

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**FENOLOGÍA Y CALIDAD DE FRUTA EN UNA POBLACIÓN F2 DE
NECTARINA [*Prunus persica* var. *Nucipersica* (L.) Batsch.] “VENUS”**

FANNY PAOLA ITURRIAGA MUÑOZ

SANTIAGO, CHILE
2010

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**FENOLOGÍA Y CALIDAD DE FRUTA EN UNA POBLACIÓN F2 DE
NECTARINA [*Prunus persica* var. *Nucipersica* (L.) Batsch.] “VENUS”**

**PHENOLOGY AND FRUIT QUALITY OF AN F2 NECTARINE [*Prunus persica*
var. *Nucipersica* (L.) Batsch.] ‘VENUS’ POPULATON**

FANNY PAOLA ITURRIAGA MUÑOZ

SANTIAGO, CHILE
2010

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

**FENOLOGÍA Y CALIDAD DE FRUTA EN UNA POBLACIÓN F2 DE
NECTARINA [*Prunus persica* var. *Nucipersica* (L.) Batsch.] “VENUS”**

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo

FANNY PAOLA ITURRIAGA MUÑOZ

PROFESORES GUÍAS

CALIFICACIONES

Sr. Rodrigo Infante E.
Ingeniero Agrónomo, Dr.

5,8

Sr. Gabino Reginato M.
Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.

5,8

PROFESORES EVALUADORES

Sr. Bruno Razeto M.
Ingeniero Agrónomo, M.S.

6,5

Sr. Tomislav Curkovic S.
Ingeniero Agrónomo, Ph. D.

6,5

SANTIAGO, CHILE
2010

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| MATERIALES Y MÉTODO | 5 |
| MATERIALES | 5 |
| MÉTODO | 5 |
| Caracterización fenológica de la floración..... | 5 |
| Tamaño del árbol..... | 6 |
| Tamaño del fruto..... | 6 |
| Caracterización de la fruta a la cosecha..... | 7 |
| Caracterización de la fruta en postcosecha..... | 7 |
| Parámetros de madurez evaluados..... | 7 |
| Peso..... | 7 |
| Color..... | 7 |
| Firmeza de pulpa destructiva..... | 7 |
| Concentración de sólidos solubles (CSS)..... | 8 |
| Acidez titulable (AT)..... | 8 |
| Firmeza de pulpa no destructiva..... | 8 |
| Harinosidad..... | 8 |
| Heredabilidad..... | 8 |
| Diseño experimental y análisis estadístico..... | 9 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 10 |
| Caracterización de la fenología..... | 10 |
| Caracterización de los frutos al momento de la cosecha..... | 16 |
| Peso..... | 16 |
| Concentración de sólidos solubles (CSS)..... | 16 |
| Acidez titulable (AT)..... | 16 |
| Color de fondo..... | 17 |
| Productividad de la población F2 y de “Venus”..... | 20 |
| Evaluación de los frutos en postcosecha..... | 22 |
| Firmeza y tasa de ablandamiento durante la postcosecha..... | 22 |
| Cambio de color de fondo..... | 23 |
| Jugosidad de la pulpa..... | 24 |
| Calculo preliminar de la heredabilidad..... | 27 |
| CONCLUSIONES | 28 |
| BIBLIOGRAFÍA | 29 |
| ANEXO I | 32 |

AGRADECIMIENTOS

A mis amados padres Elena y Mario por todo el amor y apoyo incondicional, sus consejos y por sobre todo, los valores que me han entregado a lo largo de mi vida, no sería la persona que soy, hoy puedo decir con mucho orgullo que me reflejo plenamente en ellos. A mis hermanos Mario, Mauricio y Elena, por todo el amor y confianza que han depositado en mí, son mi ejemplo a seguir. Tampoco puedo dejar de lado a mis queridos y bellos sobrinitos Aníbal, Catita, Panchita y Piri por la alegría y el amor que me entregan, hacen que mi vida sea realmente feliz.

A mis profesores guías, Rodrigo Infante y Gabino Reginato, por los consejos y el apoyo brindado en la realización de esta memoria. Al Laboratorio de Calidad de la Fruta de la Universidad de Chile y Laboratorio de Postcosecha de Frutas y Hortalizas (INIA- La Platina), a todos los que aportaron para la realización de este trabajo.

No puedo dejar fuera a mis queridos amigos de universidad Cristian, Carla, Cecilia, Natalia y Catalina, entre muchos más, gracias por los bellos momentos vividos a lo largo de estos años de universidad, los cuales jamás olvidaré.

En especial quiero agradecer a Heriberto, por ser mi compañero y amigo, por su apoyo incondicional, sus consejos y amor profundo, gracias por ayudarme en la culminación de ésta etapa tan importante.

RESUMEN

Dada la gran dependencia que posee la fruticultura chilena frente al desarrollo genético extranjero, sumado a los problemas de calidad y condición que presentan nectarinas y duraznos en los mercados de destino, se planteó este estudio. El objetivo fue evaluar la fenología y calidad de la fruta de una población de 36 árboles de la F2 de la variedad Venus, mediante la caracterización de los árboles y de su fruta, tanto en cosecha como en postcosecha. Se realizó un seguimiento, dos veces por semana, de cada evento fenológico, registrando cuando el 80% de las yemas estaban en el estado fenológico determinado. Los frutos fueron cosechados con color de fondo verde-amarillo, los parámetros evaluados en cosecha fueron: peso, color de fondo, firmeza de pulpa, concentración de sólidos solubles y acidez titulable. En postcosecha, después de almacenamiento durante 21 días a 4°C más un período de maduración a 20°C, se determinó la tasa de ablandamiento, el cambio de color de fondo y la harinosidad, esta última mediante el método de absorción de jugo libre. Además, se calculó preliminarmente la heredabilidad de la población, determinando la variabilidad genética y ambiental. En la cosecha, se evaluó la producción total, número de frutos y peso medio de fruto cosechado por árbol.

Se determinó la duración de sus estados fenológicos y la fecha de plena floración, la mayoría de los árboles presentaron, en general, sus primeros estados fenológicos más breves, y los últimos, más prolongados. La cosecha se presentó variable y extensa. En cuanto a la productividad, sólo dos árboles se destacaron (173 y 155), por el tamaño de su fruta. El 67,5%, correspondiente a veinticinco de los 37 árboles, fueron considerados harinosos, con un porcentaje de jugosidad menor a 38,4%. La heredabilidad, en cuanto al porcentaje de jugosidad, presentó un valor de 52%, influenciado directamente por la genética de la población.

Palabras clave: caracterización del árbol, caracterización del fruto, tamaño de fruto, harinosidad, heredabilidad.

**PHENOLOGY AND FRUIT QUALITY OF AN F2 NECTARINE [*Prunus persica*
var. *Nucipersica* (L.) Batsch.] 'VENUS' POPULATION**

ABSTRACT

This study was undertaken for the heavy dependence of Chilean fruit growing on foreign genetic development and the problems of quality and condition shown by nectarines and peaches at the destination markets. Its objective was to evaluate the phenology and fruit quality of a 36-tree F2 population of the Venus cultivar by means of fruit and tree characterization both at harvest and postharvest. Each phenological event was registered twice a week when 80% of buds were at a given phenological stage. Fruit were harvested with a green-yellow background color and the parameters weight, background color, pulp firmness, soluble solids concentration and titratable acidity were evaluated. After 21 storage days at 4°C and a shelf life period at 20°C, the softening rate, background color change and mealiness were evaluated. Moreover, population heritability was estimated to determine the genetic and environmental variability. At harvest, total production, number of fruits and fruit mean weight harvested per tree were evaluated.

The duration of phenological stages and full bloom date were determined. In general, most of the trees showed shorter initial and longer last phenological stages. The harvest period was variable and extended. As to productivity, only two trees (173 and 155) stood out for their fruit size. It was found that 67.5% (25 out of 37 trees) were mealy with a juiciness percentage smaller than 38.4%. Juiciness heritability was 52%, being directly influenced by the population genetics.

Key words: tree and fruit characterization, fruit size, mealiness, phenology, heritability

INTRODUCCIÓN

Chile es el principal abastecedor de frutos de carozo (duraznos, nectarinas y ciruelas) del Hemisferio Norte, en la contraestación de mercados tan exigentes como el norteamericano y europeo (Sotomayor *et al.*, 2008). Por lo tanto, la competencia de nuestro país se reduce a Sudáfrica, Nueva Zelanda, Australia, Argentina y Brasil (Balbontín, 2002). En algunos mercados, nuestro país es líder absoluto; en EE.UU., por ejemplo, Chile provee el 96% del total de frutos de carozo importados (Infante y Meneses, 2006). En el 2009, nuestro país exportó 40.081,7 ton de duraznos y 55.944,3 ton de nectarinas (ODEPA, 2010).

En los últimos años, la calidad de las frutas chilenas no satisface a los, cada vez más exigentes consumidores (Muchnik, 2007). La disminución de la calidad de la fruta se produce por el enfriamiento durante almacenaje y posterior transporte marítimo, a temperatura cercana a 0°C, con el fin de retrasar los procesos de maduración y asegurar la calidad y condición de estos productos (Balbontín, 2002). A esto se suma, el largo tiempo para el arribo a los mercados de destino, resultando en una disminución de la calidad organoléptica del producto.

Duraznos, nectarinas y ciruelas son frutos altamente perecederos, pues maduran y senescen rápidamente a temperatura ambiente. Para evitar pérdidas se requiere un manejo cuidadoso antes de ser almacenados a 0°C, sin embargo, su almacenaje refrigerado se ve frecuentemente limitado por las bajas temperaturas utilizadas (Luchsinger y Walsh, 1997b). Como menciona Zoffoli (2007), hay pocas variedades de durazno que logran almacenarse por más de 30 días, por lo tanto, cuando hay un mercado como Estados Unidos, donde fácilmente se alcanza este período durante el trasporte, los frutos no logran madurar adecuadamente, desarrollándose los síntomas de harinosidad y pardeamiento de la pulpa, entre otros.

