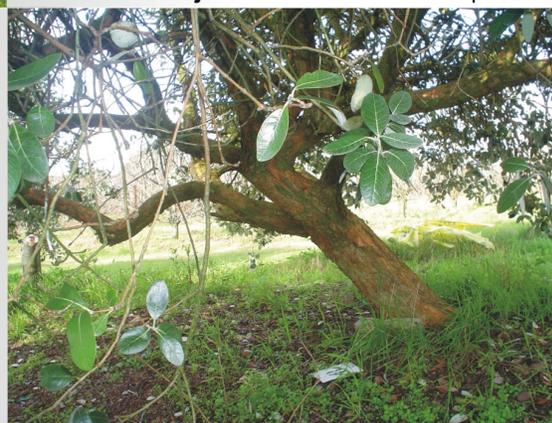


CARACTERIZACION VEGETATIVA

Forma de la planta	semicircular
Hábito de crecimiento	semierecto
Nº de troncos principales	1
Densidad de ramas	alta
Diámetro de copa (m)	5,25
Altura de copa (m)	3,1
Diámetro de tronco (m)	0,2
Inserción de primera rama (m)	0,61
Forma de la hoja	elíptica

COMPORTAMIENTO FENOLOGICO Y PRODUCTIVO

Inicio de floración	29-Oct
Fin de floración	08-Dic
Inicio de cosecha	19-Abr
Fin de cosecha	14-Jun
Porcentaje de cuajado	11%
Nº de frutos	2510
Rendimiento (Kg)	24,8
Peso medio de frutos (grs)	9,88



FRUTO

Forma	oblongo
Color de cáscara	verde
Forma del ápice	redondeado
Forma de la base	convexa
Rugosidad de cáscara	semirugoso
Diámetro (mm)	39
Alto (mm)	58
Diám. pulpa (mm)	33
Oxidación	rápida

4.5.2. Ficha descriptiva planta 2.1



PLANTA 2.1

Ubicación: Cno. Melilla 10425 - Montevideo. Uruguay
 Origen: semillas seleccionadas
 Edad: 28 años



CARACTERIZACION VEGETATIVA

Forma de la planta	semicircular
Hábito de crecimiento	semierecto
Nº de troncos principales	1
Densidad de ramas	alta
Diámetro de copa (m)	4,53
Altura de copa (m)	3,08
Diámetro de tronco (m)	0,19
Inserción de primera rama (m)	0,35
Forma de la hoja	elíptica

COMPORTAMIENTO FENOLOGICO Y PRODUCTIVO

Inicio de floración	22-Oct
Fin de floración	05-Dic
Inicio de cosecha	17-Abr
Fin de cosecha	18-Jun
Porcentaje de cuajado	23%
Nº de frutos	5585
Rendimiento (Kg)	64,4
Peso medio de frutos (grs)	11,73



FRUTO

Forma	oblongo
Color de cáscara	ver. amarillo
Forma del ápice	redondeado
Forma de la base	convexa
Rugosidad de cáscara	semirugoso
Diámetro (mm)	40
Alto (mm)	59
Diám. pulpa (mm)	31
Oxidación	intermedia

4.5.3. Ficha descriptiva planta 2.5



PLANTA 2.5

Ubicación: Cno. Melilla 10425 - Montevideo. Uruguay
 Origen: semillas seleccionadas
 Edad: 28 años



CARACTERIZACION VEGETATIVA

Forma de la planta	semicircular
Hábito de crecimiento	semierecto
Nº de troncos principales	1
Densidad de ramas	media
Diámetro de copa (m)	6,2
Altura de copa (m)	3,67
Diámetro de tronco (m)	0,22
Inserción de primera rama (m)	0,34
Forma de la hoja	elíptica

COMPORTAMIENTO FENOLOGICO Y PRODUCTIVO

Inicio de floración	01-Nov
Fin de floración	09-Dic
Inicio de cosecha	25-Abr
Fin de cosecha	16-Jun
Porcentaje de cuajado	12%
Nº de frutos	3789
Rendimiento (Kg)	65,2
Peso medio de frutos (grs)	17,21



FRUTO

Forma	oval
Color de cáscara	verde
Forma del ápice	redondeado
Forma de la base	truncada
Rugosidad de cáscara	semirugoso
Diámetro (mm)	45
Alto (mm)	55
Diám. pulpa (mm)	33
Oxidación	rápida