Las principales aprehensiones de los consumidores hacia los duraznos y las nectarinas se centran en la falta de sabor asociado con la inmadurez (Gómez y Ledbetter, 1997), alta firmeza, incapacidad de la fruta para madurar, sumado a la presencia de una textura harinosa (Crisosto, 2006). La harinosidad es uno de los principales problemas de la fruta de exportación y se manifiesta una vez que se parte el fruto, por lo tanto, se manifiesta a nivel del consumidor (Luchsinger y Walsh, 1997b).

Es por esto que surge la necesidad de realizar programas de mejoramiento genético a nivel nacional, ya que la fruticultura chilena es absolutamente dependiente del desarrollo genético extranjero. Según Infante y Meneses (2006), el 98% de las variedades frutales protegidas en Chile son extranjeras, principalmente originadas en EE.UU., por lo tanto, son variedades que no están adaptadas a las necesidades técnicas y comerciales de nuestro país.

El mejoramiento genético de frutales de carozo se basa en la elección de los progenitores más adecuados, se cruzan entre ellos y, en la progenie, se evalúa cuáles de estos individuos superan, en algún atributo de interés, a las variedades disponibles para esa época y mercado (Infante, 2000). El objetivo fundamental es proveer a la industria frutícola, y finalmente a los consumidores, de nuevas y mejores variedades, que satisfagan los requerimientos de producción, comercialización y de consumo, que son demandados en la actualidad (Infante y Meneses, 2006).

Considerando la importancia que tiene el desarrollo de nuevas variedades, en el presente estudio se escogió la variedad Venus, la que, según Fernández (2007), es una nectarina de origen italiano que se introdujo hace bastante tiempo a nuestro país, y que se ha caracterizado por tener una muy buena postcosecha, llegando en buenas condiciones a los mercados de destino. Sin embargo, es una variedad que desde otros puntos de vista, como la apariencia e, incluso, el sabor, no es la mejor, aunque destaca dentro del común de las variedades por la postcosecha; por lo tanto, es importante estudiar su población, para así seleccionar a los individuos que resalten sus atributos.

Hipótesis

La población híbrida, resultante de una autopolinización de nectarina, presenta segregación de la fenología y de la calidad de la fruta, debido a la variabilidad genética.

Objetivo

Evaluar la fenología y evaluar la calidad de la fruta de una población F2, de la nectarina “Venus”.

MATERIALES Y MÉTODO

Materiales

La presente investigación se realizó durante la temporada 2007-2008, con la población F2 resultante de la autopolinización de “Venus”, plantada en el 2000, injertada sobre patrón Nemaguard. La descendencia de este cruzamiento corresponde a 36 plantas provenientes de semilla, cuya distancia de plantación es de 0,5 x 1,0 m, plantadas en el año 2002. Las plantas en evaluación se encontraban en Andes Nursery Association (ANA), Paine, Región Metropolitana.

La evaluación de la fruta se realizó en el Laboratorio de Calidad de la Fruta del Departamento de Producción Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, y el almacenamiento refrigerado, para la evaluación de harinosidad, fue realizado en la Unidad de Postcosecha de Frutas y Hortalizas del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA-La Platina).

Método

Caracterización fenológica de la floración

Para la caracterización fenológica de los árboles tanto de la población F2, como del progenitor, se seleccionó una ramilla de un año por árbol, localizada en la parte media de la copa. El seguimiento fenológico comenzó desde el estado de cáliz perceptible hasta inicio de desarrollo del fruto; se evaluó dos veces por semana, fotografiando las ramillas seleccionadas y describiendo el estado fenológico dominante. La fecha de cada evento se determinó cuando el 80% de las yemas florales estaban en el estado fenológico determinado (Pereira, 1989).

Junto con la caracterización fenológica se registró la temperatura ambiental con un termógrafo. La acumulación térmica disponible en la estación meteorológica ubicada en el huerto fue calculada en base a las temperaturas horarias según el modelo temporal de variación de temperatura en aire (Campbell y Norman, 2000).

Para la descripción de los diferentes estados fenológicos se utilizó la nomenclatura de Baggiolini (Pérez-Pastor *et al.*, 2004), de acuerdo a la escala general BBCH. Los diferentes estados descritos corresponden a una letra asignada por Baggiolini. La utilización de la escala BBCH, corresponde a un sistema de codificación uniforme que describe los principales estados fenológicos a través de un número binario. El primer número

corresponde a la etapa principal de crecimiento y el segundo a la fase secundaria. Por medio de los descriptores de la escala BBCH, se registra cada uno de los estados fenológicos característicos de nectarinas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estados fenológicos descritos por Baggiolini, que fueron considerados en la descripción fenológica de la población F2 y de “Venus”.

| Clave Baggiolini | Estado de crecimiento | Resumen estados para ACP |
|-------------------------|---|---------------------------------|
| C 55 | Cáliz perceptible; sépalos cerrados formando una bola | (A) |
| D 58 | Pétalos florales perceptibles formando una bola ahuecada | (B) |
| E 59 | Flores comenzando a abrir; pistilo y anteras perceptibles | (C) |
| 61 | Comienzo de floración; 10% de flores abiertas | (D) |
| F 65 | Plena floración; 50% de las flores abiertas | (E) |
| G 67 | Decoloración de las flores | (F) |
| 69 | Fin de la floración, todos los pétalos caen | (G) |
| H 71 | Fruto comenzando el crecimiento de ovarios | (H) |

Tamaño del árbol

A los 36 árboles y al progenitor Venus se les midió el perímetro del tronco a 20 cm del suelo, sitio donde el tronco se encuentra más uniforme, de manera de obtener, a partir de este dato, el ASTT (área de sección transversal del tronco), expresada en cm².

Carga frutal

Los frutos cuajados se ralearon a una distancia de 10 cm, dejando 5 frutos/cm² de ASTT, más un 10% de la carga frutal originada, previendo una caída natural de frutos (Razeto, 2006).

Caracterización de la fruta a la cosecha

Durante la época de maduración, de diciembre a marzo, se cosecharon 20 frutos de cada árbol, de tamaño homogéneo y color de fondo verde-amarillo, entre los valores DN2 y DN3 de la tabla de color para duraznos y nectarinas de ASOEX (Anexo I).

En laboratorio se caracterizaron 5 frutos por árbol, en cuanto a peso, color, firmeza de pulpa, concentración de sólidos solubles (CSS) y acidez titulable (AT).

Los frutos restantes de cada árbol fueron cosechados, evaluando: número de frutos por árbol y peso total de la fruta cosechada.

Caracterización de la fruta en postcosecha

Se almacenaron nueve frutos a 4°C por 21 días, los que posteriormente se traspasaron a una cámara a 20°C hasta alcanzar una firmeza de consumo, estimada al tacto (0,5-1,0 kg-f). En ese estado se evaluó la harinosidad, según el protocolo de medición de jugo, por el método de absorción en papel (Infante *et al.*, 2009).

Los seis frutos restantes fueron embalados en una bandeja plástica “Typack”, para 14 frutos, cubiertos por bolsas de polietileno perforadas; la bandeja fue colocada en una caja de cartón con capacidad de 8,2 kg de fruta. Luego, la fruta fue almacenada a 20°C, donde se realizó un seguimiento cada 24 horas, midiendo firmeza de pulpa de forma no destructiva y color de fondo, hasta que la pulpa alcanzó una firmeza adecuada de consumo (1,5 a 2,0 kg-f).

Una vez terminadas las evaluaciones, se procedió a cosechar todos los frutos de los árboles, los que se pesaron, midiéndose sus diámetros polar y ecuatorial.

Parámetros de madurez evaluados

Peso. Se determinó el peso de cada fruto, mediante una balanza electrónica de precisión (Tech Master, California, EE.UU.); los resultados se expresaron en gramos.

Color. Se midió siempre en la misma mejilla, para lo cual se procedió a marcar un sector de ésta. Se utilizó un colorímetro portátil triestímulo Minolta modelo CR-300 (Minolta, Tokio, Japón) utilizando el sistema CIELab. Para determinar el cambio de color de verde a amarillo, se utilizó el valor de tonalidad (ángulo Hue), ($\text{Hue} = \tan^{-1} (b^*/a^*)$), el cual ha sido efectivo en caracterizar este cambio (McGuire, 1992).

Firmeza de pulpa destructiva. La firmeza de pulpa fue medida en la zona ecuatorial, en ambas mejillas del fruto, retirando previamente la epidermis. Se utilizó un penetrómetro

manual modelo FT 011 (Effegi, Milán, Italia), con un émbolo de 7,9 mm de diámetro, se promedió ambas mediciones, expresándola como kg-f.

Concentración de sólidos solubles (CSS). La medición se realizó en una muestra de jugo de pulpa de cada fruto; se utilizó un refractómetro termocompensado, modelo ATC-le (Atago, Tokio, Japón). Los resultados se expresaron como porcentaje de sólidos solubles.

Acidez titulable (AT). Se determinó con un titulador automático (SCHOTT, TitroLine easy, Mainz, Alemania), mediante la titulación de una muestra compuesta de 10 mL de jugo, con NaOH 0,1 N, hasta que se logró la neutralización de los ácidos orgánicos, a pH 8,2-8,3. Los resultados se expresaron como porcentaje de ácido málico.

Firmeza de pulpa no destructiva. Fue medida con un texturómetro motorizado FTA (Fruit Texture Analyser) (GÜSS Manufacturig (Pty) Ltd., Strand, Sudáfrica), con un émbolo de 3 cm de diámetro, que deformó la pulpa en 2 mm.

Harinosidad. Fue determinada cuantitativamente mediante el protocolo de medición de jugo libre, por absorción de papel (Infante *et al.*, 2009).

Heredabilidad: Se determinó la heredabilidad, mediante el análisis de variabilidad en relación a las varianzas de la población, en cuanto al método de mejoramiento genético vegetal (Scarascia, 1988).