4.5.4. Ficha descriptiva planta 3.3



PLANTA 3.3

Ubicación: Cno. Melilla 10425 - Montevideo. Uruguay
 Origen: semillas seleccionadas
 Edad: 28 años



CARACTERIZACION VEGETATIVA

Forma de la planta	semicircular
Hábito de crecimiento	semierecto
Nº de troncos principales	1
Densidad de ramas	baja
Diámetro de copa (m)	4,9
Altura de copa (m)	3,05
Diámetro de tronco (m)	0,19
Inserción de primera rama (m)	0,54
Forma de la hoja	elíptica

COMPORTAMIENTO FENOLOGICO Y PRODUCTIVO

Inicio de floración	01-Nov
Fin de floración	09-Dic
Inicio de cosecha	21-Abr
Fin de cosecha	10-Jun
Porcentaje de cuajado	15%
Nº de frutos	1893
Rendimiento (Kg)	16,2
Peso medio de frutos (grs)	8,54



FRUTO

Forma	oblongo
Color de cáscara	verde
Forma del ápice	redondeado
Forma de la base	convexa
Rugosidad de cáscara	semirugoso
Diámetro (mm)	32
Alto (mm)	46
Diám. pulpa (mm)	21
Oxidación	rápida

4.6. CONSIDERACIONES FINALES

En términos de descripción vegetativa, no se encontró mayor variabilidad entre las plantas para la mayoría de las características evaluadas, posiblemente debido al parentesco entre las plantas evaluadas. Sin embargo se destaca la densidad de ramas como uno de los componentes con mayor grado de variación, siendo esta característica relevante desde un punto de vista de la producción y el manejo agronómico. En este sentido se hace necesario un ajuste de los descriptores para una caracterización en profundidad, que despeje los efectos ambientales de las observaciones fenotípicas. Se debe tener en cuenta que los valores de heredabilidad y repetibilidad obtenidos por otros autores son particularmente bajos.

El estudio de la fenología reveló en general un largo período de floración iniciado a fines de octubre y finalizando los primeros días de diciembre, con una cosecha que comienza a mediados de marzo y termina sobre mediados de junio. Existió homogeneidad dentro del cultivo en cuanto a fechas y comportamiento de la floración, no así para la fecha de inicio de la cosecha, indicando un período de desarrollo del fruto variable entre los individuos, siendo así de gran importancia la fecha de inicio de cosecha como característica de interés en la selección. Se destaca un elevado número de frutos en todas las plantas, lo que sugiere la necesidad de evaluar técnicas de raleo como mecanismo de regulación de la carga y aumento de calidad. A su vez en dependencia con lo anterior, se presentó una cosecha muy irregular en cuanto a la distribución temporal y tamaño medio del fruto. El desarrollo y la calidad de este último, fue afectado en forma muy significativa por el déficit hídrico, lo que revela la importancia de la implementación del riego en el cultivo de esta especie.

Como todo trabajo en investigación y sobre todo en temas poco conocidos, se genera mucha información, a veces difícil de interpretar, pero principalmente surgen muchas interrogantes las cuales sugieren cuales pueden ser los caminos a seguir dentro de la línea de investigación para llegar a cumplir con los objetivos propuestos.

Se encontraron limitantes a la caracterización de los materiales en algunos aspectos donde la variabilidad de una característica cualitativa es tal que se transforma en algo de variación continua, la caracterización se hace dificultosa debido a que los descriptores utilizados no permiten diferenciar claramente o el resultado está en dependencia con la persona que realiza la evaluación perdiendo objetividad. Esto puede aplicarse a características como

forma y crecimiento de la planta, densidad de ramas, color de la piel y de la pulpa, rugosidad etc.

Si bien algunas características deseables son comunes a cualquier especie, en el caso de un cultivo “nuevo” como el guayabo, seleccionar individuos implica conocer los criterios específicos de selección, determinados por el conocimiento agronómico de la especie en cultivo y la demanda del producto final por parte de los consumidores. Es por ello que resulta evidente conocer cuáles son las preferencias de los consumidores en cuanto a características de fruto, como ser sabor, aroma, forma, tamaño, color, rugosidad etc. De la misma forma el conocimiento del manejo agronómico permite orientar la selección a individuos no solo productivos sino que también adecuados a un manejo eficiente. En este sentido se puede sugerir la selección de individuos en cuanto a tipo de crecimiento, vigor, niveles de cuajado, etc., características que pueden determinar facilidades o dificultades en el manejo. Es decir entonces que resulta de gran importancia generar conocimiento en estas áreas para así poder establecer con mayor exactitud los criterios de selección de individuos.