Para determinar la heredabilidad, se calculó la varianza genética, la cuál se determinó de la siguiente manera:

Varianza genética:
$$\frac{\text{Varianza entre los árboles} - \text{varianza entre los frutos de un árbol}}{\text{Número de repeticiones por árbol.}}$$

Heredabilidad (h^2):
$$\text{Varianza genética} / (\text{varianza genética} + \text{varianza ambiental}).$$

Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó estadística descriptiva y tablas de frecuencia con los datos obtenidos en postcosecha. Se realizaron correlaciones entre variables observadas en la población y en el progenitor. Además, se realizó análisis multivariado, análisis de componentes principales (ACP) y de conglomerados, para los datos de fenología y cosecha (Infostat, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la fenología

La secuencia y duración de los estados fenológicos, junto a las temperaturas y acumulación de horas grado de crecimiento (GDH) ocurridos durante el periodo de evaluación se observa en la Figura 1. En cuanto a la acumulación de frío, se inició el 1 de mayo como horas bajo 7,0°C, y terminó el 1 de agosto, con un total de 1112 horas frío. En durazneros, las horas necesarias para salir del receso invernal se consideran entre 500 a 1000 horas frío, en zonas de clima templado cálido (CIREN, 1989).

El requerimiento de calor se expresó como horas grado de crecimiento (GDH). En este estudio se consideró 4,5°C (Faust, 1989). Entre el 1 de agosto y el 31 de diciembre se acumularon 33.152 (GDH), para la temporada 2007-2008.

El estado de cáliz perceptible comenzó a ser observado en todos los individuos a partir del 28 de agosto, con una acumulación de 1630 GDH y una duración media de cuatro días, alcanzando cuatro días como máximo y dos días como mínimo.

Con respecto al estado de pétalos perceptibles, formando una bola ahuecada, se presentó con una acumulación de 2101 GDH; en general, se presentó entre el 30 de agosto y el 2 de septiembre, para todos los individuos tuvo dos días de duración.

El estado de flores comenzando a abrir, con pistilo y anteras perceptibles, se presentó con una acumulación de 2607 GDH; este estado fue corto para los diferentes árboles, al igual que el anterior, con dos días de duración como máximo, concentrándose entre el 1 y el 4 de septiembre.

El estado de comienzo de floración, con un 10% de flores abiertas, también se presentó corto, con sólo dos días, presentándose como excepción los árboles 109; 111 y 163, en los cuales tuvo una duración de tres días. Se concentró, en general, entre el 3 y 7 de septiembre.

En la mayoría de los árboles, la plena floración se presentó con una acumulación de 3813 GDH, con un periodo más largo respecto de los estados anteriores, extendiéndose por seis días, entre el 5 al 11 de septiembre, presentando distinta duración entre los árboles. En general, para la mayoría de los árboles, duró tres días, presentándose excepciones, como el árbol 142, que presentó solo dos días de duración, y los árboles 109; 111 y 163, que alcanzaron cuatro días, entre el 8 y 11 de septiembre, siendo los más tardíos en florecer.

El estado de decoloración de las flores se presentó con una acumulación de 4024 GDH y ocurrió entre el 7 y 15 de septiembre. En general, para todos los árboles, este periodo fue

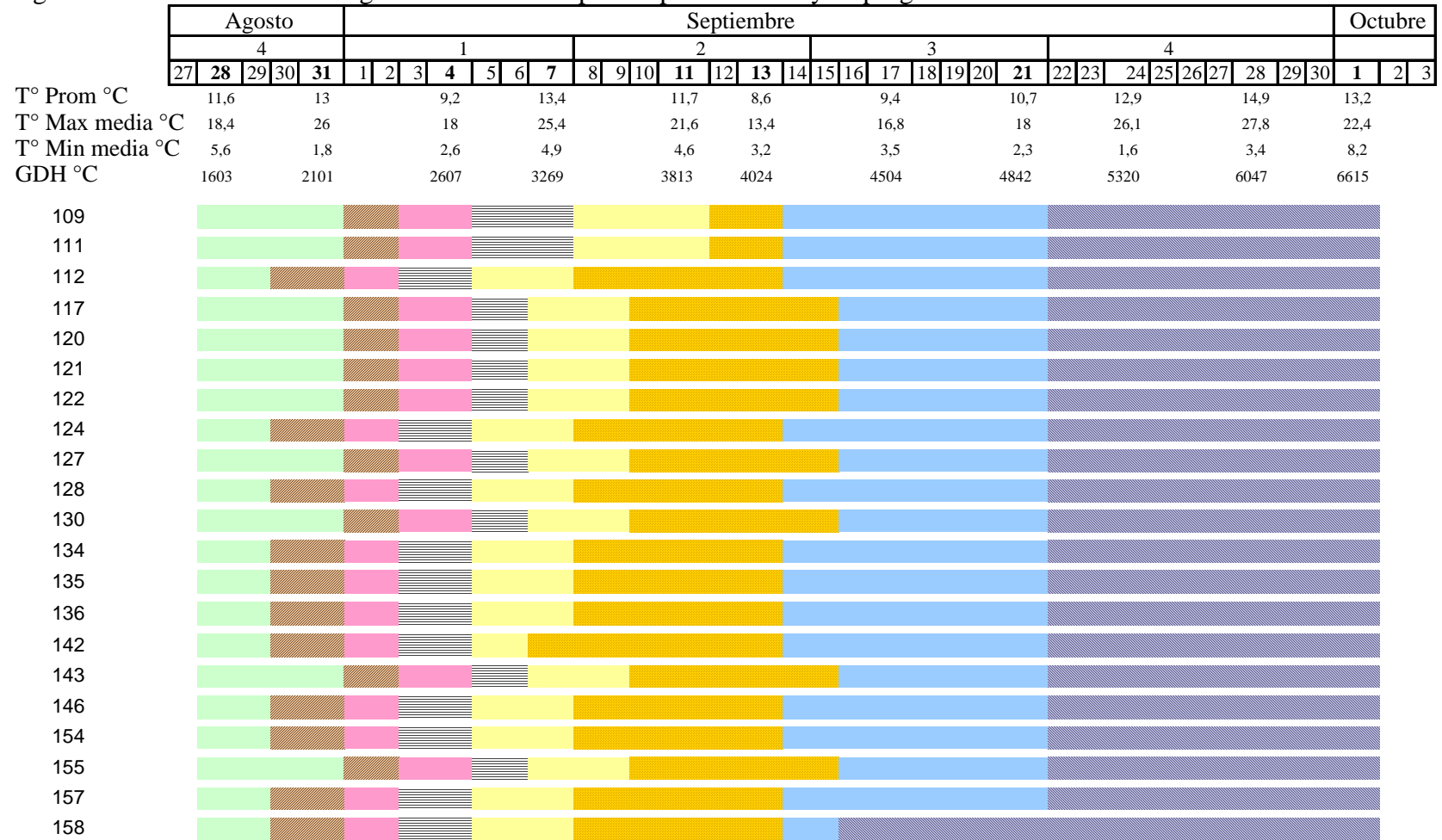
más largo que los otros estados, presentándose, como máximo, seis días, exceptuando el árbol 169, con cuatro días, y los árboles 109; 111 y 163, con dos días.

Los últimos dos estados se presentaron más largos que los anteriores; el fin de la floración, en que todos los pétalos caen, duró nueve días, entre el 12 y 21 de septiembre, iniciándose con una acumulación de 4842 GDH. En los individuos 158; 168; 169; 173; 182; 183 y Venus, este estado duró dos días.

El fruto comenzando con el crecimiento de ovarios presentó el periodo más extenso de evaluación, con un promedio de diez días, iniciándose entre el 14 de septiembre y el 1 de octubre, con una acumulación de 6615 GDH, como máximo. Entre los árboles se presentaron excepciones, con un periodo de evaluación de dieciséis días para los árboles 158; 168; 173; 182; 183 y Venus, y de dieciocho días para el árbol 169.

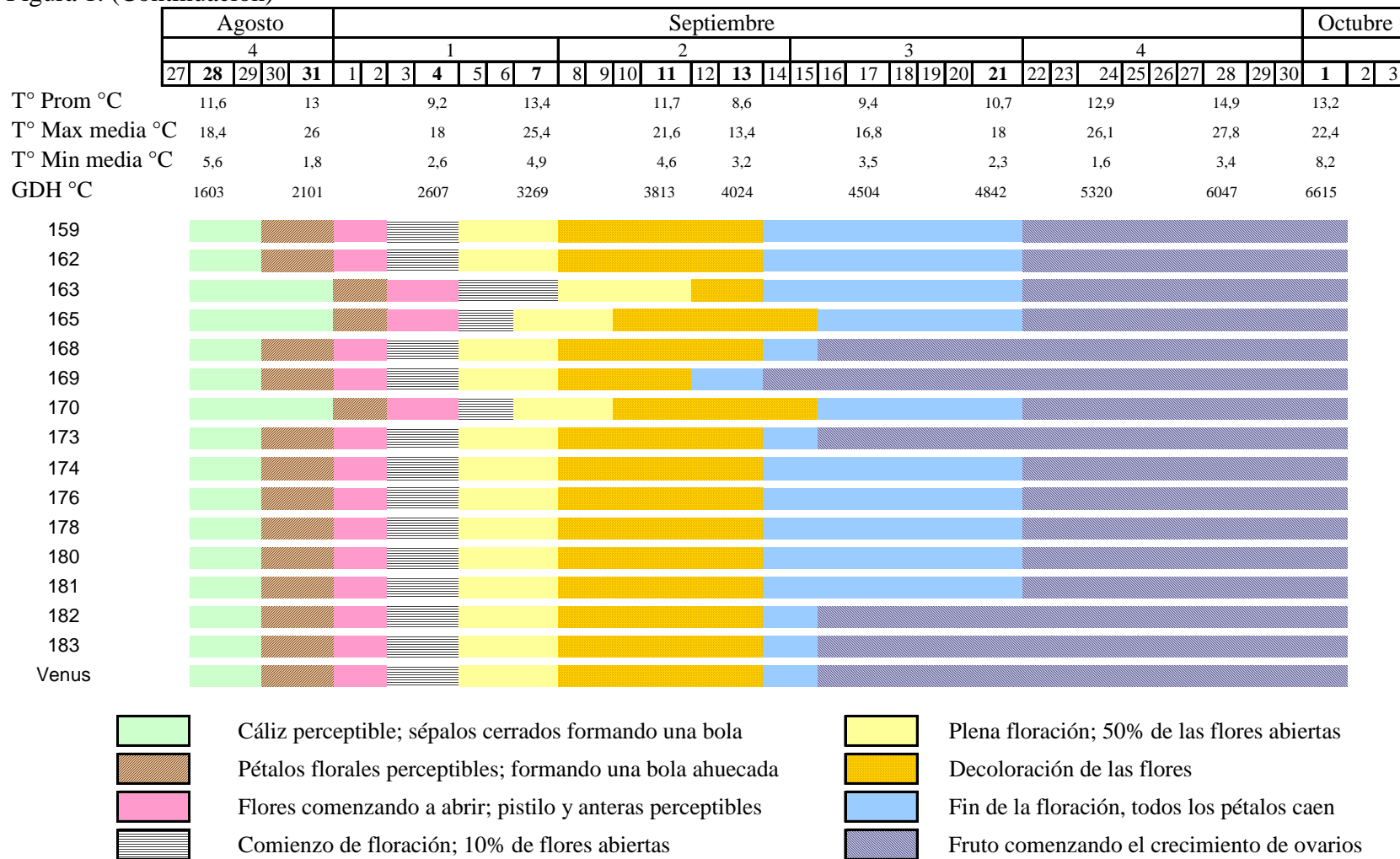
En general, los árboles 109 y 111 mostraron las mayores diferencias con respecto al resto, a pesar de que la fecha de plena floración la presentaron más tardía, la cosecha ocurrió tempranamente en la temporada, siendo los primeros árboles en ser cosechados.

Figura1. Caracterización fenológica de la floración para la población F2 y su progenitor “Venus”.



(Continúa)

Figura 1. (Continuación)



Para agrupar a los árboles, según la ocurrencia y duración de sus estados fenológicos, se realizó análisis de componentes principales (ACP) (Figura 2) y de conglomerados (Figura 3); este último mediante criterios de clasificación jerárquica, que permite su representación en dendrogramas.

El ACP muestra que las dos primeras componentes principales (CP 1 y CP 2) explicaron el 72,7% de la variación total, a los distintos estados fenológicos se les asignó una letra (Figura 2; Cuadro 1). Se aprecia que los estados B; C; D y plena floración se presentaron asociados entre sí; inversamente asociado se presentó el estado F, el cuál tuvo una duración más amplia entre los árboles, entre 2; 6; 7 y 8 días como máximo. La duración de los primeros estados en los distintos árboles fue, en promedio, de dos a tres días. Los otros estados que se presentaron asociados en su duración fueron el A y G; y H y E, siendo éstos grupos opuestos, entre ellos.

Los árboles que más se diferenciaron, en este análisis de variabilidad, por la duración de los distintos estados, fueron 163 y Venus. Como se puede apreciar en la Figura 2, la proyección de los ejes es más extensa, lo que muestra una clara diferencia con respecto a los demás árboles, los cuales tienden a concentrarse. Tanto el árbol 169 como Venus presentaron diferencias de dos días en sus últimos estados, y 163 presentó su estado de plena floración más tardío respecto de los demás árboles.

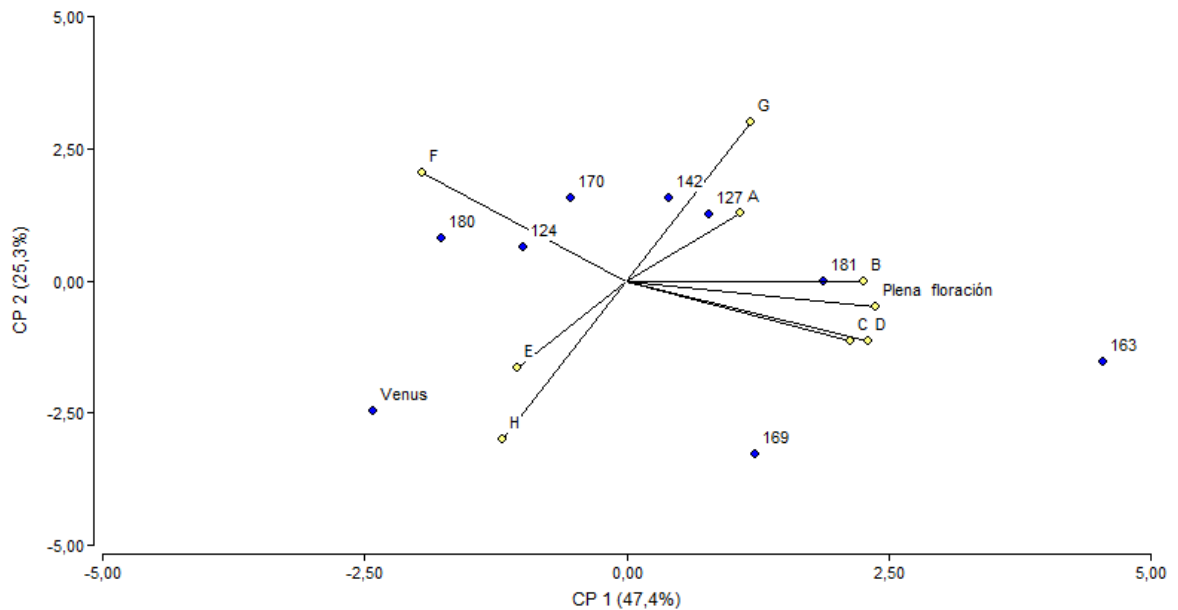


Figura 2. Análisis de componentes principales (ACP) para la duración de los diferentes estados fenológicos de 'Venus' y su descendencia F2.

El dendrograma de la Figura 3 separa en dos grandes grupos principales. El primero incluye el grupo más grande, conformado por más del 90% de los árboles que a su vez se divide en dos subgrupos, el primero compuesto por los individuos 158; 168; 169; 173; 182; 183 y Venus, además del árbol 169, que se diferencia de este subgrupo por el estado de decoloración de las flores y fruto, comenzando la etapa de crecimiento de ovarios, en que presentaron dos días menos de duración respecto a los demás árboles de este grupo.

El segundo subgrupo se divide a su vez en dos subgrupos, el primero presentó la mayoría de sus estados fenológicos similares y sólo se diferencian entre ellos por la época de ocurrencia de su plena floración; el primero se presentó entre el 5 y 7 de septiembre y en el segundo entre el 7 y 9 de septiembre. El segundo subgrupo se conformó por los árboles 112; 128; 134; 135; 136; 142; 162 y 181, además del árbol 142, que se diferenció del resto por presentar el periodo de floración más corto, con tan solo dos días de duración.

El segundo grupo principal, sólo fue conformado por los árboles 109; 111 y 163, los cuales se diferenciaron en la mayoría de sus estados fenológicos; para el estado de plena floración presentaron el periodo más extenso y más tardío, con cuatro días entre el 8 y 11 de septiembre, y el estado de decoloración de flores fue el más corto, con sólo dos días de duración, a diferencia de los demás árboles donde se extendió hasta por seis días.

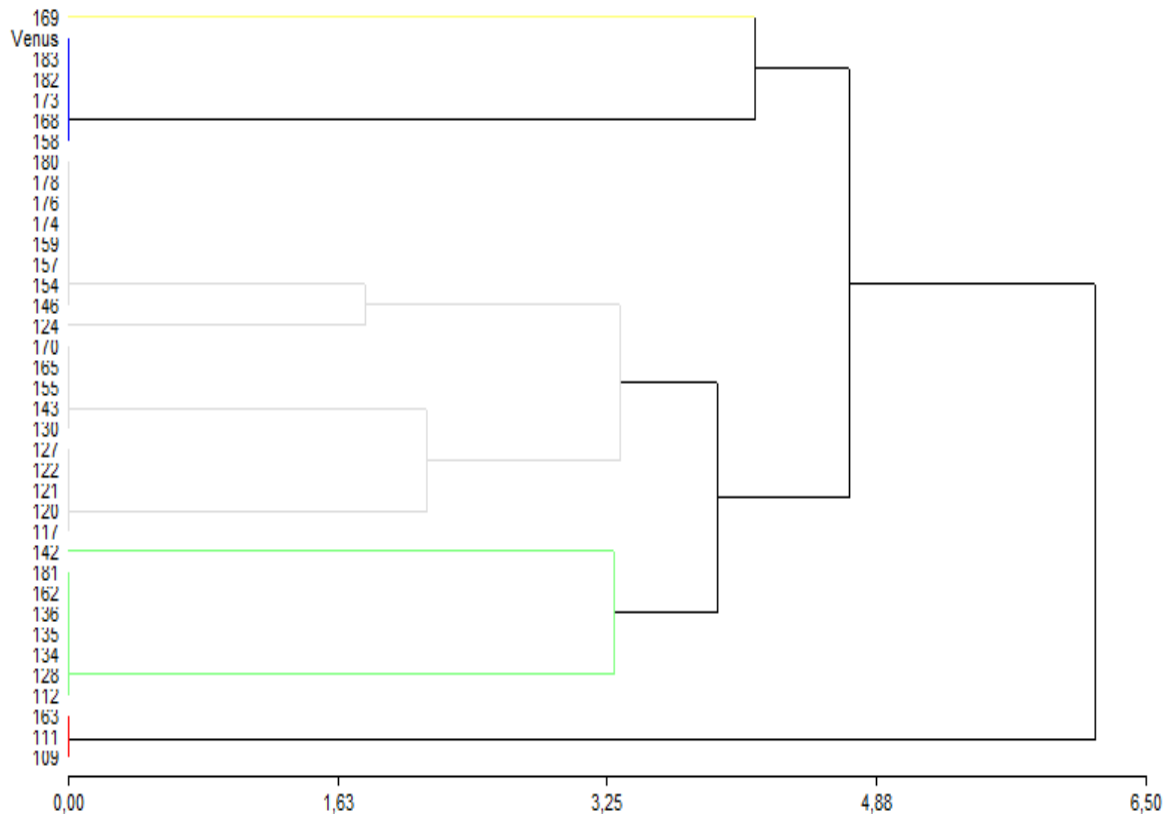


Figura 3. Análisis de conglomerados para 'Venus' y su población F2 de acuerdo a la duración de los distintos estados fenológicos.