5. CONCLUSIONES

La zona sur del Uruguay, principalmente Montevideo y sur de Canelones ofrece un alto potencial para la prospección de materiales de guayabo debido a las condiciones edafoclimáticas prácticamente óptimas para su crecimiento, lo cual permite en gran medida expresar el potencial genético productivo de dichos materiales. Sumado a esto, la selección previa que eventualmente puedan contener las variedades locales, permite avanzar a un mayor ritmo en la búsqueda de individuos superiores.

Los resultados del presente trabajo permiten destacar a dos individuos por su alta productividad y características de fruto, lo que sugiere realizar una preselección para ser incluidos en programas de mejoramiento y/o conservación de germoplasma a través de la propagación vegetativa.

Resulta imprescindible la investigación nacional en aspectos tales como la polinización y la compatibilidad reproductiva, debido a que pueden estar afectando de forma muy significativa la producción y calidad del fruto. Asimismo, es necesario generar conocimiento técnico acerca las prácticas agronómicas necesarias, tales como el uso de riego, la poda, el raleo y la propagación vegetativa, para hacer eficiente y productivo al cultivo de guayabo en el Uruguay, un recurso genético nativo del país.

6. RESUMEN

El “guayabo del país” es una especie nativa que presenta buena potencialidad agronómica y comercial como planta frutal. En Uruguay existe una muy pequeña corriente de comercialización y escasas plantaciones comerciales. Las principales limitantes han sido: el desconocimiento de la especie y de su manejo, y la gran variabilidad de genotipos en cultivo. Dentro del programa Frutales Menores de Facultad de Agronomía (EEFAS), con el objetivo de conocer y seleccionar materiales con buen potencial productivo y fruta de calidad, se ha comenzado la caracterización y evaluación agronómica de algunas plantas. Durante el ciclo 2003 – 2004 fue estudiado un monte comercial de 28 años de edad, ubicado en Montevideo, compuesto por 14 plantas provenientes de semillas y en condiciones de secano. La fenología de la floración fue estudiada para la totalidad del cultivo, mientras que para 4 plantas seleccionadas, los estudios a su vez incluyeron la caracterización vegetativa, el comportamiento productivo y la caracterización de fruto. Los resultados evidenciaron homogeneidad en características vegetativas así como en la fenología de la floración, cuyo inicio ocurrió hacia fines de octubre, transcurriendo durante un período de entre 39 y 45 días, presentando 2 o 3 ondas de floración, siendo la segunda la de mayor intensidad. La cosecha se extendió desde mediados de marzo hasta mediados de junio para el cultivo en su conjunto. Los porcentajes de cuajado de frutos estuvieron comprendidos entre 11 y 23%. La producción anual para las plantas 1.1, 2.1, 2.5 y 3.3 fue de 24,8Kg, 64,4Kg, 65.2Kg y 16,2Kg, respectivamente. Las plantas 2.1 y 2.5 se destacaron por su alta producción y características deseables en sus frutos. Se observó una notoria variabilidad entre plantas a pesar del grado de parentesco entre ellas, principalmente en cuanto a las características productivas, permitiendo una primera selección de materiales e indicando las posibilidades que brindaría el incremento de la colección de germoplasma.

Palabras claves: *Acca sellowiana*, caracterización, selección

SUMMARY

The “guayabo del país” is a native species that presents great agronomical and commercial potential as a fruit tree. Marketing is quite scarce in Uruguay with only small commercial plantations. The main drawbacks have been: lack of knowledge about the species and its management, and the great variability of genotypes at field level. The research program Frutales Menores of Facultad de Agronomía (EEFAS) has started the characterization and

agronomical evaluation of some plants aiming at understanding and selecting materials with high productive potential and quality fruit. A commercial orchard made up of 14 seed plants aged 28 years old, non- irrigated and located in Montevideo, was studied during the 2003 - 2004 cycle. Flowering phenology was studied for all plants, whereas additional studies carried out for 4 selected plants included the vegetative characterization, the productive performance and the fruit characterization. The results showed homogeneous vegetative characteristics as well as in flowering phenology, starting towards end of October for a period around 39 to 45 days, displaying 2 or 3 flowering waves, with the second one being of greater intensity. The harvest period extended from mid March until mid June for the whole culture. The proportion of fruit set ranged between 11 and 23%. The annual production of plants 1.1, 2.1, 2.5 and 3.3 were 24,8Kg, 64,4Kg, 65.2Kg and 16,2Kg, respectively. Plants 2.1 and 2.5 stood out for their high yield and the desirable characteristics of their fruits. A remarkable variability among plants was observed despite having parenthood relationship, mainly regarding productive characteristics, allowing a primary selection of materials and suggesting great perspectives if the germoplasm collection is increased.

Key words: *Acca sellowiana*, characterization, selection

7. BIBLIOGRAFIA

BENTANCOURT, C. M., SCATONI, I.B. 1999. Guía de Insectos y Acaros de Importancia Agrícola y Forestal en el Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía, PREDEG/GTZ, Agr. Hemisferio Sur SRL.

BHOJWANI, S.S., MULLINS, K., COHEN, D. 1987. Micropropagation of *Feijoa sellowiana* Berg. Acta Horticulturae no.212: 69-73.

CHANDLER, W. H. 1962. Frutales de hoja perenne. México, Uteha. 666 p.

CHILDERS, N.F. 1982. Fruticultura Moderna. Montevideo, Hemisferio Sur. 982 p.

DAL VESCO, L.L., GUERRA, M. P. 1999. Organogénesis y micropropagación de goiabeira serrana. Revista Brasileira de Fruticultura. 21(1): 60-64.

DEGENHARDT, J., ORTH, A., GUERRA, M., *et al.* 2001. Flower Morphology of feijoa (*Feijoa sellowiana*) and it's Implications on Pollination. Revista Brasileira de Fruticultura 23(3): 718-721.

DEGENHARDT, J., DUCROQUET, J-P., REIS, M., *et al.* 2002. Effects of years and determination of repeatability of some characteristics of feijoa fruits. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 37(9): 1285-1294.

DEGENHARDT, J., DUCROQUET, J-P., GUERRA, M. P. *et al.* 2003. Phenotypic evaluation of fruit traits of two half sib families of feijoa (*Acca sellowiana* Berg) from an orchard in São Joaquim, Santa Catarina. Revista Brasileira de Fruticultura 25(3): 475-479.

DETTORI, M.T., PALOMBI, M.A. 2000. Identification of *Feijoa sellowiana* Berg accessions by RAPD markers. Scientia Horticulturae, 86: 279-290.

DILL, M. 1995. Feijoa Fact Sheet. Universidad de California, Davis. http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/crops/feijoa_factsheet.shtml. Consultada el 14 de febrero de 2006

DUCROQUET J-P., BARNI, E.J., y SILVA, M.C. _____. Estudio de Mercado para Gioaba Serrana (*Acca sellowiana*). http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/socio_economia/309.htm. Consultada el 31 de julio de 2005

DUCROQUET J-P.H.J., HICKEL E.R. y NODARI R. O. 2000. Goiabeira-serrana (*Feijoa sellowiana*). Jaboticabal, SP, Ed. Funep. 66 p. (Série Frutas Nativas).

FEIPPE, A., CARBALLO, S. 2003. Guía Práctica de Análisis Físico – Químico de Frutas y Hortalizas. INIA Las Brujas. Actividades de Difusión N° 331.

FINARDI, C., MATHIONI, S.M., SANTOS dos, K.L., DUCROQUET, J-P., ORTH, A.I., GUERRA, M.P., NODARI, R.O. _____. Caracterização da Polinização em Goabeira-Serrana (*Acca sellowiana*).
http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/genetica_melhoramiento/766.htm
Consultada el 31 de julio de 2005

FRANKLIN, S. J. 1985. Feijoas. Varieties and Culture. Wellington. New Zealand, Information Services, MAF

FRANZON, R. 2004. Frutíferas Nativas do Sul do Brasil. Simposio Nacional do Morango, 2; Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas, 1. Palestra. EMPRAPA Clima Temperado. Pelotas. Brasil. Documentos, no 124:251-263.

GONZÁLES, R. 1988. La Feijoa. En: Frutales no Tradicionales. Publicaciones Miscelaneas Agrícolas N° 20. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago. Chile. pp.125-154

GRELA, I. 2004. Geografía Florística de las Especies Arbóreas de Uruguay: Propuesta para la Delimitación de Dendrofloras. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. Ministerio de Educación y Cultura - Universidad de la República. Montevideo. Uruguay

HEWETT, E. W. 1993. New horticultural crops in New Zealand. In: New Crops, New York, Wiley. pp. 57-64.