Caracterización de los frutos al momento de cosecha

La cosecha de la población F2 y de 'Venus' se produjo en un periodo de 42 días, para lo cual se requirieron varias cosechas por cada árbol, para recolectar la fruta en el mismo estado de madurez (Cuadro 2). Aún cuando se trate de cosechar frutos con firmeza similar, la firmeza a cosecha fue muy variable; los demás parámetros evaluados a cosecha dependen directamente de la firmeza, estos valores fueron ajustados por esta, utilizando como variable independiente la firmeza y como variables dependientes el peso, la CSS, la AT y el color.

Peso

La población F2 presentó una alta variabilidad en el peso con respecto a Venus (Cuadro 2), todos los árboles de la población presentaron un peso inferior al del progenitor; el peso varió entre 203,8 g en Venus a 66,5 g en el 169, con un promedio general de 108,2 g. El mayor peso de 'Venus' podría estar influenciado por la edad de la planta, que es dos años superior a la población F2, y por el uso del portainjerto, que en este caso fue Nemaguard, el cual ha demostrado mejorar la eficiencia productiva con respecto a otros portainjertos (Sotomayor *et al.*, 2008).

Concentración de sólidos solubles (CSS)

Los árboles presentaron CSS entre 8,9% (143) y 15,6% (135) (Cuadro 2), presentando 'Venus' 9,6%; en general, todos presentaron valores sobre 10,0 %, siendo este valor homogéneo entre árboles, y entre los frutos de cada uno de ellos; sólo tres árboles presentaron una CSS inferiores a este valor (143, 174 y Venus). Respecto de lo estable de estos valores, bajo estas condiciones, Gil (2004) menciona que la CSS es más alta en lugares con temperatura diurna menos elevada y noches frescas, como en Chile Central.

Acidez titulable (AT)

La AT al momento de la cosecha varió entre 0,55 % (165) y 1,5% (146) (Cuadro 2). Según Gil (2004), la concentración de ácidos disminuye durante la maduración de la fruta, ya que son usados como substrato de respiración o como estructuras de otras sustancias sintetizadas, lo que explicaría la variabilidad de este parámetro al momento de la cosecha de los frutos.

Color de fondo

El parámetro utilizado como índice de cosecha fue el color de fondo verde-amarillo, entre los valores DN-2 y DN-3, según tabla de color ASOEX (Anexo I); en general, los frutos de los árboles variaron entre 1 y 4,9. Los frutos de Venus presentaron tonalidades más rojizas, dadas por un mayor porcentaje de cubrimiento, sin embargo, el color de fondo correspondió a las tonalidades verde-amarillo. Cabe destacar que los valores de color fueron muy variables. Al respecto según Crisosto (1994), el color varía de temporada a temporada, por lo que se recomienda asociar éste con la firmeza de pulpa para establecer una madurez de cosecha mínima.

Cuadro 2. Características de la fruta a cosecha para el progenitor ‘Venus’ y para su población población F2, resultante de la autopolinización de ‘Venus’.

| Árboles | Peso | CSS | Acidez Titulable | Color | Fecha de cosecha |
|---------|-------|------|------------------|-------|------------------|
| | (g) | (%) | (%ac.málico) | (1-5) | |
| 111 | 110,4 | 10,5 | 0,65 | 2,1 | 27-12-2007 |
| 121 | 120,4 | 11,0 | 0,70 | 2,6 | 27-12-2007 |
| 124 | 123,3 | 11,0 | 0,65 | 2,0 | 27-12-2007 |
| 142 | 141,4 | 11,7 | 0,60 | 3,5 | 27-12-2007 |
| 174 | 76,2 | 9,9 | 0,70 | 3,0 | 27-12-2007 |
| 109 | 108,0 | 10,7 | 0,97 | 2,9 | 28-12-2007 |
| 154 | 152,6 | 9,8 | 1,50 | 2,1 | 02-01-2008 |
| 178 | 79,4 | 11,0 | 0,74 | 2,3 | 02-01-2008 |
| 157 | 156,0 | 11,1 | 0,86 | 4,3 | 04-01-2008 |
| 117 | 116,2 | 12,1 | 0,75 | 1,4 | 07-01-2008 |
| 134 | 133,0 | 14,7 | 0,83 | 2,1 | 07-01-2008 |
| 165 | 164,4 | 11,2 | 0,55 | 1,6 | 07-01-2008 |
| 170 | 137,9 | 12,6 | 0,91 | 2,7 | 07-01-2008 |
| 127 | 126,2 | 11,6 | 0,70 | 2,0 | 07-01-2008 |
| 158 | 156,5 | 11,0 | 1,38 | 2,5 | 09-01-2008 |
| 180 | 86,8 | 12,1 | 0,71 | 3,2 | 09-01-2008 |
| 120 | 119,0 | 12,0 | 0,95 | 2,4 | 15-01-2008 |
| 122 | 120,7 | 10,8 | 1,26 | 2,2 | 15-01-2008 |
| 130 | 129,1 | 13,6 | 0,92 | 2,3 | 15-01-2008 |
| 173 | 120,5 | 12,9 | 0,73 | 2,1 | 15-01-2008 |
| 135 | 134,2 | 15,6 | 0,87 | 1,1 | 18-01-2008 |
| 146 | 144,5 | 12,0 | 1,50 | 2,1 | 18-01-2008 |
| 159 | 158,0 | 13,4 | 1,01 | 2,3 | 18-01-2008 |
| 112 | 111,2 | 11,9 | 0,88 | 3,3 | 05-02-2008 |
| 128 | 127,3 | 13,2 | 0,83 | 2,9 | 05-02-2008 |
| 136 | 134,7 | 12,1 | 1,35 | 2,6 | 05-02-2008 |
| 143 | 142,1 | 8,8 | 0,88 | 3,3 | 05-02-2008 |
| 155 | 154,2 | 11,3 | 0,87 | 2,6 | 05-02-2008 |
| 162 | 161,4 | 12,5 | 0,61 | 3,7 | 05-02-2008 |
| 168 | 159,8 | 12,6 | 0,86 | 4,9 | 05-02-2008 |
| 169 | 69,6 | 10,8 | 0,80 | 2,9 | 05-02-2008 |
| 176 | 137,1 | 12,3 | 0,73 | 3,7 | 05-02-2008 |
| 182 | 129,0 | 13,0 | 0,82 | 3,0 | 05-02-2008 |
| 183 | 87,0 | 10,5 | 0,91 | 3,0 | 05-02-2008 |
| Venus | 203,9 | 9,5 | 0,85 | 3,9 | 07-02-2008 |
| 163 | 162,6 | 12,4 | 0,56 | 2,2 | 07-02-2008 |
| 181 | 91,7 | 11,2 | 1,14 | 2,5 | 07-02-2008 |

El análisis de componentes principales para las características del fruto al momento de cosecha muestra que las dos componentes principales (CP 1 y CP 2) explicaron el 60,8% de la variación total del modelo.

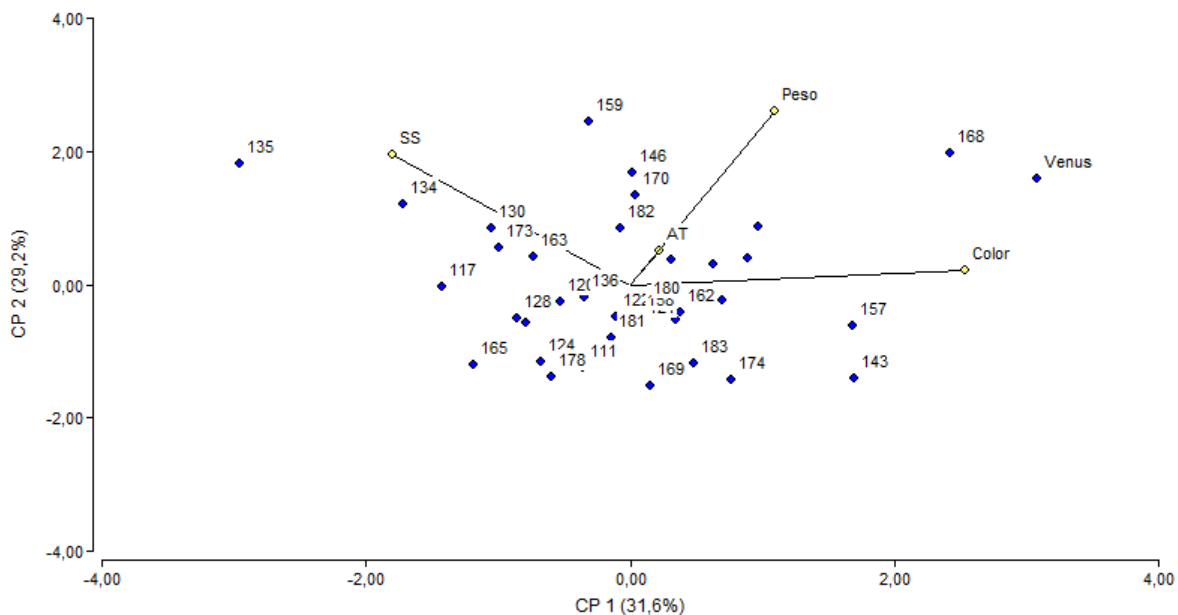


Figura 4. Análisis de componentes principales (ACP) para las características del fruto de los árboles en estudio.

Al momento de cosecha, el ACP (Figura 4) muestra que los árboles presentaron, en general, diferencias en la madurez evaluada a cosecha. Destacan los que presentaron los valores más altos, los árboles 134 y 135 se diferenciaron en cuanto a CSS; en cuanto a color, 143; 157; 168 y Venus; y en cuanto a peso, los árboles 146, 159, 168 y Venus.

Productividad y tamaño del fruto la población F2 y de ‘Venus’

Al analizar la productividad y el tamaño de fruto (g) en relación con la carga frutal, en frutos/cm² de ASTT, se observa (Figura 5) que, aunque moderada, existe relación logarítmica y negativa ($R^2=0,18$) entre la carga frutal y peso. Así, a medida que aumenta la carga frutal disminuye el tamaño de fruto, expresado en el peso medio por fruto. Elfving y Schechter (1993) indican que la relación entre el tamaño de fruto y el número de frutos por árbol es variable, reflejando diferencias debidas al vigor del árbol y condiciones de crecimiento de éste.

Tanto Ojer *et al.* (2009) como Reginato y Camus (1993) determinaron que, en durazneros, a medida que se aumenta la carga frutal se obtienen frutos de menor tamaño. Este efecto, según Childers (1982) y Westwood (1982), citado por Ojer *et al.* (2009), ello ocurre ya que se modifica la relación hoja/fruto, destacando que el cambio en “tamaño del fruto” es en una proporción diferente al cambio de la relación hoja/fruto, desviándose parte de la producción de metabolitos al crecimiento vegetativo de la planta.

Razeto (2006) señala que los factores que influyen en el crecimiento del fruto incluyen efectos relacionados como la capacidad genética de la variedad y prácticas de manejo, como raleo, poda, riego, fertilización y, en determinadas variedades, el empleo de reguladores de crecimiento y el “anillado” de corteza.

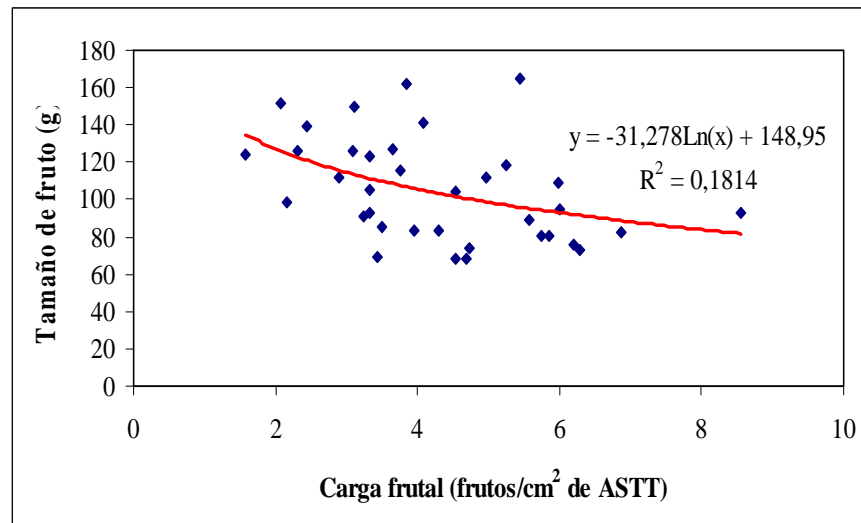


Figura 5. Peso medio de frutos de la población F2 de nectarinas y su progenitor ‘Venus’, en función de la carga frutal.

La productividad de los árboles, se analizó por medio de regresión como función de la carga frutal (Figura 6), mostrando una relación lineal y positiva entre carga frutal y productividad. Así, la productividad total, en kg/ASTT, aumenta linealmente y significativamente a medida que aumenta la carga frutal, destacándose el individuo 173 con 20,6 kg cosechados.

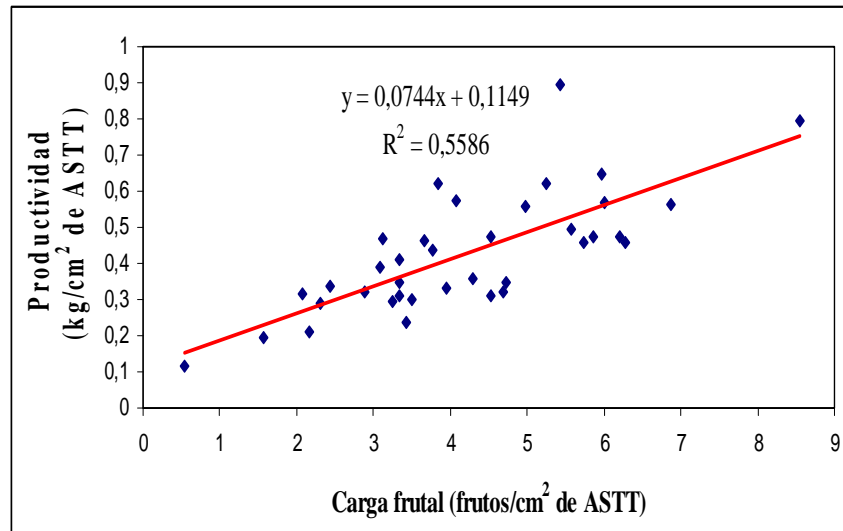


Figura 6. Productividad en función de la carga frutal, expresada en función del tamaño del árbol, como frutos/cm² de ASTT.

Evaluación de los frutos en postcosecha

Como la firmeza fue heterogénea entre los frutos de los individuos al momento de la cosecha, se establecieron tres rangos de firmeza inicial, para comparar las distintas evaluaciones realizadas en postcosecha; los rangos fueron entre 10,0-8,0 kg-f; entre 8,0-6,0 kg-f y entre 6,0-4,0 kg-f.

Firmeza y tasa de ablandamiento durante la postcosecha

La firmeza de pulpa de los frutos de la población F2 y de ‘Venus’, independiente de los rangos, disminuyó gradualmente a través del tiempo, hasta alcanzar la madurez de consumo (2,0-1,5 kg-f) (Figura 7). La pérdida de firmeza que experimentaron los frutos coincide plenamente con el proceso de maduración, tal como describe Gil (2004), el cual se debe a que la pulpa se hace más suave y prácticamente pierde su resistencia a medida que avanza la maduración, pues los hidratos de carbono y las sustancias pécticas son degradados durante este proceso, debilitándose la estructuras de las paredes y la unión entre células, con el consiguiente ablandamiento. El primer grupo de firmeza inicial presentó una mayor firmeza durante todo el periodo de evaluación, así como también una menor tasa de ablandamiento hasta alcanzar la madurez de consumo, siendo esta de 21 días a temperatura ambiente hasta madurez de consumo, mientras que los frutos del segundo grupo, la alcanzaron a los 14 días y en frutos del tercer grupo, este índice se alcanzó a los 8 días (Figura 7).

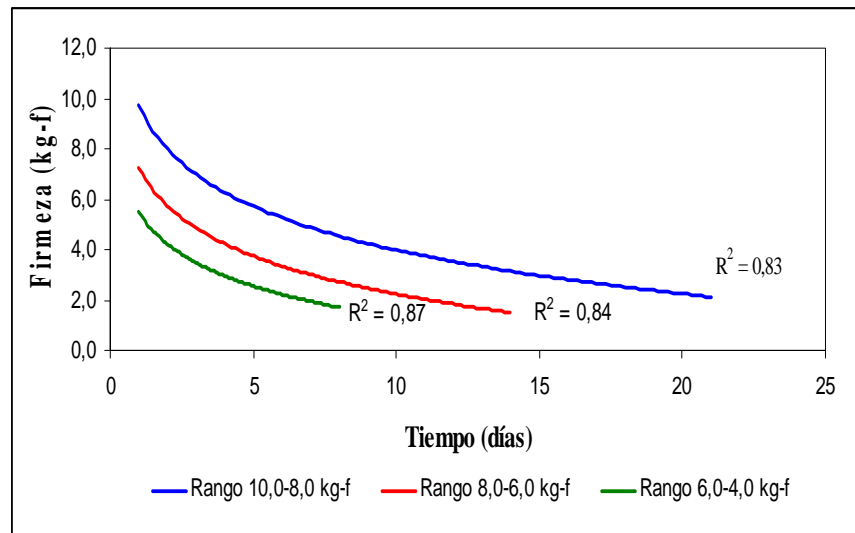


Figura 7. Evolución de la firmeza de pulpa de los frutos de la población F2 y ‘Venus’, en función del tiempo a 20°C, para distintos rangos de firmeza inicial.

Los frutos del primer rango presentaron similar tasa de ablandamiento durante casi todo el periodo de evaluación (Figura 8), tomando mayor tiempo para alcanzar la madurez de consumo, porque estos frutos presentaron una mayor firmeza a cosecha.

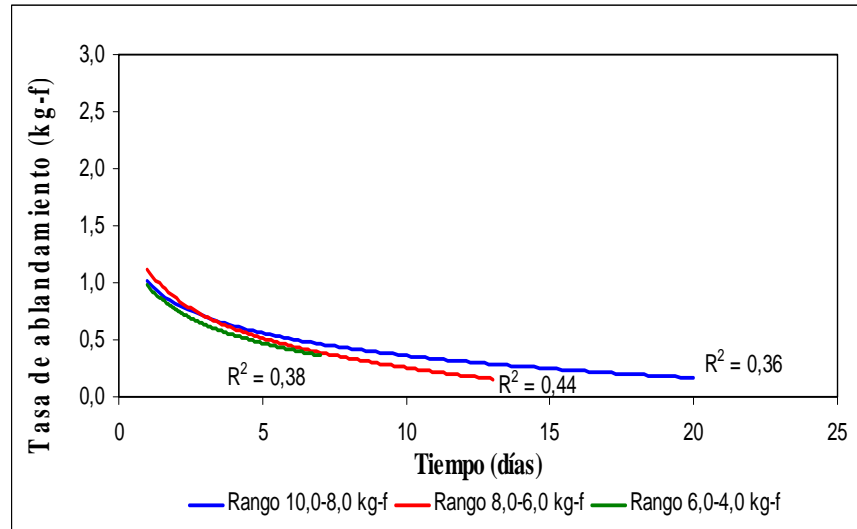


Figura 8. Tasa de ablandamiento de los frutos de la población F2 y 'Venus', en función del tiempo a temperatura ambiente, para distintos rangos de firmeza inicial.