HORTRESEARCH. Fruit breeding. Feijoa.
<http://www.hortresearch.co.nz/index/page/405> Consultada el 22 de febrero de 2006

INIA. 2006. Unidad de Agro – Clima y Sistemas de Información (GRAS)
<http://www.inia.org.uy/online/site/14552411.php> Consultada el 14 de febrero de 2006

IPGRI. 1999. Descriptors for Citrus. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

IPGRI. 2006. Directorio de colecciones de germoplasma.

<http://web.ipgri.cgiar.org/germplasm/default.asp>,

Consultada el 18 de febrero de 2006

KADER, A. 2005. Feijoa. Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha. Universidad de California, Davis.

<http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Fruit/feijoa.shtml>

Consultada el 8 de enero de 2006

LEGRAND, D. 1936. Las Mirtáceas del Uruguay. Anales del Museo de Historia Natural de Montevideo, 2.a Serie, 4(11) 70 p.

LEGRAND, D. 1961. Mirtáceas del Listado de Santa Catarina (Brasil). Sellowia v.13(13):

LEGRAND, D. 1968. Las Mirtáceas del Uruguay III. Universidad de la República. Boletín Facultad de Agronomía no.101. 80 p.

LEGRAND, D., KLEIN, M. 1977. Mirtáceas. En: Flora Ilustrada Catarinense (R. Reitz, ed.). Herbario "Barbosa Rodrigues", Itajai. pp. 573-730

MATTOS, J.R. 1969. O Genero Feijoa Berg. Arquivos de Botânica do Estado de São Paulo. 4(4-6):

MICHAILIDES, T. 1988. La Feijoa. En: Frutales no Tradicionales. Santiago. Chile, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. pp.125-154 (Publicaciones Miscelaneas Agrícolas N° 20)

MORTON, J. 1987. Feijoa. In: Fruits of warm climates. Miami, FL. pp. 367-370.

NODARI R.O., GUERRA M.P., MELER K.T. y DUCROQUET J.P. 1997. Genetic variability of *Feijoa sellowiana* germplasm. Proceedings of the International Symposium on Myrtaceae. Acta Horticulturae N° 452:41-45

OLTRAMARI, A.C., DAL VESCO, L.L., PEDROTI, E.L., DUCROQUET, J.P., NODARI, R.O. y GUERRA, M.P. 2000. Desenvolvimento do protocolo de micropropagação da goiabeira serrana (*Acca sellowiana* (Berg) Burret). Ciencia Rural 30:61-68.

RESTREPO, H., J. FERNANDO. 2000. Caracterización de un huerto de semilla sexual de Feijoa (*Acca sellowiana* Berg). Manizales. Colombia, Universidad de Caldas. Fitomejoramiento N° 36. - A.A. 275.

SANTOS, K., dos. 2005. Bases genéticas de características de importância agronômica em Goiabeira-Serrana (*Acca sellowiana*). Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Agrárias. pp.125

TÁLICE R., CASTRO J. e IZAGUIRRE P. 1996. Prospección y evaluación de frutas autóctonas con énfasis en el guayabo del país y durazno. INIA – Proyecto FPTA 054. Informe final.

THORP, G. and BIELESKI, R. 2002. Feijoas: Origins, Cultivation and Uses. Ed. D. Bateman, Ltd., Auckland, New Zealand. 87 p.

TOCORNAL, G. 1988. La Feijoa. En: Frutales no Tradicionales. Santiago. Chile, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. p.125-154. (Publicaciones Miscelaneas Agrícolas N° 20)

URUGUAY. INTENDENCIA MUNICIPAL DE MONTEVIDEO. 2003. Sistema de Información Geográfica Municipal.: <http://www.montevideo.gub.uy/sit/index.htm>
Consultada el 14 de febrero de 2006

URUGUAY. MGAP. 2006. CONEAT.
<http://www.prenader.gub.uy/coneat/viewer.htm?Title=CONEAT%20Digital>
Consultada el 14 de febrero de 2006

URUGUAY. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA. FACULTAD DE AGRONOMÍA. 2004. Curso de Botánica. Departamento De Biología vegetal. Montevideo. 215 p.

VIGNALE, B., BISIO, L. 2005. Selección de Frutales Nativos en Uruguay. Revista Agrociencia (Uruguay) 9: 35-39

VUOTTO, M.L.; BASILE, A.; MOSCATIELLO, V.; DE SOLE, P.; CASTALDO-COBIANCHI, R.; LAGHI, E.; IELPO, M.T.L. 2000. Antimicrobial and antioxidant activities of *Feijoa sellowiana* fruit. International Journal of Antimicrobial Agents 13: 197-201.