Cambio de color de fondo

En este estudio sólo se consideró el ángulo Hue para evaluar el cambio de color de fondo, ya que este parámetro ha sido considerado para modelar el desarrollo del color para la evaluación visual (Thai y Shewfelt, 1990). El color de fondo es una herramienta útil para medir el estado de madurez de un fruto, debido a que se puede medir en forma rápida y no destructiva (Luchsinger y Walsh, 1997a). El comportamiento del color de fondo para los distintos frutos se presentó heterogéneo para los distintos rangos de firmeza, durante todo el periodo de evaluación (Figura 9), correlacionándose inversamente con la firmeza, es decir, los frutos del primer rango, que presentaron una mayor firmeza, tuvieron un color de fondo más verde y con un cambio más extenso en el color, requiriendo un mayor periodo para llegar al color amarillo intenso, que indica un fruto maduro; los frutos del segundo rango, que presentaron una firmeza media, tuvieron un color de fondo verde-amarillo y un cambio de color similar al primer rango. Los frutos del tercer rango, que mostraron una menor firmeza, tuvieron un color de fondo más cercano al amarillo y un cambio menor de color, logrando antes el color asociado a la madurez de consumo.

Los cambios de color que presentaron los frutos concuerdan con lo descrito por Budde *et al.* (2000) y Martins *et al.* (2002), quienes señalan que los frutos viran desde una coloración de fondo verde a amarilla, a anaranjada, lo cual es debido a la degradación de la clorofila y

a la biosíntesis de carotenoides (Ventura *et al.*, 1992; Romojaro y Riquelme, 1994; Murray *et al.*, 1998; Kader, 2002).

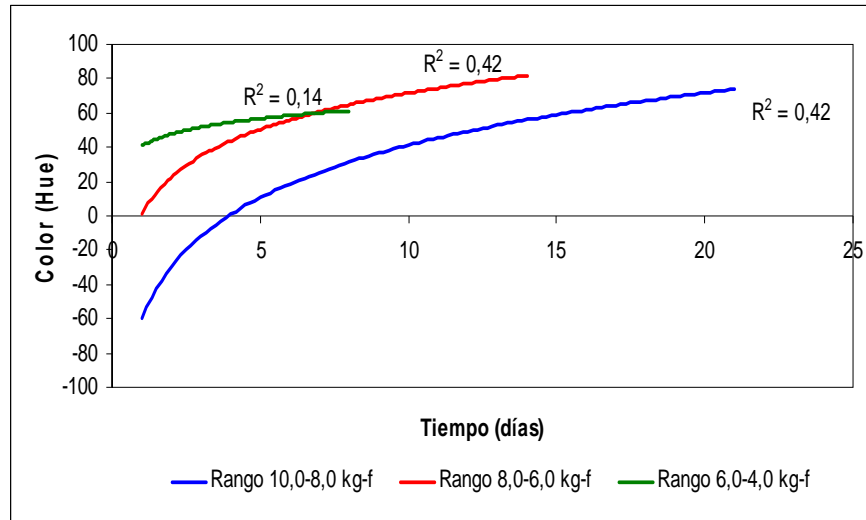


Figura 9. Evolución del color de los frutos de la población F2 y 'Venus', en función del tiempo a temperatura ambiente, para distintos rangos de firmeza inicial.

Jugosidad de la pulpa

Una vez terminado el período de maduración a 20°C, después del almacenamiento refrigerado a 4°C, los frutos de los árboles de la población F2 mostraron firmeza de pulpa cercano a 1 kg-f, coincidiendo con lo descrito por Crisosto (2002), quien señala que la firmeza de pulpa es el mejor indicador y predictor de vida de los frutos, los cuales, si presentan firmeza menor o igual a 1kg-f, son considerados con madurez de consumo ("ready to eat").

Los árboles de la población presentaron niveles una jugosidad heterogénea, presentando una distribución aparente normal (Figura 10), que concentró la mayor proporción de árboles entre 28,1 y 35% de jugo (112; 117; 127; 134; 135; 143; 146; 155; 159; 163 y 170); mientras que en los extremos se presentaron pocos árboles. La variabilidad en jugosidad se puede deber a distintos factores. Al respecto, Crisosto *et al.* (1999) mencionan que la susceptibilidad de la pulpa a la harinosidad varía según la genética de las variedades, además del estado de madurez a la cosecha, la temperatura de almacenaje, los factores de huerto y las condiciones climáticas de la temporada de crecimiento (Crisosto *et al.*, 1997).

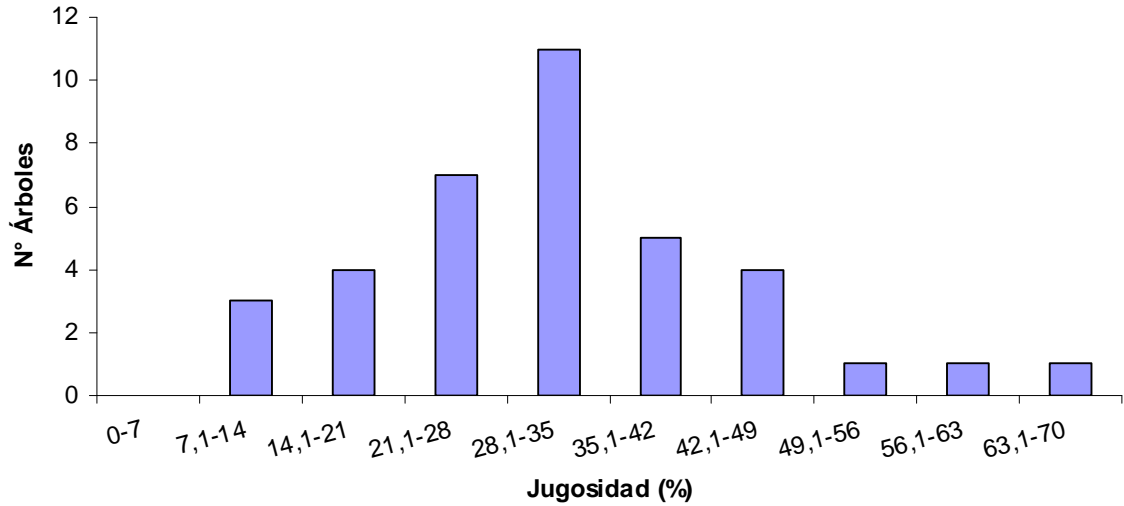


Figura 10. Número de árboles por distintos rangos de jugosidad, después de 21 días de almacenamiento a 4°C, más un período variable de maduración a 20°C.

El umbral de pulpa harinosa descrito por Infante *et al.* (2009), mediante el método de absorción del papel de jugo libre, tuvo valores que corresponden a 38,4 y 39,8% de jugos, para el cual los frutos fueron considerados harinosos.

Los árboles que presentaron un porcentaje de jugosidad menor a 38,4%, considerados como harinosos, fueron 25 (Cuadro 3), (109; 111; 112; 117; 121; 124; 127; 128; 134; 135; 136; 142; 143; 146; 154; 155; 157; 159; 162; 163; 170; 174; 178; 182 y 183) representando el 67,5% del total de la población; ‘Venus’ presentó un 52,35%, considerado como no harinoso. Cabe mencionar que los frutos de los individuos harinosos presentaron distintas fechas de cosecha, no coincidiendo con lo descrito por Balbontín (2002), quien señala que los genotipos precoces son menos susceptibles que los de media estación y tardíos. Además, Retamales (1996) indica que la incidencia y severidad de los desórdenes fisiológicos fluctúan de temporada en temporada, y que una variedad tardía no es necesariamente más susceptible que una variedad temprana, coincidiendo esto último con la variabilidad observada entre los árboles en este estudio.

Cuadro 3. Porcentaje de jugosidad y fecha de cosecha de 36 árboles de la población F2 y de su progenitor 'Venus', luego de 21 días en refrigeración a 4°C más un período variable de maduración a 20°C.

| Individuos | Jugosidad (%) | Fecha cosecha |
|------------|---------------|---------------|
| 111 | 21,85 | 27-12-2007 |
| 121 | 23,74 | 27-12-2007 |
| 124 | 32,22 | 27-12-2007 |
| 142 | 22,95 | 27-12-2007 |
| 174 | 10,61 | 27-12-2007 |
| 109 | 18,28 | 28-12-2007 |
| 154 | 10,67 | 02-01-2008 |
| 178 | 18,15 | 02-01-2008 |
| 157 | 22,29 | 04-01-2008 |
| 117 | 29,51 | 07-01-2008 |
| 134 | 30,94 | 07-01-2008 |
| 165 | 39,17 | 07-01-2008 |
| 170 | 33,83 | 07-01-2008 |
| 127 | 33,66 | 07-01-2008 |
| 158 | 40,95 | 09-01-2008 |
| 180 | 44,05 | 09-01-2008 |
| 120 | 60,61 | 15-01-2008 |
| 122 | 40,18 | 15-01-2008 |
| 130 | 69,98 | 15-01-2008 |
| 173 | 44,04 | 15-01-2008 |
| 135 | 28,69 | 18-01-2008 |
| 146 | 32,62 | 18-01-2008 |
| 159 | 32,70 | 18-01-2008 |
| 112 | 33,81 | 05-02-2008 |
| 128 | 14,55 | 05-02-2008 |
| 136 | 27,30 | 05-02-2008 |
| 143 | 34,39 | 05-02-2008 |
| 155 | 31,16 | 05-02-2008 |
| 162 | 25,04 | 05-02-2008 |
| 168 | 38,67 | 05-02-2008 |
| 169 | 42,85 | 05-02-2008 |
| 176 | 40,40 | 05-02-2008 |
| 182 | 17,21 | 05-02-2008 |
| 183 | 26,96 | 05-02-2008 |
| Venus | 52,35 | 07-02-2008 |
| 163 | 34,37 | 07-02-2008 |
| 181 | 45,86 | 07-02-2008 |

Calculo preliminar de la heredabilidad

Aunque el cálculo de la heredabilidad en una población, para ser un dato definitivo, requiere de 2 a 3 temporadas de medición, se calculó de forma preliminar la heredabilidad de algunos parámetros importantes para el desarrollo de nuevas variedades. Estos parámetros fueron jugosidad, tasa de ablandamiento y tasa de cambio de color, pues es particularmente importante conocer la heredabilidad de la pulpa harinosa en un programa de mejoramiento genético chileno.

La varianza entre los árboles se explica por dos componentes: uno genético y otro ambiental, mientras que la variación entre los frutos de un mismo árbol estaría dada sólo por el componente ambiental. Una vez calculada la varianza genética y ambiental, se determinó la heredabilidad de la población F2 y de su progenitor ‘Venus’ (Cuadro 4).

Cuadro 4. Heredabilidad genética y ambiental para una población F2 de “Venus”.

| Fuente de variación | Heredabilidad | | |
|---------------------|---------------|-----------------|---------------|
| | Jugosidad | Cambio de color | Ablandamiento |
| Genética | 53% | 35% | 15% |
| Ambiental | 47% | 65% | 85% |

Se observó, preliminarmente, que sólo la heredabilidad de la jugosidad alcanza valores sobre el 50% (Cuadro 4) de variabilidad atribuible a efectos genéticos, y el 48% corresponde al efecto ambiental. El ablandamiento y el cambio de color presentaron valores menores a 50%, lo cual indica que la variabilidad sólo se debió a efectos ambientales

CONCLUSIONES

En este estudio la población F2 presentó diferencias en sus evaluaciones, comenzando con la caracterización fenológica. Los árboles presentaron, en general, los primeros estados fenológicos más breves y los últimos más prolongados, agrupándose según la variabilidad que hubo entre la duración de sus estados fenológicos y la fecha de plena floración. Cabe destacar que, en general, los árboles 109 y 111 se diferencian del resto, con una fecha de más tardía y una cosecha temprana.

La cosecha se presentó variable extendiéndose por 42 días. Sólo dos árboles se destacaron (173 y 155) por su productividad y tamaño de sus frutos.

La mayor proporción de la población F2 se presentó harinosa, ya que tuvo un porcentaje de jugosidad menor a 38,4%.

La harinosidad no depende de la fecha de cosecha, ya que los frutos que fueron cosechados tardíamente no necesariamente fueron más harinosos que los frutos cosechados tempranos, ya que los primeros presentaron distintas fechas de cosecha.

El cálculo preliminar de heredabilidad de la jugosidad fue de 52%, lo que sugiere avanzar en el estudio de la base genética de la harinosidad en duraznero.

BIBLIOGRAFÍA

- Balbontín, S. 2002. Harinosidad y pardeamiento interno en duraznos y nectarines: diagnóstico de la susceptibilidad y acción de reguladores de la maduración. Tesis de Magister en Ciencias Vegetales. Área Fisiología y Producción Frutal. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Santiago, Chile. 93 p.
- Budde, C.O., M.P. Blanco and H.A. Altube. 2000. Fruit firmness, ground color and ethylene evolution in two cultivars of peach. *Agriscientia* 17: 69-72.
- Campbell, G.S y J.M. Norman. 2000. An introduction to environmental biophysics. 2nd ed. Springer-Verlag. New York, Inc. 306 p.
- CIREN, 1989. Requerimiento de clima y suelo: frutales de hoja caduca. Centro de Información de Recursos Naturales. Publicación CIREN – CORFO. Santiago, Chile, 79 p.
- Crisosto, C.H., 1994. Stone fruit maturity indices: a descriptive review. *Postharvest News and Information*. 5(6): 65-69.
- Crisosto, C.H., R.S Johnson, T. Dejong and K.R Day. 1997. Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality. *HortScience* 32: 820-823.
- Crisosto, C., F. Mitchell and Z. Ju. 1999. Susceptibility to chilling injury of peach, nectarine and plum cultivars grown in California. *HortScience* 34: 1116-1118.
- Crisosto, C.H. 2002. How do we increase peach consumption. *Acta Horticulturae* 592: 601-605.
- Crisosto, C. 2006. Peach quality and postharvest technology. *Acta Horticulturae* 713: 479-487.
- Elfving, D. C and I. Schechter. 1993. Fruit count, fruit weight, and yield relationships in 'Delicious' apple trees on nine rootstocks. *HortScience* 28(8): 793-795.
- Faust, M. 1989. Physiology of temperate zone fruit trees. Wiley. New York. 338 p.
- Fernández, L. 2007. Ha disminuido mucho la plantación de duraznos y nectarines en Chile. *Revista Agroeconómico* 101 (julio- agosto): 7-9.
- Gil, G. 2004. Madurez de la fruta y manejo de postcosecha fruta de climas templado y subtropical y uva de vino. 2 edición. Ediciones Universidad de Católica de Chile. 431 p.

- Gómez, E. and C. Ledbetter. 1997. Development of volatile compounds during fruit maturation: characterization of apricot and plum x apricot hybrids. *J. Sci. Food Agric.* 74: 541-546.
- Infante, R. 2000. Mejoramiento genético frutal en Chile: El caso del duraznero. *Revista Aconex* 69: 21-25.
- Infante, R. y C. Meneses. 2006. *Australis Breeding: Mejoramiento genético frutal en Chile.* Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile, 39 p.
- Infante, R., C. Meneses, P. Rubio and E. Seibert. 2009. Quantitative determination of flesh maliness in peach [*Prunus persica* L. (Batch.)] through paper absorption of free juice. *Postharvest Biology and Technology* 51: 118-121.
- InfoStat. 2004. *InfoStat* versión 2004. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 314 p.
- Kader, A. 2002. Opportunities in using biotechnology to maintain postharvest quality and safety of fresh produce. *HortScience* 37(3): 467-468.
- Luchsinger, L.E. y C.S. Walsh. 1997a. Problemática de la exportación de duraznos, nectarines y ciruelas. I parte: Índices de cosecha. *Aconex* 55:5-10.
- Luchsinger, L.E. y C.S. Walsh. 1997b. Problemática de la exportación de duraznos, nectarines y ciruelas. II parte: Desórdenes fisiológicos. *Aconex* 56:27-32.
- Martins, C., R. Flores, R. Farias e C. Rombaldi. 2002. Influência do manejo do solo na conservação e na qualidade pós-colheita sw pêsegos cv. Cerrito. *Rev. Bras. Frutic.* 24(2): 442-446.
- McGuire, R. G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience* 27: 1254-1255.
- Muchnik, E. 2007. Los carozos deseados pero difíciles. *Revista Agroeconómico* 101 (julio-agosto) 3 p.
- Murray, R., G. Valentini, A. Yommi and F. Tonelli. 1998. Storage life of peach fruit harvested at different stages of maturity. *Acta Horticulturae* 465: 455-462.
- ODEPA, 2010. Exportaciones de frutas frescas. Disponible en: <http://www.odepa.cl>. Leído el 24 de junio de 2010.
- Ojer, M., G. Reginato y F. Vallejos. 2009. Manejo de carga frutal y productividad de duraznos conservados. *Revista FCA Uncuyo.* 41 (1): 65-76.

Pereira, J. 1989. Caracterización fenológica y fenotípica del árbol y fruto de 23 cultivares de durazno conservero. Memoria de título. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 61 p.

Pérez-Pastor, A., M.C., Ruiz-Sánchez, R. Domingo y A. Torrecillas. 2004. Growth and phenological stages of 'Bulida' apricot trees in south-east Spain. *Agronomie* 24: 1-27.

Razeto, B. 2006. Para entender la fruticultura. Cuarta edición. Vivarium, Santiago, Chile. 518 p.

Reginato, G. H. y J. L. Camus. 1993. Efecto de la fecha e intensidad de raleo sobre la producción y crecimiento del duraznero cv. Angelus. *Investigación Agrícola (Chile)*. 13(1-2): 1-8-

Retamales, J. 1996. Curso internacional manejo de frutales de carozo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación La Platina. Santiago, Chile. 181 p.

Romajaro, F. y F. Riquelme. 1994. Criterios de calidad del fruto. Cambios durante la maduración. Identificación de criterios no destructivos. pp. 55-78. *In*: Vendrel, M. y Audergon, J.M. (Eds.), Seminario Calidad post-cosecha y productos derivados en frutos de hueso. Lleida, España. Octubre 17-18, 1994. 216 p.

Scarascia, G. 1988. Miglioramento genetico vegetale. Patron editore. 631 p.

Sotomayor, C., J. Castro y E. Bustos. 2008. Nuevos portainjertos para Chile. Disponible en: http://www.uc.cl/agronomia/c_extension/Revista/Ediciones/35/duraznero.pdf. Leído el 27 de junio de 2010.

Thai, C.N., y R.L. Shewfelt. 1990. Peach quality changes at different constant storage temperatures: Empirical models. *Trans. ASAE* 33 (1): 227-233.

Ventura, M., G. Ravaglia, S. Sansavini, F. Gorini e G. Spada. 1992. L' epoca di raccolta come scelta per migliorare la qualità di pesche e nettarine. *Rivista di Frutticoltura* 44 (7-8): 63-67.

Zoffoli, J. 2007. El acondicionamiento de carozos es recomendable, pero funciona cuando el receptor entiende el proceso. *Revista Agroeconómico* 101 (julio-agosto): 18-20.

ANEXOS

Anexo I. Tabla de color para duraznos y nectarinas (ASOEX).



